



TÉCNICO
LISBOA

Complexo Agroflorestal Pucha Preta

Explorações agrícolas de balanço quase nulo

João Pedro Menezes Mendanha Freitas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Mecânica

Orientadores: Prof.Dr. Carlos Augusto Santos Silva

Prof.Dr. Paulo José da Costa Branco

Júri

Presidente: Prof. Edgar Caetano Fernandes

Orientador: Prof. Carlos Augusto Santos Silva

Vogal: Dr. Ricardo Filipe De Melo Teixeira

Janeiro de 2019

Abstract

The management of the planetary resources is far from the equity and sustainability that would make possible an overall well-being. In light of the effective inaction of the governments, backed up by widespread disinformation, in maintenance of the established global regime, it's essential to promote individual action – stronghold of responsibility and valorization of mankind and the planet.

This dissertation is a contribution in the form of a preliminary study for the installation of an agroforestry complex, so users can live more ecologically, with greater independence of general supply chains.

To make it possible, the national agroforestry is characterized: a country whose soil and ecosystems are diminish, governed by strategies that don't benefit the community, poorly prepared to face climate change; benefits of the forestry sector are listed. Then, it is also characterized in detail the natural park and the property where the complex is to be instal, for its correct integration in the natural dynamics of its surrounding.

A reforestation plan is draft, with a tree grid that promote soil and local ecosystems requalification. A photovoltaic powered water system is planned, so that difficulties in establishing new trees in the degraded soil, under severe climate, lacking an adequated vegetative protection, are met by irrigation.

In order to provide the means to live in the property, the requalification of existing structures is studied, and a photovoltaic system is designed to meet the needs of domestic consumption and thermal comfort - the latter supported by biomass.

The investment is accounted for and conclusions are made available on its relevance and viability.

Keywords: agroforestry complex; operational sustainability; ecosystem rehabilitation; forestry synergy; ecological project.

Resumo

Esta proposta é um primeiro estudo para a instalação de um complexo agroflorestal, que permita aos utilizadores uma vida mais ecológica, e maior independência das redes de abastecimento.

Para tal, caracteriza-se a realidade agroflorestal nacional: um país de solos e ecossistemas debilitados, de estratégias que não beneficiam a comunidade, pouco preparado para enfrentar mudanças climáticas. São enumeradas ainda as potencialidades do sector florestal. São também caracterizados o parque natural e a propriedade onde se pretende implementar o complexo, para a sua correcta adequação à envolvente.

Cria-se um plano de reflorestação, com uma malha de espécies florestais que permita a requalificação do solo e dos ecossistemas locais. As dificuldades de estabelecimento de árvores associadas ao solo debilitado, ao severo clima, e à inexistência de uma cobertura vegetal adequada, são colmatadas pela irrigação do plantio. Dimensiona-se um sistema de abastecimento de água de matriz fotovoltaica.

A habitabilidade da propriedade estuda-se através da requalificação de estruturas existentes, dimensionando-se um sistema fotovoltaico que permita satisfazer necessidades de consumo doméstico e de conforto térmico – este último apoiado de biomassa.

O investimento é contabilizado e são tecidas considerações face à sua pertinência e viabilidade.

Palavras-chave: complexo agroflorestal; sustentabilidade operacional; reabilitação ecossistémica; sinergia florestal; projecto ecológico.

Índice

Abstract	iii
Resumo	v
Índice	vii
Glossário	ix
Índice de figuras	xi
Índice de tabelas	xiv
1 Introdução	1
1.1 Contexto	1
1.2 Objectivos.....	1
1.3 Estrutura da dissertação	2
2 Terras do Nordeste	3
2.1 A diversidade natural e cultural do território nacional	3
2.2 Caracterização dos solos da região norte.....	3
2.3 Terra fria e Terra quente	5
2.4 Limitações e aptidão da terra no nordeste de Portugal	6
2.5 A proposta da sinergia florestal para a região	7
3 A opção florestal	9
3.1 Uma fonte de riqueza	9
3.2 Benefícios ao indivíduo	10
3.3 Inventário florestal nacional.....	12
3.4 Mudanças de contexto e novos riscos	14
3.4.1 Alterações climáticas.....	14
3.4.2 Urbanização e despovoamento rural	15
3.4.3 Incêndios	16
3.4.4 Pragas, Doenças e Invasoras	17
3.4.5 O desafio do retorno ao rural	18
4 Parque Natural Regional do Vale do Tua	19
4.1 Flora e vegetação do vale	19
4.2 Flora e vegetação ribeirinha.....	20
4.3 Flora ruderal e rupestre	20
5 Complexo agroflorestal	21
5.1 A propriedade	21
5.1.1 Limites rurais	22
5.1.2 Identificação dos limites da propriedade	23
5.1.3 Caracterização da propriedade	28
5.2 O projecto	30
5.2.1 Oportunidades de intervenção	30

5.2.2	Alternativas e Projecto.....	34
5.2.2.3.2	Consumo energético	56
5.2.3	Orçamentação:	59
6	Conclusões.....	65
6.1	Trabalhos Futuros	66
	Bibliografia.....	69
	Anexos.....	74
	Anexo A	74
	Anexo B	82
	Anexo C	82
	Anexo D	83
	Anexo E	84
	Anexo F.....	84
	Anexo G	85
	Anexo H	85
	Anexo I.....	89

Glossário

IFNG	Inventário Florestal Nacional
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IPCC	International Panel on Climate Change
PNRVT	Parque Natural Regional do Vale do Tua
RP	Registo Predial
SF	Serviços de Finanças
IMI	Imposto Municipal sobre Imóveis
DGADR	Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
IFAP	Instituto de Financiamento de Agricultura e Pescas
APA	Agência Portuguesa do Ambiente

Índice de figuras

Figure 2.1 - Unidades de Solo Principais, Limite Terra Quente (vermelho), Limite Terra Fria (azul).....	5
Figure 2.2 - Classes de Pedregosidade	6
Figure 2.3 - Os solos do nordeste de Portugal: limitações à utilização da terra e a aptidão da terra.....	6
Figure 2.4 - Os solos do nordeste de Portugal: a) tipos principais de utilização da terra, b) Os solos do nordeste de Portugal.....	7
Figure 3.1 - Distribuição de área em Portugal continental para 2010: a) para os usos do solo, b) Evolução dos usos do solo.....	13
Figure 3.2 - Áreas, em percentagem, das espécies florestais com maior extensão em Portugal continental	13
Figure 3.3 - Evolução das áreas totais ocupadas por espécie florestais em Portugal continental.....	13
Figure 3.4 - Custos económicos globais dos fenómenos climáticos extremos.....	15
Figure 3.5 - Dados relativos à população residente em Portugal continental: variação da população entre 1991 e 2001 e população efectiva em 2001.	16
Figure 3.6 - Monitorização dos ecossistemas florestais de Portugal continental.....	18
Figure 5.1 - Perímetros ardidos na Serra do Faro nos períodos de 1990-1999, à esquerda, e de 2000-2008, à direita.....	23
Figure 5.2 - Zonas de expansão do perímetro estabelecido.....	27
Figure 5.3 - Esquema das diferentes áreas tópicas gerais idealizadas para a propriedade.....	31
Figure 5.4 - Esquema conceptual para uma proposta de configuração um abrigo não fixo, em planta e corte, e posicionamento dos sistemas funcionais principais	34
Figure 5.5 - Esquema conceptual em planta de um segmento local de malha, e do seu dimensionamento	35
Figure 5.6 - Esquema conceptuais para configurações alternativas para a malha primária: rígida (azul) e semi-rígida (vermelho)	37

Figure 5.7 - Esquema de malha adaptada às linhas de nível que passam pela propriedade: malha de 8m a azul; malha de 4m a branco, curvas de nível a branco.....	37
Figure 5.8 - Esquema representativo das dimensões relativas de cada uma das principais espécies florestais mencionadas para preencher a malha de 8 metros de diâmetro	39
Figure 5.9 - Esquemas conceptuais das várias espécies consideradas nas várias sequências estabelecidas.....	42
Figure 5.10 - Imagem ilustrativa da proposta de malha florestal com espécies atribuídas e alternativas para a disposição das espécies florestais selecionadas.	43
Figure 5.11 - Fotografias aéreas do ensombramento nos períodos do nascer e por do sol, e percurso proposto para a subida da água bombeada (azul), com os limites da propriedade (laranja).	44
Figure 5.12 - Esquema conceptual do sistema de elevação de água.....	46
Figure 5.13 - Áreas de Rega e Postos de Armazenamento e Bombagem (triângulos cinzas)	47
Figure 5.14 - Esquema conceptual de um depósito para armazenamento de água a instalar na propriedade	49
Figure 5.15 - Requisitos para o equipamento de elevação, por troços	51
Figure 5.16 - Dimensões consideradas para a modelação das estruturas identificadas na propriedade.	53
Figure 5.17 - Esquema conceptual de um depósito para armazenamento de água a instalar na propriedade	53
Figure 5.18 - Esquema conceptual para uma proposta de configuração para a reabilitação das Estruturas A, B, C, D, E em planta e corte	55
Figure 5.19 - Curva de carga simulada para o consumo eléctrico da Estrutura A, considerando uma família de 4 elementos.....	56
Figure 5.20 - Gráficos disponibilizados pela simulação, para a Temperatura (Agosto 2018, Janeiro 2018), a Irradiância, a Potência dos Painéis, a Potência da Carga (o consumo), a Carga das Baterias..	61

Índice de tabelas

Table 5-1 - Necessidades de rega das ARs, Depósitos e Autonomia.....	47
Table 5-2 - Autonomia, em dias, da capacidade instalada.....	48
Table 5-3 - Depósitos instalados por AR.	48
Table 5-4 - Caudal, Velocidade, Dimensões das tubagens por Ponto de Bombagem [m ³ /h].	50
Table 5-5 - Planificação de Postos de Bombagem com 6:00 de funcionamento nominal, e HP >200.	51
Table 5-6 - Planificação de Postos de Bombagem com 6:00 de funcionamento nominal, e HP <200.	51
Table 5-7 - Planificação de Postos de Bombagem com 7:30 de funcionamento nominal, e HP <300.	52
Table 5-8 - Planificação de Postos de Bombagem com 8:30 de funcionamento nominal, e HP <300.	52
Table 5-9 - Dimensões de Cálculo dos Modelos das 5 Estruturas.	54
Table 5-10 - Consumos semanais simulados.....	56
Table 5-11 - Contabilização das árvores de cada espécie a plantar em cada AR.....	62
Table 5-12 - Planificação da Instalação Gradual e Locação de Depósitos, e Custo.	62
Table 5-13 - Planificação da Instalação de Motores-Bomba, e respectivo custo estimado.	63

1 Introdução

1.1 Contexto

Em 1987, a Organização das Nações Unidas, através da Comissão Mundial de Ambiente e Desenvolvimento, publicou o relatório *Our Common Future* que sintetizou o debate ambiental numa única frase: “A humanidade tem a capacidade de criar desenvolvimento sustentável de forma a garantir que este vá ao encontro das suas necessidades presentes sem comprometer essa mesma possibilidade para as gerações futuras.” A mesma comissão apontou a necessidade de atacar o problema da pobreza, por considerar que aumenta significativamente as pressões sobre o ambiente. Também se refere à necessidade de uma economia menos materialista e mais equitativa, para que se possam satisfazer necessidades humanas essenciais de alimentação, energia, habitação, água e saúde. Refere-se ainda, que o desenvolvimento não pode ser considerado sustentável se não for equitativo [1].

Neste contexto, e pelo autor tanto valorizar, por um lado, uma postura altruísta e proactiva capaz de agir no sentido de efectivar contribuições individuais, e por outro, o bem-estar e a paz de espírito que a natureza lhe proporciona, defende como imprescindível o desenvolvimento de projectos que promovam a qualidade de vida e uma estabilidade resguardada – dentro do que nos for possível – dos interesses de topo mencionados. Desta forma, surge a proposta para o estudo e desenvolvimento do projecto de um complexo agroflorestal, capaz de representar uma contribuição pessoal no sentido da sustentabilidade da nossa presença na Terra, e da maior independência individual [2] [3].

1.2 Objectivos

O presente documento é um estudo do que será a implementação de um complexo agroflorestal sustentável: produtor de riqueza, energeticamente independente, a funcionar de forma integrada na sua envolvente natural, cuja intervenção funcional não comprometa a sanidade e a biodiversidade dos ecossistemas que explora. O estabelecimento deste complexo visa acelerar a reestruturação e fortalecimento dos ecossistemas, como no caso da propriedade seleccionada para a implementação que, depois de vários incêndios, se encontra, ecologicamente, bastante debilitada.

Serão tecidas considerações gerais sobre vários tópicos inerentes a um projecto global, e desenvolvidas considerações de projecto sobre alguns desses tópicos, considerados de interesse específico no contexto desta dissertação: a reflorestação da propriedade; um sistema de recolha e armazenamento de água, que apoie o estabelecimento das árvores e manutenção sinérgica do espaço; meios habitacionais com independência a nível energético e de água, e, idealmente, de alimentação [4].

Na reflorestação, de forma a recriar os ecossistemas de bosques autóctones existentes antes dos incêndios, define-se a plantação de uma primeira malha de árvores constituída por espécies florestais que possibilitem a criação – com a sua maturação – de uma cobertura de copas que, subsequentemente, abrigue outras sub-malhas de outras espécies. No sistema de recolha e

armazenamento de água para irrigação, sublinha-se que o funcionamento nominal dos equipamentos deverá ser energeticamente independente das redes de abastecimento exteriores à propriedade. Deverá ainda estar contemplada a possibilidade de que o sistema tenha como função adicional a prevenção e combate a incêndios. Na criação de meios para o estabelecimento de pessoas na propriedade, é parte importante do projecto possibilitar a existência de estruturas para habitação permanente. Idealiza-se, também, a criação de um conjunto habitacional de estruturas não fixas, para alojamento temporário. Neste sentido devem estar garantidas condições de conforto térmico, e meios para o funcionamento de equipamentos eléctricos domésticos. Para tal, tecer-se-ão considerações sobre possibilidades habitacionais dentro da propriedade, e será dimensionado um sistema típico de abastecimento eléctrico habitacional.

Serão necessários trabalhos adicionais dedicados que desenvolvam projectos para a implementação destes sistemas nas habitações, e um projecto sobre a instalação de meios para a autossuficiência alimentar no complexo [4].

1.3 Estrutura da dissertação

O corpo principal deste documento consiste em seis capítulos, quatro dos quais são representativos das temáticas consideradas neste primeiro estudo para a efectivação da instalação do complexo agroflorestal.

O presente capítulo “Introdução” faz o enquadramento do trabalho e dos seus objectivos. O segundo capítulo “Terras do Nordeste” vem disponibilizar uma apresentação geral da região, com especial destaque para o solo, para as suas características, e para a sua aptidão e regime de utilização, actual e ideal, no que respeita os sectores agrícola e florestal. O terceiro capítulo “A opção florestal” procura defender o que se considera ser a pertinência da aposta no sector florestal, e na reflorestação, com base na riqueza disponibilizada pela floresta, e nos benefícios que surgem da interação entre o homem, enquanto indivíduo, e a envolvente natural. É caracterizada a floresta portuguesa actual, e prevêem-se alguns dos desafios futuros a enfrentar pelo sector florestal. O quarto capítulo “Parque Natural Regional do Vale do Tua” caracteriza o ecossistema desse parque, onde se circunscreve a propriedade a intervir. Dá-se especial destaque para as espécies de flora, para que melhor se adapte o projecto e funcionamento do complexo à dinâmica local. O quinto capítulo “Complexo agroflorestal” constrói o corpo do projecto propriamente dito. Caracteriza a propriedade a intervir, procura identificar oportunidades de intervenção, estabelece procedimentos de projecto e dimensionamento, e disponibiliza uma secção de orçamentação. O Sexto capítulo “Conclusões” sistematiza as principais ilações que foram retiradas com a realização do trabalho.

2 Terras do Nordeste

O complexo agroflorestal será instalado numa propriedade inserida em terras Transmontanas, dentro da Região Hidrográfica do Douro Português. O relevo da região é formado por altas montanhas cortadas por vales e bacias profundas. O seu clima é mediterrânico com influência continental, mais frio nas áreas planálticas e zonas montanhosas e mais ameno nas áreas profundas encaixadas longo dos rios. Nesta região, cultivam-se a amêndoa, azeitona, maçã, cereja, castanha, batata, centeio, cevada, cogumelos e a vinha. Produzem-se o famoso Porto, os vinhos do Douro, o azeite e o mel. Os rios da região são ricos em truta, escalo e barbo. A natureza é generosa em espécies como coelhos, lebres, javalis, raposas, tordos, perdizes, pombos e rolas [5] [6].

Para que o complexo agroflorestal se adeque à sua envolvente natural, é necessário um estudo das características desta região, com especial destaque para as particularidades do solo e para a sua aptidão agroflorestal.

2.1 A diversidade natural e cultural do território nacional

As nossas estratégias como povo, a forma como nos organizamos enquanto sociedade, as estruturas de propriedade e as práticas no aproveitamento dos recursos naturais são fortemente influenciadas pela diversidade geográfica do nosso território. Esta, por sua vez, resulta do cruzamento das influências climáticas atlântica, mediterrânica e continental ibérica, sobre um complexo mosaico terrestre que, de Norte a Sul de Portugal, na sua extensão continental e nos territórios insulares, cobre a quase totalidade do tempo geológico conhecido. Também, no que se refere à diversidade litológica e ao património mineralógico, o território nacional exhibe uma representatividade imensa de tipos de rochas e de espécies minerais [5] [7] [8], ver Anexo B.

Esta diversidade estende-se para além das dimensões geológica e climatológica, e pode ser vista como oportunidade para estudo e implementação de sinergias que nos façam prosperar, em sintonia connosco mesmos, e com o mundo onde nos inserimos. Associada ao contributo da intervenção humana, proporciona-nos uma paleta de paisagens variadas [5] [8].

2.2 Caracterização dos solos da região norte

O solo é uma camada material que cobre a superfície terrestre, entre a litosfera e a atmosfera, produto de uma complexa dinâmica, com origem na meteorização de um material base. No seu desenvolvimento intervêm factores, como o clima, a natureza da base, o relevo, a actividade de organismos, e o tempo [9]. Se considerado à escala civilizacional, é um recurso natural finito não renovável, devido às suas baixas taxas de renovação. Uma vez que todas as nossas actividades, e

vida, dele dependem, a sua conservação é indispensável. O conhecimento dos recursos pedológicos é essencial à decisão, identificando potencialidades, limitações e riscos associados ao seu uso actual e futuro [10] [7]. Para além da breve apresentação dos solos da região norte, onde se pretende instalar o complexo, devem ser realizadas análises locais ao solo da propriedade.

No Noroeste predominam os Cambissolos – textura arenosa, caracterizados por uma profunda meteorização de granitos – e nas terras altas do Nordeste os Leptossolos – geralmente delgados devido à difícil meteorização dos xistos sedimentares [5]. Uma análise mais detalhada remete-nos para cartas de solo (ver Figura 2.1, área total cartografada de 1,309 Mha). A caracterização e extensão das parcelas tipológicas não é totalmente consensual e sofre variações de fonte para fonte, o que é espectável dado o processo de construção dos mapas, e a natureza não estanque de desenvolvimento dos solos. Mesmo assim, confirma-se que, para a região de Trás-os-Montes, os Leptossolos predominam, que os Cambissolos ocupam quase metade da área não afectada a Leptossolos, e que os solos evoluídos (Luvissolos, Alissolos e Pódzois) cobrem uma área residual. Destaca-se ainda a presença significativa de Antrossolos (i.e. “feitos pelo homem”) no vale do Douro, área fortemente intervencionada no decorrer da tradição vinhateira [5] [6].

As classes de Temperatura e de Precipitação podem ser tidas como indicadores da acção do clima na formação dos solos. As diferentes taxas de meteorização das rochas e taxas de lixiviação dos solos são exemplos da sua influência, manifestando-se quer na espessura do solo, quer na sua pedregosidade, quer na sua aptidão. Como princípio geral, em climas mais quentes e secos, encontra-se um solo mais delgado e de elevada pedregosidade; se mais frios e húmidos, tem-se um solo mais robusto e de menor pedregosidade. O exposto, apesar de sucinto, será adequado e suficiente. Informação dedicada e pormenorizada pode ser consultada [7].

O relevo é um dos factores de formação do solo mais expressivos na região. A sua instabilidade geomorfológica é, muitas vezes, intensificadora de mecanismos de erosão hídrica, que reduzem a espessura dos solos e aumentam a sua pedregosidade superficial. No entanto, esta influência está fortemente condicionada pela precipitação e, para zonas secas, como é o caso da propriedade seleccionada, os solos delgados e a elevada pedregosidade são, geralmente, responsabilidade da reduzida taxa de meteorização da base rochosa [9] [7].

A pedregosidade do solo constitui um incontornável marco pedológico e geomorfológico, que condiciona, de forma transversal, o seu uso e as práticas que lhe estão associadas. Genericamente, maior pedregosidade corresponde a uma menor espessura de solo e a menor matéria orgânica, o que se traduz na maior dificuldade de estabelecimento de coberto vegetal, logo, risco adicional de erosão. Em Trás-os Montes, a *Carta de Solos do Nordeste de Portugal (1:100 000)*, estabelece 77% de área territorial de pedregosidade moderada e elevada, e 34% coberta por rocha. Isto contribui para que os solos sejam considerados pouco aptos para uso agrícola. No entanto, a qualidade de alguns produtos está estreitamente relacionada com as condições ecológicas desfavoráveis na sua origem – as vinhas, os olivais e os pomares de frutos secos, que ocupam extensas áreas onde o carácter mediterrânico é o mais acentuado [9].

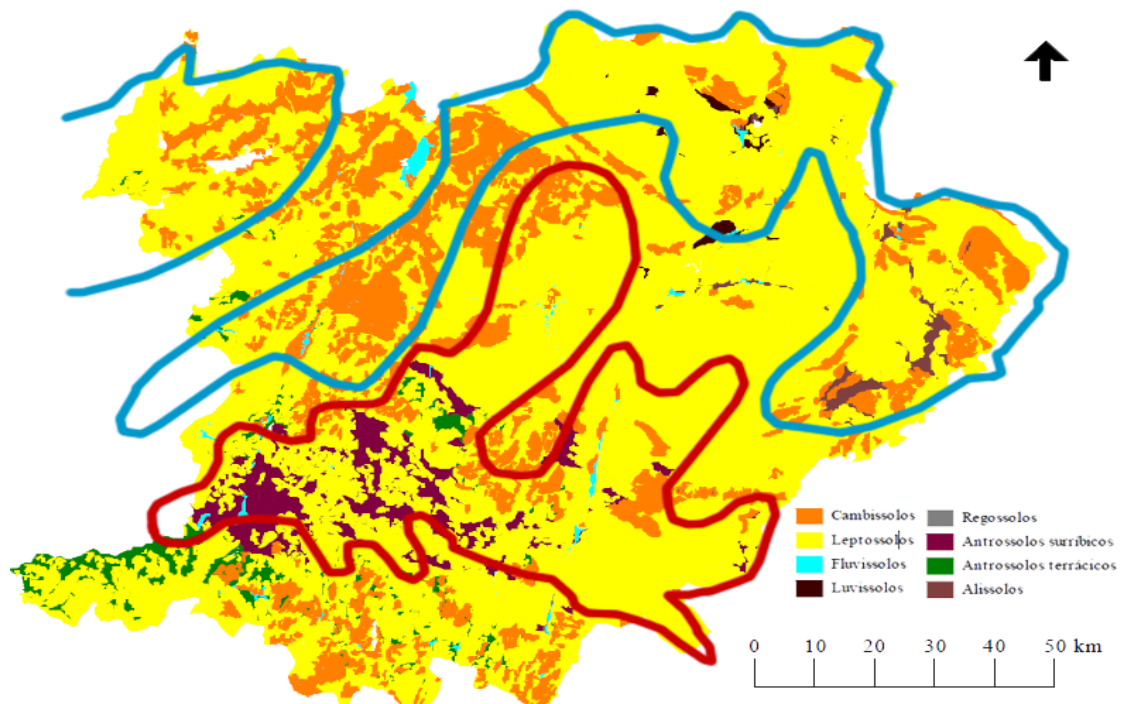


Figure 2.1 - Unidades de Solo Principais, Limite Terra Quente (vermelho), Limite Terra Fria (azul). Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop [12]

2.3 Terra fria e Terra quente

Sobre o matizado que, sucintamente, se tem vindo a descrever, a necessidade alimentar das populações – uma constante – e a economia da produção – uma variável, consoante solos e climas, épocas e ciclos políticos – foram definindo os actuais sistemas de produção do Nordeste: agrícola, silvo-pastoril ou florestal. Neste sentido, devido à sua grande dualidade agroclimática, distinguem-se, hoje, duas regiões topológicas naturais, moldadas pela topografia e pelo clima: a Terra Fria e a Terra Quente (ver Figura 2.1, área total cartografada de 1,309 Mha) [5].

A primeira corresponde ao altiplano e às serras: predominam os «lameiros» (i.e. pastos sempre húmidos), a criação de gado, e os povoamentos florestais de folhosas, como o castanheiro, e os carvalhos negral e roble. Numa estrutura fundiária predominantemente de minifúndio, a alternância entre campos de cultivo e manchas florestais domina a paisagem [5].

A segunda é marcada pela presença sentida do clima mediterrânico, pelo curso médio do rio e pelas encostas, outrora cobertas por sucessivos andares de vinha. A oliveira é característica e a sua presença extensiva – a Terra Quente apresenta uma condição edafoclimática privilegiada para a sua cultura, em que a existência de algum frio invernal devido à continentalidade, travando o avanço de algumas doenças e pragas, confere ao azeite uma qualidade ímpar. Árvores de fruto, como a cerejeira e a amendoeira, tornam coloridas as extensas paisagens com a sua floração variada [5] [11]. Apesar de se situar numa região considerada de de transição, a propriedade, actualmente, apresenta mais características desta segunda região topológica.

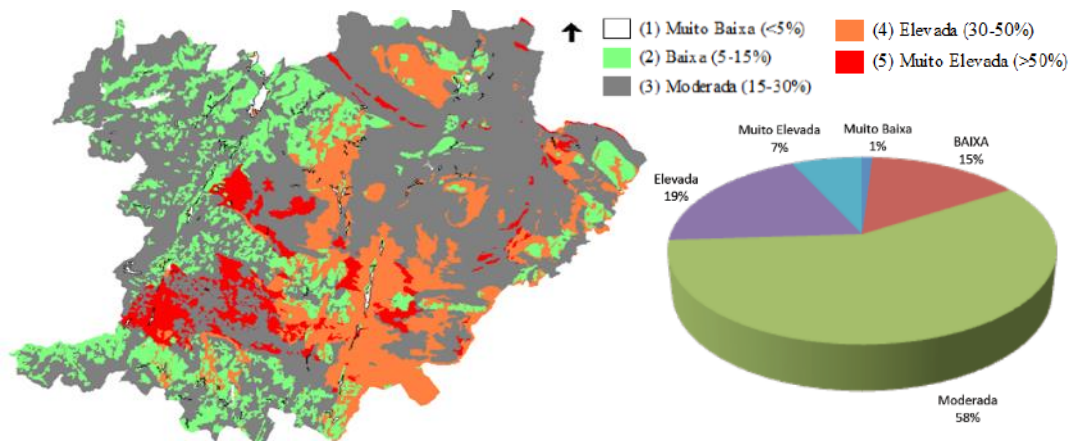


Figure 2.2 - Classes de Pedregosidade. Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop [12].

2.4 Limitações e aptidão da terra no nordeste de Portugal

A consulta da *Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal* [13], estabelece o domínio de solos com limitações significativas: (1) espessura reduzida – limitando as condições de enraizamento das plantas [9]; (2) carência de água no solo – a reduzida espessura dos solos não permite armazenamento capaz de mitigar o marcado carácter mediterrânico [12][13]; (3) pedregosidade – que constitui obstáculo às práticas culturais [9]; (4) declives acentuados e irregulares – condicionando culturas e as práticas, principalmente mecanizadas) [9] [14].

Face a estas limitações, a aptidão das terras para usos agrícolas tradicionais é apresentada como maioritariamente nula ou marginal (ver Figura 2.3): apenas 1% de aptidão agrícola elevada, 7% sem aptidão em usos tradicionais. A comparação entre as áreas afectas a usos agrícola, florestal e de pastagem, e as áreas com aptidão para tal, revela ainda desequilíbrios na utilização do solo, o que acaba por se traduzir na degradação adicional do solo [15].

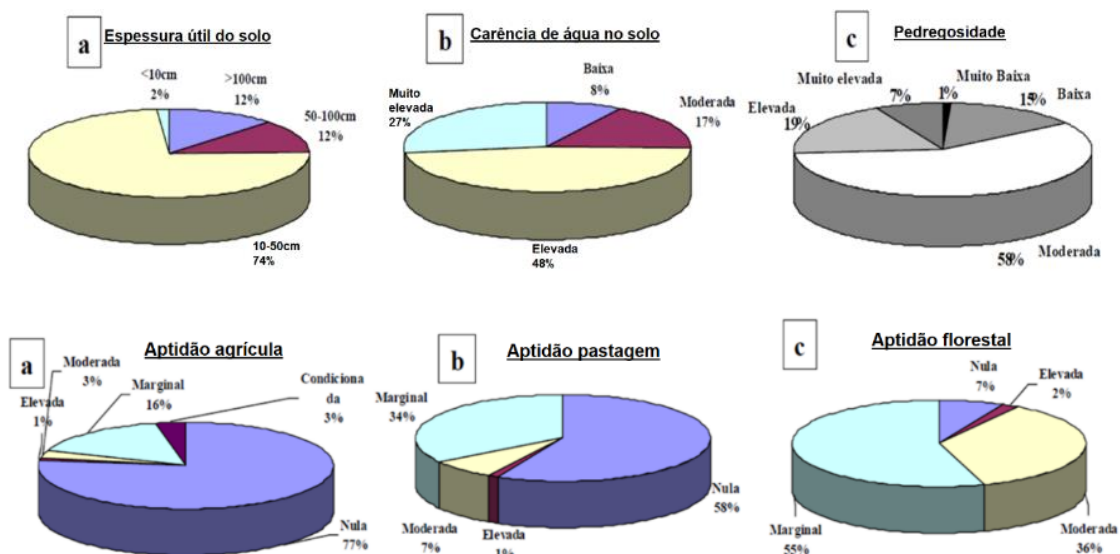


Figure 2.3 - Os solos do nordeste de Portugal: limitações à utilização da terra e a aptidão da terra. Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop [12].

As terras ocupadas pelo conjunto de culturas arvenses, perenes e de exploração mista excedem largamente a área considerada para tal adequada (i.e. aptidão agrícola elevada e moderada) e mesmo a soma de todas as terras de aptidão não nula (ver Figura 2.3). Pelo contrário, a actual ocupação por pastagem ou floresta fica aquém do que se considera ser o adequado [15].

Desta forma, seja pelas limitações ao uso da terra, seja por usos não adequados à aptidão, o uso actual não vai ao encontro das potencialidades da terra (ver Figura 2.4); isto corrobora tanto a baixa produtividade regional, como a desadequação das políticas e práticas agrícolas estabelecidas, ambas a contribuir para a degradação adicional de solos já debilitados, seja por sobre-exploração, seja pela destruição de culturas autóctones, desprotegendo os solos [9] [12] [15].

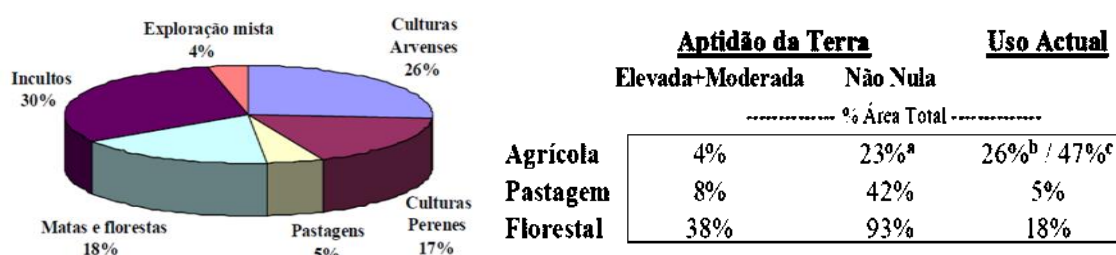


Figure 2.4 - Os solos do nordeste de Portugal: a) tipos principais de utilização da terra, b) Os solos do nordeste de Portugal. Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop [12][21].

2.5 A proposta da sinergia florestal para a região

Todas estas predisposições à deterioração da aptidão do solo são amenizadas, ou mesmo revertidas, se existir uma cobertura vegetal adequada. Esta cobertura vem contribuir para o restabelecimento das propriedades do solo através da sua protecção, do aumento da matéria orgânica, e da promoção da actuação de organismos. Isto traduz-se na intensificação do potencial produtivo do solo e na promoção da biodiversidade [12]. Neste sentido, defende-se a expansão de ecossistemas florestais como um veículo para as reabilitação, manutenção, promoção das capacidades e aptidão do solo, através da reflorestação planeada, prioritariamente autóctone e assente em ecossistemas saudáveis e produtores, reproduzindo o que são os equilíbrios encontrados na natureza, de forma a acelerar a sua regeneração e expansão [12] [16].

Isto permitirá a utilização sinérgica de produtos excedentes como fontes de produção de riqueza, e retorno de investimentos, exploração essa que, muitas vezes, é intrínseca à manutenção necessária dos espaços, tanto por questões de produtividade, como por questões de segurança e sanidade. Isto é, a exploração sinérgica dos espaços acaba por os manter limpos, ou, de outra perspetiva, a limpeza dos espaços acaba por gerar produtos com valor comercial associado. Assim protege-se e melhora-se o solo nacional, e rentabiliza-se de forma sustentável o território, com todos os inúmeros benefícios que estão associados às florestas. Estes, não são só um contributo marcado para bem estar dentro do país, como também, na devida proporção, para o bem estar das populações e ecossistemas globais [12] [17].

3 A opção florestal

O investimento em estudo neste documento tem por base a exploração do sector florestal. A proposta consiste na reflorestação da propriedade a intervencionar, no restabelecimento de uma cobertura vegetal adequada, na sua exploração sustentável e gestão sinérgica multifuncional, de forma a rentabilizar uma mesma área com várias actividades simultâneas [12].

É, portanto, essencial identificar oportunidades associadas a este sector, possibilidades de intervenção e quais os seus benefícios comerciais. É condição fundamental que a operação funcional do complexo não deteriore a sanidade e biodiversidade dos ecossistemas onde opera. Também, considera-se de destacado interesse analisar quais os benefícios não comerciais que se podem extrair das florestas, bem como a relação homem-floresta [17].

Por fim, para se adequarem as políticas de intervenção na propriedade ao contexto e à necessidade nacionais, e para melhor se compreender qual poderá ser, de facto, o contributo do investimento no sector florestal, considera-se importante a caracterização da realidade florestal nacional actual, e a postura e estratégia das autoridades responsáveis pelo sector.

3.1 Uma fonte de riqueza

As florestas são um organismo vivo essencial à manutenção do equilíbrio saudável do planeta. A sua existência e sanidade devem, desta forma, estar salvaguardadas. São estruturas de lento desenvolvimento, existem para além de qualquer fronteira e intervêm à escala planetária, não devendo, por isso, ser fisicamente apropriáveis ou político-geograficamente delimitáveis, mas sim vistas como um bem planetário a manter e respeitar [12] [13].

São uma fonte infinita de recursos, e possuem uma série de produtos que, muitas vezes, não são rentabilizados. Estes podem ser divididos em benefícios directos e indirectos. Nos directos existem produtos madeireiros (e.g. madeira, cortiça, resina) e não-madeireiros (e.g. mel, frutos, cogumelos, plantas aromáticas, recursos medicinais e produtos associados ao pastoreio, à caça, à pesca, ao recreio e ao turismo, ou recursos de educação, formação, investigação). Nos indirectos, agrupam-se os bens imateriais como a manutenção e regeneração da fertilidade do solo e reciclagem de nutrientes, a protecção de bacias hidrográficas, a fixação de carbono, a demais filtração do ar, a regulação climática, a protecção do património natural e a manutenção da biodiversidade. A intervenção das florestas na estrutura bio-físico-químico do sistema terrestre é benéfica para o equilíbrio ecossistémico global, pelo que é fundamental compreender o planeta como um todo, e que as intervenções localizadas têm influência global [13] [18].

Importa, assim, considerar de destacado interesse o potencial associado ao sector florestal. A sua rentabilização deve ser feita de forma transversal, considerando não só a exploração dos tradicionais

produtos de valor directo, mas também outros que, por existirem, podem e devem ser rentabilizados. Preconiza-se, então, uma lógica de multifuncionalidade do espaço florestal onde se procura extrair rendimentos de todas as actividades que – condição obrigatória – não comprometam o equilíbrio e resiliência dos ecossistemas, e – o ideal – contribuam de forma positiva para a sua sanidade e intensificação da capacidade produtiva. Desta forma, defende-se apenas a exploração sinérgica dos benefícios directos associados à manutenção florestal e dos benefícios indirectos [12] [13] [18].

Destaca-se a existência de uma norma portuguesa que rege a Gestão Florestal Sustentável, a *NP4406*. Esta norma não se encontra disponível para consulta livre. Através de documentos consultados [19] [20] [21] [22] [23] [24], que fazem referência aos conteúdos dessa norma, descreve-se a essência do que a norma caracteriza como uma Gestão Florestal Sustentável. No domínio do que se classificam como *Benefícios Da Floresta*, a gestão florestal deve assegurar a sua viabilidade económica, garantindo a manutenção ecológica; deve promover o uso e o processamento local; deve minimizar os desperdícios de exploração e processamento; a taxa de exploração não pode exceder níveis permanentemente sustentados. No domínio do *Impacto Ambiental*, devem existir salvaguardas que protejam as espécies e seus habitats, e estabelecidas zonas de protecção, apropriadas à escala da exploração; as actividades de caça, pesca, captura e recolha devem ser controladas; as funções e os valores ecológicos devem ser mantidos intactos, incrementados ou restaurado; devem ser documentadas e implementadas orientações para controlar a erosão; minimizar danos durante associados à exploração florestal e a outras perturbações mecânicas; proteger os recursos hídricos.

3.2 Benefícios ao indivíduo

A interação directa entre o homem, enquanto indivíduo, e os espaços florestais é uma temática de interesse. Também aqui as florestas representam uma mais valia ímpar para a nossa sobrevivência e bem-estar. Apesar de nem sempre estarem integradas nas paisagens urbanas, disponibilizam soluções fáceis para muitos dos problemas das sociedades actuais, sem recorrer a “soluções industriais de força bruta”. Sem gastos de funcionamento associados, e com custos de produção e manutenção residuais, desempenham funções de inestimável valor, de forma discreta e harmoniosa. Conseguem limpar o ar, a água, e o solo que utilizamos diariamente, permitem uma regulação e climatização consideráveis de espaços, ajudam a melhorar a saúde física e o bem-estar psíquico das populações. Isto torna-se especialmente interessante se se considerar que, actualmente, mais de três quartos dos europeus vivem em áreas urbanas com valores residuais de cobertura vegetal [12] [14].

No que respeita possíveis consequências de alterações climáticas, independentemente de todas as contradições ligadas às políticas ambientais, é prudente ver o planeta como em constante transformação e adoptar estratégias preventivas resilientes, capazes de melhor suportar os ciclos climáticos que se vão registando. Também aqui, as florestas disponibilizam um contributo significativo para minimização de efeitos climatológicos que nos possam afectar.

Se as tendências se mantiverem, estima-se um aumento de 2°C a 5°C nas médias anuais da Europa até 2100. As ondas de calor que se têm verificado, associadas ao actual ciclo de actividade solar, são factores de risco, em particular, para a população mais velha – 16% da Europa tinha mais de 65 anos em 2010, percentagem que se estima ser de 30% em 2060 – e para as que sofrem de doenças respiratórias e cardiovasculares. Ora, as florestas funcionam como atenuadores destas ondas de calor, uma vez que as árvores e os arbustos refrescam as áreas circundantes: as suas folhas reflectem radiação e proporcionam sombra, enquanto a sua transpiração liberta água para o ar, o que faz baixar as temperaturas. Estes processos naturais são facilmente aplicáveis a áreas urbanas, para as quais estudos prevêem que as temperaturas possam aumentar 8,2°C nos próximos 70 anos, em locais com apenas 10% de cobertura vegetal. Em contrapartida, um aumento desta cobertura em 10% pode restringir o aumento da temperatura a 1°C [12].

Outro problema urbano é a impermeabilização excessiva da malha urbana, o que se reflete em prejuízos e riscos para as populações, tanto de forma contínua, como quando se verificam fenómenos como inundações. Apesar de ser um tema extensamente discutido, o típico é defender-se como solução a instalação de infindáveis condutas superficiais de esgoto, as quais, por sua vez, carecem de limpezas e manutenções assíduas, sendo que, à partida, se sabe que não há condições de as garantir. São inúmeras as estratégias que, fazendo um uso da forma como a natureza funciona, garantem uma gestão autónoma destes espaços, em vez soluções complexas e onerosas para problemas criados pelo próprio projecto e projectista. Infelizmente, dados o objectivo e a extensão para esta dissertação, a temática não será aqui desenvolvida, senão, e a título de referência, no que respeita a utilização de árvores como ferramentas de drenagem: estas facilitam a infiltração das águas no solo através do seu sistema radicular, minimizando os efeitos da impermeabilização característica da construção urbana actual [25] [26].

3.3 Inventário florestal nacional

Caracteriza-se, agora, o estado da floresta portuguesa. Toda esta informação foi retirada do último *Inventário Florestal Nacional* – o IFN6 – cujos valores se referem aos anos de 1995, 2005 e 2010 [27], pelo que não se procedem a citações adicionais a este documento ao longo do presente tópico. Se tomados como válidos, espera-se que estes valores permitam obter um cenário próximo o suficiente da realidade actual, que permita uma análise crítica e construtiva. Destacam-se, da totalidade desse documento, as seguintes seis informações:

- Apesar do uso florestal ser considerado o dominante no território continental (35,4%, 2010), na Figura 3.1, a área que lhe é atribuída diminuiu -4,6% de 1995 a 2010, o que corresponde a uma perda líquida de 10 mil ha/ano, equivalente a 28 campos de futebol desflorestados por dia. A maioria dessa área passou para a classe “matos e pastagens” (85%), Figura 3.1. Esta diminuição deu-se, sobretudo, no Norte e Centro.
- O eucalipto é a principal ocupação em área florestal em território continental (812 mil ha), Figura 3.2 e Figura 3.3. Dominado pela espécie *Eucalyptus globulus*, não nativa, as suas florestações constituem, na quase totalidade, grandes extensões de populações monoespécicas.

A integração de extensões de eucalipto em estatísticas de floresta nacional alerta para uma definição de floresta que não corresponde a espaços naturais, saudáveis, autóctones, robustos e em equilíbrio com o resto do meio ambiente, como são as florestas tradicionais nativas, que se encontram quando a intervenção do homem é limitada ou inexistente.

Ainda, para além de superfícies arborizadas (i.e. povoamentos florestais), o IFN6 considera superfícies temporariamente desarborizadas (i.e. ardidadas, cortadas ou em regeneração) para as estatísticas de áreas atribuídas a floresta, sem qualquer definição de “temporariamente”. Estas, dado o lento ritmo de desenvolvimento florestal, estão longe do que se considera um ecossistema florestal, com todas as características e benefícios que lhe são atribuídos. Pela segunda vez, alerta-se para a necessidade de uma análise atenta dos dados disponibilizados, pois estão longe de corresponder ao que, conceptualmente, um leitor poderá interpretar aquando de uma análise incauta do documento.

- O sobreiro é a segunda ocupação florestal do território nacional continental em área (737 mil ha), extensão relativamente estável, apesar de uma ligeira redução, entre 1995 e 2010. Segue-se o pinheiro-bravo (714 mil ha), que apresenta uma acentuada redução de área (263 mil ha) entre 1995 e 2010, área que se transformou, essencialmente, em “matos e pastagens” (165 mil ha) e eucaliptais (70 mil). Ver Figura 3.1, Figura 3.2, Figura 3.3.
- O uso agrícola do solo diminuiu -12% em área, e os espaços urbanos aumentaram de 35%, mais significativo de 1995 a 2005 (26%), mais reduzido entre 2005 e 2010 (7%), Figura 3.3.
- Verifica-se um aumento significativo das áreas arborizadas com pinheiro-manso (+54%) e castanheiro (+48%), Figura 3.3.

- A área de floresta em matas nacionais e perímetros florestais, sob jurisdição do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) – isto é, que à partida está sob algum regime de protecção geral – corresponde apenas a 5,8% da floresta de Portugal continental.

Segue-se demais informação do IFN6, considerada relevante para a presente caracterização, e para o projecto que terá desenvolvimento, disponibilizada graficamente para uma leitura facilitada.

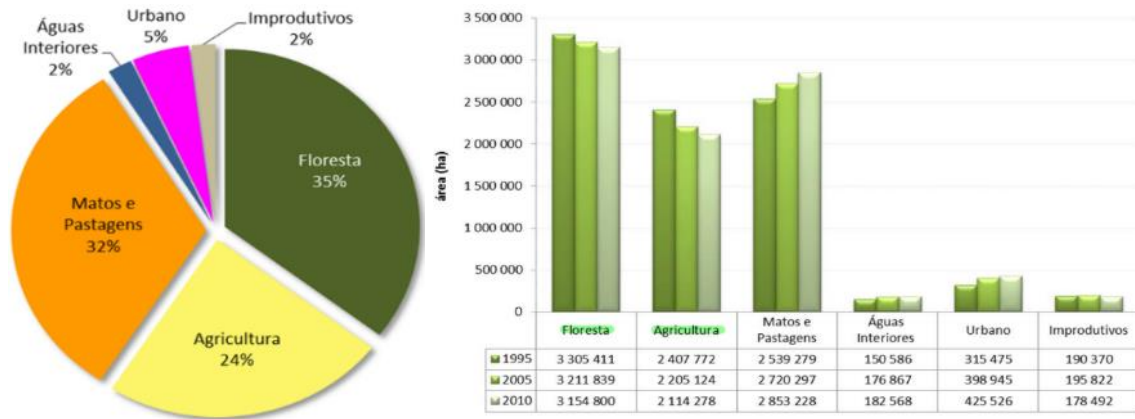


Figure 3.1 - Distribuição de área em Portugal continental para 2010: a) para os usos do solo, b) Evolução dos usos do solo. Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

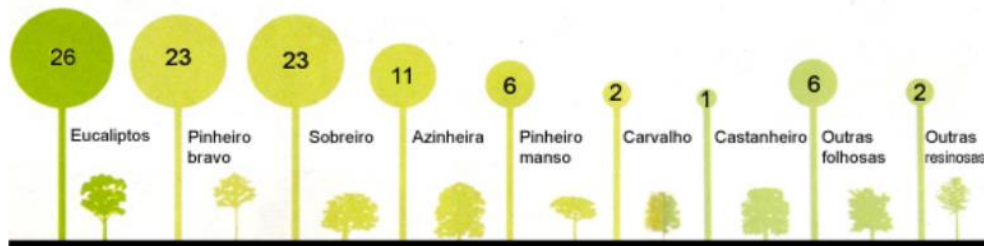


Figure 3.2 - Áreas, em percentagem, das espécies florestais com maior extensão em Portugal continental. Imagem adaptada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop

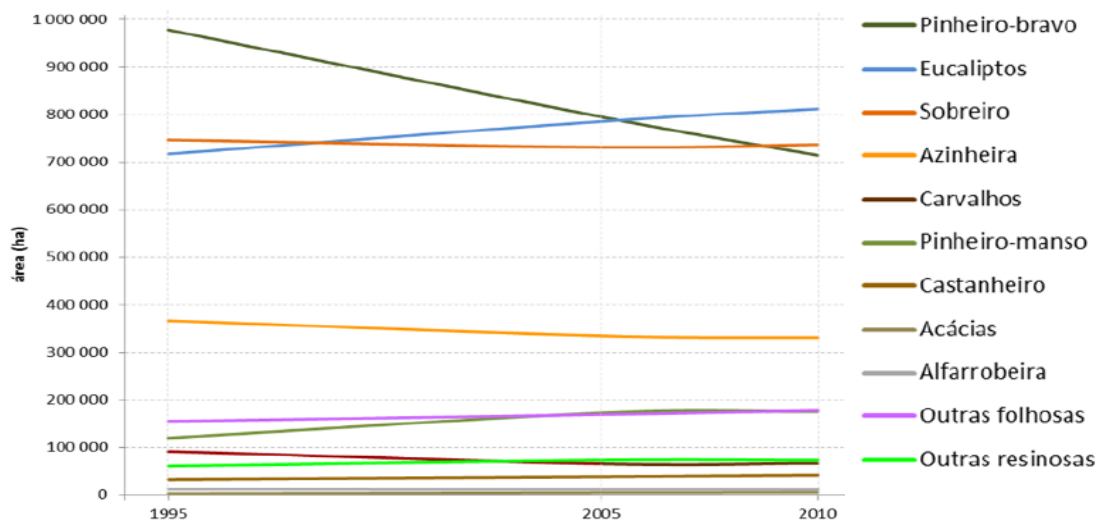


Figure 3.3 - Evolução das áreas totais ocupadas por espécie florestais em Portugal continental

3.4 Mudanças de contexto e novos riscos

No princípio do século XX, o sector florestal, já debilitado, atravessou uma fase onde o Estado Português promoveu a sua expansão e manutenção. No entanto, uma mudança no panorama político e cultural nacional deu início uma segunda fase de alteração do sector, caracterizada, por um lado, pela industrialização de grandes extensões de plantações monoespécicas, por outro, pelo abandono de inúmeras propriedades. Ambas, por se fazerem de forma desadequada, abriram portas à flagrante deterioração do solo e do sector florestal [18] [28] [29]. Estratégias responsáveis e de significado efectivo são essenciais para a manutenção e fortalecimento do nosso património florestal. Para além da precisa e fidedigna caracterização do seu estado actual, deve existir uma intervenção que o torne resiliente a mudanças e riscos que se apresentem. No seu estado actual, onde nos deparamos com uma floresta industrializada, frágil, e por vigiar – com consequências como o primeiro lugar europeu da maior extensão de área ardida por ano, ou de se fazer arder mais de 27 mil hectares numa semana (o equivalente a 3800 campos de futebol por dia) – é fundamental uma postura responsável [30].

3.4.1 Alterações climáticas

No que respeita as alterações climáticas, a nível nacional, o Estado Português alerta para o aumento das temperaturas máximas e mínimas em Portugal continental como sendo de 0,5°C/década desde a década de setenta, o que sublinha que corresponde a mais do dobro do verificado na média mundial [18]. Considerando a possibilidade prevista de um acréscimo na frequência e intensidade das ondas de calor, reduções da precipitação de 20% a 40%, e um aumento de frequência dos fenómenos extremos, como cheias, tempestades, maremotos e secas, (ver Figura 3.4) [18]. Todos estes representam importantes desafios para sector florestal, que assenta em longas revoluções. Para que os ecossistemas consigam resistir a este tipo de flutuações, é importante que sejam saudáveis e robustos, para que constituam uma camada amenizadora destes efeitos, salvaguardando solo e demais vida [12].

Considerando a cíclica mudança de temperaturas, se acompanhando a tendência dos séculos anteriores, espera-se uma adicional subida de temperaturas. Complementada pelos dados de precipitação e temperaturas registados pelo Instituto de Meteorologia desde 1941 [31] – informação representada no diagrama de Emberger [32], de utilização clássica na bioclimatologia florestal – antecipam-se mudanças nas áreas de distribuição de espécies, e os riscos de desertificação (ver Anexos F e G). Se não houver uma reacção responsável e profissional para mitigar este tipo de problemas, as previsões, a nível nacional continental, apontam para a substituição, a Norte, de povoamentos de pinheiro e eucalipto por floresta mais esclerófitas – e.g. sobreiro; e a redução, a Sul, das áreas de floresta, nomeadamente montados a serem substituídos por matos.

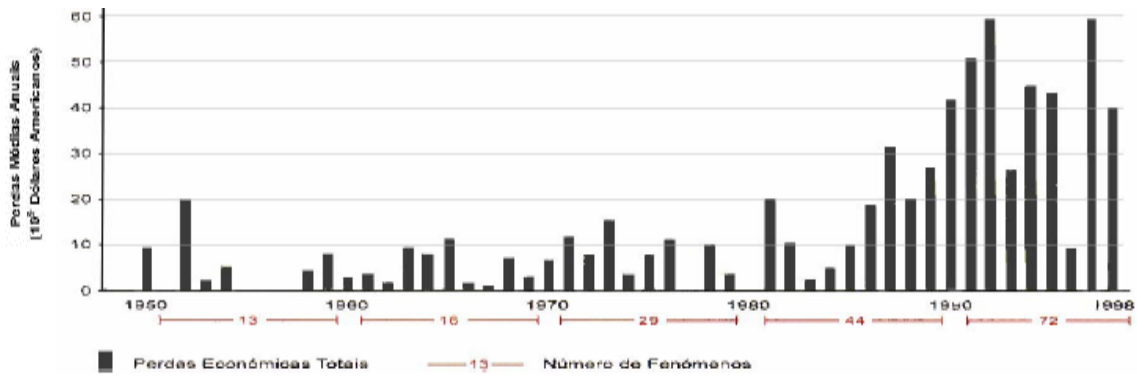


Figure 3.4 - Custos económicos globais dos fenómenos climáticos extremos (Santos e Miranda ed., 2006)

3.4.2 Urbanização e despovoamento rural

Fenómeno demográfico da história recente, estreitamente relacionado com o desenvolvimento industrial dos séculos XIX e XX, a concentração urbana fez-se sentir em Portugal à semelhança do já acontecera noutros países europeus. Estes movimentos migratórios traduzem-se, actualmente, num país com uma polaridade demográfica acentuada e uma população interior diminuída e envelhecida. Isto devido a um decréscimo da natalidade, à perda significativa de jovens e, por consequência, insuficiência da população ativa, tendência mantida nas últimas décadas (ver Figura 3.5), [18] [29] [33]. Esta transição de uma sociedade rural e agrícola para uma realidade crescentemente urbana, essencialmente litoral, foi executada num período significativamente reduzido, o que não foi acompanhado por mecanismos de ordenamento que permitissem contribuir para acomodar esta reconfiguração estrutural. Assim, intensificou-se a degradação de meios e serviços disponíveis à população interior [18] [29] [33] [34].

Particularizando a análise para a Região Hidrográfica do Douro (de Portugal), onde se inserem as Terras do Nordeste, encontramos um sector agrícola que se encontra, globalmente, num processo de declínio acentuado e prolongado. A perda de importância económica da agricultura, no contexto dos restantes sectores da actividade económica, é expressa no reduzido Valor Acrescentado Bruto (VAB) agrícola apresentado na região Norte (1,8%). Ainda, o aumento da pressão competitiva, resultante da abertura dos mercados, associada às dificuldades naturais (fisiográficas) e estruturais (fundárias) dos espaços agrícolas desta região, tem vindo a por em causa a rentabilidade e sustentabilidade de muitos sistemas de produção agrícola. Este declínio é ainda mais acentuado na agricultura de regadio onde, entre 1989 e 1999, a superfície agrícola utilizada caiu 14%, e, entre 1999 e 2009, a superfície irrigável caiu 24%, o número de explorações caiu 28%, o número de explorações com regadio caiu 39% [34].

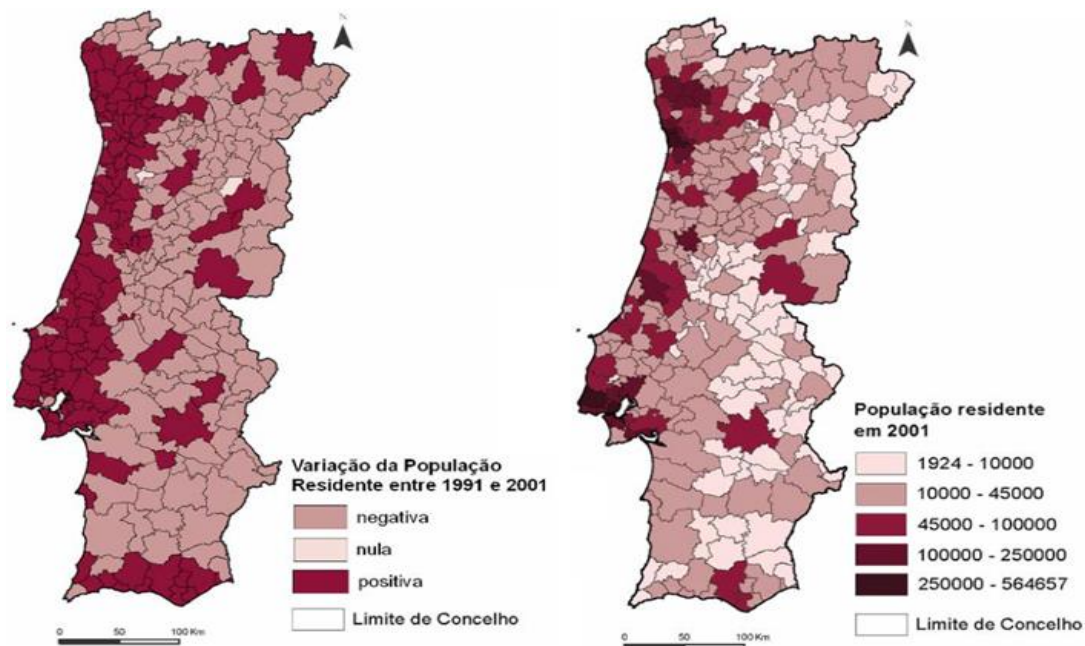


Figure 3.5 - Dados relativos à população residente em Portugal continental: variação da população entre 1991 e 2001 e população efectiva em 2001 [57].

3.4.3 Incêndios

Uma das principais causas para a destruição de áreas florestais é, e tem sido nestas últimas décadas, a cíclica presença de incêndios: mais de 2,5 milhões de hectares ardidos entre 1990 e 2012, o que equivale a 27% do território nacional, sendo que só em 2003 ardeu 8% da área florestal nacional.

Documentos oficiais disponibilizados pelas autoridades estatais responsáveis pelo património florestal – as quais não se enumeram dada a sua constante criação e extinção, e reorganização orgânica, a cada mudança de executivo nacional [28] – apresentação como uma das justificações dos incêndios a subida de temperaturas máximas de 2°C desde 1930. No entanto, as temperaturas actuais são, de facto, bastante inferiores a temperaturas registadas a meados dos séculos XIX e XX, onde não há registo de incêndios significativos em Portugal [35]. Desta forma, crê-se necessário mencionar também a industrialização agressiva e desorganizada da floresta, a expansão intensiva de povoamentos altamente inflamáveis, ou os muitos casos de fogo posto [30].

A forte defesa da responsabilização de condições meteorológicas extremas prende-se com o argumento de que é na sua presença que a maioria destes incêndios deflagra. A lógica diz-nos que tanto legítimo dizer-se que determinada particularidade natural tem maior sucesso de iniciar um incêndio em condições meteorológicas propícias, como expectável que qualquer intenção de o iniciar, propositadamente, escolherá, também, um momento em que estejam reunidas condições meteorológicas mais adequadas à sua instalação e rápida expansão [18].

Outro aspecto importante é que o maior risco do sector florestal são os grandes incêndios (i.e. superiores a 100 ha), que constituíram mais de 85% da área ardida nos entre 2003 a 2005, e cuja probabilidade de ocorrência só é significativa a partir de durações superiores a 24 horas [18] [29]. Desta forma, identifica-se a estreita relação entre a rapidez de intervenção, e a extensão do incêndio.

Não há análises detalhadas sobre o impacto do despovoamento no sector florestal, mas destacam-se três hipóteses. Um aumento das áreas ardidas no interior, devido a uma menor capacidade de detecção e de participação no combate. O êxodo rural contribuiu para o abandono agrícola e ao aparecimento de manchas de matos combustíveis mais contínuas. A ausência dos proprietários levou ao abandono da gestão tradicional da floresta, matos e pastagens conduzindo à acumulação da biomassa. As hipóteses complementam-se dado a sua interdependência [18] [29] [34].

A título de exemplo, na região hidrográfica do Douro, 28% da superfície de regadio – tipicamente uma descontinuidade húmida e uma cintura verde em torno dos aglomerados urbanos, com forte impacto na prevenção e contenção de incêndios, actuando ainda como promotores de biodiversidade – são regadios tradicionais. Esta área já foi significativamente superior e está em flagrante diminuição [34].

3.4.4 Pragas, Doenças e Invasoras

O clima afecta a sobrevivência e o desenvolvimento dos agentes patogénicos, bem como as suas interacções com o seu hospedeiro, que, em condições de maior severidade climática, se encontra sob maior stress e, por isso, mais sensível ao ataque dos primeiros. Não só modificações no clima mas também a descontrolada circulação de bens potencia a propagação de espécies invasoras, com reflexos directos na redução da biodiversidade, e a migração de agentes patológicos [18]. A rede europeia para a monitorização dos ecossistemas florestais disponibiliza informação para as quatro espécies mais representativas de Portugal Continental – sobreiro (*Quercus suber*), azinheira (*Quercus rotundifolia*), pinheiro bravo (*Pinus pinea*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) – Figura 3.6. Destacam-se problemas fitossanitários com os sobreiro e azinheira e o subsequente declínio dos montados. É, assim, importante uma intensificada capacidade de detecção, isolamento e tratamento rápido de pragas e doenças. O tópico ganha uma importância adicional quando considerados os desequilíbrio e fragilidade dos ecossistemas nacionais actuais, pouco robustos, muitas vezes extensas áreas monoespécicas, o que os torna ainda mais susceptíveis a doenças e pragas [18].

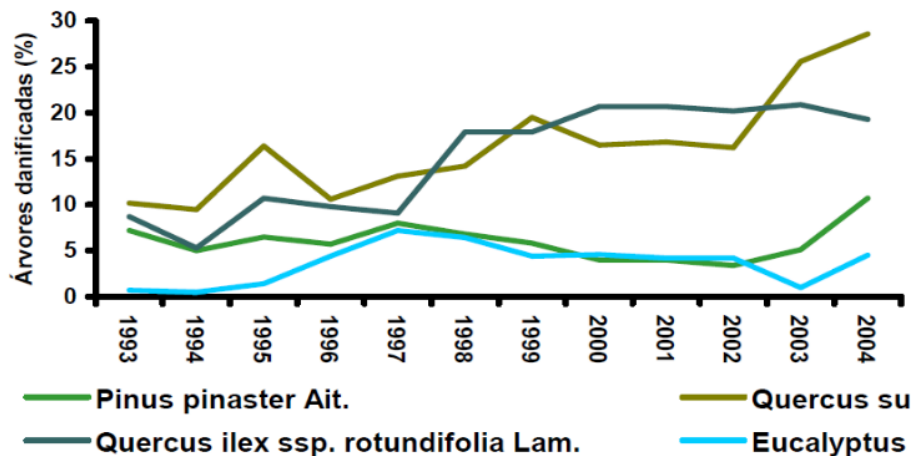


Figure 3.6 - Monitorização dos ecossistemas florestais de Portugal continental.

3.4.5 O desafio do retorno ao rural

As extensas áreas rurais apresentam diversas oportunidades para prosperar, mas, seja por desinformação, inexistência de apoio adequado, ou falta de formação ou profissionalização, o retorno ao rural apresenta-se como um desafio. A indisponibilidade da concepção de estilo de vida associado às metrópoles, e a inexistência de capacidade financeira individual, por parte do habitante urbano comum, para o desenvolvimento de um projecto sustentável – na generalidade das vezes a começar do zero, dado abandono das anteriores práticas socioeconómicas a que um menor investimento poderia dar, com mais segurança, continuidade – também são factores significativos. Sem transmissão de conhecimento geracional, ou formação profissional específica, o apoio por parte de instituições e profissionais com experiência é essencial para que investimento seja bem canalizado.

Mesmo considerando todas as estas dificuldades anteriores, começa-se a assistir a um ligeiro, mas progressivo, retorno de pessoas às áreas rurais – os “neo-rurais”. Estas constituem um novo capital humano que procura uma melhor qualidade de vida do que se encontra nas cidades, contribuindo para o desenvolvimento e revitalização das áreas onde se instalam, através de atividades à agricultura, sobretudo à biológica, e ao turismo de natureza. Têm sido elementos dinamizadores a incentivar pelo poder local e instituições governamentais [37] [38] [39] [40].

4 Parque Natural Regional do Vale do Tua

O Parque Natural Regional do Vale do Tua (PNRVT) situa-se no Baixo Tua, entre os distritos de Vila Real e Bragança, em território transmontano. Tem, sensivelmente, 25.000 hectares e abrange os municípios de Alijó, Murça, Vila Flor, Carrazeda de Ansiães e Mirandela (ver Anexo D). Na sua envolvente existe um conjunto de áreas protegidas [41], ver Anexo E: o Parque Natural do Douro Internacional, o Parque Natural do Alvão, o Parque Natural do Montesinho e a Paisagem Protegida da Albufeira do Azibo [42].

A paisagem, e a geomorfologia da região envolvente, é diversificada e marcada por serras, vertentes declivosas, afloramentos rochosos, planaltos e vales encaixados, nomeadamente os dos rios Douro, Tua e Tinhela. A causa principal desta diversidade reside na variedade de litologias e estruturas geológicas da base dos relevos. Identifica-se actividade termal das nascentes de Santa Maria Madalena e da fonte das Caldas de São Lourenço [42]. A principal linha de água presente nesta sub-bacia, com 125500 hectares, é o rio Tua, que nasce perto da cidade de Mirandela com a junção dos rios Rabaçal e Tuela, e desagua no rio Douro, na aldeia do Tua [34].

A diversidade climática traduz-se na paisagem vegetal, estimando-se cerca de 700 espécies de flora vascular e 400 de flora criptogâmica (briófitos e líquenes). Os bosques de sobreiro com presença variável de azinheira e zimbro – nas áreas mais quentes e secas do vale – e bosques de carvalho-negral – nas áreas mais frias e chuvosas de planalto e serras – são a vegetação natural potencial mais característica [11]. A fauna é numerosa e diversificada, com já 943 espécies identificadas – 744 invertebrados terrestres, 123 aves, 29 mamíferos, 20 répteis, 15 peixes, e 12 anfíbios. Há ainda um número indeterminado de espécies de invertebrados aquáticos, agrupados em 72 famílias [11].

Constitui objetivo específico do PNRVT garantir a conservação da natureza e da biodiversidade, bem como promover a utilização sustentável dos recursos da região. A correcta integração do complexo agroflorestal em estudo na sua envolvente é prioritária. A harmonia entre as decisões de projecto, e os critérios motrizes dos ecossistemas do PNRVT deve estar garantida. Só assim poderá ser estabelecida uma relação de sinergia sustentável, não comprometendo a integridade da dinâmica da vida local. Neste sentido, e dado que o núcleo de intervenção deste projecto é sobre a flora, identificam-se as principais espécies presentes no PNRVT, para que sejam tidas em consideração neste, e em futuros trabalhos adicionais associados ao complexo [42].

4.1 Flora e vegetação do vale

No estrato arbóreo, o verdadeiro carrasco, raro no Norte, e o zimbro-da-mesêta são duas espécies frequentes. Destacam-se, ainda, o carvalho-cerquinho, o sobreiro, a zêlha e a oliveira – brava ou zambujeiro. Em termos fitossociológicos predominam subassociações relacionadas com azinhais e sobreirais com zimbros [11].

Característicos do sub-bosque, destacam-se o piôrno, a cornalheira, o lentisco-bastardo, o medronheiro, a estêva, o rosmaninho, o tomilho-do-monte ou bela-luz, o trovisco, a rosêlha, os sanganhos e trepadeiras como o jasmineiro-do-monte, a vide-branca e a madressilva [11].

4.2 Flora e vegetação ribeirinha

Nas orlas ribeirinhas do Tua, são típicas o amieiro, o freixo, o ulmeiro, o choupo, os salgueiros, o lódão, o sanguinho-bastardo, o sabugueiro, a salgueirinha, a cana vulgar e outras higrófilas ribeirinhas. No estrato herbáceo das beiradas das linhas de água, definem-se alguns ervados de menor expressão que os “lameiros” típicos da Terra Fria, mas de natureza similar [11].

4.3 Flora ruderal e rupestre

No vale do Tua vigora a expressão climática mediterrânea com culturas agrícolas dominantes como a vinha, o olival, o amendoal e o laranjal. Ainda, o troço entre Mirandela e o Cachão, por ser bastante mais aberto, define fértil várzea da Terra Quente onde existe hortícolas e pomares de fruteiras como a cerejeira, o pessegueiro, a ameixoeira e a figueira [11]. À medida que nos aproximamos do troço a sul do Cachão, de vertentes mais íngremes e escarpadas, a vinha vai tomando dominância. Nesta área já se define o Alto Douro Vinhateiro com possibilidade de produção de vinho do Porto [6] [11].

5 Complexo agroflorestal

O investimento em estudo consiste no projecto de um pequeno complexo agroflorestal, ao qual a fase inicial deste documento, dedicada à pesquisa, levantamento e recolha de informação, serve de sustento. Este complexo deverá ser energeticamente independente, produtor de riqueza, funcionar de forma sustentável e integrado na sua envolvente natural, cuja intervenção funcional não comprometa a sanidade e a biodiversidade dos ecossistemas que explora. Pelo contrário, a propriedade seleccionada para a sua implementação, depois de sujeita a vários incêndios, está, ecologicamente, bastante debilitada, e o estabelecimento deste complexo visa, também, acelerar a reestruturação e fortalecimento dos ecossistemas afectados.

Depois de: (i) defendido o quão essencial é uma postura de responsabilidade no que respeita a nossa interecção com o solo, recurso que nos é fundamental; (ii) da breve caracterização do que são as Terras do Nordeste, para que se conheçam as particularidades da região; (iii) da caracterização da floresta nacional, da defesa da reflorestação e manutenção de florestas saudáveis, através de sinergias que nos beneficiem; e (iv) da breve apresentação do PNRVT, que nos permite conhecer um pouco dos ecossistemas que se encontram na propriedade e envolvente, para melhor adaptar o complexo à sua dinâmica natural; considera-se estarem reunidas as informações essenciais para que se possa optar por estratégias e tomar decisões de projecto de uma forma mais esclarecida.

Assim, tem início a fase de projecto propriamente dita, onde se procede a um levantamento do que existe actualmente na propriedade a interencionar, se definem objectivos, a curto e longo prazo, e se projectam e analisam soluções para responder às necessidades identificadas e objectivos estabelecidos. Para tal, as principais temáticas envolvidas nesta fase de projecto são: a intervenção e manutenção florestal; o dimensionamento fotovoltaico; o dimensionamento de condutas para transporte de água; a modelação e dimensionamento energético de espaços habitacionais.

O trabalho aqui desenvolvido constitui um contributo um projecto geral de maiores dimensões. Serão tecidas considerações sobre tópicos inerentes ao global do projecto, e desenvolvidas considerações de projecto considerados de interesse no contexto desta dissertação. Serão necessários trabalhos subsequentes para dar continuidade à gradual estruturação de um projecto pormenorizado o suficiente, de forma a que seja possível prosseguir com a efectivação da instalação do complexo.

5.1 A propriedade

O investimento destina-se a uma propriedade privada seleccionada, pretencente à família do autor, e situada na freguesia de Vilarinho das Azenha, Vila Flor, Bragança, Portugal. É, então, essencial a caracterização da propriedade a interencionar, e da sua realidade agroflorestal actual, para que melhor se compreenda quais os desafios e particularidades que a instalação do complexo em

projecto deve considerar. A primeira necessidade é o estabelecimento dos seus limites, mesmo que provisórios, de momento desconhecidos. Segue-se a sua caracterização no que respeita a relevo, elementos naturais, edificações existentes, e demais informações que permitam conhecer as potencialidades a que o investimento se deve dedicar, e os desafios a prever no projecto.

5.1.1 Limites rurais

Propriedades rurais como esta estão registadas nos serviços do Registo Predial (RP), e estão divididas em artigos, sendo que cada artigo tem uma ficha de registo onde constam informações como o seu titular, a área atribuída ao artigo, e as suas confrontações cardeais principais (norte, sul, este, oeste), através do nome dos proprietários dos artigos adjacentes. Estas informações são, quase sempre, pouco relevantes se não estiver disponível a localização geográfica dos marcos limitantes – sejam estes físicos, em mapa, ou por testemunho imparcial e fidedigno. O problema agrava-se considerando que grande parte das fichas estão desactualizadas e fazem referência a proprietários de várias gerações atrás; ou que se fizeram negócios não foram declarados; ou que as áreas foram subdivididas ou modificadas; ou que as áreas têm formas complexas, ao ponto de incluir enclaves.

Os municípios têm adquirido sistemas de cadastro mais desenvolvidos. O processo é recente e são inúmeros os que ainda não dispõem de tais sistemas. Mesmo que já estejam disponíveis, são tantas as fichas desactualizadas, e tão acentuado o abandono agrícola, que, muitas vezes, as pessoas que poderiam localizar os marcos já não se encontram entre nós. Restam ideias gerais da dimensão estimada, muitas vezes visualmente, do terreno associado ao artigo, e da extensão das culturas que lá vigoravam. Esta incerteza acaba por resultar tanto em faixas de terreno de propriedade incerta, como em conflitos entre proprietários adjacentes.

O mesmo acontece na propriedade abrangida por este projecto, onde se idealiza instalar o complexo em estudo. Então, a estratégia adoptada para conseguir identificar ou redefinir marcos consiste numa conjugação das poucas informações disponibilizadas pelo RP com a análise de mapas e fotografias aéreas. Tenta-se integrar no valor de área registada as culturas conhecidas, até limites físicos, como estradas e muros. Caso não seja suficiente, estende-se o perímetro a culturas vizinhas, e elementos naturais de destaque (e.g. grandes pedras, ou determinadas árvores, ribeiros) utilizados nas subdivisões dos grandes domínios feudais. Este processo é, invariavelmente, de natureza iterativa, remetendo para negociações com proprietários adjacentes quando a incerteza é acentuada.

Uma fonte de informação adicional são os registos dos Serviços de Finanças (SF), onde as propriedades são mencionadas para que lhes sejam aplicados os impostos. Acontece que as duas bases de dados – do RP e dos SF – não têm qualquer cruzamento de dados entre si, e que as informações podem não ser concordantes: pagamentos de impostos por pessoas que já não são os proprietários; impostos de artigos que já não existem; terrenos registados em nome de proprietários distintos. São sérias limitações das estratégias nacionais de registo. Mesmo assim, as informações dos SF são uma peça complementar sobre a história da propriedade.

Os serviços associados à actual Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), e aos organismos que lhe antecederam [28], ou que lhe são satélites, dispõem de fotografias aéreas actualizadas, e de uma base de limites de propriedades integradas em programas de fomento. Estas informações, apesar de não serem de natureza oficial no que respeita as limitações de propriedades, e de terem sido introduzidas recentemente pelos próprios proprietários, acabam por retratar a concepção da propriedade na região. No entanto, e dada a natureza deste sistema e a falta de um cadastro predial robusto, há margem para que existam bastantes informações que não correspondem à realidade. Também, só constam as fracções de terreno que estão abrangidas pelos tais programas e fundos de fomento associados à DGADR. Ainda, sublinha-se que um perímetro marcado nos sistemas da DGADR não tem de corresponder à totalidade da propriedade de um dado proprietário, mas sim à fracção que interessa constar no sistema para fins de atribuição de subsídios, sendo que essa mesma fracção pode abranger vários artigos do Registo Predial.

Toda esta informação foi reunida através de contactos e deslocações a vários serviços e instituições, e respectivas repartições, e através de conversas com responsáveis de cada serviço, e outros profissionais e privados associados.

5.1.2 Identificação dos limites da propriedade

Qualquer projecto a desenvolver carece da identificação clara da área a intervencionar. A primeira etapa do projecto, para que o subsequente estudo se possa realizar, é a sua identificação. Seguindo as indicações apresentadas no ponto anterior, procedeu-se da seguinte forma:

5.1.2.1 Identificação da localização

As terras a intervencionar são propriedade da família do autor, o qual as identificou e localizou. O autor visitou a propriedade durante a infância, acompanhado os seus avós – os proprietários. As visitas limitavam-se a uma zona central onde os acessos se mantêm desobstruídos e onde existem as culturas que mantiveram uma maior manutenção e não foram destruídas pelos incêndios que percorreram a região nos períodos de 1990-1999, e 2000-2008, ver Figura 5.1 – figura obtida através das de *shape files* disponibilizados pela DGADR. A amarelo representa-se o que se define, do decorrer deste documento, como o perímetro da propriedade.

5.1.2.2 Estudo da envolvente

Foram excutadas inúmeras visitas de campo de forma a estudar a zona localizada, em conjunto com a constante análise dos mapas e fotografias aéreas disponíveis, de forma a poder: identificar e caracterizar acessos e caminhos que existem livres na propriedade e envolvente, e verificar o estado de conservação dos que existem marcados em mapas antigos; caracterizar o relevo da propriedade e dar início a procedimentos de recolha de amostras para análises localizadas ao solo; proceder a um levantamento do estado de conservação e características das edificações operacionais em actual funcionamento; confirmar e caracterizar as demais edificações referenciadas em mapas antigos;

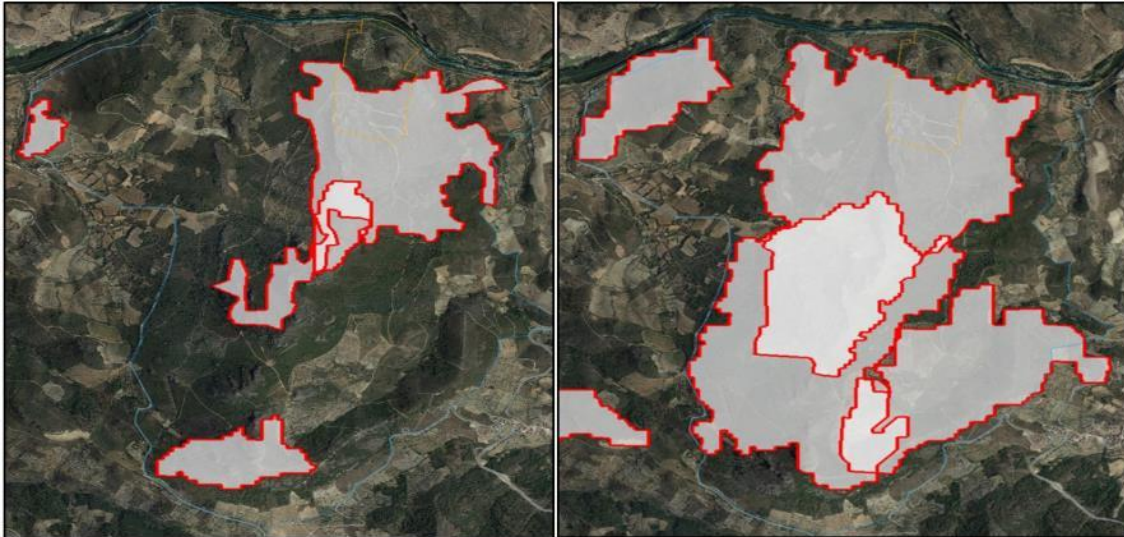


Figure 5.1 - Perímetros arditos na Serra do Faro nos períodos de 1990-1999, à esquerda, e de 2000-2008, à direita. Imagem produzida utilizando o software livre Google Earth Pro, e Shape files disponibilizados pela DGADR. Imagem orientada segundo os pontos cardeais.

Legenda: perímetros representados a vermelho, o seu interior a cinzento, sobreposição de perímetros a branco.

inspecionar as culturas em actual exploração, mantidas por funcionários contratados para a manutenção geral dos acessos principais e demais conformidades legais – apesar de ser quase subsistência, ainda se explora azeitona para azeite e uva para Porto [6]; localizar e inspecionar os pontos de acesso e/ou passagem de água – como é o caso de um poço, uma mina de água, tubagens de abastecimento, levadas, e acessos de rega; demais informação sobre a propriedade e envolvente.

A quantidade de visitas de campo necessárias para recolher toda a informação utilizada no presente estudo teria sido consideravelmente menor se existissem meios de transportes adequados, e mais caminhos livres. Fazer com que uma simples deslocação de uma extremidade para outra do que se julga ser a propriedade, pode demorar várias horas.

5.1.2.3 Construção dos limites

Contruiu-se, iterativamente, o perímetro do que será a área em estudo. A propriedade não é constituída por um único artigo, mas segmentada em vários de dimensões e formas distintas, e de distribuição desconhecida. As únicas referências de posicionamento são as confrontações cardiais originais principais, e as culturas existentes na altura do registo que, numa primeira fase, de pouco servem: primeiro, mesmo que se identifiquem historicamente os proprietários, e se trilhe transações até aos proprietários actuais, acaba por se identificar o direito de propriedade de um terreno que não se localiza; segundo, dada a densa vegetação que cobre o solo, como não existem referências mapeadas para a localização dos marcos, é provável que também esses proprietários não conheçam os limites do seu próprio terreno; e, terceiro, há muito que as culturas mencionadas podem não existir, dada a antiguidade da generalidade dos registos originais.

Assim, acaba por ser um quebra cabeças tentar encaixar artigos com (i) áreas pouco precisas, dados os métodos de estimação utilizados originalmente, (ii) formas muitas vezes complexas e totalmente desconhecidas, (iii) confrontações desactualizadas e, mesmo durante o registo original do terreno, pouco esclarecedoras, (iv) sem qualquer apoio gráfico disponível sobre a propriedade, que, por sua vez, (v) deverá ser limitada por outras propriedades cujos limites e proprietários também não acessíveis, tanto por desconhecimento, como por inacessibilidade em tempo útil aos poucos registos que lhe poderão dar acesso, dada a protecção dos seus dados.

Para que as dimensão e forma da propriedade seja oficializada – o que está para além do âmbito deste projecto – existem várias formas de procedimento. Uma das estratégias é a definição de limites consensuais pelos proprietários vizinhos. Se estes vizinhos não forem conhecidos, começa-se por requisitar o envio, por parte das autoridades competentes, de um pedido de contacto para os proprietários registados dos artigos contíguos. Reforça-se que, uma vez que muitos dos registos não são actualizados há décadas, esses contactos ou identificações também não os estão. Sublinha-se, ainda, para se conseguir descobrir o número desses artigos contíguos dentro dos registos da RP, para que possam ser contactados os proprietários, não existe qualquer informação organizada sobre a sua posição relativa, como um simples mapa poderia resolver. Se se conseguir enviar e receber resposta desse tal pedido de contacto, então poderá iniciar-se o que tem potencial para se tornar um longo caminho até se chegar a um consenso sobre onde se vão reestabelecer os limites, dada a inexistência de qualquer documento oficial que identifique e legitime os antigamente em vigor.

Nesta dissertação, serão apenas dados os primeiros passos do procedimento descrito: a definição autónoma do que faz sentido serem os limites do ponto de vista dos proprietários, posição a ser comparada e debatida com a perspectiva dos proprietários contíguos.

Começando por envolver a zona central do que se considera ser a propriedade, onde existem as culturas que se mantiveram em funcionamento durante todos estes anos, e que não foram destruídas pelos fogos que atacaram a região, conseguiu-se identificar um núcleo de inclusão confirmada no perímetro a definir (Figura 5.2 – Zona 1). A partir desta extensão, partiu-se para a frente ribeirinha, limitando as hipóteses de distribuição das áreas registadas – cuja extensão também acaba por ser incerta, dadas as grande dimensão e irregularidade do relevo, e uma vez que se julga que as medidas foram, originalmente, estimadas visualmente, sem qualquer apoio aéreo. A extensão até à frente ribeirinha justifica-se por se saber que parte da margem do Tua é um limite conhecido, apesar de desconhecida a extensão de margem a considerar.

A Oeste, existe uma cerca de um proprietário adjacente que, por existir, propõe um limite da margem até ao caminho de ferro que atravessa a parte da propriedade abaixo da Estrada Nacional N604. Numa primeira instância, será considerado como um limite legítimo – apesar desta cerca contrariar informação de documentação do *Instituto de Financiamento de Agricultura e Pescas* (IFAP), um satélite do DGADR. Ainda, acima do caminho de ferro, identifica-se um olival abandonado que se acredita – por informações transmitidas por um dos trabalhadores da propriedade – não pertencer à

propriedade. No entanto, existe um enclave dentro desse olival, com árvores florestais, que pertence à propriedade – informações transmitidas ao autor pelo seu avô, antigo proprietário, ainda em vida.

Numa das visitas de campo a esta área em específico, foi possível encontrar ruínas envolvidas em densa vegetação de que não há referência nas informações da propriedade, pelo que se definiu como critério para os limites provisórios a presença, ou não, dessas árvores florestais de maior porte, e a não inclusão dessas ruínas nem desse olival. Mesmo, o estabelecimento de um limite não é nem fácil – a extensa presença de impenetráveis moitas espinhosas impossibilita a circulação – nem conclusivo – árvores que actualmente aparentam pertencer ao olival podem ter nascido de forma espontânea dentro da área florestal, ou vice-versa.

A Este, não foi identificada qualquer informação conclusiva que permita estabelecer um limite, dada a homogeneidade da faixa ribeirinha. No entanto, acima, visível da N604, foi possível identificar o que se interpretou com um marco típico: uma cruz pintada de branco sobre uma das aflorações rochosas características da região. Apesar de data, origem e legitimidade desconhecidas, vai ser considerado na definição provisória dos limites, pois vem corroborar a informação do IFAP – mesmo que esta não tenha valor patrimonial legal.

Parte-se do princípio que os limites das propriedades são – como era típico na definição de limites para propriedades desta extensão, normalmente criadas por subdivisão de propriedades bem maiores – rectas que unem vértices característicos onde se localizam, caso existam, marcos. Com base nisto, é possível estender a área considerada (Figura 5.2 – Zona 2).

Com a informação disponível no RP de Vila Flor, nas fichas dos artigos com o número de identificação associada à família do autor, e tendo em conta o perímetro já estabelecido para a fracção abaixo da N604, deduz-se que a área acima dessa estrada representa a maior extensão da propriedade – o que vai ao encontro da ideia que foi sendo transmitida ao longo dos anos pela família do autor. No entanto, nessa maior extensão do que será a propriedade, não foi encontrado qualquer marco nem vedação, mesmo que de legitimidade não comprovada.

Está disponível a informação de que existiam duas edificações, uma delas usada como corriça, na zona destruída pelos incêndios – informação disponibilizada pelo antigo proprietário, e confirmada por um antigo mapa da região onde, infelizmente, não se identificam limites de propriedade. Foram analisadas as fotografias aéreas disponíveis e foi possível identificar o que pareciam ser vestígios de ruínas na zona indicada. A suspeita foi confirmada depois de deslocações dedicadas ao terreno, onde foi possível encontrar as paredes da referida corriça, totalmente cercada de densa vegetação espinhosa. Numa visita subsequente foi possível identificar a segunda edificação mencionada, encontrada nas mesmas condições que a primeira, mas de menor dimensão. Ambas as edificações se encontravam com o telhado destruído, apesar das paredes, na sua generalidade, intactas. Estende-se o perímetro para envolver as duas edificações, até ao primeiro troço de Estrada florestal, a sul, que se julga também estar contido dentro da propriedade (Figura 5.2 – Zona 3).

Como ainda resta área por envolver no perímetro traçado, com referência à soma das áreas registadas de todos os artigos associados à família – valor esse que costumava ser estimado como menor do que a realidade segundo o explicado por um responsável da delegação da DGADR em Mirandela – resta continuar a expansão do perímetro até ao que se presume serem os limites mais prováveis aquando das várias divisões e subdivisões da grande quinta que ali existia anteriormente. Existem registos aéreos de culturas alheias à propriedade nos arredores da zona já integrada no perímetro provisório da propriedade, e de marcos e limites naturais, como grandes rochas isoladas ou extensos elementos rochosos, que costumavam ser usados com limites. Tendo isto em consideração definiram-se limites Este e Oeste (Figura 5.2 – Zona 4).

Informações disponíveis no IFAP consideram a existência de área acima da Estrada Florestal. No entanto, essa mesma área e outras vizinhas de outros proprietários, são consideradas propriedade do Estado pelo ICNF. É mais um exemplo das limitações de comunicação entre instituições estatais. Note-se que tanto o IFAP como o ICNF são satélites da DGADR. Por se considerar mais próximo do que é a percepção da família proprietária, utiliza-se a informação do IFAP (Figura 5.2 – Zona 5).

Obteve-se uma área total ligeiramente superior à registada. No entanto, pequenas deslocações nas arestas do polígono – dada a sua considerável dimensão – dos limites da propriedade têm uma influência significativa na área total delimitada. Não me está disponível qualquer informação que explique se as zonas incultiváveis de fragas na direcção do topo da Serra do Faro seriam consideradas nas subdivisões de propriedade que deram origem à área de registo. Ainda, de acordo com as informações mencionadas prestadas pela delegação da DGADR, as áreas de registo tendiam a estar minoradas, pelo que se considera a diferença de pouca significância, definindo-se o perímetro final a considerar (Figura 5.2).



Figure 5.2 - Zonas de expansão do perímetro estabelecido. Imagem produzida utilizando o software livre Google Earth Pro, e o software versão estudante Adobe Photoshop

5.1.3 Caracterização da propriedade

Inserida na área protegida do PNRVT, a propriedade de 38 hectares estende-se sobre uma das encostas norte da Serra do Faro, Vila Flor, Bragança. Desde as margens do rio Tua, que banha, calmamente, a base dessa serra, mais resguardada da severa influência climática mediterrânica, a propriedade eleva-se, incessantemente, entre socalcos vinhateiros, ingremes caminhos, e asperezas rochosas, até ao princípio do fraguado que dá origem a um dos três cumes do que é o pico mais alto por muitos quilómetros. Daí, do topo, é possível avistar toda a região envolvente, alcançando-se, com o olhar, terras espanholas.

Na zona ribeirinha, a aproximadamente 200 metros de altitude, o leito do rio Tua, com uma largura aproximada de 40 metros, e as muitas copas que cobrem as margens tornam a parte baixa da propriedade bastante fresca e húmida, coberta por verdes patamares que sobem até ao caminho de ferro. O Tua, com um potencial motriz confirmado pelas inúmeras azenhas que se identificam ao longo do curso do rio, agora ao abandono, é de fácil acesso e convida a que as suas margens sejam utilizadas como zona de lazer e recreio, dada a calma, a sombra e a beleza da envolvente natural. Numa primeira análise, e tendo em conta a natureza planar e a solidez dos patamares que crescem a partir das águas, a zona apresenta potencial para: a instalação de uma estrutura de bombagem de água do rio, apoiada pela instalação de depósitos de armazenamento; para a fixação de um sistema flutuante de geração hidroeléctrica; para a instalação de, pelo menos, um cais de recreio para pequenas embarcações; e para a criação de uma zona balnear fluvial [34], (Figura 5.2 – Zona A).

O caminho de ferro, agora desactivado, separa a zona ribeirinha de uma cintura de terreno que se estende até à N604. Esta zona é caracterizada não por patamares, como a zona ribeirinha, mas por uma inclinação que varia entre o que se pode considerar moderado (25-30%) – zonas de acesso facilitado, potencialmente mecanizáveis, onde se estabelecem facilmente pomares, olivais e vinha de uva de mesa, ou qualquer cultura mais rústica e adequada ao clima desta região, (Figura 5.2 – Zona B) – a muito acentuada (>35%) – zonas não cultivadas, onde árvores e demais flora autóctone se estabelecem naturalmente nas quase inalcançáveis encostas, refúgios para a vida animal da região, que lá encontra zonas salvaguardadas da presença humana, importantes para a manutenção da diversidade da flora e fauna da região, (Figura 5.2 – Zona C).

Estas duas zonas, aqui distinguidas devido à separação física que constitui o caminho de ferro, e às perceptíveis diferentes características fitogeográficas locais, estão ambas, actualmente, em completo abandono, sem qualquer intervenção humana para limpezas ou desbastes.

Na parte da propriedade acima da N604 – onde a presença humana se verifica pelas estradas e caminhos limpos, pela presença de socalcos de vinha, de uma pequena horta, algumas árvores de fruto, e pelas muitas mangueiras de rega que ligam a propriedade, outrora em funcionamento diário – a complexidade da forma e localização das áreas tópicas é maior, pelo que o recurso a fotografias aéreas facilita a percepção do que são as áreas em análise.

Ao longo das últimas décadas, as práticas agrícolas concentram-se numa área central da propriedade. Existem duas áreas de vinha dedicada à produção de Porto, ambas de socalcos côncavos [43], em duas zonas onde se verifica uma maior exposição solar diária na propriedade (Figura 5.2 – Zona D). Uma zona onde os socalcos, os fios de arame e travessas de suporte para o crescimento das videiras, confirma a existência de uma terceira vinha, mais recente que as primeiras duas, agora abandonada, (Figura 5.2 – Zona E). Uma extensão de olival é, actualmente, parcialmente mantido dada a dificuldade de acesso mecanizado à fracção abandonada, e dado que o azeite produzido actualmente é suficiente para as necessidades estabelecidas, (Figura 5.2 – Zona F). Existe, ainda, uma pequena zona de horta, mais húmida, com fruteiras, (Figura 5.2 – Zona G).

Todo o restante da propriedade – o que vem corroborar a dificuldade na definição conclusiva de limites – é área florestal. Nessa última crescem, hoje, pontualmente, árvores de maior porte, que se estabeleceram depois dos incêndios mencionados, e conseguiram romper a densa vegetação espinhosa autóctones, geralmente superior a 2 metros, (Figura 5.2 – Zona H). Existe uma pequena porção de bosque, (Figura 5.2 – Zona I), onde se destaca a presença de sobreiros, carvalhos e pinheiros, testemunho do que existia antes dos incêndios de 1990-2008 em quase toda a restante área florestal. Existem, ainda, três zonas de pedregosidade elevada, tanto na perspectiva de utilização de meios mecânicos, como do estabelecimento de culturas, ou até mesmo para a simples circulação de pessoas, (Figura 5.2 – Zona J).

Dentro do perímetro estabelecido para a propriedade, existem algumas edificações: já foram localizadas, para além das muitas estruturas de contensão e socalcos, e respectivas escadas entre andares, quatro estruturas cobertas, um poço, e uma mina de água. Uma das estruturas cobertas – isto é, uma casa – de maior dimensão, e hoje em utilização, é constituída por três patamares de cota, correspondentes a três áreas funcionais sem interligação interior: uma de habitação, uma que funciona como armazém, e uma terceira de pequenas dimensões que era utilizada como corriça, (Figura 5.2 – Zona K). Uma outra, de pequenas dimensões, e construída sob uma fraga, também em utilização, consiste apenas num compartimento para armazenar ferramentas de trabalho, (Figura 5.2 – Zona L). As duas outras encontram-se em ruínas – com o telhado caído, mas de paredes intactas, (Figura 5.2 – Zonas M, N). O poço, quadrado com escadas até ao fundo, situado numa das zonas de fruteiras, está intacto e em pleno funcionamento, (Figura 5.2 – Zona O). A mina de água não foi encontrada: apesar de a ter visto pessoalmente há, aproximadamente, quinze anos, e de se saber da sua localização (Figura 5.2 – Zona P), encontra-se numa zona da propriedade onde os caminhos, por não serem utilizados, estão completamente bloqueados por densa vegetação espinhosa, o que impossibilita tanto a circulação como identificação visual da estrutura.

Todos os elementos encontram-se identificados sobre o modelo tridimensional da propriedade disponibilizado pelo software livre Google Earth Pro, utilizado no desenvolvimento de parte considerável deste projecto, nas suas várias vertentes, para uma visualização facilitada. A totalidade do material produzido nesse programa está disponível para consulta.

5.2 O projecto

5.2.1 Oportunidades de intervenção

O investimento associado a este projecto tem o objectivo final de conseguir instalar um pequeno complexo agroflorestal capaz de produzir riqueza, sem qualquer prejuízo para o ecossistema onde esteja inserido. Pelo contrário, idealiza-se que contribua para a reabilitação da sua envolvente, que possibilite uma qualidade de vida diferenciada aos seus utilizadores e residentes, e meios para se tornarem um pouco mais independentes das cadeias de abastecimento exteriores à propriedade. Neste sentido, de forma a se entender como pode ser estruturado o investimento, e como se pode atingir este objectivo, cabe identificar oportunidades de intervenção no projecto em desenvolvimento. Desta forma, e tendo em conta a informação até então reunida, define-se uma visão geral, puramente conceptual e provisória, para a intervenção na propriedade.

A zona ribeirinha idealiza-se ser atribuída a actividades de lazer e à instalação de fruteiras, plantas aromáticas, olival e pasto constante (Figura 5.3 – Zona A). A área actualmente atribuída a vinha, hortícolas, e fruteiras, será requalificada e funcionalmente mantida, mesmo que sofra alterações na sua extensão (Figura 5.3 – Zona B). A área atribuída actualmente a olival sofrerá uma requalificação e redução de área, sendo a parte não mecanizável destinada a reestruturação para instalação florestal (Figura 5.3 – Zona C). Prevê-se a requalificação das quatro estruturas cobertas identificadas, para fins habitacionais e de apoio à manutenção da propriedade (Figura 5.3 – Zona D). Pretende-se a instalação de pontos apícolas, para a promoção da atividade de abelhas na propriedade, com todos os benefícios que isso representa para a intensificação da robustez da sanidade do ecossistema local, e para a produção de mel (Figura 5.3 – Zona E). Ainda, idealiza-se a instalação de pequenas estruturas habitacionais móveis, tanto nas margens ribeirinhas, como na zona de fragas, para diversos fins de acomodação (Figura 5.3 – Zona F). A zona florestal ocupará toda a restante área, será a área funcional de maior extensão da propriedade (Figura 5.3 – Zona G). Esta última é o foco principal do investimento e desta dissertação, com todas as temáticas que lhe são intrínsecas. Será também abordada a requalificação das quatro estruturas cobertas identificadas.

Serão destacadas oportunidades de intervenção nos domínios da reflorestação da propriedade, da construção do sistema de elevação e armazenamento de água, e da requalificação das estruturas cobertas, modelação de consumo energético, e dimensionamento fotovoltaico.

5.2.1.1 Reflorestação

Os incêndios destruíram grande parte da propriedade acima da N604, e o antigo bosque que se estendia por toda a Serra do Faro desapareceu (Figura 5.1). Hoje, são poucas as árvores de grande porte na propriedade, e a extensa e antiga área florestal – corroborando as tendências descritas no IFN6 – transformou-se em alta e densa vegetação espinhosa, o que dificulta tanto a circulação como mesmo a simples observação de elementos como ruínas, marcos, e outras edificações).

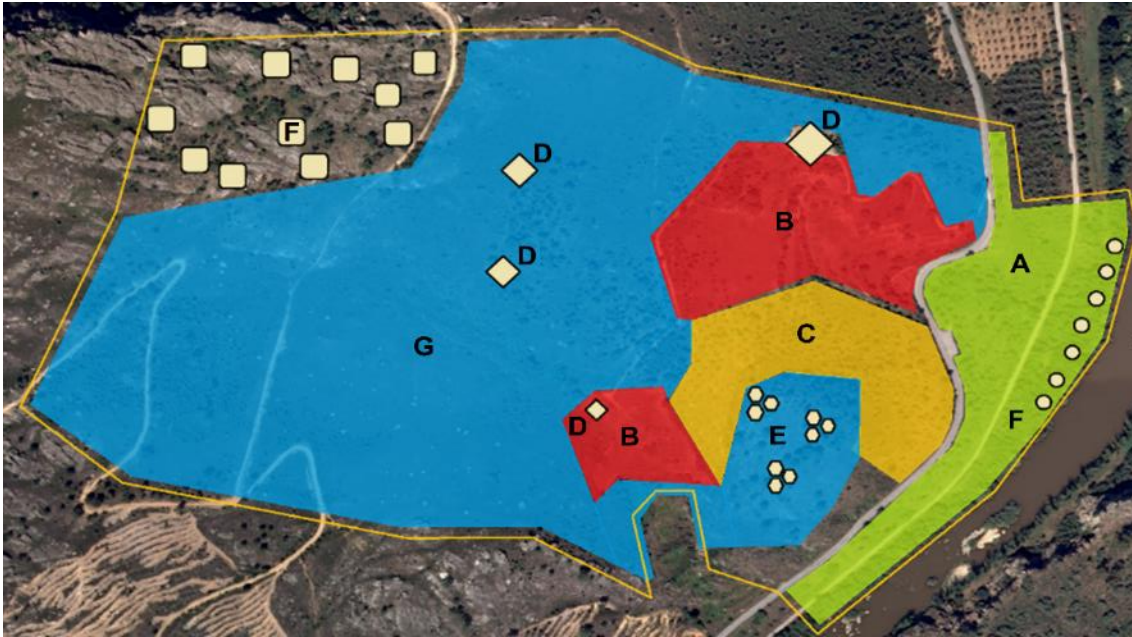


Figure 5.3 - Esquema das diferentes áreas tópicas gerais idealizadas para a propriedade. Imagem produzida utilizando o software livre Google Earth Pro, e o software versão estudante Adobe Photoshop.

Idealiza-se que toda a área actualmente ocupada por matos ou culturas abandonadas volte a abrigar um bosque autóctone, equilibrado, saudável, e capaz de suprimir muitas das necessidades que tentamos solucionar de formas bem mais onerosas e, até mesmo, ineficazes. A criação deste tipo de espaços produtores de alimento e promotores de vida e dinamismo natural traduz-se na promoção da biodiversidade e da qualidade dos habitats, o que vêm permitir: i) assegurar a sustentabilidade e resiliência da floresta – diversidade de alimento e abrigo; ii) promover a fertilidade do solo e prevenir a erosão – folhagem diversa físico-quimicamente e cobertura do solo pelos vários estratos, que diminui a escorrência durante chuvas torrenciais; iii) melhorar a qualidade do ar – papel activo na remoção de poluentes; iv) assegurar o sucesso da polinização – abrigo e alimento para polinizadores; v) regulação climática, formando áreas com microclimas [12].

No entanto, como explicado anteriormente neste documento, quando a cobertura vegetal de dada área é destruída por incêndios, a sua regeneração pode ser consideravelmente difícil e morosa. Esta área, que por si só já se encontra num clima severo à instalação de vida, com solo consideravelmente debilitado, foi sujeita a três grandes incêndios em menos de uma década. E como aconteceu o mesmo nas áreas envolventes, não existe a possibilidade de que espécies estabelecidas em propriedades vizinhas intervenham na regeneração da área. Assim, para além das severas condições de solo e clima, temos um cenário quase completamente despido de árvores de copa larga, e com uma densa camada vegetal espinhosa que impossibilita o seu estabelecimento espontâneo. Desta forma, é impossível a introdução das muitas das espécies que se idealizam no local, pois não reunidas condições mínimas para o seu estabelecimento: como a sombra, a humidade, e profundidade e qualidade do solo [12].

É, portanto, necessária uma intervenção faseada que permita estabelecer um suporte de espécies mais rústicas, pioneiras, seguidas de espécies moderadamente resistentes, até às

espécies mais sensíveis. Então, idealiza-se a criação de uma primeira malha de árvores mais resistentes às condições ambientais da região, que se estabeleça, cresça, e proporcione sombra e demais abrigo a culturas subsequentes. Este deverá ser o objectivo da subsequente fase de estudo e projecto de reflorestação do documento a desenvolver no tópico 5.2.2 Alternativas e Projecto: condições e características desta primeira malha de árvores, e das árvores que a irão constituir, a instalar para que subsequentes subflorestações possam ter lugar.

5.2.1.2 *Picagem, armazenamento e irrigação*

Para que esta malha primária, e subsequentes culturas, se estabeleçam, vinguem, e tenham um crescimento mais rápido do que aquele esperado se apenas sujeitas às actuais condições da despida envolvente, considera-se de interesse o estabelecimento de um sistema transporte e armazenamento de água. Este sistema irá actuar na carência de água no solo, verificada principalmente nos meses mais quentes e secos, que mata as culturas e dificulta o estabelecimento várias espécies menos rústicas. Esta carência é intensificada pela inexistência uma cobertura vegetal adequada que ajude na retenção da água existente, através de, por exemplo, árvores de copas largas que promovam sombra e humidade, e sob as quais outras plantas se podem desenvolver [12].

Dada a variedade de espécies e culturas que se idealiza estabelecer na propriedade, e as necessidades de irrigação específicas a cada uma delas, é pertinente a existência de meios que permitam canalizar diferentes quantidades de água para diferentes pontos da propriedade. No entanto, e por um dos princípios do projecto ser a aproximação da reflorestação aos ecossistemas encontrados na natureza, procura-se alocar as espécies segundo as características de cada zona da propriedade – tipo de solo, altitude, exposição solar e humidade (e.g. culturas que necessitem de mais humidade serão instaladas em zonas que se estima serem, ou poderem vir a ser mais húmidas; culturas mais resistentes em zonas onde a água está menos disponível). Existindo uma cobertura vegetal adequada, mesmo que inutilizada a rega, as várias culturas se manterem em funcionamento.

A existência de água disponível em depósitos também constitui uma salvaguarda face a possíveis incêndios, tanto por facilitar a manutenção da humidade da vegetação e do solo, o que dificulta o aparecimento e avanço de incêndios, como por possibilitar o abastecimento mais rápido de meios de combate aos fogos que, eventualmente, tenham de intervencionar no local. Também, numa situação de emergência, este sistema de abastecimento de água a partir do rio poderá funcionar em regime contínuo para o rápido transporte da água necessária.

Para tal, idealiza-se um sistema de irrigação por gravidade, onde a água é elevada até a uma cota mais alta que a zona onde será utilizada e libertada. A água é recolhida do rio, e bombeada progressivamente para vários depósitos ao longo da cadeia de abastecimento da propriedade. Se existirem outras estruturas de recolha de água em funcionamento na propriedade (e.g. furos, poços, minas de água, telas de captação), também poderão introduzir água no sistema. No entanto, dada as diferentes expectativas de pureza e utilizabilidade, é feita uma alocação e priorização de diferentes proveniências para diferentes fins. Quanto mais pura a água, mas reservada será para o consumo

humano. Água de intermédia pureza para a rega de produtos de consumo directo, como hortícolas, ou para utilização em actividades domésticas secundárias. Demais água será utilizada para os demais fins de irrigação. Todas as fontes serão adequadamente filtradas consoante a origem. Assim, fontes de zonas mais elevadas da propriedade, em primeira análise mais adequadas à utilização humana (e.g. caso das águas que provêm do topo da Serra do Faro) são reservadas para fins de maior exigência; a água captada do Tua, para as actividades de menor exigência de qualidade [34].

Seria, adicionalmente, de interesse, que o sistema fosse de reduzida manutenção, e que não dependesse de abastecimento motriz eléctrico da rede eléctrica nacional, tanto porque não há rede eléctrica instalada na propriedade, como porque a independência energética da propriedade face ao exterior é um dos objectivos principais do projecto. Desta forma, idealiza-se a criação de um sistema de transporte de água multifuncional, que ajude na manutenção da propriedade, e de abastecimento motriz interno. As hipóteses de funcionamento, condições, configurações e características serão adicionalmente consideradas no subsequente tópico de projecto 5.2.2 Alternativas e Projecto.

5.2.1.3 Estruturas habitacionais

Um dos objectivos principais do projecto é disponibilizar os meios para que pessoas se instalem na propriedade, autónomas face ao exterior em termos de electricidade. Idealiza-se, então, a reabilitação das estruturas existentes na propriedade, para habitação e apoio à manutenção do complexo.

Um dos objectivos do projecto geral é a criação de um conjunto habitacional de pequenos abrigos (Figura 5.4) concebidos para se integrarem na paisagem envolvente de forma a não ser perceptíveis do exterior da propriedade, seguindo os mesmos princípios de projecto eléctrico, de águas, e de climatização que as estruturas cobertas a reabilitar já presentes na propriedade. São idealizados para disponibilizarem condições para dormida, higiene e pequenas refeições aos ocupantes, e têm como função serem utilizadas por pessoas externas ao complexo agroflorestal em actividades tão diversificadas como: turismo de natureza, onde as pessoas podem conhecer a propriedade e envolver-se nas práticas agroflorestais que lá têm lugar; retiros para repouso e recuperação, onde as pessoas podem usufruir da calma, tranquilidade, e qualidade ambiental da envolvente natural; demais práticas desportivas e pedagógicas de longa duração, como visitas de escolas ou campos de férias; demais actividades de recreio e lazer, convenções e formações, eventos e afins que requeiram disponibilidade de estadia [34] [37].

Numa primeira fase desta vertente do projecto, seria de interesse começar pela reabilitação das quatro estruturas cobertas existentes, para que sejam equipadas com electricidade e água, garantindo condições de conforto de temperatura e humidade no seu interior. Novamente, tendo em conta que um objectivo transversal do projecto é a independência face ao exterior, são de interesse soluções que disponibilizem a geração autónoma de electricidade, a captação e tratamento de água para as diversas actividades domésticas e de consumo, opções para a manutenção das condições de conforto no interior das estruturas, e opções naturais para gestão e tratamento descargas domésticas e excedentes provenientes da utilização habitacional e funcional destas estruturas.

Dada a extensão prevista para este documento, o tópico de projecto 5.2.2 Alternativas e Projecto é, apenas, dedicado ao dimensionamento dos meios de produção de energia eléctrica e climatização de uma das estruturas cobertas já existentes na propriedade, a reabilitar.

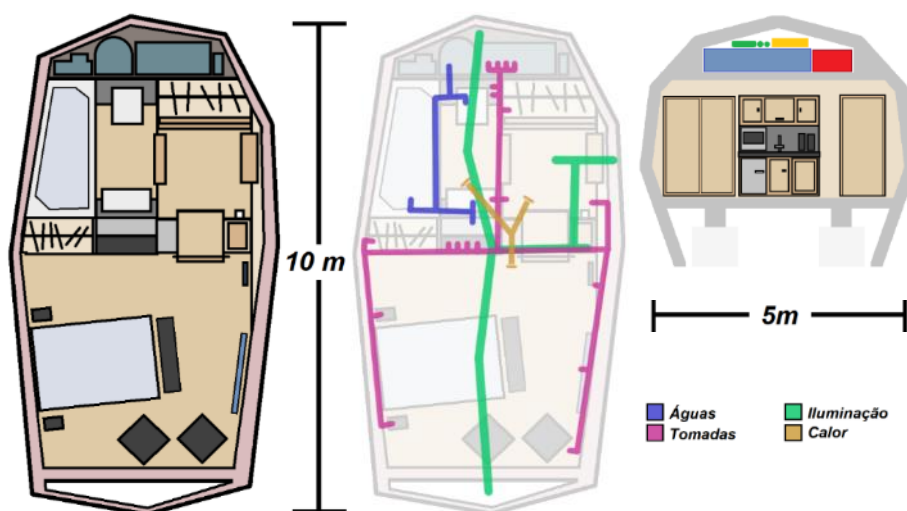


Figure 5.4 - Esquema conceptual para uma proposta de configuração um abrigo não fixo, em planta e corte, e posicionamento dos sistemas funcionais principais. Imagem, puramente representativa, produzida utilizando um software livre de desenho.

5.2.2 Alternativas e Projecto

Apresentaram-se os resultados das visitas de campo à propriedade, a informação que foi possível recolher, descrevendo-se o seu estado actual, e um pouco da visão do autor para o futuro da propriedade e do projecto idealizado. Foram apresentadas oportunidades de intervenção e definidos objectivos globais. Explicou-se que o conteúdo deste documento apenas trata de uma parte de um projecto mais extenso, a realizar de forma gradual.

Neste sentido, agora, restringe-se o estudo a alguns objectivos, e apresenta-se uma proposta concretizada para segmentos do projecto a desenvolver na propriedade. Para tal, tendo em conta os levantamentos feitos no terreno para identificar o que existe, enumera-se o que ainda é necessário obter, e como o obter. Estas considerações dividem-se nas três grandes áreas tópicas de intervenção: a reflorestação da propriedade, o abastecimento e armazenamento de água para irrigação, e a reabilitação de uma das estruturas habitacionais da propriedade.

5.2.2.1 Reflorestação

Tendo em conta os critérios da diversidade, produtividade, e regeneração gradual do ecossistema da propriedade, o idealizado consiste na instalação de uma primeira malha de árvores capaz de, posteriormente, facilitar a introdução de espécies adicionais, menos rústicas. O presente trabalho foca-se, então, apenas na criação desta malha primária: o seu esboço base, a selecção de espécies para a sua composição, e a sua distribuição.

5.2.2.1.1 Esboço da base da malha primária

Para que a primeira fase da reflorestação da propriedade, em todas as suas áreas tópicas, se possa processar, é necessário estabelecer a estrutura base da malha primária que se pretende aplicar. Esta terá em conta as dimensões de árvores adultas, tomando-se por referência árvores de copa larga adequadas à região – sobreiros, azinheiras, pinheiros, carvalhos. Estas, aptas para vingar nas condições extremas da região, irão desenvolver-se: possibilitando sombra e frescura sob as suas copas para demais espécies, posteriormente, se estabelecerem; promovendo as interações de regeneração do solo; contribuindo para o alimento da fauna local e do gado, que por sua vez são elementos importantes na manutenção da limpeza dos espaços; disponibilizando matéria orgânica que intensifique a aptidão do solo; contribuindo para a robustez do coberto vegetal e do solo.

Para as espécies mencionadas, e para as características delgadas do solo que limita o desenvolvimento das árvores, a malha base foi definida para copas adultas de oito metros de diâmetro (i.e. compasso oito metros), Figura 5.5. Nesta figura representam-se duas linhas de árvores: os círculos pretos representam áreas de troco, as circunferências a preto representam áreas ainda circuláveis para movimentações extraordinárias de veículos. Representa-se, ainda, a capacidade de posicionamento paralelo de duas linhas funcionais de veículos típicos [44] [45]. Esta proposta para o dimensionamento da malha, para além das dimensões típicas das espécies mencionadas, tem em conta como em medições efectuadas utilizando as fotografias aéreas, e ainda necessidade de garantir espaço suficiente para a circulação de veículos e maquinaria eventualmente necessária.

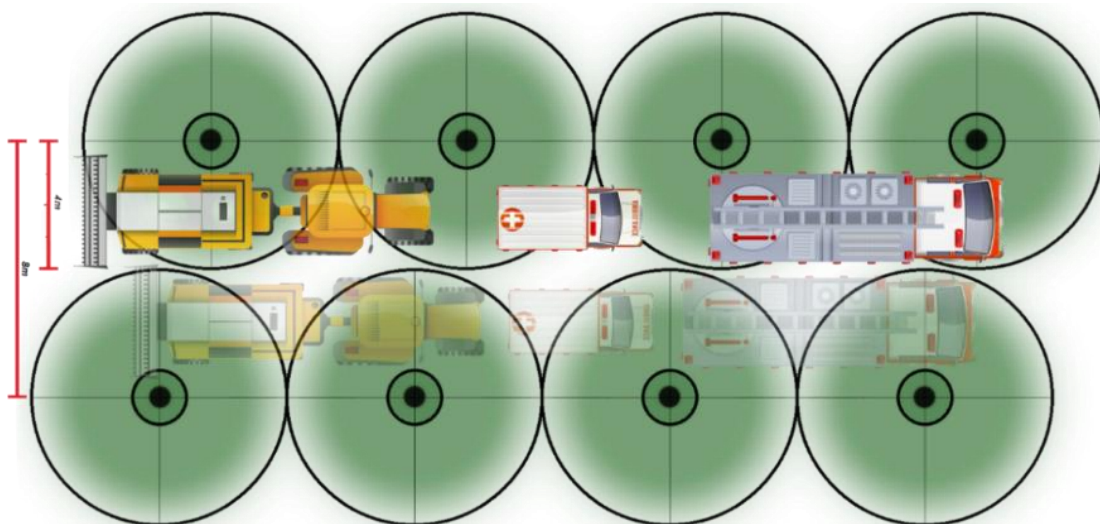


Figure 5.5 - Esquema conceptual em planta de um segmento local de malha, e do seu dimensionamento. Imagem, puramente representativa, produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

Assim, foram esboçadas várias opções para a configuração global da malha, tendo em conta as características do relevo da propriedade e demais elementos presentes (e.g. levadas, grandes fragas, caminhos, edificações, culturas que se pretende manter), sobre fotografias aéreas disponíveis, e sobrepostas em relevo ao modelo disponível da propriedade. Para tal foram utilizados programas, ou de livre acesso, ou com licenças de estudante. Destacam-se os programas *Google Earth Pro* e *Adobe Photoshop*. O primeiro foi utilizado para trabalhar os diferentes *Shapefile* provenientes da DGADR.

Os conteúdos presentes no *Google Earth Pro* constituem parte significativa do trabalho realizado nesta dissertação, e encontram-se disponíveis para consulta.

O processo de definir uma malha primária começou por opções quadrangulares mais rígidas, onde era valorizada tanta a equidistância entre indivíduos na direcção das linhas, como entre indivíduos na mesma coluna, tendo por objectivo facilitar a circulação de máquinas em ambas as direcções. No entanto, esta regularidade traduz-se numa flutuação significativa de cotas dentro de cada linha de árvores, o que é significativo neste tipo de terreno, onde a irregularidade é acentuada, e onde encontramos encostas ora concavas, ora convexas. Desta forma, mantendo uma malha mais rígida, tanto pessoas como máquinas sobem e descem para percorrer uma mesma linha de operação, o que não é cómodo. Ainda, se instalados sistemas de transporte de água e rega por gravitação, as flutuações na pressão e a acumulação de água em pontos mais baixos intensificam-se [46] [47].

Foram esboçadas alternativas, para entender até que ponto seria positivo comprometer a regularidade da malha em detrimento de uma cota contante em cada linha, e vice-versa. Dos esboços para opções de malha ponderadas, destacam-se, a título de exemplo, duas redes que valorizavam a regularidade da malha: uma de regularidade total, constituída por dois blocos fisicamente separados, cada um caracterizado por uma única orientação (Figura 5.6 – Zona Azul); outra de regularidade parcial, constituída por vários blocos de orientação mais flexível, cada qual com a sua adaptação ao declive local (Figura 5.6 – Zona Vermelha).

Considerando que, por um lado, operações a realizar nas árvores se processam ao longo de linhas, que, por estabilidade do equipamento e conforto dos operadores, se preferem em declive neutro, e, por outro, que um eventual sistema de rega por gravitação beneficia da manutenção da cota por linhas, optou-se por desvalorizar completamente a regularidade da posição relativa de indivíduos de linhas consecutivas (i.e. numa malha regular, entre indivíduos da mesma coluna), em detrimento de manter a cota em cada linha (ver Figura 5.7). Assim, esboçou-se uma malha que se melhor se ajusta à distribuição de cota da propriedade. Cada linha tende a ter uma cota constante, promovendo-se o comprimento das linhas, para facilitar eventuais operações a realizar nas árvores (ver Figura 5.7).

Foram, adicionalmente, definidas áreas com entidades com quatro metros de diâmetro (i.e. compasso quatro metros), para possibilitar a introdução de espécies de melhor porte, mais rústicas, logo na primeira fase de reflorestação (ver Figura 5.7). Estas são zonas onde não é esperado ser estabelecida rega, ou perto de caminhos para uma acessibilidade e visibilidade facilitadas, ou ainda para que se instalem, para além de extensões florestais de grande porte, também zonas florestais de menor porte.

Por fim, na envolvente das estruturas cobertas a reabilitar, e na mina de água, considerou-se uma área circundante sem árvores para possibilitar uma actuação facilitada no seu redor, e a incidência de radiação solar para a eventual produção fotovoltaica de electricidade a utilizar nestas mesmas estruturas, e para estar em concordância com as indicações de prevenção e combate a incêndios.

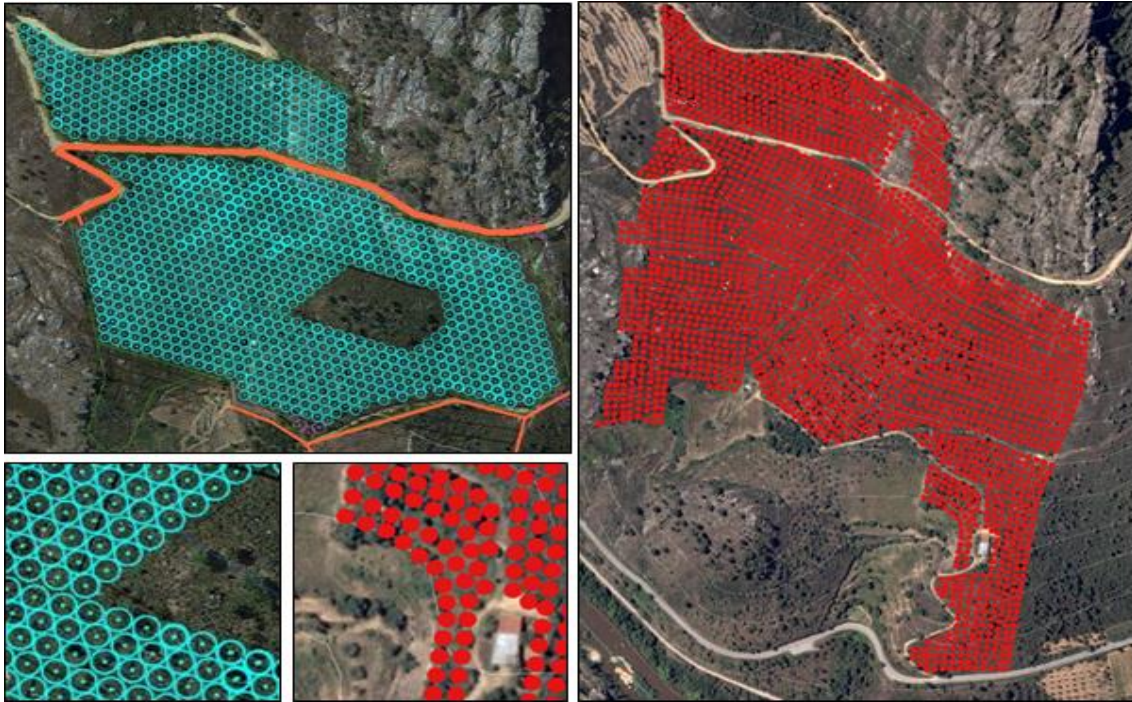


Figure 5.6 - Esquema conceituais para configurações alternativas para a malha primária: rígida (azul) e semi-rígida (vermelho). Imagem, puramente representativa, produzida utilizando o software livre Google Earth Pro e o software versão estudante Adobe Photoshop

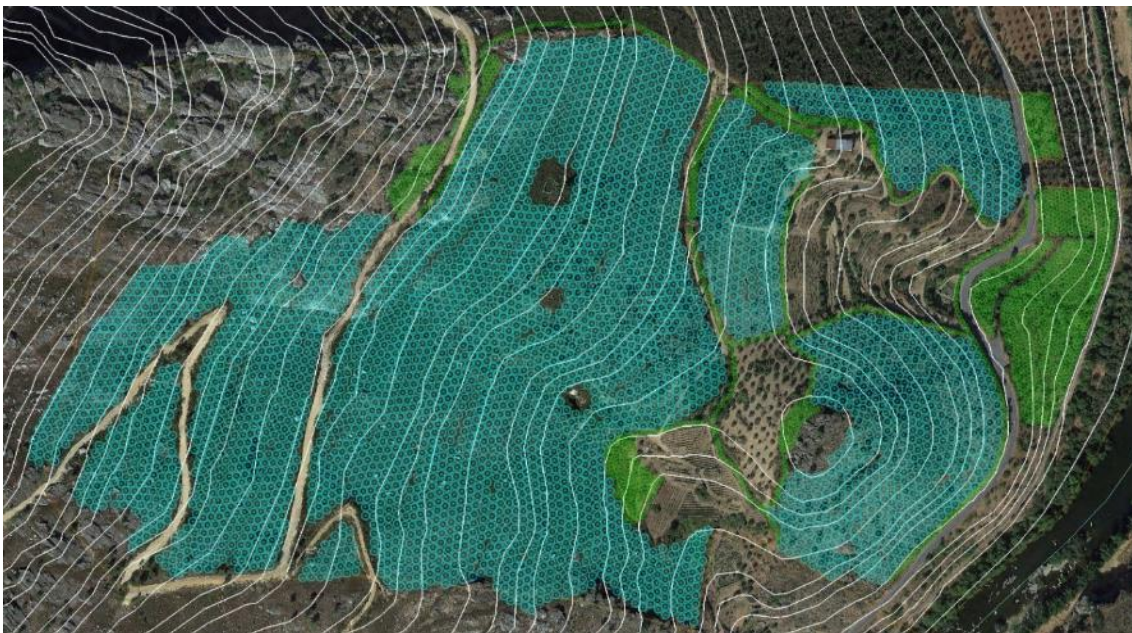


Figure 5.7 - Esquema de malha adaptada às linhas de nível que passam pela propriedade: malha de 8m a azul; malha de 4m a branco, curvas de nível a branco. Imagem, puramente representativa, produzida utilizando o software livre Google Earth Pro e o software versão.

Definidos os critérios de construção da malha primária a implementar, é necessário atribuir espécies aos vértices da malha. Para tal, procedeu-se a uma pesquisa e recolha de espécies arbóreas florestais, com prioridade a espécies autóctones com ocorrência na região transmontana, no Andar Basal (0-400m) e no Andar Submontano (400-700m), e no clima Portugal Mediterrânico. Deu-se destaque as espécies presentes no PNRVT, e envolvente. No entanto, esclarece-se que, apesar de

parte significativa das espécies autóctones apresentar uma distribuição oficial em documentação de caracterização das espécies muito limitada, isto não significa que, do ponto de vista do seu interesse florestal, não possam existir e vigorar numa área muito superior [24] [48].

5.2.2.1.2 Espécies consideradas para a primeira malha

Considerando os referidos critérios da diversidade, produtividade, e regeneração do ecossistema, selecionam-se, agora, espécies para as malhas. A totalidade analisada e considerada de interesse encontra-se no Anexo A, e foi selecionada a partir de documentação dedicada [48], e caracterizada a partir de um conjunto de bases de dados florestais [44] [45]. Dada a dimensão do documento apresentam-se apenas as que se crê utilizar na malha primária. Idealmente, no futuro, este número deverá aumentar com a reflorestação das submalhas, uma vez que a presença dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo – que se pretende representar nas diversas malhas – origina uma estrutura vertical e horizontal diversa, criando microclimas e habitats distintos que proporcionam refúgio e alimentação para uma maior diversidade de organismos [12].

De toda a informação recolhida, destacam-se as características de interesse neste contexto. Apesar de disponível informação sobre propriedades medicinais das espécies, muita carece de validação, pelo que grande parte foi omitida. É, propositadamente, omitida informação que respeita à exploração madeireira, a qual não terá lugar na propriedade.

5.2.2.1.3 Malha primária com espécies atribuídas

Escolhidas espécies florestais a utilizar, resta definir a sua distribuição na malha. Tendo com conta as diferentes adaptabilidades de cada espécie de planta, definiram-se como critérios de distribuição (i) a sua dimensão, a qual se deve aproximar à dimensão da malha, (ii) a sua necessidade de exposição solar, cuja disponibilidade variam consoante a envolvente, (iii) a sua necessidade de humidade, e (iv) a sua adaptabilidade à altitude.

Malha 8m: Para o corpo principal da zona florestal, são utilizadas as espécies *Quercus faginea* (carvalho-cerquinho), *Quercus pyrenaica* (carvalho-negral), *Pinus pinea* (pinheiro-mansinho), *Castanea sativa* (castanheiro), *Quercus rotundifolia* (azinheira), e *Quercus suber* (sobreiro). Todas se adaptam às dimensões da malha, constituem um ótimo ambiente para actividades de lazer, são uma boa fonte de excedentes para biomassa, e uma excelente fonte de coberto vegetal, promotores de sombra, humidade, e frescura – por refletirem parte da radiação solar incidente, por libertarem humidade no ar, por contribuírem para a retenção da humidade no coberto vegetal e solo, e por conseguirem manter-se a uma temperatura interna aproximadamente constante [49].

Os dois primeiros são considerados espécies restauradoras de solos, promotores de ambientes ideais para instalação de inúmeros animais de todos os portes e demais fauna, de cogumelos, e com uma resistência significativa à seca depois de estabelecidos, se não isolados. São produtores de bolotas para fauna e gado, que se estabelecer-se sob estas árvores, circulando e alimentando-se.

A terceira é considerada uma espécie pioneira em solos de pouca húmus, com muita resistência à seca e a solos delgados, produtora de pinhas e pinhões, ambos com valor comercial. A par da oliveira e do cipreste, é uma árvore emblemática do Mediterrâneo. Apesar de não ser muito característica da região transmontada, as suas características e resiliência fazem-na uma aliada de peso na reconstrução de um coberto vegetal saudável e produtor.

A quarta espécie é produtora de castanhas, utilizadas para alimentação humana, da fauna e do gado. No entanto, a localização da propriedade não é o ambiente propício para o seu inato aparecimento e estabelecimento, que prefere um clima mais húmido e frio, principalmente enquanto jovem [16]. Mesmo assim, dada o valor alimentício da castanha [50] [51], a tentativa de estabelecimento de indivíduos desta espécie na propriedade é uma decisão estratégica de projecto. Prevê-se que a espécie se adapte bem aos solos e declives, os quais são os recomendados. A falta de humidade colmatar-se-á, numa primeira fase, com o sistema de irrigação em projecto, e, numa fase mais avançada, pela humidade e frescura promovidas pela existência de coberto vegetal, para além da eventual manutenção da rega.

A quinta espécie, produz uma de bolota doce – a maioria das bolotas é amarga por ter maior teor de taninos. Esta pode ser consumida, por humanos, crua ou cozinhada, e tem um significativo valor nutritivo e uma procura em expansão. É tida como um produto de excelência, e económico, na substituição do trigo comercial, com níveis de glúten muito acima do que nos é saudável e que tanto contribui para a deterioração da nossa saúde.

A sexta espécie, com uma resistência significativa a climas de secura, apresenta, também, uma resistência adicional a incêndios, devido à sua camada exterior [36]. A cortiça é um material leve e com grande poder isolante. É prática comum a primeira extracção da cortiça ocorrer entre os 25 a 30 anos das árvores, e, a partir desta fase, a cada nove anos. No entanto, trabalhos recentes e ainda em desenvolvimento, onde, à semelhança do projecto em desenvolvimento, se disponibilizou irrigação aos sobreiros, conseguiram alcançar a espessura legal para a primeira tiragem de cortiça aos 8 anos das árvores [52]. Ainda, a par com as primeiras duas espécies, esta produz bolotas para a fauna e para o gado, que podem circular e alimentar-se sob as suas copas contribuindo para a reestruturação do solo e para a promoção de vida.



Figure 5.8 - - Esquema representativo das dimensões relativas de cada uma das principais espécies florestais mencionadas para preencher a malha de 8 metros de diâmetro. Imagem, representativa, montada utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

Legenda: da esquerda para a direita: *Castanea sativa* (castanheiro), *Prunus avium* (Cerejeira), *Pinus pinea* (pinheiro-manso), *Quercus pyrenaica* (carvalho-negral), *Quercus faginea*, (carvalho-cerquinho), *Quercus suber* (sobreiro), *Quercus rotundifolia* (azinheira) [45].

A distribuição efectiva destas espécies deve ser definida tendo em conta os procedimentos de manutenção e exploração das mesmas. Estes, por serem complexos, próprios a cada espécie e externos às temáticas desta dissertação, não serão especificados, pelo que o projecto considerará uma actuação genérica. Parte-se do princípio que, depois da limpeza do terreno, se procede a uma operações de preparação de ripagem contínua seguida de armação do terreno em vala e câmara com duas passagens (cerca de 90 cm de profundidade), por se verificarem maiores taxas de sucesso para o estabelecimento de espécies seleccionadas para integrarem a malha [53], e que não existirão mobilizações de solo depois de estabelecidas as espécies [12], por questões da sanidade e qualidade da vida no solo, o que representa uma flexibilidade adicional no projecto da distribuição das espécies. Em futuros trabalhos para efectivar a reflorestação da área, que já contemplem os cultivares específicos de cada espécie, poder-se-á aumentar a rentabilidade do complexo agroflorestal, através de estratégias que busquem uma distribuição das espécies que permita tornar a sua exploração – principalmente a colheita dos frutos – mais célere. O principal desafio será conciliar um ambiente misto em espécies, com uma colheita sem necessidade de morosos e dispendiosos processos de separação dos diferentes frutos. Prevêem-se alternativas extremas: a total mistura das espécies, bastante equilibrado como ecossistema, de difícil colheita; diferentes áreas tópicas.

Uma alternativa proposta poderá ser a alternância de linhas, ou blocos de linhas, de diferentes espécies compatíveis. Por um lado, garante-se alguma mistura de espécies desde o estabelecimento da primeira malha, promovendo a robustez do ecossistema, por outro, facilita-se a recolha do fruto. Deve ser garantido espaço para a fácil circulação de veículos e para a instalação de submalhas. É de interesse associar espécies com menor resistência à seca, a espécies com maior resistência para garantir uma maior resiliência da malha. Não se procura igualar as distribuições utilizadas em explorações intensivas. A promoção de uma maior heterogeneidade espacial nas reflorestações – diferentes densidades de árvores, áreas de gestão diferenciada, como sem limpeza de mato, ou com clareiras para promover o estrato herbáceo – dentro da mesma propriedade, pode ser importante para promover a biodiversidade e alargar o leque de atividades económicas possíveis (e.g. pastoreio, apicultura, caça). Esta diversificação é crucial para a resiliência dos ecossistemas, garantindo a sua produtividade sob condições diversas [12]. Assim, construíram-se três distribuições distintas de espécies pela malha, numa tentativa de conciliar a colheita e a robustez do ecossistema.

A primeira (Figura 5.9 – A) é constituída por uma sequência de filas funcionais de: *Quercus suber* (sobreiro) – necessidade de precipitação média anual (pp) = 400mm, *Quercus faginea* (carvalho-cerquinho) – pp = 600mm, *Quercus suber* (sobreiro) – pp = 400mm, *Quercus pyrenaica* (carvalho-negral) – pp = 600mm. Conceptualmente, 1/2 de sobreiros, e 1/4 de cada um dos carvalhos. Nesta distribuição, o principal objectivo económico é a exploração de cortiça. Apesar da frutificação e colheita em épocas próximas, e do fruto ser bastante semelhante entre espécies, não há o objectivo de garantir a separação da bolota que cada espécie disponibiliza. Numa primeira análise, toda ela será utilizada para alimentação da fauna e gado (i.e. de gado ao qual esta bolota não seja prejudicial, como o suíno, mas não do equídeo, bovino ou ovino).

A segunda (Figura 5.9 – B) é constituída por uma sequência de filas funcionais de: *Pinus pinea* (pinheiro-manso) – pp = 250mm, e *Castanea sativa* (castanheiro) – pp = 600mm. Conceptualmente, 1/2 de cada espécie. O principal objectivo é a exploração dos frutos para alimentação e comércio, e da pinha para biomassa ou comércio. Apesar de cada espécie se restringir à sua linha, à medida que as copas se começarem a aproximar, é espectável a mistura de alguns frutos. Terá de existir um sistema de separação dos frutos. No entanto, dada as diferentes características de cada espécie e a não sobreposição da época da queda do fruto, especta-se uma separação facilitada, seja na colheita, seja no posterior processamento.

A terceira (Figura 5.9 – C) é constituída apenas por uma única espécie: *Quercus rotundifolia* (azinheira). Nesta distribuição o principal objectivo é a exploração da bolota de azinheira, que, por ser mais doce, pode ser directamente consumida por humanos. Aqui, para não haver misturas e dificuldades no processamento, optou-se pela colocação desta espécie isolada na primeira malha. Sublinha-se que se prevêem submalhas. Ainda, dada a dimensão ligeiramente inferior destas árvores, e uma vez que está isolada de outras árvores de maior porte, pondera-se o estudo da adequação da redução da malha na efetivação da reflorestação desta secção.

Sublinha-se que a informação disponibilizada para as três distribuições se restringe à primeira malha. Sob esta, existirão várias submalhas de diferentes dimensões e características (Figura 5.9 – D), que garantam a existência de pasto e demais alimento para gado e fauna.

Malha 4m: Para além do corpo principal da zona florestal, constituído pela malha base de oito metros de diâmetro (i.e. compasso oito metros), existem outras zonas tópicas passíveis de serem florestadas numa fase inicial. Nesta mesma proposta constam, também, opções para o posicionamento de espécies de menor porte na primeira fase de florestação. Abaixo da N604, dada a significativa presença de árvores, não é viável qualquer proposta de posicionamento, sem um estudo dedicado.

Para zonas rochosas, onde não existe irrigação, selecionam-se as espécies *Buxus sempervirens* (buxo), *Juniperus oxycedrus* (zimbros), *Olea europaea sylvestris* (zambujeiro), *Quercus coccifera* (carrasco). Estas quatro têm dimensões adequadas para a malha. Todas são de folhas persistentes, o que permite uma protecção adicional para o solo. São resistentes a condições de clima quente e seco, e disponibilizam alimento para fauna e gado, e condimentos. São relativamente resistentes ao fogo [36].

Na zona ribeirinha florestal, escolhe-se a presença de espécies como *Acer monspessulanum* (zêlha), *Alnus glutinosa* (amieiro), *Betula pubescens* (bétula), *Fagus sylvatica* (faia), *Fraxinus angustifolia* (freixo-comum), *Sambucus nigra* (sabugueiro). Todas elas precisam de ambientes mais húmidos, e todas disponibilizam alimento à fauna e ao gado. A folhagem da terceira e da quarta é, inclusive, usada em saladas. A primeira é uma forte promotora da actividade apícola. O sistema radicular da segunda é indicado para sustentar margens. A segunda, a terceira e a quarta são espécies indicadas para a reabilitação do solo, contribuindo, também, para o desenvolvimento de culturas que próximas.

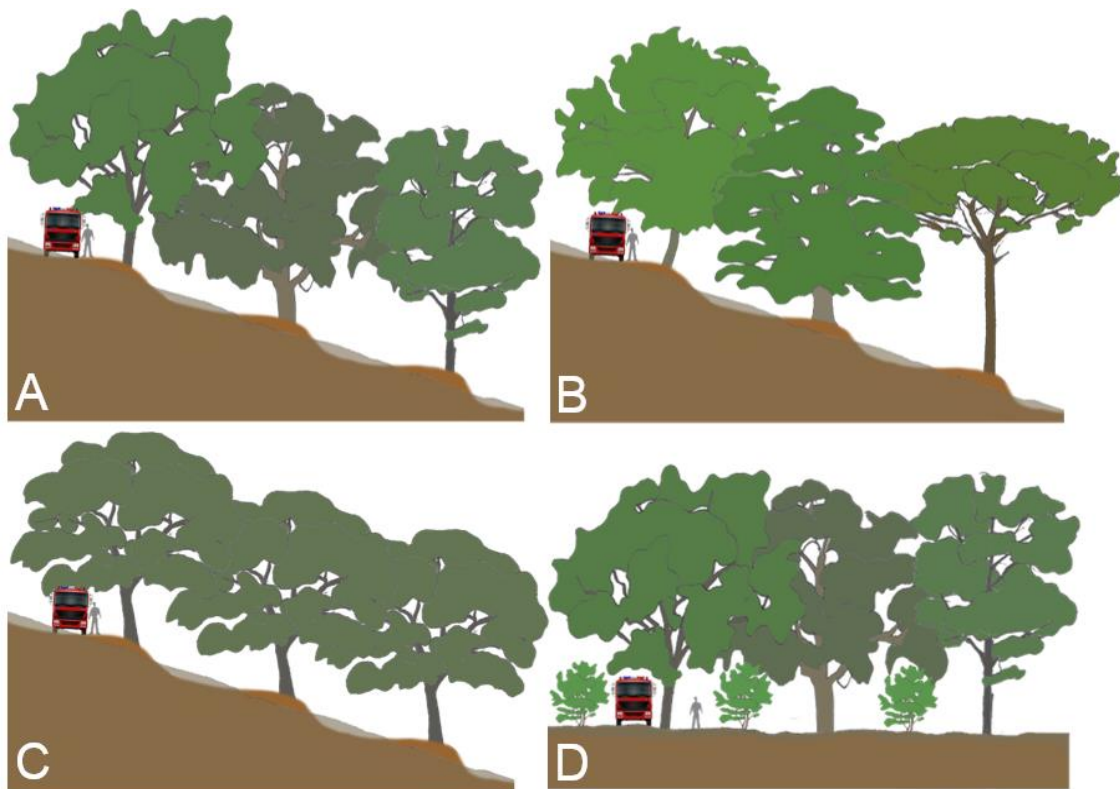


Figure 5.9 - Esquemas conceptuais das várias espécies consideradas nas várias sequências estabelecidas. Imagem, puramente representativa, produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

Legenda: A (em corte) – *Quercus suber* (sobreiro), *Quercus faginea*, (carvalho-cerquinho), *Quercus pyrenaica* (carvalho-negral); B (em corte) – *Nogueira* (*Juglans regia*), *Pinus pinea* (pinheiro-manso), *Castanea sativa* (castanheiro); C (em corte) – *Quercus rotundifolia* (azinheira). D – Representação da instalação de uma submalha de raio 4m entre a malha de raio 8m. Em B, a presença da *Nogueira* (*Juglans regia*) deve-se ao autor a estar a considerar como uma candidata em estudo para a ocupação das zonas mais húmidas desta secção da malha, decisão a tomar em estudos subsequentes. O veículo e a pessoa estão presentes para efeitos de escala, e para se verificar a possibilidade de circulação de emergência.

No restante da propriedade, como nos caminhos, são de interesse espécies como *Arbutus unedo* (medronheiro), *Celtis australis* (lódão-bastardo), *Prunus insititia* (abrunheiro), *Prunus spinosa* (abrunheiro-bravo) por serem autóctones rústicas com interesse para a alimentação da fauna e do gado, cujos frutos têm valor alimentício para o homem. A *Laurus nobilis* (loureiro) é de interesse perto das edificações pois afasta insectos, sendo um condimento com valor comercial.

Por fim, tanto na zona ribeirinha como no decorrer da Estrada – pela presença visual e pelo acesso facilitado, a *Prunus avium* (cerejeira), disponibiliza tanto alimento para fauna, como para consumo humano, e a sua floração destaca-se da restante mancha verde de copas.

Como nota adicional, a espécie *Corylus avellana* (aveleira), é um exemplo de uma excelente candidata a ocupar uma malha interior à primeira malha aqui em definição. Isto é, entre as copas das primeiras árvores florestais de maior porte, idealiza-se a instalação de submalhas de espécies adicionais que intensifiquem a presença de cobertura vegetal, e rentabilizem a área ocupada, através da simultaneidade de cultivares, contribuindo para a robustez do ecossistema em construção.

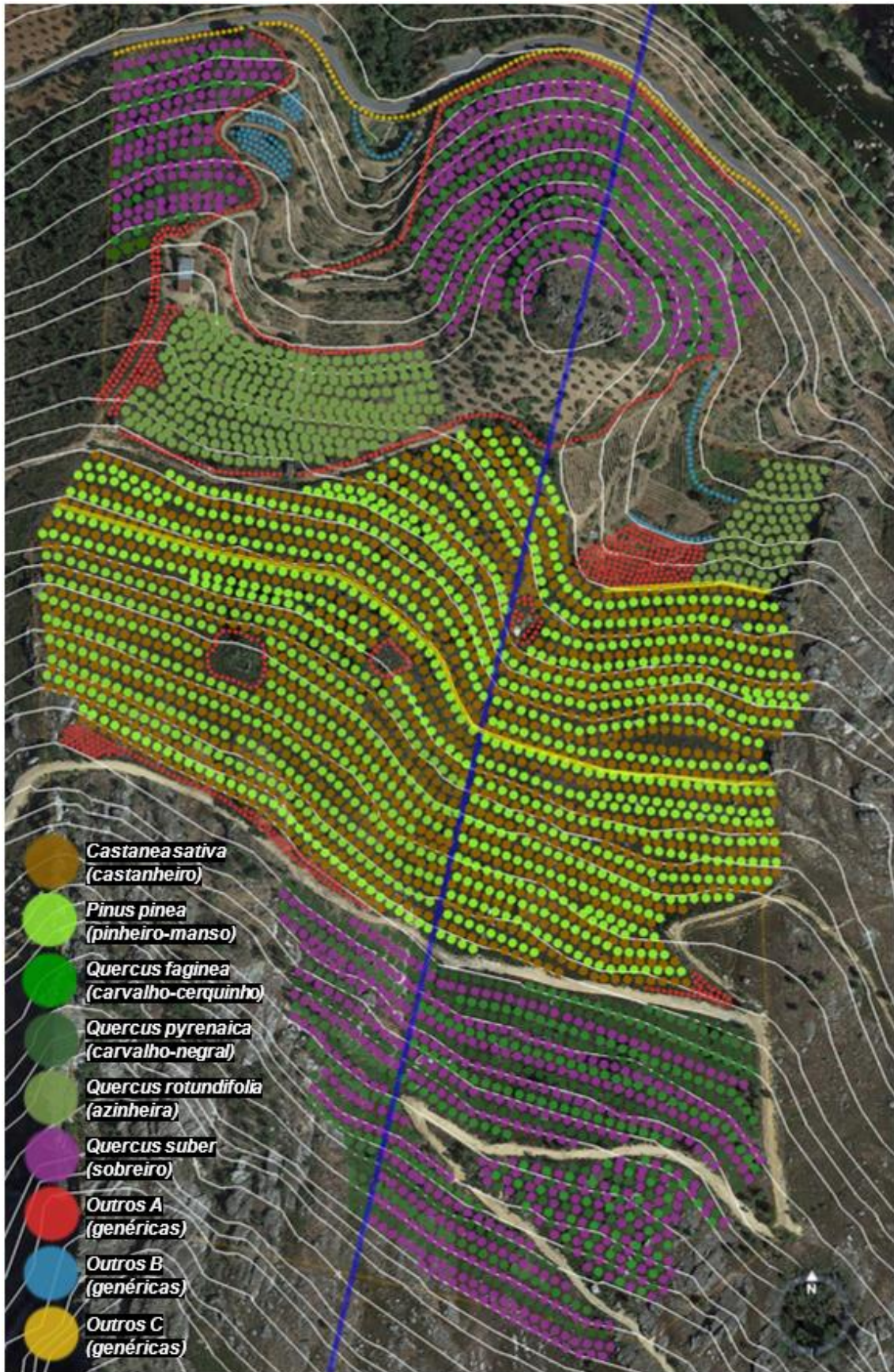


Figure 5.10 - Imagem ilustrativa da proposta de malha florestal com espécies atribuídas e alternativas para a disposição das espécies florestais seleccionadas. Imagem, é puramente representativa, e não corresponde à exacta estratégia para a efectivação da refloresta.

5.2.2.2 Picagem, armazenamento e irrigação

Neste tópico de projecto do sistema de transporte e armazenamento de água com vista a abastecer um sistema de irrigação – a ser alvo de projecto em trabalhos subsequentes, e que se idealiza estático e a conectar aos respectivos depósitos, onde toda a regulação de rega necessária é feita no depósito, antes da instalação das tubagens de descida de água – são seguidos fundamentos de projecto e materiais normalizados disponíveis em literatura dedicada [46] [47] [54]. No entanto, considera-se que todo o conhecimento aplicado é do domínio geral da engenharia e consiste em cálculos simples de volumes e caudais, pelo que se restringe a análise aos principais resultados de cálculo, suprimindo procedimentos intermédios para benefício de uma leitura menos fatigante.

A água será elevada do rio e ao ponto mais alto da propriedade. Seguindo as indicações da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), toda a margem inserida na propriedade aparenta ser adequada para a recolha de água. Assim, definidas as duas áreas extremas, há a necessidade de definir um percurso intermédio para a passagem das tubagens de elevação de água, e para os respectivos equipamentos de bombagem. Como a propriedade é situada, quase na sua totalidade, numa encosta de declive monótono acentuado (25-30%), desde a zona baixa ribeirinha, até ao fraguado da Serra do Faro, idealiza-se um sistema de progressivos depósitos mais elevados à medida que se afastam do rio.

Numa primeira análise, para se minimizarem perdas de carga nas tubagens no seu transporte, e se reduzir material procurou-se definir um percurso que minimizasse a distância. Também, seria de interesse que esse percurso se cruze com os pontos onde a exposição solar é superior – devido à bombagem de motriz fotovoltaica. Esta não é uniforme pela propriedade, principalmente nas alturas de menor elevação solar, dado o irregular relevo. Esta análise foi feita de forma qualitativa utilizando as potencialidades do *Google Earth Pro*, da qual se destacam duas imagens, (ver Figura 5.11).

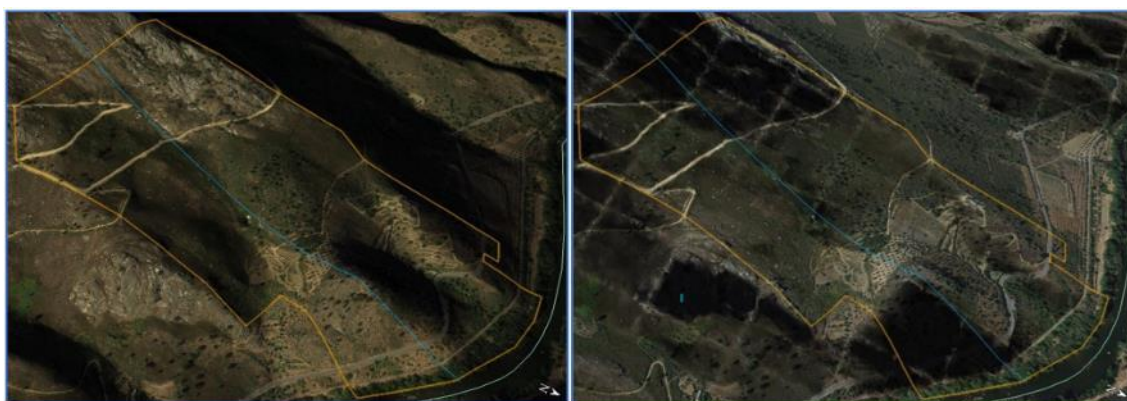


Figure 5.11 - Fotografias aéreas do ensombramento nos períodos do nascer e por do sol, e percurso proposto para a subida da água bombeada (azul), com os limites da propriedade (laranja).

Da proposta inicial onde se procurava contornar parte das culturas já existentes na propriedade, procurando uma subida monótona da água elevada, partiu-se para uma outra onde se priorizou a redução da distância. Definiu-se que seriam as culturas a adaptar-se ao percurso que se julga ideal para a subida da água: consegue-se unir as duas zonas de interesse por uma única recta (i) evitando as zonas de maior ensombramento, o que se traduz em mais alguns momentos de

irradiação disponível a cada dia; (ii) recolhendo a água do rio numa área que se considera menos nobre para actividades de recreio a instalar na zona ribeirinha, por se localizar na extremidade da zona de maior margem, e início de uma zona de pouca acessibilidade; (iii) fazendo passar as tubagens pelo monte existente na propriedade, o qual tem um ponto de máxima exposição solar na propriedade, e facilita a distribuição de água para toda a área inferior à sua copa máxima; (iv) fazendo passar as tubagens pela mina de água existente na propriedade, na eventualidade de se a pretender integrar no sistema de elevação de água. Definiu-se uma subida de 200 a 450 metros, numa distância total de 850 metros (ver Figura 5.11).

Assim, o proposto é uma primeira bombagem a partir do Tua [34], de onde será filtrada e armazenada num primeiro posto de depósitos, a partir dos quais parte será retida para utilização abaixo dessa cota, e parte será enviada para o seguinte depósito, onde uma divisão equivalente terá lugar. Desde segue para um terceiro, repetindo-se até ao último depósito. Se os depósitos mais elevados tiverem completamente cheios, então o sistema vai, de ponto em ponto, parando de funcionar, até aos depósitos menos elevados (ver Figura 5.12). Estas bombas serão alimentadas por painéis fotovoltaicos instaladas sobre os respectivos depósitos.

Duas alternativa de interesse no que respeita a primeira fase de bombagem a partir do rio, é a utilização de (i) um sistema de turbobombas que permitam a elevação de água na rede de tubagens, a partir da potencial motriz do Tua, e (ii) a utilização de pequenas turbinhas que permitam a produção de electricidade o que permitiriam o funcionamento das bombas também de noite. São necessários estudos adicionais sobre estas duas opções, no que respeita a eventuais opções de equipamento, manutenção prevista, e, possibilidades da sua instalação no rio.

Destes depósitos sequenciais a parte da água a utilizar abaixo da cota do depósito é enviada para tubagens de distribuição, e, destas, para tubagens de precisão, gradualmente mais finas. Estas últimas são as responsáveis pela libertação da água para as zonas a irrigar, através de furos normalizados ou gotejadores fixos ou reguláveis, espalhados ao longo do seu comprimento. Espera-se que grande parte das tubagens de precisão sejam equipadas com furos normalizados, e não com gotejadores, dada a sua maior fiabilidade, menor manutenção, maior facilidade de instalação e menor custo [115]. No entanto, estes equipamentos fazem parte do sistema de irrigação propriamente dito, que tem de ser adaptado aos cultivares utilizados, pelo que o projecto se restringe ao sistema de elevação e armazenamento de água.

As quantidades de rega disponibilizadas a cada secção de irrigação são estabelecidas, tendo em conta necessidade padrão previstas, através das dimensões escolhidas para as tubagens e furos gotejadores. São permitidas flutuações em torno de valores nominais alterando o tempo de libertação de água dos depósitos para as tubagens de irrigação. A regulação deste tempo de libertação de água é, idealmente, feita por temporizadores. Estes equipamentos são colocados entre os depósitos e as tubagens de distribuição e/ou entre as tubagens de distribuição e as tubagens de precisão, consoante as especificidades da secção cuja irrigação se projecta.



Figure 5.12 - Esquema conceptual do sistema de elevação de água. Imagem produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop [66].

5.2.2.2.1 Cálculos:

A disponibilidade de água é essencial ao estabelecimento de novas árvores nesta região, tanto debilitada como de clima severo. As quantidades de água que maximizam o crescimento das plantas dependem de inúmeros factores que, ainda, não são passíveis de serem previstos ou controlados à priori com precisão: características locais do solo, declive, drenagem ou retenção de água, exposição solar, cobertura vegetal envolvente, clima, características das plantas a irrigar [12][46]. Numa primeira aproximação consideram-se valores genéricos para cada espécie: precipitações médias anuais superiores a 250mm para *Pinus pinea*, 400mm para o *Quercus Suber*, e 600mm para os restantes *Quercus*; estes valores são mínimos, para árvores estabelecidas, e estão abaixo do desejável para um desenvolvimento robusto e célere, e frutificações abundantes [12] [44] [45] [48]. A propriedade está inscrita em índices de precipitação variam entre 524mm e 878mm [55]. Desta forma, a disponibilidade adicional de água mostra-se essencial, principalmente na fase de estabelecimentos das árvores. A correcta irrigação das espécies é um processo complexo, e a maior dificuldade está em atingir o ponto onde as necessidades estão completamente suprimidas, para além do qual água adicional não é mais benéfica. Um procedimento seguro é a utilização de valores de referência já em funcionamento com sucesso para as espécies tão parecidas quanto possível.

Um dos trabalhos consultados, considerado de particular interesse por estar a ser desenvolvido num clima com uma severidade equivalente à aqui encontrada, utiliza, com sucesso, uma referência de rega de 2500 m³/ha/ano [52]. Isto corresponderia a 250mm adicionais de precipitação, mas com o benefício de ser localizada abaixo das copas e perto da raiz, pelo que a eficiência na sua absorção e utilização será superior, e as taxas de retorno para a atmosfera ou infiltração no solo menores.

Por se considerar importante uma resposta individual robusta e preventiva, opta-se por uma postura conservativa no dimensionamento do transporte e armazenamento de água: **(i)** valor de referência de irrigação de 2500 m³/ha/ano; **(ii)** valor disponível, na sua totalidade, em seis meses (e.g. os mais secos); **(iii)** totalidade das áreas de rega (AR) é útil e a irrigar; **(iv)** depósitos integrados na malha, com oito metros de diâmetro; **(v)** a circulação da água é assegurada por bombas, alimentadas por painéis fotovoltaicos sobre os depósitos, com um funcionamento nominal de 6 horas diárias – o que

se considera conservativo para o verão, onde a necessidade estará no seu máximo; **(vi)** autonomia mínima de 5 dias em utilização máxima, sem reabastecimento, por questões logísticas de rede, ou demais utilizações não previstas; **(vii)** velocidades de água da tubulação superiores a 1,5m/s não são recomendadas para evitar eventuais perigos inerentes aos efeitos do golpe de aríete

Definida a distribuição das árvores, divide-se a zona a reflorestar em várias áreas de rega, mediante intervalos de cotas, caminhos, relevo, distribuição de culturas, divisão regular das áreas, ver Figura 5.13. Cada área de rega tem um ponto de armazenamento de água a uma cota útil máxima.



Figure 5.13 - Áreas de Rega e Postos de Armazenamento e Bombagem (triângulos cinzas). Imagem produzida utilizando o software livre Google Earth Pro, onde pode ser consultada de forma dinâmica

Para as espécies selecionadas, considera-se que os depósitos ficam cobertos até a uma altura próxima a 8 m. Desta forma considera-se uma altura de coluna de água de 8 m. No entanto, os depósitos estão equipados com o equipamento fotovoltaico para alimentação eléctrica do equipamento de bombagem. Logo, é interessante que a sua cota superior esteja elevada o suficiente para receber o máximo possível de radiação solar. Considerou-se, numa primeira análise, um depósito por AR, e os pressupostos de engenharia, obtiveram-se os resultados da Tabela 5-1.

Table 5-1 - Necessidades de rega das ARs, Depósitos e Autonomia.

#ARs	Área Útil [hectare]	Rega [m3/dia]	Σ Rega [m3/dia]	Autonomia [dias]
AR1.1	2.44	33.9	33.9	11.7
AR1.2	2.87	39.9	73.8	10.0
AR2.1	2.67	37.1	110.9	10.7
AR2.2	2.92	40.6	151.5	9.8
AR2.3	2.87	39.9	191.4	10.0
AR2.4	2.81	39.1	230.5	10.2
AR3.1	4.98	69.2	299.7	5.7
AR4.1	5.76	80.0	379.7	5.0
AR5.1	3.00	41.7	421.4	9.5

As necessidades cumulativas de regas são calculadas porque a água enviada para juzante tem de passar pelos depósitos a montante. Os resultados tabelados provêm de cálculos elementares de áreas e volumes, pelo que se suprimiu o seu desenvolvimento em detalhe. A simulação desenvolvida é, no entanto, passível de ser consultada para uma análise detalhada dos procedimentos de cálculo.

No entanto, quando plantadas, as dimensões das árvores são menores. Considerando-se que as necessidades de rega são, aproximadamente, proporcionais à sua dimensão, que o seu desenvolvimento se dá até ao preenchimento da malha, foi considerado **(i)** um crescimento médio de 0,5m/ano em altura, **(ii)** a instalação das árvores com uma altura de 1m, **(iii)** um indicador de desenvolvimento (IN) igualmente ponderado pela área da copa e pela altura, em relação a valores de preenchimento de malha, equação (1). Neste sentido, para se verificar o que se considera sobredimensionamento desnecessário, optou-se pela instalação gradual de depósitos, Tabela 5.3. Na Tabela 5.2 apresentam-se os dias de autonomia em plena carga sem abastecimento, tendo em conta o número de depósitos instalados nas diferentes AR [56][57].

$$IN = \frac{1}{2} * \frac{(0,5N+0,5)}{8} + \frac{\pi(0,5N+0,5)^2}{16\pi} = \frac{(0,5N+0,5)(0,5N+2,5)}{32} \quad (1)$$

Table 5-2 - Autonomia, em dias, da capacidade instalada.

ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AR1.1									10.7	9.3	8.3	7.4	6.6	6.0	5.4
AR1.2					14.0	11.5	9.6	8.2							
AR2.1	24.7	15.6	11.1	8.5					10.1	8.9	7.8	7.0	6.3	5.7	5.1
AR2.2					13.0	10.6	8.9	7.6							
AR2.3									10.0	8.7	7.7	6.9	6.2	5.6	5.1
AR2.4															
AR3.1															
AR4.1	29.8	18.8	13.4	10.2	8.1	6.7	11.2	9.5	8.3	7.2	9.6	8.5	7.7	6.9	6.3
AR5.1															

Table 5-3 - Depósitos instalados por AR.

ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AR1.1									1	1	1	1	1	1	1
AR1.2					1	1	1	1							
AR2.1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1
AR2.2					1	1	1	1							
AR2.3									1	1	1	1	1	1	1
AR2.4															
AR3.1															
AR4.1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
AR5.1															

A distribuição de depósitos disponibilizada nas Tabelas 5.2 e 5.3 responde aos requisitos definidos para todas as ARs. Isto permite a desactivação temporária de equipamentos, a migração de água no sistema, e uma maior capacidade de fornecimento de água nos meses mais quentes, onde pode não ser aconselhado, ou mesmo possível, o abastecimento a partir do rio. Nos meses mais húmidos, em que há mais água disponível, os depósitos podem ser revistos, limpos e totalmente cheios.

Na Figura 5.14 representa-se um depósito para armazenamento de água a instalar na propriedade: vista paralela às linhas operacionais, à esquerda, e perpendicular às linhas operacionais, à direita. Apesar de não vinculativo, o esquema mantém as proporções reais. Idealiza-se a instalação dos painéis fotovoltaicos que alimentam o sistema de bombagem. O veículo e a pessoa estão presentes para efeitos de escala. Imagem produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

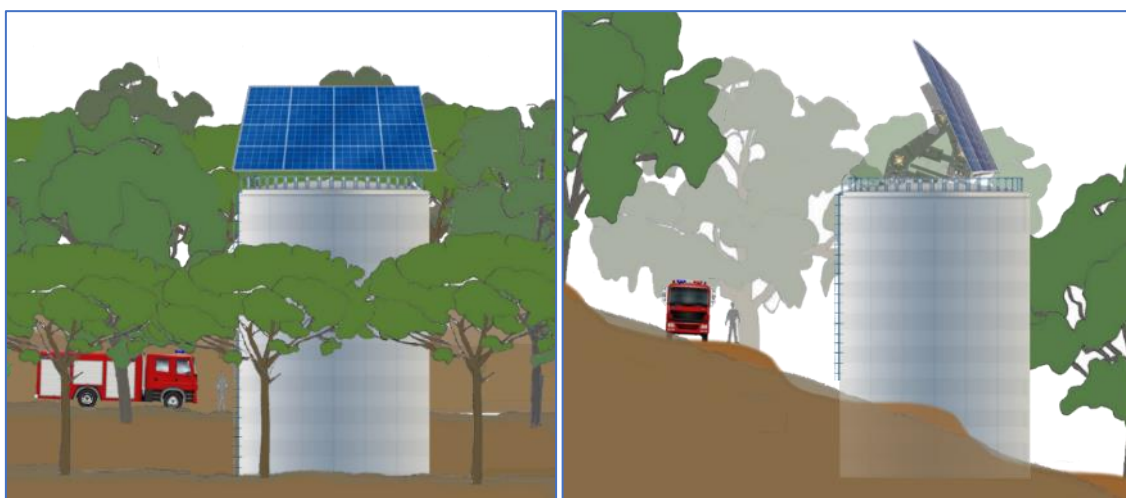


Figure 5.14 - Esquema conceptual de um depósito para armazenamento de água a instalar na propriedade. Imagem produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

Definidas as dimensões e posições de cada depósito, e a água distribuída a cada uma das ARs, é necessário quantificar os requisitos de bombagem de cada depósito, e as tubagens que os ligam. Consideram-se: altura a que a água é elevada; caudal que se estima ser necessário circular; a velocidade a que a água circula no interior das tubagens; perdas de carga nas tubagens.

Literatura consultada sobre sistemas de tubagens de transporte de água e irrigação desaconselha velocidades de circulação superiores a 1.5m/s, a partir das quais alerta para os perigos inerentes ao efeitos de golpe de ariete [58] [59]. Este fenómeno respeita ao pulso de pressão desenvolvido quando há uma redução ou interrupção súbita na velocidade do fluxo circulante. Isso é típico, por exemplo, quando uma válvula se fecha subitamente.

Arbitrou-se uma relação de abastecimento/consumo para os depósitos de 3/2, e um funcionamento nominal das bombas de 6h/dia. Para um sistema de irrigação deste género, é prática comum a utilização de tubagens de Polietileno (PE) ou Policloreto de vinilo (PVC). As tubagens idealizam-se flexíveis e enterradas superficialmente para sua maior conservação, sendo que se estima uma vida útil de, pelo menos, 50 anos [58] [59]. Foi selecionada uma secção normalizada para as tubagens, pela maior acessibilidade, menor custo, e maior facilidade na utilização de peças provenientes de diferentes fornecedores e eventuais requalificações futuras do sistema. Resultados na Tabela 5.4.

Através de um diagrama específico à temática da irrigação, para tubagens de PE, utilizando o diâmetro interior e o caudal circulante, pode retirar-se um valor estimado para a perda de carga distribuída no interior das tubagens: **(i)** uma perda de carga media de 6m/100m. Alternativamente, através de tabelas mais detalhadas, utilizando a equação de Hazen-Williams, pode-se fazer uma segunda estimativa, considerando três contribuições distintas, ver Expressão (2); **(ii)** uma de uma perda de carga distribuída, majorado para várias alternativas de tubos tabelados por 2m/100m; uma perda de carga localizada em junções, cujo valor obtido através das tabelas consultadas é 0,17m por cada junção; uma perda de carga localizada por cada válvula de aspiração, tabelada em 0.35m; considerou-se a existência de uma junção a cada 10m – o que é uma conservativo, mas prevê futuras reparações – e cinco elementos equivalentes a válvulas de aspiração, para cada troço [46][47], ver Expressão (3). Considerou-se, ainda, 15% adicionais de tubagem para qualquer desvio aquando da sua instalação, ao qual se adicionaram 15 metros para subir o que se arbitra ser descarga de água em cada depósito. Ver Expressão (4). Estes resultados para a estimativa das perdas de carga estão disponíveis na Tabela 5.4.

$$HP_1 = 0.06\Delta L_{est} \quad (2)$$

$$HP_2 = \left(0.02\Delta L_{est} + \frac{0.17\Delta L_{est}}{10} + 5 * 0.35\right) + \Delta h = 0.037\Delta L_{est} + 1.75 + \Delta h \quad (3)$$

$$\Delta L_{est} = 1.15\Delta L_{recta} + 15 \quad (4)$$

Table 5-4 - Caudal, Velocidade, Dimensões das tubagens por Ponto de Bombagem [m³/h].

Tubagem	V_h [m ³ /h]	D_{Need} [cm]	D_{Norm} [cm]	V_{Tub} [m/s]	Δh [m]	ΔL_{recta} [m]	ΔL_{est} [m]	HP_1 [m]	HP_2 [m]
1 TUA/AR5.1	7.0	5.0	20	0.06	29	240	291	47	33
2 TUA/AR3.1	63.3	15.0	20	0.56	93	215	262	109	97
3 AR3.1/AR2.3	38.4	11.7	20	0.34	35	335	400	59	40
4 AR2.3/AR2.1	25.3	9.5	20	0.22	40	155	193	52	43
5 AR2.1/AR1.1	12.3	6.6	20	0.11	80	240	291	98	-23
6 AR2.3/AR4.1	13.3	6.9	20	0.12	-27	310	371	-4	84
7 Op: 1+2->5	70.2	1	15.8	0.62	248	945	1101	315	257

Legenda: V_d (caudal diário), V_h (caudal horário), D_{Need} (diâmetro mínimo para condição de velocidade máxima da água em sistema), D_{Norm} (diâmetro utilizado), V_{Tub} (velocidade de circulação da água em sistema), ΔL_{recta} (distância recta medida para tubagem), ΔL_{est} (distância estimada para tubagem: 115% de DL + 15m), HP_i (altura de elevação considerando perdas de carga). Valores arredondados à unidade por excesso.

Estabelecida a altura de elevação necessária, resta seleccionar equipamentos. Destacando-se pela qualidade do material para consulta pelo cliente, pela proveniência dos equipamentos, e pela aplicabilidade para que foram desenvolvidos, foram utilizados dados de uma empresa fornecedora de equipamentos de bombagem com alimentação eléctrica e produção fotovoltaica integrada [60]. Para comparar e verificar equipamentos, identificou-se, ainda, outro fornecedor [61][62].

Na Figura 5.15 está representado um diagrama Altura de elevação [m] / Caudal [m³/hora] dos equipamentos disponíveis no fornecedor principal. Sobre esse gráfico estão, também, representados os requisitos de bombagem dos vários troços, ou grupos de troços: TUA/AR5.1 (1), TUA/AR3.1 (2), AR3.1/AR2.3 (3), AR2.3/AR2.1 (4), AR2.1/AR1.1 (5).

Procurando evitar-se, como aconteceu com os depósitos, o sobredimensionamento no início da reflorestação, chegou-se a um plano para a instalação gradual dos equipamentos em rede. Dada as incertezas associadas à perda de carga na instalação, e à capacidade de produção fotovoltaica, disponibilizam-se diferentes cenários nas Tabelas 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8. Identifica-se as bombas disponíveis, os troços e a passagem do tempo.

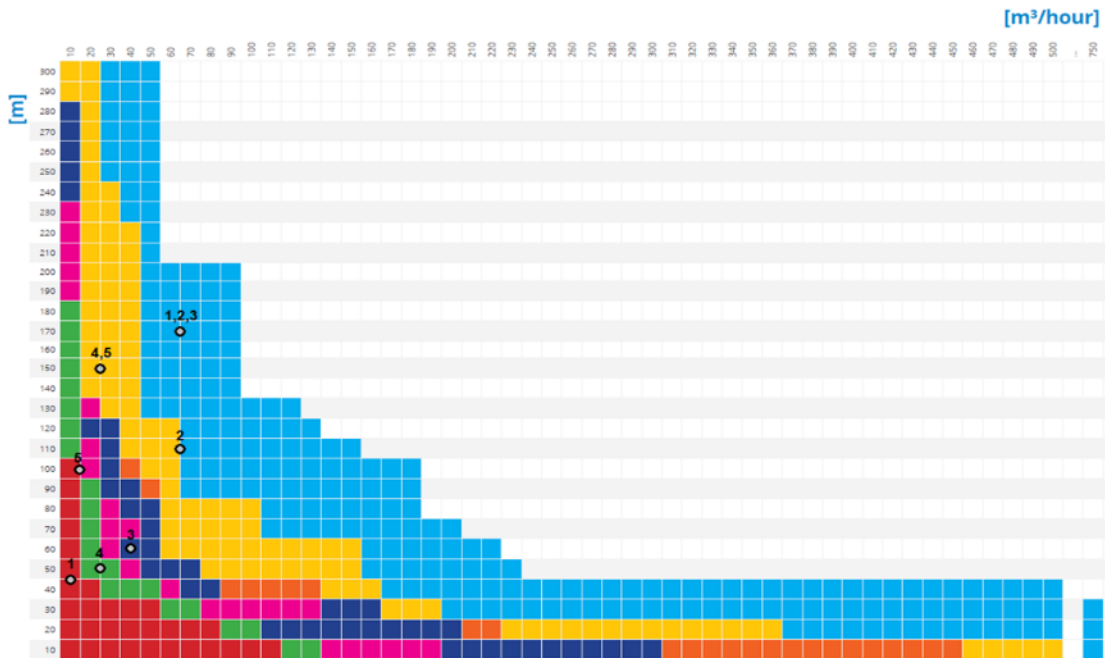


Figure 5.15 - Requisitos para o equipamento de elevação, por troços [81].

Table 5-5 - Planificação de Postos de Bombagem com 6:00 de funcionamento nominal, e HP >200.

#ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PSK2-7															
PSK2-21															
PSK2-40												1			
PSK2-100	1														
TUA/AR5.1															
TUA/AR3.1												1	1	1	1
AR3.1/AR2.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
AR2.3/AR2.1												1	1	1	1
AR2.1/AR1.1															
AR2.3/AR4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 5-6 - Planificação de Postos de Bombagem com 6:00 de funcionamento nominal, e HP <200.

#ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PSK2-7												1			
PSK2-21															
PSK2-40															
PSK2-100	1														
TUA/AR5.1															
TUA/AR3.1															
AR3.1/AR2.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AR2.3/AR2.1															
AR2.1/AR1.1												1	1	1	1
AR2.3/AR4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 5-7 - Planificação de Postos de Bombagem com 7:30 de funcionamento nominal, e HP<300.

#ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PSK2-7													1		
PSK2-21															
PSK2-40															
PSK2-100	1														
TUA/AR5.1													1	1	1
TUA/AR3.1															
AR3.1/AR2.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AR2.3/AR2.1															
AR2.1/AR1.1															
AR2.3/AR4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 5-8 - Planificação de Postos de Bombagem com 8:30 de funcionamento nominal, e HP<300.

#ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PSK2-7															
PSK2-21															
PSK2-40															
PSK2-100	1														
TUA/AR5.1															
TUA/AR3.1															
AR3.1/AR2.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AR2.3/AR2.1															
AR2.1/AR1.1															
AR2.3/AR4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.2.2.3 Estruturas habitacionais:

O levantamento realizado ao local permitiu caracterizar as várias edificações encontradas na propriedade. Tomar-se-ão as construções como rectângulos, de forma a simplificar cálculos (ver Figura 5.16). Dá-se destacada importância à área da base construída pois, para efeito de reabilitação, tendo em conta a legislação actualmente em vigor, esta será o máximo permitido para reabilitações ou construções subseqüentes. Desta forma, a área útil será esta área da base construída, registada em fotografia aérea, descontada de paredes. Qualquer construção fixa que ultrapasse esse valor, no contexto desta dissertação, é tida como, virtualmente, não permitida pelas autoridades competentes. Existem, no entanto, opções de construção não permanentes, que estão no princípio de construção dos abrigos anteriormente mencionados.

A independência das habitações a nível de electricidade será conseguida pelo recurso a tecnologia fotovoltaica. A nível de climatização, serão utilizadas estratégias de isolamento térmico, seja a nível de materiais de construção, seja pela integração numa envolvente que colabore com a manutenção das condições de conforto.

Um sistema de tratamento de águas será instalado para obter água potável (e.g. culinária e consumo), água para uso nobre doméstico (e.g. duchas e lavagens), e água para as restantes aplicações de uso doméstico (e.g. descargas sanitárias e lavagens exteriores). Idealiza-se a utilização da água proveniente da mina de água, ou de um furo dedicado. Dada a especificidade do projecto, não está considerado neste dimensionamento. A nível de saneamento de descarga, um projecto dedicado deverá estudar propostas naturais para o tratamento dos resíduos.



Figure 5.16 - Dimensões consideradas para a modelação das estruturas identificadas na propriedade.

No que respeita a dimensão dos depósitos, a necessidade da elevação dos painéis acima de 8m permite a proposta a estudar de que a diferença seja utilizada para a instalação de um espaço coberto utilizável. Na Figura 5.17, representa-se, em vista de corte à direita, com o que se propõe ser o compartimento a instalar. Apesar de não vinculativo, o esquema mantém as proporções reais. Então, a instalação dos painéis fotovoltaicos visa a alimentação o sistema de bombagem, e, se for o caso, as necessidades eléctricas do compartimento a instalar. O veículo e a pessoa estão para efeitos de escala.



Figure 5.17 - Esquema conceptual de um depósito para armazenamento de água a instalar na propriedade. Imagem produzida utilizando o software versão estudante Adobe Photoshop.

5.2.2.3.1 Modelos geométricos das estruturas:

Para os cálculos seguintes são consideradas estruturas cobertas com dois pisos. No primeiro piso são mantidas as paredes de xisto ainda existentes. Considera-se a existência de uma nova estrutura interior estanque. O total da parede original mais a nova parede da estrutura interior, devidamente isolada, considera-se de 0,5 m. No segundo andar, considera-se a construção de uma mesma estrutura interior estanque e isolada, mais um revestimento exterior, sendo que o conjunto se estima ter 0,25 m. Assim, majora-se a área das paredes pelo produto entre o seu perímetro e a espessura da parede. Considera-se, ainda, que cada piso terá uma altura útil de 2,5 m para os cálculos dos volumes a climatizar.

Table 5-9 - Dimensões de Cálculo dos Modelos das 5 Estruturas.

	A	B	C	D	E
Área Coberta	159.5	90	30.25	24	50.26
Perímetro	59.5	39	22	19.6	25.13
Área Útil Piso 0	129.75	70.5	19.25	14.2	37.7
Volume Útil Piso 0	324.78	176.25	48.12	35.5	62.83
Área das paredes	297.5	195	110	98	94.24
Área Útil Piso 1	144.62	80.25	24.75	19.1	0
Volume Útil Piso 1	361.56	200.62	61.88	47.75	0
Área Útil Total	274.37	150.75	44	33.3	37.7
Volume Útil total	686.34	376.87	110	83.25	94.24

Os resultados tabelados provêm de cálculos elementares que se exemplificam para a Estrutura coberta A. Para as restantes estruturas suprimem-se os cálculos intermédios. Os cálculos seguem as orientações das referências consultadas. Valores arredondados à unidade por excesso.

Estrutura coberta A

- **Área coberta = $8,0 \cdot 16,5 + (22,0 - 16,5) \cdot 5 = 159,5 \text{ m}^2$;**
- **Perímetro = $8,0 \cdot 16,5 + (22,0 - 16,5) \cdot 5 = 59,5 \text{ m}$;**
- **Área útil Piso 0 = $159,5 - 59,5 \cdot 0,5 = 129,75 \text{ m}^2$;**
- **Volume útil Piso 0 = $129,75 \cdot 2,5 = 324,78 \text{ m}^3$;**
- **Área de paredes = $59,5 \cdot 2 \cdot 2,5 = 297,5 \text{ m}^2$;**
- **Área útil Piso 1 = $159,5 - 59,5 \cdot 0,25 = 144,62 \text{ m}^2$;**
- **Volume útil Piso 1 = $144,62 \cdot 2,5 = 361,56 \text{ m}^3$;**
- **Área útil Total = $129,75 + 144,62 = 274,37 \text{ m}^2$;**
- **Volume útil Total = $324,78 + 361,56 = 686,34 \text{ m}^3$.**



Figure 5.18 - Esquema conceptual para uma proposta de configuração para a reabilitação das Estruturas A, B, C, D, E em planta e corte. Imagem, produzida utilizando um software livre de desenho.

5.2.2.3.2 Consumo energético:

O dimensionamento considera que todas estruturas estão equipadas com a respectiva iluminação, e um conjunto típico de equipamentos domésticos: Frigorífico (F) 90W; Arca Frigorífica (A) 150W; Máquina da roupa (MR) 500W; Aspirador (AS) 700W; Máquina da loiça (ML) 1500W; Forno (FN) 1100W; Microondas (M) 488W; Ferro (FE) 300W; Fogão (FG) 1625W; (PC) Computador 40W; TV 20W; Luz (LX) 25W; Router (RT) 20W. Curva de consumo, Figura 5.19, dados de consumo, Tabela 5-102.

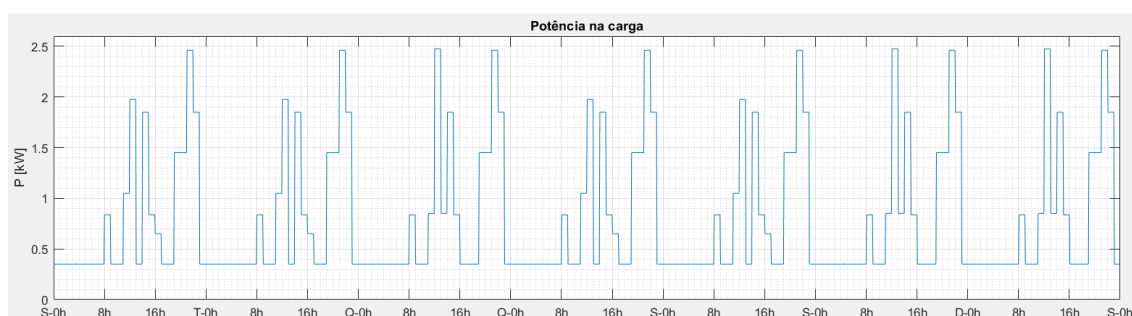


Figure 5.19 - Curva de carga simulada para o consumo eléctrico da Estrutura A, considerando uma família de 4 elementos.

Table 5-10 - Consumos semanais simulados

Time			2a	3a	4a	5a	6a	Sábado	Domingo
Ti [h]	Tf [h]		Power [W]	Power [W]	Power [W]	Power [W]	Power [W]	Power [W]	Power [W]
0	1	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
1	2	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
2	3	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
3	4	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
4	5	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
5	6	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
6	7	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
7	8	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
8	9	F,A,TV,2LX,PC,M	838	838	838	838	838	838	838
9	10	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
10	11	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
11	12	F,A,TV,2LX,PC,AS	1050	1050	850	1050	1050	850	850
12	13	F,A,TV,2LX,PC,FG	1975	1975	2475	1975	1975	2475	2475
13	14	F,A,TV,2LX,PC	350	350	850	350	350	850	850
14	15	F,A,TV,2LX,PC,ML	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850
15	16	F,A,TV,2LX,PC,M	838	838	838	838	838	838	838
16	17	F,A,TV,2LX,PC,FE	650	650	350	650	650	350	350
17	18	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
18	19	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
19	20	F,A,TV,2LX,PC,FN	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450
20	21	F,A,TV,2LX,PC	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450
21	22	F,A,TV,2LX,PC,M,FG	2463	2463	2463	2463	2463	2463	2463
22	23	F,A,TV,2LX,PC,ML	1850	1850	1850	1850	1850	1850	1850
23	24	F,A,TV,2LX,PC	350	350	350	350	350	350	350
Total [Wdia]			19312.5	19312.5	19812.5	19312.5	19312.5	19812.5	19812.5

Para além dos equipamentos mencionados, e dada a severidade do clima da região, considera-se significativa prioridade a climatização interior das estruturas para que se garanta a comodidade dos seus utilizadores. Cerca de 70% do consumo total das famílias europeias é para o aquecimento ambiente [63]. Para que se possa dimensionar sistemas adequados à manutenção das condições de conforto dentro destes espaços, estimam-se as necessidades de climatização para condições características dos meses do mês mais frio e mais quente do ano.

Para tal, define-se a necessidade de climatização como sendo a energia a disponibilizar, ou retirar, aos espaços, que resulta da soma das trocas energéticas por interacção das estruturas com o Sol, com ganhos energéticos internos, com trocas energéticas associadas à renovação de ar, e com demais trocas através da fronteira. Assim, escreve-se o seguinte balanço energético do interior de uma estrutura, expressões (5) e (6):

$$Q = Q_{solar} + Q_{internal} + Q_{air} + Q_{envelop} \quad (5)$$

$$E = E_{solar} + E_{internal} + E_{air} + E_{envelop} \quad (6)$$

Ganhos Solares:

Das várias contribuições para a variação da energia interna das estruturas a reabilitar, a incidência de radiação solar nas sobre as suas paredes considera-se principal. Dado o clima da região, e estando a propriedade está completamente despida de uma cobertura vegetal robusta, esta contribuição é muito significativa. Principalmente nos meses mais quentes do ano, onde espaços tradicionais como estes, desprovidos de um isolamento adequado, se tornam extremamente desagradáveis devido a um efeito de forno que; isto é, à acumulação da energia recebida do sol nas paredes e cobertura, que se traduz num aumento de temperatura interior.

Desta forma, considera-se essencial a pronta actuação para contrariar esta contribuição solar. Uma das soluções, como tem vindo a ser mencionado ao longo do documento, é a existência de uma cobertura vegetal constituída por copas que providenciem sombra e reflitam radiação. No entanto, como nenhuma das estruturas se encontra, ainda, sob copas, opta-se por uma alternativa mais breve: as paredes exteriores das estruturas serão totalmente revestidas por Hera (*Hedera helix* s.l.). Esta última, utilizada como ornamental, nomeadamente como planta de revestimento, crescendo sobre uma parede, funciona como isolamento, mantém-na seca. Os revestimentos a Hera não danificam estruturas. Caso se expanda para além das estruturas, não é prejudicial a outras árvores em que se suporte, pois não é uma planta parasita [45]. Para além das paredes exteriores, a estrutura interior estanque a instalar dentro das paredes originais existentes no local também se idealiza com um adequado isolamento térmico. Desta forma, no que respeita os ganhos solares, nesta primeira fase de dimensionamento, não serão considerados, por se idealizarem estruturas naturalmente isoladas por uma cobertura constituída por esta planta. Um estudo dedicado para efectivação desta cobertura deve ser realizado para que se possa tirar o máximo partido das propriedades desta planta.

Ganhos internos:

Para além dos ganhos energéticos associados à incidência de radiação solar, tem-se em consideração fontes internas de aumento da quantidade de energia do espaço fechado. Estes ganhos correspondem à proporção da energia usada pelos aparelhos ou pessoas que acaba dissipada como calor. Este efeito traduz-se numa poupança no aquecimento no inverno. No verão, envolve a necessidade de usar energia adicional para o arrefecimento do espaço, a fim de contrariar o aquecimento proveniente destas fontes de calor.

No estudo a realizar, é, então, necessário estimar qual a contribuição destes ganhos internos. Para todos essas classes de equipamentos, considera-se que, directa ou indirectamente, a quase totalidade de energia eléctrica se transforma em energia térmica [64] [65]. Desta forma, continuando com uma abordagem de natureza conservativa, considera-se esta taxa de conservação unitária para todos os equipamentos presentes, no verão. Para o inverno, pelos mesmos motivos de manter uma postura conservativa, não se considerará esta contribuição.

Renovação de ar:

Outra contribuição importante é a necessidade de renovação do ar das estruturas interiores mencionadas, para garantir manutenção de condições adequadas à respiração dos seus utilizadores. Consultando documentação dedicada [66], para fins residenciais, considera-se adequada uma taxa de renovação de ar (RR) de 5/h. Considera-se que a necessidade desta renovação está associada à utilização dos espaços. Estimam-se valores ponderados, diários, mediante a energia consumida pelos utilizadores em várias classes de actividade [67].

Considerando valores para a densidade do ar (ρ) de 1.225 [kg/m³] e para o calor específico do ar de 1.005 [kJ/kgK], e definindo como temperatura interior 23°C para o inverno, e 22°C para o verão, calcula-se a energia associada à renovação de ar pela expressão (7):

$$Q_{air} = RR * \rho * Volume_{room} * C_{p_{air}} * \Delta T \quad (7)$$

Trocas com o exterior:

Também têm de se simulam as transferências de energia com o exterior das estruturas, através de paredes e janelas. Arbitram-se coeficientes térmicos genéricos para paredes/tecto/chão e janelas, a tornar mais precisos em trabalhos futuros, específicos à efectivação destas reabilitações: $U_{wall} = 0.50$ [W/m²K]; $U_{window} = 1.00$ [W/m²K] [64] [68]. Para efeito de cálculo, e, novamente, adoptando uma abordagem conservativa que permita uma significativa liberdade no projecto efectivo da reabilitação das estruturas, considera-se que a área de janelas será metade da total. Simula-se a quantidade de energia destas trocas com a expressão (8):

$$Q_{envelop} = (U_{wall} * Area_{wall} + U_{window} * Area_{window}) * \Delta T \quad (8)$$

5.2.2.3.3 Produção fotovoltaica:

As necessidades energéticas identificadas são satisfeitas com recurso a tecnologia fotovoltaica [69]. As necessidades térmicas também são satisfeitas com o recurso a tecnologia fotovoltaica, e com o recurso adicional a uma salamandra de biomassa [70], para evitar sobredimensionamentos sazonais desnecessários e reduzir custos. As diferentes contribuições foram consideradas num processo de simulação em MATLAB. Foram analisados cenários para o mês com temperaturas mais baixas de 2018, Janeiro, e para o mês com temperaturas mais altas de 2018, Agosto.

A simulação permitiu estabelecer um sistema típico constituído por painéis fotovoltaicos – a instalar nas secções de telhado virada a Sul das estruturas – e por um banco de baterias, ao qual se junta um Inversor + MPPT + Charge Controller e cabos de ligação. Foram utilizados na simulação equipamentos típicos disponíveis no mercado [71], cujas características se apresentam no Anexo I. O código associado à simulação está disponível em Anexo H [69]. Destacam-se as equações (9) e (10) utilizadas para a estimação da potência produzida pelos painéis, explicadas e desenvolvidas em detalhe na bibliografia consultada, e aplicadas na simulação desenvolvida e adaptada dessa mesma referência bibliográfica [69]. Os resultados da simulação apresentam-se na Figura 5.20, para a Estrutura A, para um sistema de 32 painéis e 10 baterias.

$$T_{PV} = T + Irr * \left(\frac{T_{PV,NOCT} - T_{amb,NOCT}}{Irr_{NOCT}} \right) \quad (9)$$

$$P_{PV} = N_{painéis} * P_{máx} * \frac{Irr}{Irr_{NOCT}} * (1 + Coef_Temp_{P_{máx}} * (T_{PV} - T_{PV,NOCT})) \quad (10)$$

Legenda: temperatura do painel, T_{PV} ; temperatura ambiente registada, T ; irradiância registada, Irr ; Normal Operating Cell Temperature, NOCT; temperatura do painel NOCT, $T_{PV,NOCT}$; temperatura ambiente registada NOCT, $T_{amb,NOCT}$; irradiância NOCT, Irr_{NOCT} ; potência do painel, P_{PV} ; número de painéis, $N_{painéis}$; potência máxima dos painéis, $P_{máx}$; coeficiente de temperatura de potência máxima, $Coef_Temp_{P_{máx}}$.

5.2.3 Orçamentação:

Estimam-se custos associados à efectivação das considerações de projecto desenvolvidas no que respeita a reforestação, o sistema de transporte e armazenamento de água, e a reabilitação das estruturas. Pela pertinência académica da sua presença neste documento, será, ainda, apresentada uma breve análise de investimento para o sistema fotovoltaico dimensionado.

Volta-se a esclarecer que a pesquisa, o projecto, e o dimensionamento desenvolvidos nesta dissertação constituem um primeiro estudo do que é um projecto mais amplo a implementação na propriedade. Compreende-se este projecto é de complexa análise, uma vez que parte considerável dos pressupostos que o motivam são de difícil estimação financeira. Equipamentos, a sua manutenção, mão de obra, consumos elétricos e de água, o valor predial associado à propriedade, o valor passível de ser recebido por produções, e demais factores do domínio da materialidade, são exemplos aos quais, de uma forma ou de outra, se podem atribuir um valor financeiro, mesmo que passível de flutuações ou revisões. Já aos mencionados benefícios indirectos, ou aos prejuízos associados à sua ausência, a facilidade não é a mesma.

Esta primeira análise será um ponto de partida para que se realizem análises financeiras mais exaustivas, e se ponderem metodologias e alternativas mais eficientes de atingir os objectivos estabelecidos com o menos custo possível. Para uma análise sólida ao potencial de retorno do investimento feito na reflorestação e nos equipamentos de bombagem e armazenamento de água é necessária mais informação. Isto porque, como mencionado, a propriedade é vista como um espaço multifuncional, sendo que os investimentos estudados neste documento são basilares às restantes propostas para a sua rentabilização, aqui não esplandas. Logo, a correcta análise do investimento realizado na reflorestação e sistema de irrigação terá de ter em conta rendimentos provenientes dessas actividades, visto que estas assentaram em considerável parte na existência de um coberto vegetal florestal. Infelizmente, neste momento, ainda não estão reunidas condições para poder proceder a essa análise.

5.2.3.1 Reflorestação:

Estimam-se os custos associados às operações inerentes à reflorestação da propriedade. A análise deve ser vista como meramente orientadora, e o custo estimado como um valor guia não vinculativo.

Limpezas de mato com corta-matos de facas ou correntes, com tractor agrícola de lagartas estimam-se a 300 €/ha. Considera-se limpar as linhas funcionais em dois metros, para cada lado, desde a linha central de plantação de cada linha funcional. Se considerada também a limpeza de caminhos entre linhas funcionais, estima-se que isto corresponda a uma área de cerca de 12 ha, o que perfaz um custo de operação de 3600€ [14].

Abertura de covas com retroaranha, 800 covas, estimam-se a 750 €. Contabiliza-se plantar 4450 árvores, cada árvore com a sua cova. Isto perfaz um custo de operação de 4170€ [14].

Plantação de resinosas/folhosas em contentor, estimando-se 200unidades/jornada, e contabilizando-se 60€ jornada. Tubo de protecção para resinosas e folhosas plantadas, 0,35€/unidade. Adubação 0,20€/unidade. Isto corresponde a um total de para a operação de 3780€ [14].

No que respeita as árvores, considera-se preços disponibilizados ao cliente por um horto [72]:

- Sobreiro em vaso de 200cm³, 20/30cm, 1.75€/unidade;
- Carvalhos em vaso de 200cm³, 20/30cm, 1.25€/unidade;
- Pinheiro manso em vaso de 200cm³, 15/20cm, 1.75€/unidade;
- Castanheiro em vaso de 500cm³, 25/40cm, 2.25€/unidade;
- Azinheira em vaso de 200cm³, 10/20cm, 1.75€/unidade.

Contabilizando o número de árvores a instalar em cada uma das ARs, pode estimar-se um custo total atribuído à compra de árvores. Isto perfaz um total de 8110€, Tabela 5-11.

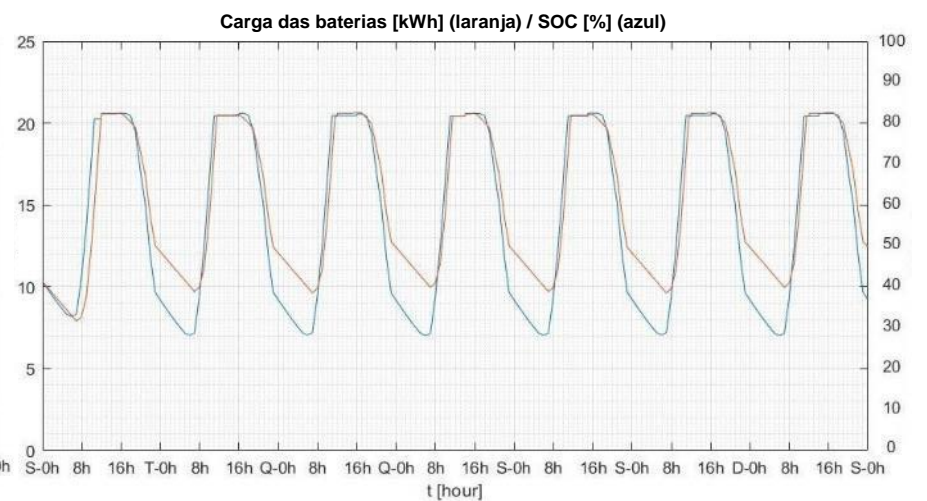
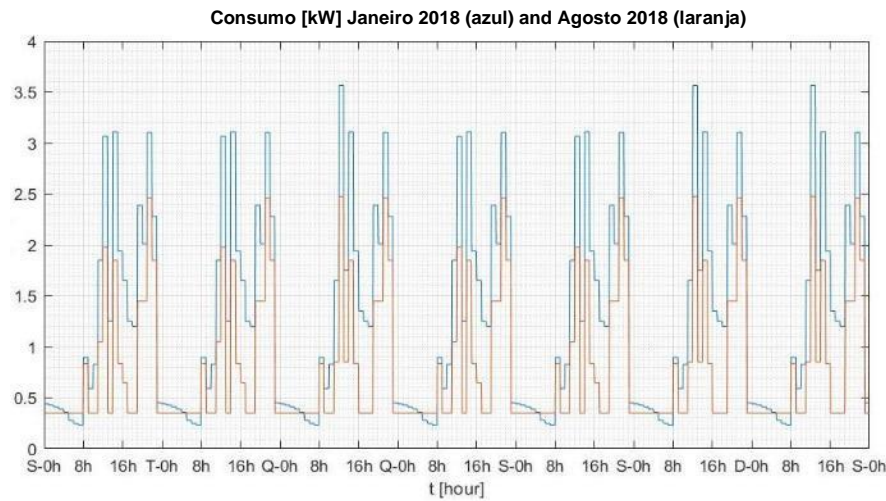
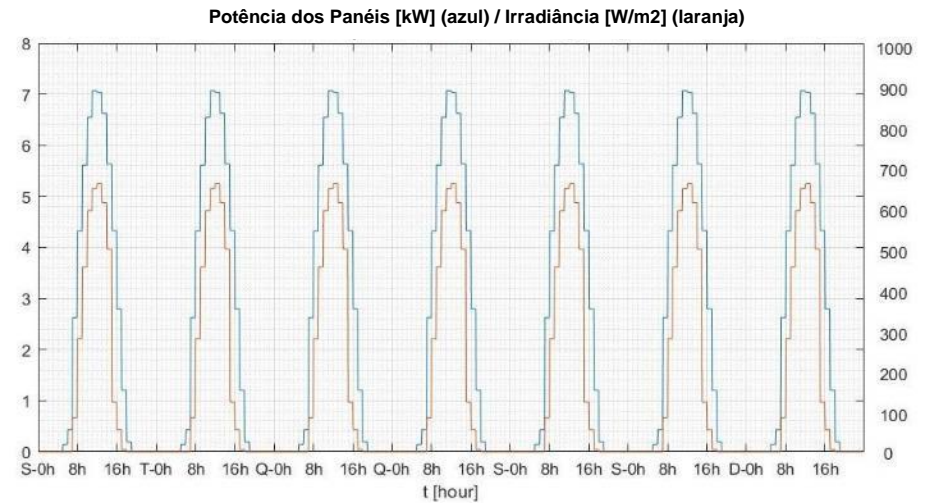
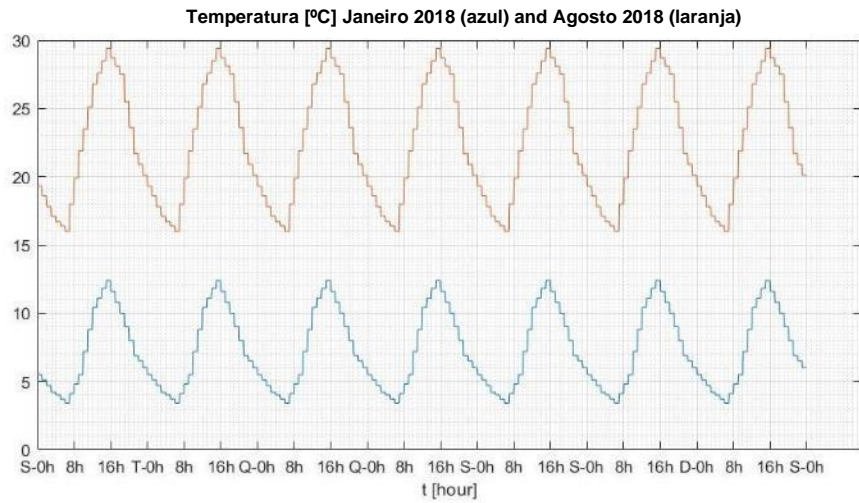


Figure 5.20 - Gráficos disponibilizados pela simulação, para a Temperatura (Agosto 2018, Janeiro 2018), a Irradiância, a Potência dos Painéis, a Potência da Carga (o consumo), a Carga das Baterias..

Table 5-11 - Contabilização das árvores de cada espécie a plantar em cada AR.

	Área Útil	Árvores	Carvalhos	Sobreiro	Castanheiro	Pinheiro	Azinheira
#ARs	[ha]	[u]	[u]	[u]	[u]	[u]	[u]
AR1.1	2.44	486	243	243	-	-	-
AR1.2	2.87	570	285	285	-	-	-
AR2.1	2.67	531	-	-	266	266	-
AR2.2	2.92	580	-	-	290	290	-
AR2.3	2.87	570	-	-	285	285	-
AR2.4	2.81	559	-	-	280	280	-
AR3.1	4.98	457	100	100	-	-	259
AR4.1	5.76	696	-	-	299	299	50
Custo €	-	-	785	1100	3200	2485	540

Os custos associados à instalação das árvores perfazem 19660€. Assumindo uma taxa de mortalidade de 30% [53], estimam-se custos adicionais de reposição de elementos na malha perfazem um total de 25000€.

5.2.3.2 Picagem, Armazenamento e Irrigação:

Contabilizam-se custos dos depósitos [73], dos equipamentos de bombagem [60], e das tubagens de irrigação responsáveis pela elevação da água [74]. Estima-se o preço de compra e instalação de cada depósito, segundo informação disponibilizada por fabricantes, em 15000€. Pela, prevê-se um custo gradual que totaliza os 90k€, Tabela 5-12. Considera-se, numa primeira análise, que se devm procurar alternativas de armazenamento menos dispendiosas. No entanto, reconhece-se que uma análise mais cuidada a todas as actividades para as quais os depósitos iram contribuir pode justificar o investimento.

Table 5-12 - Planificação da Instalação Gradual e Locação de Depósitos, e Custo.

ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AR1.1															
AR1.2															
AR2.1	1														
AR2.2					1										
AR2.3									1						
AR2.4															
AR3.1							1								
AR4.1	1										1				
AR5.1															
Custo [k€]	30				15		15		15		15				

No que respeita das soluções de bombagem, o fornecedor disponibilizou preços orientadores entre 8 k€ e 30 k€ para as bombas. Preços precisos são disponibilizados mediante apresentação de projecto. No entanto, de forma a ter disponível um valor orientador, arbitraram-se preços intermédios para os vários modelos, e que o conjunto dos restantes equipamentos totaliza 50% do valor alocado às bombas.

Table 5-13 - Planificação da Instalação de Motores-Bomba, e respectivo custo estimado.

#ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PSK2-40												1			
PSK2-100	1														
Custo [k€]	45											30			

Considera-se, ainda, um total de 1800 metros de tubagem, considerando a estimativa para o comprimento de tubagem utilizada no cálculo das perdas de carga na linha. Considera-se que tubagem do tipo se adquire a 2€/m, pelo que se estima um custo aproximado de 3600 €, aos quais se adicionam 40% em junções e demais acessórios, arbitrando um total de 5000 €.

5.2.3.3 Estruturas habitacionais:

No que respeita ao projecto habitacional, a orçamentação restringe-se ao sistema eléctrico integrado fotovoltaico dimensionado para abastecer a Estrutura A. Em simulação definiu-se um sistema típico [69] constituído por 32 painéis fotovoltaicos a instalar na secção de telhado virada a Sul da Estrutura A, e um banco de 10 baterias, ao qual se junta um Inversor+MPPT+Charge controller, e os respectivos cabos de ligação. As fichas dos equipamentos seleccionados no projecto encontram-se em Anexo I. Considerou-se ainda uma salamandra actual típica [70].

Considerando os custos de aquisição deste sistema, e estimando o que seriam os encargos associados a um consumo equivalente a partir da rede eléctrica nacional, elabora-se um pequeno estudo económico da solução apresentada. O investimento nos equipamentos do sistema estima-se como sendo de 6400€ nos 32 painéis fotovoltaicos, 3000€ nas 10 baterias, 2125€ no Inversor+MPPT+Charge controller, aproximadamente 500€ em cabos interiores ao sistema, 94€ em 6 protecções [69], e 1700€ na salamandra [70]. Isto que prefaz um total de: 13819€.

Através da curva de carga de consumo, estima-se um consumo de electricidade semanal de 176.4 kWh, media anual. Para tal, considerando-se a referência dos preços, para tarifa de venda a clientes finais em BTN (<=20,7 kVA e >2,3 kVA), de 10.44€/mês para a potência contractada de 6.9kVA, e de 0.1326€/kWh para a energia activa [75], obtêm-se um consumo estimado de: 1345€/ano.

É possível, então, calcular-se um tempo de retorno de investimento (*PBT*) dividindo o investimento inicial (C_0) pelo retorno associado (C_i), o que corresponde a um retorno de:

$$PBT = \frac{C_0}{C_i} = \frac{13819}{1345} \approx 10 \quad (11)$$

A partir do 10º ano contabiliza-se um saldo positivo equivalente de 1345€/ano, mas sublinha-se a necessidade de eventuais revisões ou substituições de equipamento, não contabilizadas.

No entanto, não há instalação eléctrica na propriedade, e que a Estrutura A fica a 400 metros do que se julga ser ou uma linha de telefone, ou uma linha da rede eléctrica. Tomando como referência um exemplo uma baixada de 150m para uma estufa, de custo 1300€ [76], arbitrando que a linha identificada é de electricidade, e que 60% do custo de uma nova baixada é proporcional à distância, obtêm-se um custo aproximado de: 2600€. A este valor, ter-se-ia de

adicionar os custos da estrutura a construir para instalar a baixada, não considerados no exemplo mencionado, arbitrados a 1000€, no que se crê ser uma abordagem conservativa no cálculo do *PBT* dada a natureza do percurso até à habitação. Isto corresponde a um retorno de:

$$PBT = \frac{c_0}{c_i} = \frac{13819-3600}{1345} \approx 7,6 \quad (12)$$

Se, de um ponto de vista académico, for cálculo um retorno de investimento considerando um *discount rate* associado de 5%:

$$PBT = \ln \left[\left(1 - \frac{c_0}{c_1} \right)^{-1} \right] / \ln(1 + r) \approx 10 \quad (13)$$

6 Conclusões

Através desta dissertação, a proposta traduz-se numa primeira contribuição, em forma de estudo, para a instalação de um complexo agroflorestal, que permita aos seus utilizadores uma maior independência das redes de abastecimento gerais de eletricidade e água, e se criam condições para, no futuro, se estabelecerem meios para uma autonomia alimentar base.

A caracterização da realidade agroflorestal nacional identifica um país de solos e ecossistemas debilitados, sujeito a estratégias que não beneficiam a comunidade, e pouco preparado para enfrentar as mudanças cíclicas do clima. Urge promover reformas profundas na estratégia agroflorestal nacional, para que as práticas de ocupação do solo acompanhem a sua aptidão, para o restabelecimento de uma cobertura vegetal autóctone robusta, e para a promoção dos direitos das populações, que tanto beneficiam de interações com ecossistemas naturais saudáveis.

No projecto do complexo agroflorestal, depois de caracterizar a propriedade que se pretende intervencionar, defende-se a aplicação das estratégias propostas a nível nacional, através de práticas de gestão sinérgica, e de um funcionamento operacional sustentável e integrado na sua envolvente natural, que venha acelerar a reestruturação e fortalecimento dos ecossistemas existentes.

Foi definido um plano para a reflorestação da área a intervencionar, com a criação de uma malha de espécies florestais, que venha permitir condições para o subsequente estabelecimento de demais representantes dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo. Isto procura, gradualmente, a requalificação do solo e dos ecossistemas locais.

As dificuldades de estabelecimento de árvores no solo debilitado da propriedade, quando sujeitas à severidade do clima local, e sem a proteção de uma cobertura vegetal adequada, foram colmatadas pelo dimensionamento um sistema de abastecimento de água para satisfazer as necessidades de irrigação do plantio. A água, recolhida do rio Tua, circula pela propriedade através de bombas de motriz fotovoltaica, e é armazenada em depósitos para uma autonomia adicional.

Através do dimensionamento de um sistema fotovoltaico, desligado da rede de eléctrica exterior, foi possível estabelecer um primeiro projecto do que será o necessário para garantir as condições de independência energética dos moradores da propriedade, bem como a manutenção de condições de conforto térmico no interior de estruturas habitacionais – este último com o apoiado por biomassa.

Considera-se que as considerações, o dimensionamento, e a estimação dos custos associados ao investimento, constituem um primeiro contributo válido e útil neste contexto de estudo para o estabelecimento do complexo agroflorestal em projecto.

Através desta proposta, e de propostas de essência semelhante, é possível um maior envolvimento da população nas práticas de gestão e promoção agroflorestais, que tanto nos pode beneficiar enquanto indivíduos, e comunidade planetária; uma amenização da polaridade demográfica nacional, que tantos reflexos negativos acaba por ter nos ecossistemas; uma redução da dependência do exterior, no que respeita a bens essenciais, o que é sempre uma estratégia prudente, principalmente se a produção é doméstica e distribuída; assim como a promoção de produção e consumo locais, com a integração dos consumidores nas cadeias de produção, o que se traduz numa maior consciencialização face ao que realmente consumimos.

Acredita-se que, através desta proposta, será possível construir uma alternativa habitacional que venha permitir, tanto a redução da dependência energética do sector habitacional, como a promoção de hábitos de vida mais saudáveis e sustentáveis. Ainda, que se criam condições para a maior independência dos indivíduos face aos sistemas de consumo estabelecidos, que – se originalmente nos disponibilizaram uma qualidade de vida adicional – acabam por nos tornam cada vez mais dependentes, e vulneráveis, de interesses que em muito se afastam dos princípios éticos universais que nos elevam enquanto espécie.

6.1 Trabalhos Futuros

O presente documento vem possibilitar um primeiro contributo de estudo e projecto organizados no contexto de um projecto geral a ser implementado na propriedade seleccionada. O trabalho aqui desenvolvido constitui, apenas, um passo para a efectivação do complexo mencionado, que é, por si só, um projecto geral de maiores dimensões. Neste sentido, para além das considerações gerais aqui tecidas, e das considerações de projecto que se quantificaram, de um ponto de vista de engenharia, sobre os tópicos considerados de interesse no contexto desta dissertação, são necessários contributos adicionais até que se atinja o objectivo final estabelecido. E mesmo esse último, devido à sua natureza versátil e complexa, é um projecto em constante desenvolvimento.

Serão necessários trabalhos subseqüentes para dar continuidade ao estudo de adequação dos trabalhos de preparação do terreno para a reflorestação, mediante a efectivação da escolha das árvores a plantar, na malha principal e nas submalhas. Estas, por sua vez, está dependente das análises locais ao solo que serão realizadas, e de pareceres profissionais adicionais em áreas como a agronomia, a gestão florestal e a botânica.

Serão ainda necessários orçamentos pormenorizados alternativos para a instalação do sistema de bombagem idealizado, e para alternativas ao sistema de depósitos dimensionado. Para ambos crê-se que existem alternativas menos dispendiosas. Possivelmente, um estudo para uma contabilização mais precisa das perdas de carga será de interesse. Ainda, é necessário o dimensionamento do sistema de irrigação, que se idealiza totalmente por gravitação e estático, e controlado nas saídas dos respectivos depósitos. São necessárias análises às várias fontes de

água disponíveis na propriedade, para que sejam alocadas aos vários usos necessários, e sejam escolhidos sistemas de filtragem e tratamento adequados.

Será, também, necessário um estudo dedicado para a reabilitação das estruturas existentes na propriedade, para entender se esta é viável e preferível à instalação isolada de estruturas habitacionais não fixas. Para qualquer uma destas duas opções, é necessário desenvolver um estudo dedicado sobre alternativas para tratamento local, sustentável e natural de resíduos de descarga doméstica. No que respeita o seu modelo térmico, são necessárias simulações mais precisas mediante as características dos materiais reais escolhidos para o isolamento do invólucro habitacional. Um projecto efectivo dos espaços também é um factor de extrema influência no que respeita resultados numéricos finais, para uma correcta selecção do sistema eléctrico integrado de tecnologia solar fotovoltaica capaz de satisfazer as necessidades padrão dos utilizadores, permitindo utilizações extraordinárias não previstas, e tirando partido de armazenamentos excedentes para outros fins úteis no contexto do complexo.

Ainda, são possibilidades a instalação de estruturas de exploração apícola, uma zona para valorização da área fluvial para fins de lazer balnear, a instalação de estruturas para a utilização de animais para a manutenção da limpeza da propriedade, e a instalação de zonas de produção de bens alimentares que permitam a maior independência alimentar do complexo.

Neste contexto, e mediante o trabalho já realizado, se o objectivo do próximo passo for aprofundar a análise feita mediante consulta da documentação estatal nacional dedicada a explorações florestais sustentáveis, destacam-se os seguintes documentos: Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS), Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), Estratégia Nacional para a Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB), Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (PNDFCI), Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 (PRODER). A sua consulta poderá permitir uma melhor adaptação, ou pelo menos uma posição mais informada, sobre a posição oficial do Estado, e sobre eventuais oportunidades de integração do investimento previsto em fundos de apoio ao investimento.

Assim, esta dissertação constitui o início de um projecto em pleno desenvolvimento que, aqui, apenas teve um primeiro contributo estruturado, e uma formalização, do que se poderá fazer, e como o fazer. Espera-se que os trabalhos continuem e que, se a viabilidade do investimento se verificar, o projecto se desenvolva até à sua instalação e pleno funcionamento, com as adaptações e reestruturações que se entendam úteis e necessárias até então.

Bibliografia

- [1] United Nations General Assembly, "Report of the World Commission on Environment and Development: Document A/RES/42/187," *96th Plenary Meet.*, pp. 1–374, 1987.
- [2] D. Chakrabarty, "Chakrabarty - Climate of History," vol. 35, pp. 3–5, 2009.
- [3] C. A. J. Vlek and L. Steg, "Human behavior and environmental sustainability: Problems, driving forces, and research topics," *J. Soc. Issues*, vol. 63, no. 1, pp. 1–19, 2007.
- [4] D. Gifford, "How Much Land Is Needed To Be Self Sufficient." [Online]. Available: <https://www.smallfootprintfamily.com/how-much-land-is-needed-to-be-self-sufficient>.
- [5] J. A. dos S. Varela, "Portugal: Percursos De Interculturalidade, Volume I - Raízes e Estruturas, IV. Estruturas da propriedade e culturas regionais," 2008.
- [6] I. dos V. do D. e P.- IVDP, "Limite Da Região Demarcada Do Douro," 2017.
- [7] T. d'Aquino F. R. de Figueiredo, "Uma Panorâmica Sobre Os Recursos Pedológicos Do Nordeste Transmontano," vol. 000, pp. 15–17, 2001.
- [8] G. de Carvalho, "De Rerum Natura," 2015. [Online]. Available: <http://dererummundi.blogspot.com/2015/08/e-preciso-elevar-cultura-geologica-dos.html>.
- [9] T. d'Aquino F. R. de Figueiredo, "Pedregosidade dos Solos em Trás-os-Montes: importância relativa e distribuição espacial," 2012.
- [10] R. N. Czesław Adam Siekierski, Duarte Freitas, Christa Klauf, "Parlamento Europeu, Debate de 14 de Novembro de 2007 – Estrasburgo," 2007.
- [11] P. N. do V. do Tua, "Vale do Tua, Flora e agrossistemas."
- [12] C. Branquinho, A. Nunes, M. Köbel, A. Príncipe, and P. Pinho, "Melhorar o sucesso das reflorestações em zonas semiáridas: adaptação ao cenário de alterações climáticas," pp. 46–56, 2017.
- [13] C. Florestas, "Benefícios da Floresta."
- [14] C. de A. das O. Florestais, "Matriz de (Re)Arborizacao 2015/2016." 2015.
- [15] M. A. V. Madeira, "Capacidade De Uso Dos Solos E A Sua Utilização Em Portugal." 2015.
- [16] M. A. R., "Fertilidade E Uso Actual Da Terra No Nordeste Transmontano," 2001.
- [17] Pedro Amaro, "A Protecção Integrada," 2003.
- [18] I. da C. da N. e das Florestas, "ESTRATÉGIA NACIONAL PARA AS FLORESTAS," 2006.
- [19] A. para uma G. F. R. – F. Portugal, "Norma Fsc De Gestão Florestal Para Portugal," 2012.
- [20] GGFBioFlorestal, "Resumo Público Grupo De Gestão Florestal Bioflorestal," 2017.
- [21] Certifica+, "Manual Do Sistema De Gestão Florestal," 2015.
- [22] Altriflorestal, "Resumo Público Plano De Gestão Florestal, Principais aspetos da gestão florestal da Altri Florestal," 2018.
- [23] T. N. Company, "Política Florestal," 2017.
- [24] Unimadeiras, "Resumo Público do Plano de Gestão Florestal Comissão Europeia," 2016.

- [25] C. Europeia, *Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos*. 2012.
- [26] O. P. Maria Luiza Franceschi Nicodemo, “Por que manter árvores na área urbana?,” 2009.
- [27] I. da C. da N. e das F. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, “6.º INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL, Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental 1995,” 2013.
- [28] J. Pinho, “Evolução histórica dos organismos no âmbito da administração pública florestal (1824-2012),” 2018.
- [29] A. F. N. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, “Estratégia Para A Gestão Das Matas Nacionais Relatório (Versão preliminar),” 2012.
- [30] Carolina R. Rodrigues, “Portugal é o país europeu com mais área ardida. Monchique é o maior incêndio da Europa,” *Sábado*, 2018.
- [31] P. do C. de Ministros, “Diário da República, 1.a série — N.º 179 — 15 de Setembro de 2006 PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2006,” 2006.
- [32] P. do C. de Ministros, “Diário da República n.º 24/2015, 1º Suplemento, Série I de 2015-02-04, Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015,” 2015.
- [33] Ana Rita Jacinto; Pedro Nogueira Ramos, “Movimentos migratórios regionais do interior português: quem saiu e quem entrou?,” *Rev. Port. Estud. Reg. Nº 24*, 2010.
- [34] A. N.-A. P. do Ambiente, “Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro,” 2013.
- [35] R. T. Joao Moreno, Francisco Fatela, Filipa Moreno, Eduardo Leorri, Rui Taborda, “Grape harvest dates as indicator of spring-summer mean maxima temperature variations in the Minho region (NW Portugal) since the 19th century.,” 2016.
- [36] S. W. Tim Curran, George Perry, “Low flammability plants could help our homes survive bushfires,” 2016.
- [37] I. da C. da N. e das Florestas, “Turismo de Natureza,” 2019.
- [38] P. Machado, “O luxo do século XXI vai ser o interior de Portugal,” *Expresso*, 2018.
- [39] J. P. C. Pinto, “Os ‘neo-rurais’ na região do ‘Douro Verde’: impacte social, económico e cultural,” 2015.
- [40] P. N. R. Bento, “Estudo de viabilidade para implementação de energias renováveis num complexo turístico rural - Lugar dos Devas – Galiza,” 2017.
- [41] I. da C. da N. e das Florestas, “Mapa da Rede Nacional de Áreas Protegidas,” 2019.
- [42] S. I. de 2013-09-24 Diário da República n.º 184/2013, 1º Suplemento, “Regulamento do Parque Natural Regional do Vale do Tua, aprovado pelo Regulamento n.º 364.º-A/2013, D.R. II Série, N.º 184, 24-09-2013, pp. 29396-(2)-29396-(4),” 2013.
- [43] Luciano Lourenço; Fernando Rebelo; Adriano Nave; Nuno Pereira; Mafalda Silva; Ana Carvalho; José Fialho, “Paisagens de Socalcos e Riscos Naturais em vales do rio Alva. Colectâneas Cindínicas VI,” 2006.
- [44] “Futuro, O Projecto Das 100.000 Árvores.” [Online]. Available: <http://www.100milarvores.pt/>.
- [45] “Florestar.” [Online]. Available: <https://www.florestar.net>.
- [46] Hunters, “The Handbook Of Technical Irrigation Information, A Complete Reference

- Source For The Professional, Residential & Commercial Irrigation, Built On Innovation,” 20015.
- [47] I. Australia, “Irrigation System Design Guidelines,” 2017.
- [48] I. da C. da N. e das Florestas, “Espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal continental.” 2019.
- [49] N. Geographic, “Tree leaves keep the same temperature from tundra to tropics,” 2008.
- [50] M. I. Ribeiro, A. Fernandes, and P. Cabo, “Usos e conhecimento das propriedades nutricionais da castanha : a perspetiva do consumidor,” 2018.
- [51] A. Matos, “Comercialização de Castanha Resumo,” 2006.
- [52] E. Freire, “Conheça o produtor que trata os sobreiros como oliveiras,” *Vida Rural*, 2018.
- [53] F. Fonseca, T. De Figueiredo, and A. Martins, “Crescimento e sobrevivência de espécies florestais instaladas na região Mediterrânica : efeito da intensidade de preparação do terreno,” 2012.
- [54] A. C. la Faim, “Design, sizing, construction and maintenance of gravity-fed system in rural areas - Module 2 : Principles and sizing of a gravity fed system,” 2008.
- [55] I. P. . Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I. P. (IPMA, “Monitorização da Seca - Índice PDSI - Evolução,” 2019.
- [56] M. N. Katarzyna Kaźmierczak, Witold Pazdrowski, Agnieszka Jędraszak, M Szymanski, “Crown Width Of A Tree And Its Relationships With Age, Height And Diameter At Breast Height Based On Common Oak (*Quercus Robur L.*), pp. 223–226,” 2012.
- [57] P. Moiseev, “Effect of Climatic Changes on Radial Increment and Age Structure Formation in High-Mountain Larch Forests of the Kuznetsk Ala Tau,” 2002.
- [58] E. ToolBox, “Maximum Flow Velocities in Water Systems,” 2003.
- [59] P. C. Baltimore Aircoil Company, “Maximum Fluid Velocity.”
- [60] Lorentz, “PSk2, The complete solar water pumping solution with SmartSolution hybrid power support.” [Online]. Available: <https://www.lorentz.de/products-and-technology/products/ps2-solar-pumping-systems>.
- [61] M. Pumps, “Solar Powered Water Pumping Systems,” 2014.
- [62] M. Pumps, “Sun-Ray SRX, Solar-powered, surface and floating water pumping systems,” 2014. [Online]. Available: http://www.monopumps.com.au/en-NZ/webfm_send/1164.
- [63] L. a. T. M. De Rosa, V. Bianco, F. Scarpa, “Heating and cooling building energy demand evaluation; a simplified model and a modified degree days approach, *Appl. Energy*, vol. 128, pp. 217–229,” in *Appl. Energy*, vol. 128, pp. 217–229, 2014.
- [64] U. O. Cambridge, “Cambridge Building Energy & Environment Portal.” [Online]. Available: www.cambeep.eng.cam.ac.uk/References.
- [65] Ministry of the Environment of Finland, “The National Building Code of Finland,” 2017.
- [66] M. Clima, “Tabela de Renovações de Ar,” 2015.
- [67] C.E.Molina, “Heat Gains, Heating And Cooling In Nordic Housing,” 2015.
- [68] C. Romero, “Passive House Object Documentation,” 2015.
- [69] P. Mendanha, M. Gameiro, L. Mina, B. Durão, and M. Pagaimo, “Sistemas Elétricos

Integrados de Tecnologia Solar Fotovoltaica Laboratórios 6,” 2017.

- [70] H. Air, “The 6 Best Pellet Stoves – (Reviews & Installation Guide 2019),” 2019. .
- [71] D. Logic, “List of the Power Consumption of Typical Household Appliances,” 2017.
- [72] P. PLANFOR, “Planfor Viveiros e Centro de Jardinagem.” .
- [73] H. Tanks, “Water Tank Prices in 2019,” 2019. .
- [74] G. trade starts here Alibaba, “Search: 8 Inch Water Irrigation Hose Pipe.” [Online]. Available:
https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=8+Inch+Water+Irrigation+Hose+Pipe+.
- [75] E. R. dos S. Energéticos, “TARIFAS SOCIAIS DE ACESSO ÀS REDES EM 2019,” 2019.
- [76] AACC, “Fórum da Casa – É possível pedir contadores luz e água para um terreno sem habitação? [Comentário #7],” 2017. [Online]. Available:
https://www.researchgate.net/post/What_are_the_best_methods_to_introduce_concepts_of_sustainability_to_all.
- [77] I. C. on Stratigraphy, “Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years,” 2008.
- [78] P. N. do V. do Tua, “Parque Natural do Vale do Tua, MAPA,” 2015.
- [79] I. da C. da N. e das Florestas, “Cartografia de Apoio ao PDR 2020,” 2019.

Anexos

Anexo A

Espécies consideradas para a primeira malha:

- *Acer monspessulanum* – *zêlha, bordo-de-montpellier, enguelgue*

Habitat e ecologia: pequena árvore com porte de 3 a 10 m, copa irregular ou abobada e densamente ramificada desde a base, folhosa caduca, rústica de plena luz, prefere solos e climas quentes e secos, nas zonas colinosas, montes e montanhas baixas. Excelente resistência à seca. Prefere substratos calcários, pobres, cascalhosos, pedregosos, com fendas de rocha, pois possui enraizamento profundo ainda que se encontre noutros tipos de solos, como os xistosos. Sobrevive até cerca de 800-1000 m de altitude; possui grande resistência ao frio: -23° C Em Portugal encontra-se com maior frequência no centro e norte interiores. É de crescimento lento e alcança uma grande longevidade.

Usos: espontânea ou cultivada como árvore ornamental. A partir de finais de Outubro-Novembro as folhas exibem uma interessante coloração, ficam amarelas, laranja ou vermelhas, antes de caírem no fim do Outono. Também devido às suas raízes profundas torna-se uma árvore útil no combate à erosão dos solos. Quanto aos insectos, estes e particularmente as abelhas, encontram nas flores melíferas da zêlha um abundante e excelente néctar.

- *Alnus glutinosa* – *amieiro, amieiro-comum, amieiro-vulgar, alno*

Habitat e ecologia: Árvore com tronco erecto de porte mediano que pode atingir 30 m de altura. Crescimento rápido, mas fraca longevidade, raramente ultrapassa os 120 anos, resistente ao frio. Caduca, se isolada tem forma cónica com o cimo agudo enquanto jovem, com a idade, a copa pouco densa, passa a ser arredondada e irregular.

Usos: o amieiro é uma espécie que pode também ser ornamental, embora frequente nas margens dos cursos de água, e nos terrenos húmidos ou pantanosos, deveria ser usado na arborização de terrenos encharcados e na constituição de sebes, em particular ao longo das linhas de água em substituição das canas e caniços que invadem e fragilizam as margens dos cursos de água em Portugal. As suas raízes impedem a erosão das margens dos cursos de água, comportam-se como barreiras naturais, evitando a construção de muros. Abrigam uma fauna inúmera e necessária ao equilíbrio ecológico destes meios, boa fonte de alimento para muitas espécies de borboletas e também para pequenos pássaros, durante o inverno. Existem pelo menos 90 espécies de insectos associadas. Devido à relação da planta com certos organismos do solo, é capaz de fixar azoto atmosférico, sendo benéfico para a agricultura.

- ***Arbutus unedo* – medronheiro, ervedeiro, érvodo, ervado, ervedo, êrvedo**

Habitat e ecologia: Arbusto ou pequena árvore de folha persistente; com um porte que vai dos 5 aos 10 m de altura. Vive para além de 200 anos. Possui copa oval e espessa. Árvore de plena luz que tolera o assombramento; suporta climas com períodos estivais secos e pluviosidade baixa, bem como altitudes até 600 m.

Usos: uso ornamental, devido às flores e frutos muito vistosos que sobressaem das folhas verde-escuro. Os frutos, primeiro verdes passando por amarelos e tornando-se depois escarlates a vermelhos-escuro durante o amadurecimento, comestíveis, servem a produzir a perfumada aguardente de medronho.

- ***Betula pubescens* – bétula, vidoeiro, bidoeiro**

Habitat e ecologia: Turfeiras, margens de cursos de água e locais húmidos. É uma árvore de folha caduca. Alcança os 10 a 15 metros de altura, tem um tronco recto, não muito largo. São espécies de vida curta. Amante da luz, a bétula sucumbe sob a canópia dos carvalhos. Têm uma rápida dispersão e um crescimento vigoroso. Conseguem facilmente estabelecer populações: toleram o frio, a água, os solos pobres e ácidos, os terrenos ardidos.

Usos: Depois de instaladas, têm a capacidade de alterar as condições do solo com alguma rapidez. As suas raízes drenam nutrientes, em especial cálcio e sais potássicos, contribuindo para o equilíbrio do solo. Além disso, excretam auxinas (hormonas de crescimento) que favorecem a vida dos microorganismos e estimulam o desenvolvimento das plantas. São por isso espécies pioneiras para futuros carvalhais (a bétula equilibra o solo e garante a sombra necessária para o desenvolvimento dos carvalhos). A madeira é usada para fazer solos, pratos, caçarolas, obras de marcenaria e recipientes para queijo e leite, pois não greta. A flexibilidade dos seus ramos permite usá-los em cestaria, ataduras, vassouras. As folhas jovens e frescas da bétula são muito diuréticas e podem ser usadas em saladas.

- ***Buxus sempervirens* – buxo, buxinho, olho-de-gato, árvore-da-caixa**

Habitat e ecologia: arbusto, raramente pequena árvore, de folha perene, de 2 a 8 m de altura, com um porte muito ramificado, grande rusticidade, adapta-se a todos os tipos de solos, desde que não sejam muito húmidos, embora os prefira calcários. Espécie de meia luz, suporta o coberto como a plena luz. Atinge a maturidade entre 10 e 15 anos, tem crescimento lento. Ocorre em matos, bosques e margens de rios. Vai até 1600 m de altitude, vivendo 500 anos e mais.

Usos: a principal utilização é como planta ornamental em jardins, onde é utilizada para topiária (arte de adornar os jardins), em sebes e molduras com baixa necessidade de corte, dado que cresce de forma muito lenta. Suporta muito bem as podas. Todas as partes da planta são venenosas, especialmente as folhas e a casca do tronco.

- ***Castanea sativa* – castanheiro, reboleiro, castanheiro-comum, castinceiro**

Habitat e ecologia: soutos e castiçais onde também prosperam os carvalhos-negral e alvarinho. Caduca, podendo atingir 35 m de altura, copa ampla, frondosa. Espécie de alguma sombra, sobretudo em jovem. Deseja precipitações médias anuais superiores a 600mm, e temperaturas entre os 0 e 26°C. Tolerante a alguma secura e aprecia Verões quentes. Prefere solos ligeiramente ácidos de xisto ou granito e ricos em húmus, profundos, permeáveis e frescos. Não suporta excesso de humidade. Possui enraizamento pivotante e profundo.

Usos: As flores são muito atrativas para as abelhas. As castanhas são uma boa fonte de alimento para humanos, aves, roedores, esquilos, javalis, veados, etc. As folhas servem de alimento para várias espécies de borboletas.

- ***Celtis australis* – lódão-bastardo, agreira, lódão, lodoeiro, ginjinha-do-rei, nicreiro**

Habitat e ecologia: caduca de porte mediano que pode atingir 30 m de altura. Média de 200 anos, podendo chegar aos 800. Copa arredondada, ampla. Espécie meridional de plena luz que aprecia o calor, suporta períodos estivais secos, pluviosidade baixa. Pouco exigente quanto ao solo, aceita-os pobres em húmus. Encontra condições ótimas sobre solos ricos e húmidos, como as margens de rios e prados húmidos. Cresce até 900 m de altitude.

Usos: Oferece uma excelente protecção dos solos, especialmente aqueles com fortes declives devido ao seu denso sistema de raízes. Árvore utilizada para fixar ladeiras e margens. O fruto é adocicado, comestível, embora possua muito pouca polpa.

- ***Corylus avellana* – aveleira, avelaneira, avelãzeira**

Habitat e ecologia: arbusto elevado de meia luz, caduco, de 4-8 m de altura, copa pouco densa e irregular. As aveleiras são geralmente cultivadas no sub-bosque de carvalhais das zonas mais húmidas e sombrias, margens de cursos de água, planícies e montanhas, grande resistência ao frio. Enraizamento superficial, sensível à seca, adapta-se bem a diversos tipos de solos, desde que sejam frescos e ricos em nutrientes, necessita humidade atmosférica.

Usos: a avelaneira é cultivada pela semente comestível. A avelã contém um óleo que é usado em tintas e cosméticos. Também é utilizada como ornamental.

- ***Fagus sylvatica* – faia**

Habitat e ecologia: ladeiras e fundos de vales frescos e húmidos. Condições ótimas entre os 400 e os 1900m. Espécie de sombra, caduca, necessitando especialmente desta até aos 10 anos. Precisa de mais de 600mm de precipitação média anual e as temperaturas desejáveis estão entre os 2 e 18°C. Resiste bem aos frios do inverno, embora se recupere mal de geadas tardias. De crescimento lento até aos 10 anos, com 100 anos pode atingir 30m.

Usos: Forma um solo rico em húmus, protegendo-o de correntezas, fertilizando-o e infiltrando a água nas camadas mais profundas. Onde ocorre é, geralmente a espécie dominante. É uma fonte importante de alimento para inúmeras larvas de insetos, tendo 64 espécies a ela associados. Nos países nórdicos extrai-se dos frutos um azeite para lampiões. As folhas jovens são de bom uso numa salada, enquanto que as sementes podem ser ingeridas cruas ou cozinhadas, embora em pequenas quantidades.

- ***Fraxinus angustifolia* – freixo-comum, freixo-de-folhas-estreitas, freixo-da-terra**

Habitat e ecologia: árvore caduca, tem porte mediano com copa colunar larga, normalmente cerca de 15-20 m. Árvore de luz que faz parte do bosque ripícola ou planícies aluviais. Muito resistente ao frio. Indiferente ao pH do solo, desde que sejam húmidos e normais em húmus.

Usos: a sua folhagem constitui um ótimo alimento para o gado, de importância acrescida após a morte da maior parte dos ulmeiros (*Ulmus minor*) portugueses, com a chegada da grafiose ou doença holandesa do ulmeiro.

- ***Juglans regia* – noqueira, -comum, -europeia, -caucasiana, -de-iguape, -do-litoral**

Habitat e ecologia: caduca, pode atingir os 30 m de altura, de copa arredondada com 10-15 m de diâmetro. Prefere locais abrigados, com solos húmidos e profundos, solos calcários ou siliciosos. Em Portugal, onde é cultivada em hortas e orlas de terrenos cultivados, é mais vulgar no interior Norte e Centro. Dá-se bem até aos 800m, podendo chegar aos 1500m. Espécie de média luz. Necessita humidade mas sem encharcar. Suporta grandes variações de temperatura (até -20°C), mas é sensível às geadas tardias. A árvore produz químicos que, arrastados para o solo pela chuva, inibem o crescimento de outras plantas debaixo da sua copa, nomeadamente macieiras, membros da família Ericaceae, batatas, tomates.

Usos: Nos últimos anos é incentivado o cultivo desta árvore na reflorestação de diversas zonas para obtenção de maiores áreas florestais. Muito cultivada pela semente comestível e pelo óleo de extraído da noz. Pode ser feito chá a partir das folhas. Importante melífera.

- ***Juniperus oxycedrus* – zimbro, -galego, -de-Espanha, -da-mesêta, xicedro, oxicedro**

Habitat e ecologia: matagais extremos ou bosques mistos de Querci, em áreas quentes, secas e continentais. Ocorre dos 0 aos 1000m, indiferente ao pH, preferindo solo solto e ligeiro, nunca encharcado. Folha perene, porte comum até 8 metros. Prospera em qualquer exposição solar embora prefira as solarengas. Precipitações anuais entre os 300 e os 1200mm. Muito resistente ao frio e à seca. Espécie de crescimento lento.

Usos: Uma das mais ornamentais coníferas portuguesas, adaptada a ocupar afloramentos rochosos. As suas folhas e “bagas” têm larga aplicação cosmética e medicinal. As frutificações são consumidas por cabras e ovelhas; por destilação extrai-se do lenho o óleo de cade que é usado para fins medicinais. Com as suas “bagas” produz-se condimentos.

- ***Laurus nobilis* – loureiro, loiro, louro**

Habitat e ecologia: o loureiro é uma pequena árvore de folha perene, de 5 a 10 m de altura, podendo atingir 20 m, com uma copa ovada, densa e algo irregular. Sebes e bosques sublitorais, sob clima ameno, sem geadas prolongadas. Ocorre até aos 900m. É indiferente ao pH, necessitando de solos húmidos, soltos e férteis. Espécie de semi-sombra. Necessita de precipitações ou rega nos meses de verão. Resiste moderadamente ao frio, mas mais dificilmente a ventos fortes frios. É uma árvore altamente resistente a pragas e doenças.

Usos: uso culinário e medicinal. As folhas podem ser utilizadas verdes ou secas, contudo não deve passar mais de um ano depois de colhidas. Uso ornamental, suportando bem o corte. Ajuda a proteger as plantas circundantes de insetos.

- ***Olea europaea sylvestris* – zambujeiro, zambujo, azambuja(o), azambujeira(o), oliveira-brava**

Habitat e ecologia: arbusto de folha persistente que pode alcançar o porte de árvore – cerca de 10m de altura. Os mais velhos têm tronco tortuoso, não tão rugoso como o das oliveiras, e os ramos inferiores são espinhosos. As folhas são idênticas às da oliveira mas têm tamanho inferior. Destaca-se pela sua rusticidade e resistência, e por possuir uma grande longevidade. É uma planta que resiste muito bem ao calor e à secura, porém, muito sensível às geadas.

Usos: usado como porte de enxerto para o cultivo de outras variedades de *Olea*. É uma espécie muito rústica e resistente. Costuma-se usar para repovoamentos florestais. Bom ornamental devido à pouca necessidade de manutenção e à sua grande resistência. As suas folhas têm algumas propriedades medicinais por possuírem oleuropeína.

- ***Pinus pinea* – pinheiro-manso**

Habitat e ecologia: perene, de porte mediano até 25 m de altura. Crescimento lento (5 m aos 20 anos), longevidade cerca de 250 anos. Possui copa densa, ampla. Necessita de precipitações anuais médias superiores a 250mm, normalmente entre os 400 e os 800mm. Temperaturas suportáveis entre os -10 e os 40°C. De luz ou meia-luz, clima algo quente, não suportando geadas fortes e contínuas. Aceita vários tipos de solo, embora os prefira siliciosos, arenosos leves. Exige calor e humidade atmosférica; resiste bem à seca. Encontra-se naturalmente misturado com o pinheiro bravo, azinheira, sobreiro e outros carvalhos.

Usos: excelente pioneira em solos pobres em humus. Interesse como essência florestal, onde dos extensos pinhais recolhem os pinhões: sementes comestíveis, ricas em nutrientes e oleaginosas; e das pinhas. É muito apreciada como ornamental.

- ***Prunus avium* – cerejeira, cerdeira, cerejeira-brava**

Habitat e ecologia: caduca com uma larga área de distribuição nas regiões de clima mais frio e continental, normalmente entre 10 e 20 m. Bosques caducifólios húmidos, barrancos, margens de rios e noutros lugares frescos e profundos. Ocorre habitualmente entre os 200 e os 1000m. Espécie de meia-sombra ou luz. Pode suportar temperaturas até -20°C.

Usos: cultivada como fruteira ou ornamental. O fruto pode ser comido cru ou cozinhado para fazer compotas, ou “Kirsch”, uma espécie de aguardente. As cerejas são muito apreciadas pela fauna, em específico por pássaros. As flores fornecem alimento a abelhas, borboletas e aves como o chapim-azul. Muito utilizada florestalmente, sobretudo em arborizações de terras agrícolas. Desaconselhada a sua presença perto de culturas de batatas, trigo e ameixieras.

- ***Prunus insititia* – abrunheiro, cagoiceiro**

Habitat e ecologia: arbusto caduco de 1 a 4 m, até 6 m, afim da ameixeira cultivada. Encontra-se em sebes, matas frescas e abertas ou barrancos. Vive tanto em solos básicos como ácidos mas, prefere-os bem drenados. Pode viver em meia-sombra embora frutifique melhor numa posição soalheira. Possui raízes superficiais que, se forem danificadas, produzirão ramos ladrões.

Usos: Fonte de alimento para a fauna. Os seus frutos podem ser utilizados em compotas e licores. As flores, são aromáticas e geralmente são polinizadas pelo vento. Serve como porta-enxerto de outras espécies do género *Prunus*. Ideal para formar sebes.

- ***Prunus spinosa* – abrunheiro-bravo, cagoiceiro-bravo, ameixeira-brava, ameixoeira-brava**

Habitat e ecologia: arbusto caduco de 1 a 4 m, até 6 m, de plena luz, (suporta o ensombramento, mas sofre uma forte baixa frutífera) prospera em quase todo tipo de solo. Boa adaptação à seca. Tem raízes horizontais e laterais. É de crescimento rápido, forma sebes e orlas de bosques, vive nas margens dos campos e caminhos, matos, baldios, ao longo das zonas ribeirinhas. Até altitudes de 1500 m. Tem boa resistência ao frio, suportando períodos que alcancem os -30°C.

Usos: o abrunho, drupa menor que a ameixa, é uma fonte de alimento para a fauna, e comestível depois das primeiras geadas que atenuam o seu sabor adstringente e ácido-acre.

- ***Quercus coccifera* – carrasco, -galego, carrasqueiro, carrasqueira, carrasquinha**

Habitat e ecologia: carvalho abundante nas regiões de clima mediterrânico, muito bem adaptada ao calor e à secura. Arbusto, excepcionalmente atinge porte arbóreo até 3 m, copa ampla ramificada desde a base. Folhas são persistentes. Espécie de luz, intolerante ao ensombramento. Crescimento lento, longevidade indeterminada, mas vários séculos.

Usos: Possui excelente adaptação aos solos pobres, pedregosos e secos, especialmente os calcários que protege da erosão. Apresenta-se por vezes em extensas formações arbustivas (carrascais), em solos degradados. Folhas são extensivamente consumidas pelos pequenos herbívoros domésticos. Os bogalhos que frequentemente são produzidos, podem ser usados como uma boa fonte de taninos. Da casca e das bolotas é obtido um corante preto.

- ***Quercus faginea* – carvalho-cerquinho, -português, -lusitano, cerquinho**

Habitat e ecologia: árvore de folha caduca ainda que esta queda seja tardia, com um porte médio de 20 a 25 m de altura. Copa é ampla, arredondada ou ovada, abundante e densa, mas esparsa nos indivíduos idosos. Plena ou meia luz, têm preferência por climas suaves e quentes, se bem que algumas variedades tolerem os climas continentais com grandes amplitudes térmicas e de humidade. Aceita todos os tipos de solos. Preferencialmente desde os 0 aos 1200m. Suporta temperaturas mínimas até -12°C. Ocorre muito em povoamentos mistos irregulares com outras espécies do género *Quercus*, como o sobreiro e a azinheira, com os quais pode hibridar, o que dificulta a sua identificação. São várias as subspécies.

Usos: espécie restauradora de solos, regulando as correntes e infiltrações da precipitação. As florestas de cerquinho constituem um habitat ideal para inúmeras espécies animais, desde aracnídeos e insetos, até anfíbios, aves, e mamíferos como veados ou o linco-ibérico.

- ***Quercus pyrenaica* – carvalho-negral, -pardo, -das-beiras, -pardo-da-beira, -pardo-do-minho**

Habitat e ecologia: caduca e marcescente pois as folhas permanecem na árvore mesmo depois de secas, com um porte médio de 20 m. Copa é ampla e arredondada, folhagem abundante e densa. Plena luz, robusta, aprecia atmosfera e solos húmidos, embora possa viver em condições mais desfavoráveis com períodos bastante secos. Prefere solos soltos, de textura arenosa, graníticos ou xistosos. Boa adaptação à altitude, indo até 1500 m, suportando bem o frio, a neve e as geadas. Vive para além dos 150 anos.

Usos: o fruto, as bolotas usam-se como alimento do gado, estando maduras, ou seja, no outubro e novembro. Para as pessoas, as bolotas também têm aplicações culinárias (farinhas e licores), e também terapêuticas. É também uma fonte de alimento importante para diversas espécies animais, sendo um habitat favorável ao aparecimento de diversas outras plantas, e cogumelos.

- ***Quercus rotundifolia* – azinheira, -de-bolota-doce, azinho, sardão, sardoeira**

Habitat e ecologia: a azinheira é uma árvore de porte modesto, 8 a 15 m, copa ampla, ovóide ou arredondada. Folhas persistentes, ramificação densa. Árvore de plena luz intolerante ao ensombramento (heliófila). Rústica, aceita todo o tipo de substrato, até 1500 m, embora seja sensível ao frio. Precipitações médias ideais entre 300mm e 1500mm por ano. Temperaturas médias desejáveis entre -3°C e 11°C no inverno e entre 14 e 28°C no verão. Resiste bem às temperaturas mínimas absolutas que se dão na Península Ibérica. É indiferente ao tipo de solo,

excepto os arenosos, vegeta em solos esqueléticos, pedregosos e rochosos, pobres em húmus. Elevada longevidade de vários séculos, podendo ultrapassar os 1000 anos.

Usos: muito importante no sistema de agricultura de montado; como produtora de bolota para porcos de montanha; o fruto é comestível e está a passar por um forte ressurgimento: pode ser assado como as castanhas, usado para fazer farinha, ou consumido cru. As propriedades alimentícias e de cosmética das bolotas começam a ser valorizadas por cientistas de todo o mundo, gerando um potencial mercado para Portugal.

- ***Quercus suber* – sobreiro, sobro, sobreira, sovro, soveiro, sóvero, chaparreiro, chaparro**

Habitat e ecologia: árvore robusta de folha perene com porte mediano até 20 m de altura, copa ampla, irregular e pouco densa, de plena luz. Tolerante climas com períodos estivais secos e pluviosidade baixa, mas prefere-os com teor médio a alto de humidade atmosférica, de 500-800 mm de pluviosidade anual, suportando mal as geadas; desenvolve-se bem em todos os solos de textura leve a média e pH ácido ou neutro. Vai além dos 1200 m de altitude, no entanto o essencial do povoamento nacional, não excede os 200 m. Vive cerca de 250 a 300.

Usos: a sua capacidade de produzir abundante cortiça e de resistir à sua extracção permitem a subericultura. A cortiça, que se extrai do seu tronco, é um bom isolador térmico e acústico, é utilizada com diversas finalidades, e Portugal é o maior produtor mundial. Oferece uma boa protecção dos solos e é um precioso aliado na luta contra os incêndios, devido à cortiça ignífuga e à sua fraca cobertura sub-arbustiva. As bolotas são muito usadas para a alimentação de porcos.

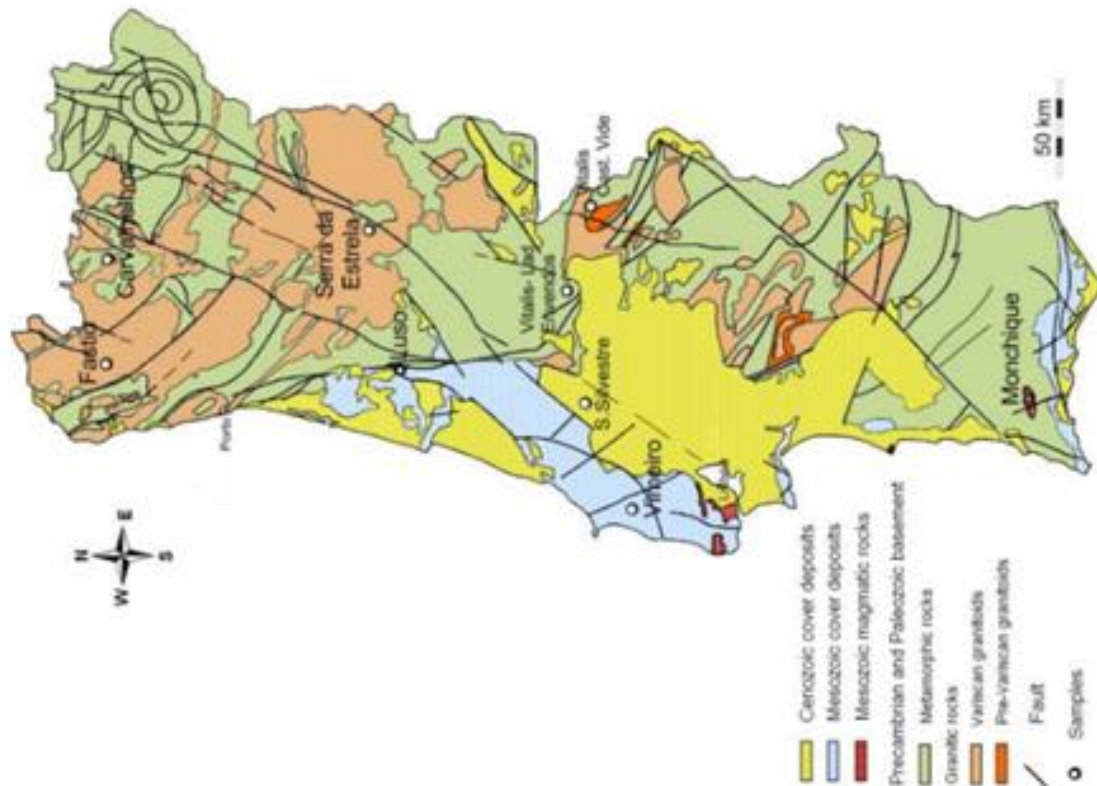
- ***Sambucus nigra* – sabugueiro, sabugo, candeieiro, bieiteiro, galacrista, canineiro, rosa-de-bem-fazer**

Habitat e ecologia: caduca, por vezes com porte arbustivo, até 5 metros de altura, de copa densa, arredondada. De meia-luz; comum em galerias ripícolas, sebes húmidas, baldios, orlas de bosques e matas de terreno fértil. Prefere solos profundos e frescos, tolera solos secos de todo o tipo. Ocorre até 1600 m de altitude. Robusto, suporta bem a poda e regenera facilmente pela base. Atinge a maturidade por volta dos 3-5 anos e vive até aos 50 anos.

Usos: como ornamental nos jardins, devido à beleza das aromáticas flores e aos frutos muito procurados por aves que dispersam as sementes. Como alimento humano, as bagas de sabugueiro utilizam-se em sobremesas, compotas e conservas. Como regenera facilmente é um dos arbustos pioneiros no restabelecimento de áreas florestais.

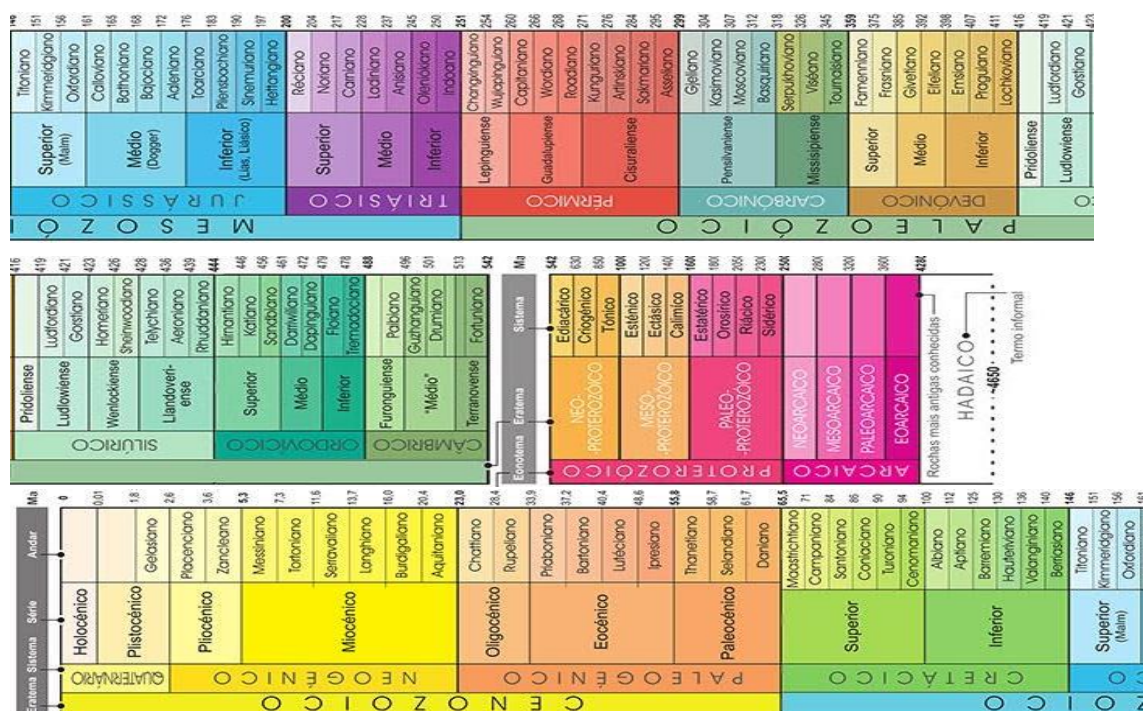
Anexo B

Mapa-geologico-simplificado-de-Portugal [8]



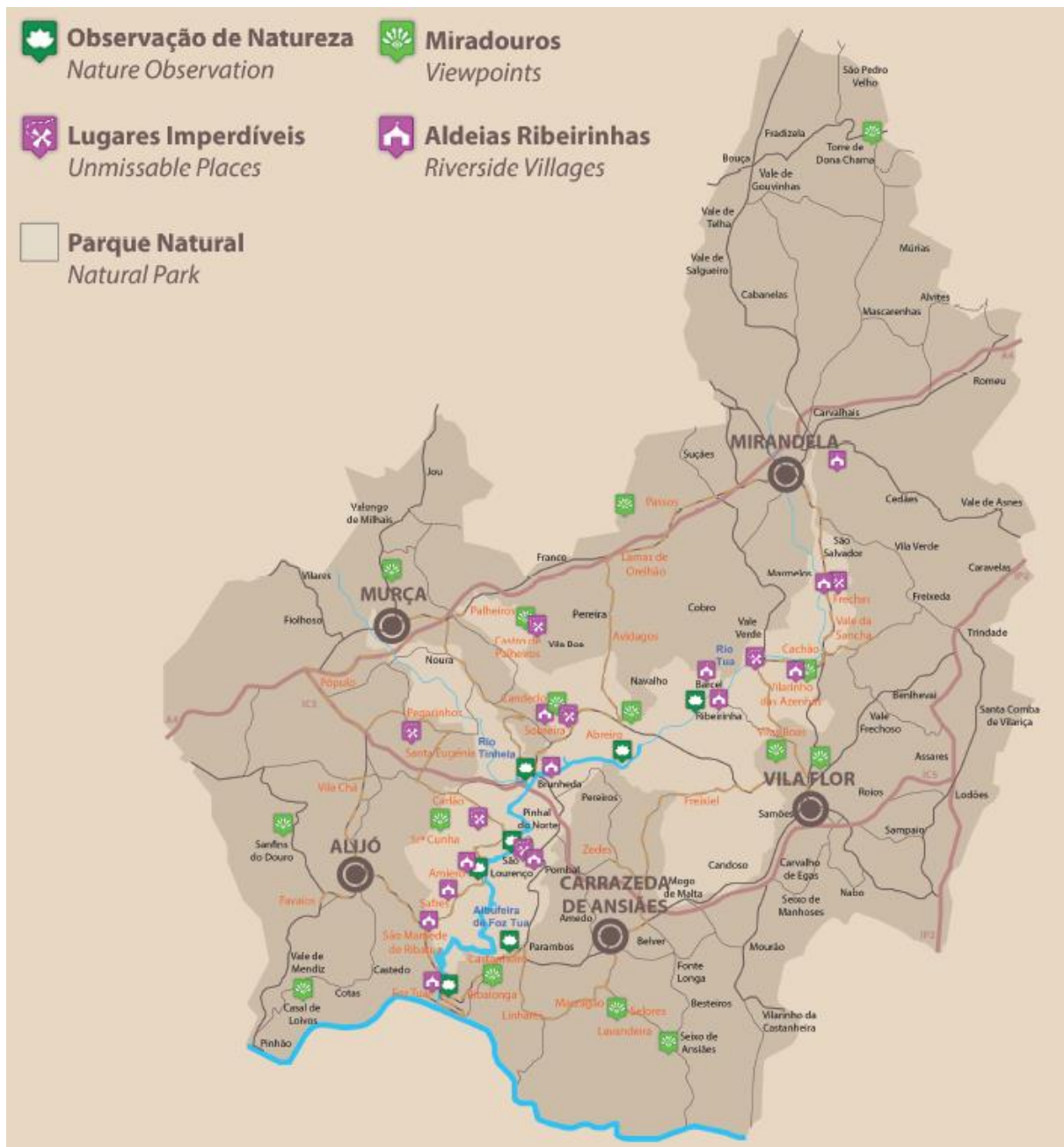
Anexo C

Correlação cronoestratigráfica global para os últimos 2,7 milhões de anos [77]



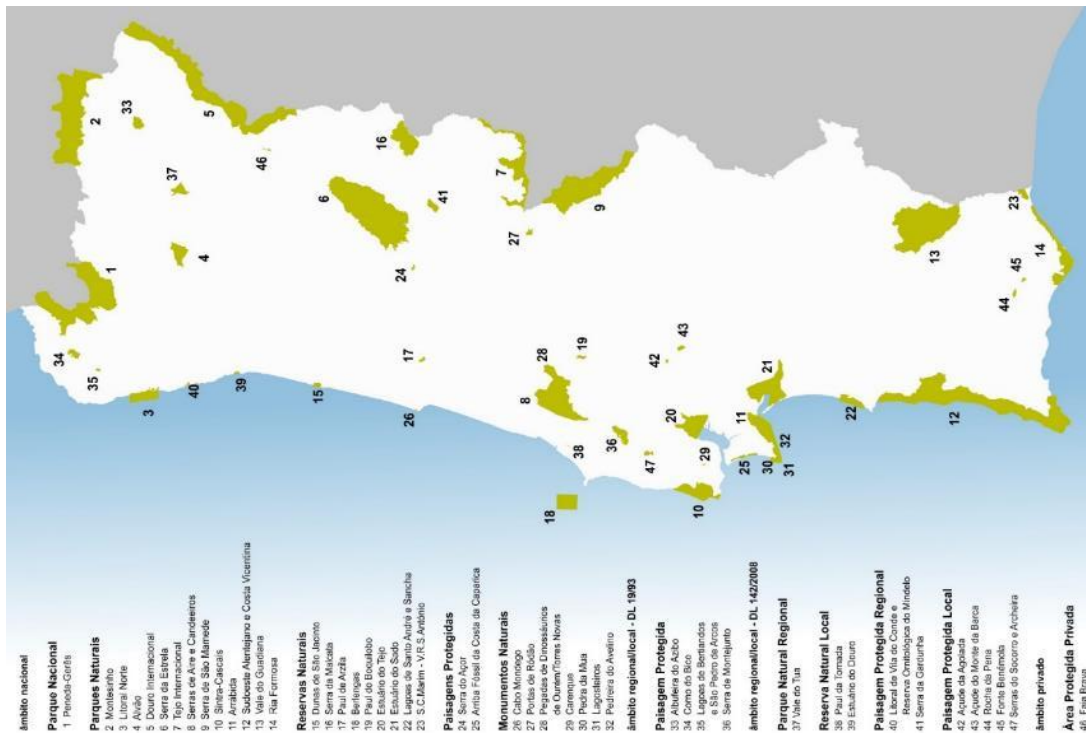
Anexo D

Mapa Vale Do Tua [78]



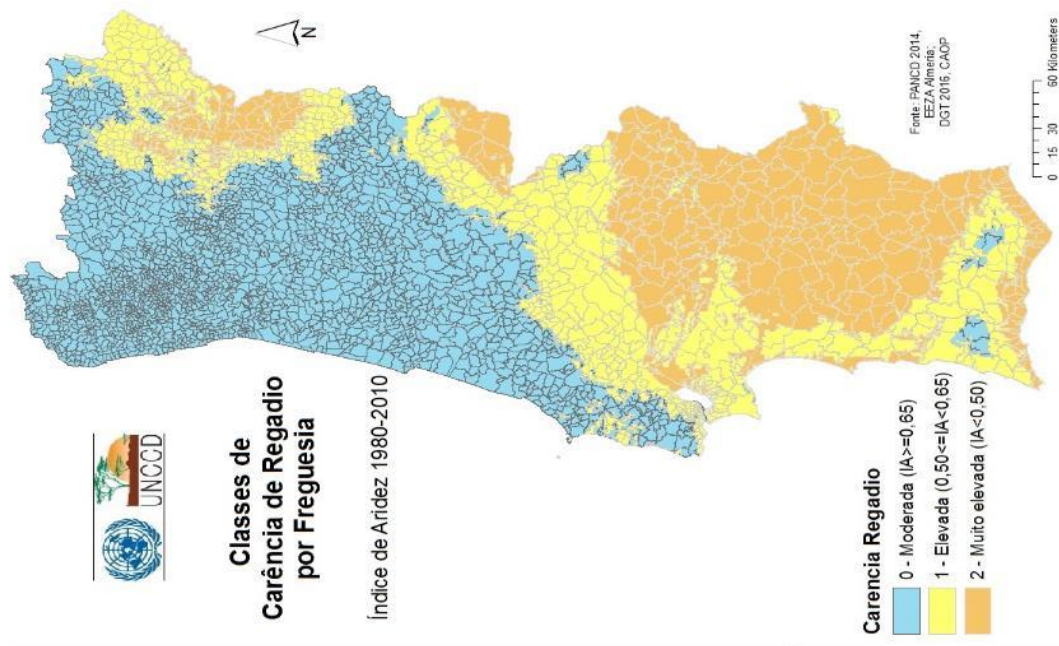
Anexo E

Mapa da Rede Nacional de Áreas Protegidas [41]



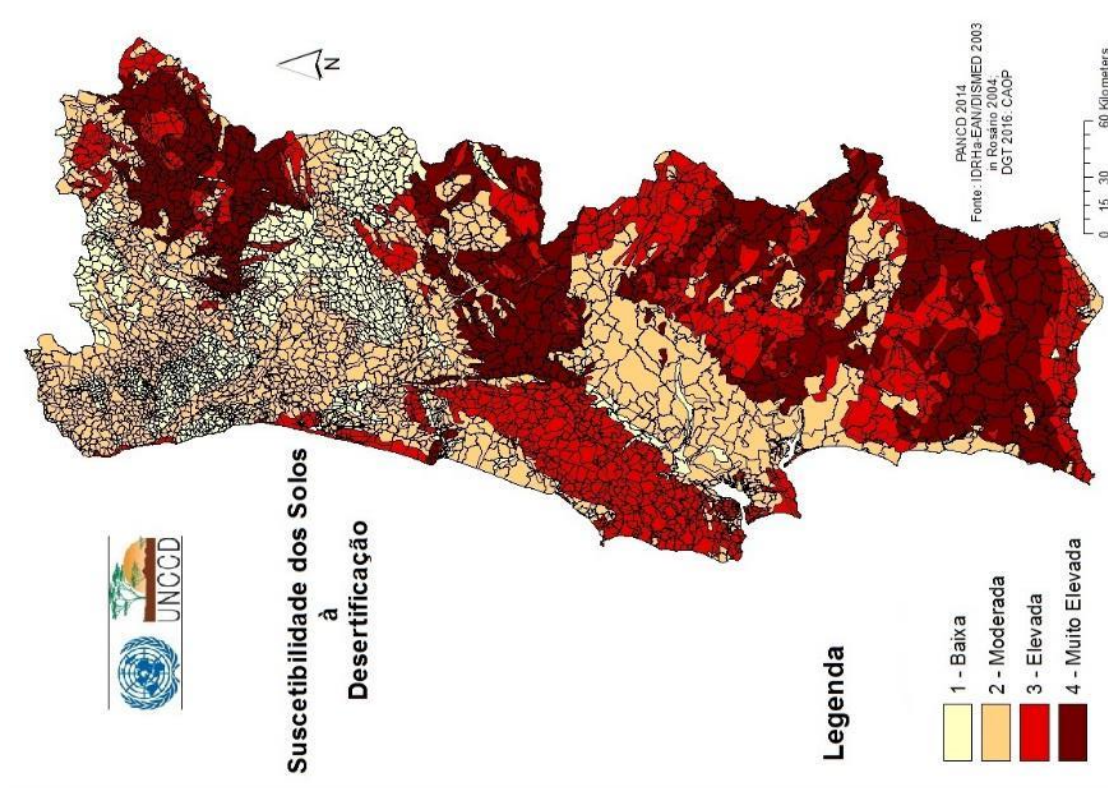
Anexo F

Classes de carência de regadio por freguesia, Índice de Aridez 1980-2010 [79]



Anexo G

Suscetibilidade dos solos à desertificação [79]



Anexo H

Código de Simulação – Dimensionamento de uma aplicação Fotovoltaica [69]

[simulationTese.m](#)

```
clear; close all;
GG=1; % 1=verão, 2=inverno

%% Parameters from devices
Ts = 5/60;
DAYS = 7;
Npoints = DAYS*(1/Ts)*24;
Npanels = 32; %valor a iterar consuante as necessidades: 4*8
NBAT = 10;
NBAT = NBAT/8;
CBAT = 48*430; %potência teórica da bateria (I*U)
CBAT = NBAT*CBAT;
CBATMIN = 0.2*CBAT; %limite que nao pode ser ultrapassado
CBATMAX = 0.8*CBAT; %limite que nao pode ser ultrapassado
CBAT0 = 0.5*CBATMAX; %valor inicial das baterias para a simulação
CRATE = 1/(391/60); %capacidade de descarga (no power point 0.16)
PCH = CRATE*CBAT; %potência disponível por hora
rendMPPT = 0.93; %rendimento do MPPT

Apanel=1.62524; %área do painel
A = Npanels*Apanel; %área total
```

```

%% Open File
if GG==1
    num = xlsread('weekTotal - Tese - verao.xls',1);
elseif GG==2
    num = xlsread('weekTotal - Tese - inverno.xls',1);
else
    num = xlsread('weekTotal - Tese.xls',1);
end
%% Create time vector
t = linspace(0,DAYS*24,Npoints);

%% Load power from the load
Pload = zeros(1,24/Ts*DAYS);
dur = zeros(1,24/Ts*DAYS);
for n = 1:DAYS
    for m = 1:24
        Ki = (n-1)*24/Ts+num(1+m,1)/Ts+1; Kf = (n-1)*24/Ts+num(1+m,2)/Ts;
        dur(Ki:Kf) = num(1+m,3)*ones(1,length(Ki:Kf));
        Pload(Ki:Kf) = num(1+m,(n-1)*2+5)*ones(1,length(Ki:Kf));
    end
end
Pload = Pload./dur;

%% Load power from the PV
if GG==1
    num = xlsread('AgostoPaineis.xlsx',1);
else
    num = xlsread('FevereiroPaineis.xlsx',1);
end
irr = zeros(1,24/Ts);
T = zeros(1,24/Ts);
for k = 0:23
    irr(k*12+1:(k+1)*12) = num(k+1,2);
    T(k*12+1:(k+1)*12) = num(k+1,5);
end
irr = repmat(irr,1,DAYS);
T = repmat(T,1,DAYS); Tpv = T + irr*((45-20)/800);
Ppv = Npanels*191*irr*(1/800).*(1-0.0042*(Tpv-45*ones(1,length(Tpv))));

%% Sampling period of 5 min
Pbat = zeros(1,Npoints); Epv = Ppv*Ts;
Eload = Pload*Ts; Ebat = zeros(1,Npoints);
SOC = zeros(1,Npoints);

%% Cycle for simulation
Epv(1) = Ppv(1)*Ts;
Eload(1) = Pload(1)*Ts;
Ebat(1) = CBAT0;
Pbat(1) = 0.93*(Ppv(1) - Pload(1)/0.93);
SOC(1) = Ebat(1)/CBAT;
for k = 2:length(Pload)
    Epv(k) = Ppv(k)*Ts;
    Eload(k) = Pload(k)*Ts;
    [Pbat(k),Ebat(k),SOC(k)] = powerFluxBattery(Ts,Ebat(k-1),Ppv(k),Epv(k),...
        Pload(k),Eload(k),CBAT,[CBATMIN CBATMAX],PCH,rendMPPT);
end

%% Efficiency
Pin = irr*A;
Ein = Pin*Ts;
rend = 100*sum(Eload)/sum(Ein);
Etotal = sum(Eload)*1e-3;

```

```

%% Plot final cycles
graphs;

graphs.m

close all;
figure(1); plotyy(t,irr,t,T);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('Irradiância e Temperatura');
xlabel('t [hour]');
legend('Irradiância [W/m^2]','Temperatura [°C]');
grid minor;grid on;

figure(2); plot(t,Pload*1e-3);
xlim([0 168]); ylim([0 4]);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('Potência na carga');
ylabel('P [kW]'); xlabel('t [hour]');
grid minor;grid on;

figure(3); plot(t,Ppv*1e-3);
xlim([0 168]); ylim([0 8]);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('Potência dos painéis');
ylabel('P [kW]'); xlabel('t [hour]');
grid minor;grid on;

figure(4); plot(t,Pbat*1e-3);
xlim([0 168]); ylim([-3.5 4.5]);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('Potência das baterias');
ylabel('P [kW]'); xlabel('t [hour]');
grid minor;grid on;

figure(5); plot(t,Ebat*1e-3);
xlim([0 168]); ylim([0 25]);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('Carga das baterias');
ylabel('E [kWh]'); xlabel('t [hour]');
grid minor;grid on;

figure(6); plot(t,SOC*100);
xlim([0 168]); ylim([0 100]);
set(gca,'xtick',0:8:168);
set(gca,'xticklabel',{'S-0h','8h','16h','T-0h','8h','16h',...
    'Q-0h','8h','16h','Q-0h','8h','16h','S-0h','8h','16h',...
    'S-0h','8h','16h','D-0h','8h','16h'});
title('SOC');
ylabel('SOC [%]'); xlabel('t [hour]');
grid minor;grid on;

```

powerFluxBattery.m

```
function [Pbat,Ebat,SOC] =
powerFluxBattery(Ts,Ebat,Ppv,Epv,Pload,Eload,CBAT,CBATlim,PCH,rendMPPT)
%Simulate the batteries dynamic.
% Inputs:
%   - Ebat: Actual energy from battery (instant k-1)
%   - Epv, Eload: Energy on supply and demand at instant k
%   - CBAT: Maximum energy inside batteries
%   - CBATlim:
%   - Pch: Factor for charge and discharge
% Outputs:
%   - Ebat: Energy inside batteries in instant k
%   - SOC: State of charge in instant k
%% Init variables
Pbat = 0;

%% Get the signal fo the flux
if (Epv > Eload)
    %Charging
    flux = 1;
elseif (Epv < Eload)
    %Discharging
    flux = -1;
else
    %Storing
    flux = 0;
end

%% Verify storing limits
switch (flux)
    case 1
        %Charge the battery
        if (Epv - Eload + Ebat < CBATlim(2))
            if (abs(Ppv - Pload) > PCH)
                Pbat = PCH;
                warning('Charge Rate too low');
            else
                Pbat = rendMPPT*(Ppv - Pload/rendMPPT);
            end
            Ebat = Pbat*Ts + Ebat;
        else
            warning('Battery Full!');
        end
    case -1
        %Discharge the battery
        if (abs(Ppv - Pload) > PCH)
            error('Discharge Rate too low');
        elseif (Epv - Eload + Ebat > CBATlim(1))
            Pbat = rendMPPT*(Ppv - Pload/rendMPPT);
            Ebat = Pbat*Ts + Ebat;
        else
            warning('No Energy!');
        end
    case 0
        Pbat = 0;
end
%% Calculate the SOC from battery storage
SOC = Ebat/CBAT;
end
```

Anexo I

Constituintes do sistema fotovoltaico [69]

Painéis fotovoltaicos

Polykristallines PV-Modul NeMo 60 P (dimensões: 0,991 m x 1,64m)



NOCT ($G = 800 \text{ W/m}^2$, $T_{amb} = 20^\circ\text{C}$, $T_{pv} = 45^\circ\text{C}$)	
P _{max} (potência máxima)	191 W
V _{mp} (tensão @ potência máxima)	28,08 V
I _{mp} (corrente @ potência máxima)	6,80 A
V _{oc} (tensão de circuito aberto)	36,5 V
I _{sc} (corrente de curto circuito)	7,17 A
Coefficiente de temperatura de P _{max}	-0,42 %/K
Coefficiente de temperatura de V _{mp}	-0,32 %/K

Inversor + MPPT + Charge controller

Multiplus Ecosolar 10Kva 8000W 48V MPPT



P	8 kW
V _{in}	20-48 V
V _{bat}	48 V
V _{out}	230 VAC +5%
η	93 %

Banco de baterias

Crown 430Ah 48V DC 20640 Wh Battery Bank



N	8
V _{dc}	48 V
Capacity	20,64 kWh
C-Rate	0,16

Cabos e Proteções

	PV - MPPT	MPPT - Baterias	MPPT - Carga
Cabos	$I_S^M = 46 \text{ A}$	$I_S^M = 46 \text{ A}$	$I_S^M = 20 \text{ A}$
	$I_{cabo}^M = 96 \text{ A}$	$I_{cabo}^M = 96 \text{ A}$	$I_{cabo}^M = 32 \text{ A}$
	$S = 25 \text{ mm}^2$	$S = 25 \text{ mm}^2$	$S = 4 \text{ mm}^2$
	$\Delta U_{cabo} = 4\%$	$\Delta U_{cabo} = 0.5\%$	–
Disjuntores	48 V _{dc} ; 63 A	48 V _{dc} ; 63 A	230 V _{ac} ; 32 A