

# **Intervenção em linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural**

**Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo em  
Oeiras**

**Maria Inês Machado de Castro Caldas**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitectura Paisagista**

Orientadora: Professora Doutora Ana Luísa Brito dos Santos Sousa Soares

## **Júri:**

Presidente: Doutora Maria João Prudêncio Rafael Canadas, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Ana Luísa Brito dos Santos Sousa Soares, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutora Sónia Maria Loução Martins Talhé Azambuja, Assistente convidada do Instituto Superior de Agronomia.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Ana Luísa Soares, orientadora desta dissertação, agradeço por todo o seu apoio, dedicação e disponibilidade essenciais para a execução deste trabalho.

Ao Doutor Carlo Bifulco por todo o conhecimento e informação partilhada.

Aos meus pais e marido, pelo apoio que me dão ao longo de toda a minha vida.

À Sofia pelo apoio e conselhos dados ao longo de todo o curso.

À Elsa por toda a sua paciência e apoio.

Aos meus colegas e amigos do ISA sem os quais todo o percurso do curso não teria sido possível.

## RESUMO

A presente dissertação tem como tema a requalificação e valorização de linhas de água, através da utilização de técnicas de Engenharia Natural. A importância deste tema prende-se com a crescente preocupação e renovado interesse pela recuperação de linhas de água. No entanto, ainda não são utilizadas preferencialmente as técnicas de engenharia natural como solução de estabilização das margens utilizando-se frequentemente técnicas de Engenharia Civil. Neste sentido, considera-se que é um tema que em Portugal se encontra em desenvolvimento e com muito potencial de aplicação.

Como caso de estudo, e integrado num estágio curricular efectuado na Divisão de Espaços Verdes da Câmara Municipal de Oeiras, é apresentado o programa base para o parque urbano da ribeira de Porto Salvo. Nesse programa são integradas as técnicas de Engenharia Natural como solução para estabilizar as margens com o intuito de permitir que este espaço seja um local de recreio e lazer para a população do concelho de Oeiras.

A dissertação encontra-se dividida em duas partes. Numa primeira parte é feita uma revisão bibliográfica sobre a água em meio urbano, a intervenção em linhas de água e a sua importância do ponto de vista da Arquitectura Paisagista, com integração e apresentação da Engenharia Natural. Na segunda parte é feita a aplicação dos temas referidos anteriormente ao caso de estudo, o Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo.

**Palavras-chave:** Linhas de água; Engenharia Natural; Recuperação; Parque urbano da Ribeira de Porto Salvo; Oeiras.

## ABSTRACT

The subject of this dissertation is the requalification and valorization of water lines, through the use of Natural Engineering techniques. The importance of this subject is aligned with a growing and revived concern for these systems and its restoration. However, Natural Engineering techniques are not yet preferentially used in the reinforcement and stabilization of existing banks, being the Civil Engineering techniques widely used. Therefore, it is considered that this is a subject that is quickly developing in Portugal and has great potential.

As a case study, and included in an internship in the Green Areas Division of the Oeiras Municipality, it is presented a programme for the construction of the Porto Salvo River Urban Park. In this project is included the use of Natural Engineering techniques in order to reinforce and stabilize the banks of this water line, allowing the construction of a recreational and leisure space.

The following dissertation is divided in two parts. The first one consists in a bibliographic review about intervention in water lines and its importance from the landscape architecture point of view, with the integration and presentation of the use of Natural Engineering techniques. In the second part of this document the subjects covered in the first part are applied to the case study, the Porto Salvo River Urban Park.

**Key-words:** Water lines; Natural Engineering; Requalification; Ribeira de Porto Salvo Urban Park; Oeiras.



## LISTA DE ABREVIATURAS

AIPIN – *Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica*

APENA - Associação Portuguesa de Engenharia Natural

CMO - Câmara Municipal de Oeiras

DEV – Divisão de Espaços Verdes

EEF – Estrutura Ecológica Fundamental

EN – Engenharia Natural

EEU – Estrutura Ecológica Urbana

FEEN – Federação Europeia de Engenharia Natural

GV - Grade Viva

MVD - Muro vivo duplo

MVS - Muro Vivo simples

PCV - Plano de Corredores Verdes

TEN – Técnicas de Engenharia Natural

## ÍNDICE

1. Introdução.....	4
2. Revisão Bibliográfica .....	5
2.1. A água em ambiente urbano .....	5
2.2. Intervenção em linhas de água.....	7
2.3. Engenharia Natural .....	8
2.3.1. Enquadramento histórico .....	8
2.3.2. Conceitos.....	9
2.3.3. Principais técnicas de Engenharia Natural utilizadas em linhas de água.....	14
3. Caso de estudo.....	39
3.1. O Concelho de Oeiras.....	39
3.1.1. Caracterização biofísica .....	41
3.2. O Plano de Corredores Verdes de Oeiras .....	44
3.2.1. Corredores verdes associados às linhas de água .....	45
3.3. A ribeira de Porto Salvo e área de estudo .....	46
3.3.1. Caracterização geral.....	46
3.3.1.1. Declives .....	47
3.3.1.2. Exposições.....	47
3.3.1.3. Geologia e Solos .....	47
3.3.1.4. Uso do solo.....	48
3.3.1.5. PDM.....	48
3.3.1.6. PPIPA .....	48
3.3. Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo .....	49
3.3.1. Caracterização da área de intervenção.....	49
3.3.2. O projecto .....	52
3.3.2.2. Programa Base .....	53
3.3.2.3. Plano de estabilização das margens .....	55
Conclusão.....	62
Bibliografia .....	63
ANEXOS .....	66
Anexo I – Peças desenhadas .....	67
Anexo II – Lista das principais espécies de plantas disponíveis em Portugal para aplicação em Engenharia Natural .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Esquema das relações funcionais em Engenharia Natural. Adaptado de Fonte: Florineth (2004).....	11
<b>Figura 2</b> – Sementeira manual. Fonte: FREITAS (2011) .....	17
<b>Figura 3</b> – Aplicação de Hidrossementeira. ....	18
<b>Figura 4</b> - Aplicação de Hidrossementeira. ....	18
<b>Figura 5</b> – Esquema representativo de um feixe vivo em corte e perspectiva.....	21
<b>Figura 6</b> – Esquema representativo de um feixe vivo em alçado. Fonte: FREITAS (2011) .....	21
<b>Figura 7</b> – Aplicação de um feixe vivo na margem de uma .....	21
<b>Figura 8</b> – Feixes vivos em margens de linhas de água passado algum tempo da sua aplicação. Fonte: SAULI (2005).....	21
<b>Figura 9</b> – Grade viva. esquema representativo em corte. Fonte: Adaptado de Martinho (2005).....	26
<b>Figura 10</b> - Grade viva. esquema representativo em alçado. Fonte: Adaptado de Martinho (2005) ..	26
<b>Figura 11</b> – Grade viva em construção. Fonte: Carlo Bifulco.....	26
<b>Figura 12</b> - Grade viva em construção. Colle S. Michele, Cagliari. Fonte: SAULI (2005).....	27
<b>Figura 13</b> – Grave viva passados alguns anos da intervenção. Colle S. Michele, Cagliari. Fonte: SAULI (2005).....	27
<b>Figura 14</b> – Corte esquemático de um muro vivo simples. Fonte: SAULI (2005). ....	30
<b>Figura 15</b> – Muro vivo simples na altura da. Fonte: Carlo Bifulco.....	30
<b>Figura 16</b> – Muro vivo passados alguns anos da sua construção. Fonte: Carlo Bifulco. ....	30
<b>Figura 17</b> – Corte esquemático de muro de vivo simples para aplicação em linhas de água. Fonte: FLORINETH (2004).....	32
<b>Figura 18</b> – Muro vivo duplo, corte. Fonte: SAULI (2005). ....	36
<b>Figura 19</b> - Muro vivo duplo na altura da intervenção. Fonte: SAULI (2005). ....	36
<b>Figura 20</b> – Muro vivo duplo passados 12 anos. Fonte: SAULI (2005).....	36
<b>Figura 21</b> – Corte esquemático de um gabião vivo. Fonte: FREITAS (2011).....	38
<b>Figura 22</b> – Construção de gabiões vivos numa linha de água durante e após intervenção. Fonte: FREITAS (2011).....	38
<b>Figura 23</b> – Localização do Concelho de Oeiras em relação à AML Norte. <b>Fonte:</b> CMO, 2009. ....	39
<b>Figura 24</b> – Plano de Corredores verdes de Oeiras. Fonte:CMO.....	45
<b>Figura 25</b> – Área de Intervenção.....	49
<b>Figura 26</b> – Zona Norte da área de intervenção. ....	50

<b>Figura 27</b> – Zona Norte da área de intervenção. ....	50
<b>Figura 28</b> – Zona Sul da área de intervenção.....	50
<b>Figura 29</b> – Declives acentuados a Sul da área de intervenção.....	50
<b>Figura 30</b> – Hortas urbanas junto à linha de água .....	51
<b>Figura 31</b> – Hortas urbanas junto à linha de água.....	51
<b>Figura 32</b> – Construção de socalcos nas zonas de declive acentuado.....	51
<b>Figura 33</b> – Presença de tubagens no leito da linha de água. ....	51
<b>Figura 34</b> – Acumulação de lixo nas margens e leito da linha de água. ....	52
<b>Figura 35</b> - Acumulação de lixo nas margens da linha de água. ....	52
<b>Figura 36</b> – Presença de Arundo donax na área de intervenção.....	52
<b>Figura 37</b> – Exemplares de Eriobotrya japonica nas margens da linha de água.....	52
<b>Figura 38 e Figura 39</b> – Exemplos de troços onde se propõe a plantação de árvores e arbustos para estabilização das margens. ....	58
<b>Figura 40</b> – Exemplo de troço onde se propõe a aplicação de sementeira.....	58
<b>Figura 41</b> – Abertura de sulcos no solo causada por agentes de erosão. ....	58
<b>Figura 42 e Figura 43</b> – Exemplo de troço onde se propõe a construção de um muro vivo simples para estabilização da margem. ....	59
<b>Figura 44</b> - Exemplo de troço onde se propõe a construção de um muro vivo simples para estabilização da margem.....	59
<b>Figura 45</b> – Troço nº3.....	60
<b>Figura 46</b> – Muro em betão no troço nº14.....	60
<b>Figura 47</b> – Muro em alvenaria de pedra na margem da linha de água.....	61
<b>Figura 48</b> – Muro em alvenaria de pedra na margem da linha de água.....	61
<b>Figura 49</b> – Gabiões na margem da ribeira.....	61
<b>Figura 50</b> – Gabiões no leito da ribeira.....	61

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação da área de intervenção .....	56
---	----

## 1. Introdução

As linhas de água caracterizam a imagem da cidade e desempenham um papel essencial em meio urbano, proporcionando benefícios ecológicos, paisagísticos, sociais e económicos. Actualmente, devido ao aumento da pressão urbana e da impermeabilização, é fundamental que estes sistemas sejam protegidos e assumam um papel promotor na criação de espaços de recreio e lazer.

Para que todo o potencial das linhas de água seja aproveitado é fundamental que a concepção de projectos para estes espaços respeite o seu traçado e dinâmica. Neste sentido, no seguimento de um estágio curricular realizado na Câmara Municipal de Oeiras (CMO), é apresentado, como caso de estudo desta dissertação, o programa base para o parque urbano da ribeira de Porto Salvo. Este projecto tem como objectivo a integração deste espaço no dia-a-dia da população da Freguesia de Paço de Arcos, através da concepção de um espaço de recreio e lazer que permita desenvolver as potencialidades que esta ribeira apresenta e, ao mesmo tempo apostar na conservação do ecossistema existente, através da estabilização das margens recorrendo a técnicas de Engenharia Natural.

A utilização de técnicas de Engenharia Natural permitirá estabilizar as margens em risco de erosão de forma eficiente, mantendo o carácter natural e elástico do sistema, através da incorporação de espécies da mata ribeirinha. Com o passar do tempo, a função de suporte dos muros verdes e outras estruturas propostas irá ser substituída pelas raízes das espécies plantadas, ficando o sistema livre de elementos construídos permanentes e rígidos.

O seguinte documento encontra-se dividido em duas partes. Numa primeira parte é feita uma revisão bibliográfica sobre a água em meio urbano, a intervenção em linhas de água e a sua importância do ponto de vista da Arquitectura Paisagista e ainda sobre a Engenharia Natural e as principais técnicas a utilizar na recuperação de linhas de água. Na segunda parte é feita a aplicação dos temas referidos anteriormente ao caso de estudo, o Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. A água em ambiente urbano

Desde o início da civilização que a água assume um papel determinante na fixação das populações dada a sua importância comercial, de defesa, de comunicação e de aproveitamento dos recursos hídricos. Tudo isto tem levado a que por todo o mundo as cidades se tenham desenvolvido junto aos rios. “Cidades e rios têm uma longa história de geografias comuns, de relações de convivência cujas origens se cruzam e que potenciam benefícios para as sociedades que deles dependem” (SARAIVA, 1995).

A expansão urbana a que temos assistido ao longo dos séculos, fortemente agravada após a revolução industrial, levou a inúmeros problemas ambientais e territoriais tais como: a recolha e tratamento de águas residuais; a degradação da qualidade da água e dos habitats ribeirinho; a crescente impermeabilização do solo; e a ocupação dos leitos de cheia (SARAIVA, 2009). Todos estes problemas têm levado a uma crescente degradação dos sistemas ribeirinhos.

No interior do tecido urbano a presença da água é reconhecida por contribuir para a amenidade e estruturação do território. A existência de cursos de água beneficia o meio urbano através de factores ecológicos, paisagísticos, sociais e económicos. Tal como sublinha MAGALHÃES (2001) as linhas de água, bem como as zonas adjacentes, constituem elementos da paisagem com potencialidades únicas para a criação de locais de lazer e a requalificação de áreas de expansão urbana.

Num passado recente as linhas de água foram negligenciadas como consequência de um intenso desenvolvimento urbano e industrial que levou à sua degradação e intensa artificialização tornando-se locais pouco atractivos e votados ao abandono. Também nas margens das linhas de água se assistiu a uma profunda alteração onde a vegetação ripícola deu lugar ao intenso desenvolvimento de espécies exóticas e invasoras resultando na perda de habitats e consequentemente perda do seu valor ecológico (SARAIVA, 2009). Mais recentemente, como resultado de uma mudança de atitude e valorização dos cursos de água como espaços de fruição, e melhor compreensão das funções e benefícios que representam para a cidade e o ambiente, a água assume-se como elemento fundamental no Ordenamento do Território. “Rios limpos e saudáveis constituem um atractivo para as cidades integrados em espaços verdes e corredores ecológicos.” SARAIVA (2009).

Em Ordenamento do Território, é essencial a delimitação das áreas onde a edificação deve ser impedida ou condicionada, bem como os termos desse condicionamento. Estas áreas são constituídas pelas áreas de maior sensibilidade ecológica e as que assegurarão a sustentabilidade da paisagem,

quer rural, quer urbana, pelo que correspondem àquilo que se tem designado por estrutura ecológica da paisagem (MAGALHÃES, 2007). Os sistemas húmidos, parte integrante da estrutura ecológica, são, pela sua importância, ao assegurar as circulações hídricas e atmosféricas e sensibilidade, uns dos sistemas mais importantes desta estrutura. A aptidão à edificação nestes sistemas é muito reduzida, sendo estas áreas ideais para a implantação de espaços verdes, devido à grande disponibilidade em água e matéria orgânica (MAGALHÃES, 2001).

Segundo MAGALHÃES (2001), o controlo da edificação nas zonas húmidas permite criar no território uma estrutura ecológica onde é possível atingir vários objetivos como a:

- Proteção do recurso água;
- Instalação de vegetação da galeria ripícola;
- Proteção contra os riscos de cheia;
- Preservação dos escoamentos hídricos e atmosféricos.

A Estrutura Ecológica Urbana (EEU) encontra-se como um subsistema da Estrutura Ecológica Fundamental (EEF), representando as áreas de maior sensibilidade presentes em meio urbano.

A criação de uma EEU torna-se pertinente na medida em que é essencial para assegurar o bom funcionamento ecológico dos meios urbanos. Segundo TELLES (2007) os principais argumentos que justificam a introdução de uma EEU são:

- Conservação das funções dos sistemas biológicos, nomeadamente o controlo das doenças, a capacidade filtrante e descontaminante da atmosfera e a inserção de bioindicadores relativos à qualidade do ar;
- O aumento da adaptabilidade das espécies ao meio urbano, através do desenvolvimento de espécies com características mais resistentes às adversidades do meio urbano;
- Equilíbrio ecológico do meio urbano, através da regulação de escoamentos hídricos e atmosféricos;
- Melhoria do conforto bioclimático;
- Melhoria do meio urbano, introduzindo elementos que pelas suas cores, texturas, movimento e perfume criam espaços de elevado potencial estético e cénico.
- Criação de zonas de recreio e lazer, que sirvam a população.

A criação de uma Estrutura Ecológica Urbana permite obter um *continuum naturale* inserido no espaço urbano, de forma a dotar a cidade, de modo homogéneo, de um sistema constituído por diferentes biótipos e corredores que os interliguem, representados, quer por ocorrências naturais, quer por

espaços existentes ou criados para o efeito, que sirvam de suporte à vida silvestre (MAGALHÃES, 2011).

É através da análise da EEU, que constitui uma ferramenta essencial para analisar e compreender o funcionamento da paisagem e dos diversos sistemas que a compõem, que é possível uma rápida e correcta identificação dos Corredores Verdes que percorrem determinada área, possibilitando uma eficaz organização e gestão do território. Segundo RIBEIRO (2005) o sucesso associado ao conceito de corredores verdes está relacionado com sua eficácia na promoção da conservação da paisagem, na protecção do património e ao proporcionar oportunidades para a criação de espaços de recreio.

## 2.2. Intervenção em linhas de água

Segundo CABRAL (1993) a Arquitectura Paisagista é definida como a arte de organizar o espaço exterior em relação ao homem, requerendo a par de uma indispensável formação artística, o conhecimento e apoio das ciências da natureza, bem como das ciências sociais. Assim, o objectivo fundamental desta disciplina é, a intervenção na paisagem, através da sua compreensão, interpretação e ordenamento.

É sobre este princípio que o Arquitecto paisagista actua sobre sistemas como as linhas de água. Tal como já foi referido anteriormente estes sistemas pela sua importância e sensibilidade constituem um desafio na sua intervenção sendo necessário conhecer e respeitar a dinâmica e valor deste espaço ao mesmo tempo que se procura torná-lo apelativo e acessível para a população. A água nestes espaços deve ser utilizada como elemento gerador de inclusão na sociedade e elemento impulsionador de apropriação dos espaços pela população.

Apesar da existência de conflitos, quando se intervém na paisagem, é essencial determinar prioridades, quando há uma intervenção em ecossistemas como é o caso das linhas de água devem-se cumprir, na intervenção, três objectivos principais: contribuir para as necessidades humanas; ser sustentável; constituir um suporte para as interacções que se estabelecem nos ecossistemas (LYLE, 1999). Assim ao desenhar sobre ecossistemas é necessário ter conhecimento da sua dinâmica natural e respeitá-la, aplicando ao desenho esses princípios. O desenho deve estar consciente do seu impacto na paisagem, garantindo a estabilidade necessária para que não interfira com a dinâmica natural do curso de água.

A arquitectura paisagista é uma área de conhecimento que abrange várias disciplinas. Quando há inúmeros elementos com os quais trabalhar, o arquitecto paisagista supera os limites da capacidade humana com humildade e a melhor das intenções. O arquitecto paisagista procura ordenar,



contextualizar para que todas as funções humanas e naturais da paisagem sejam integradas (WATERMAN, 2009).

Os arquitectos paisagistas gerem o elemento água em todas as escalas, desde o planeamento em grande escala, aos corredores de linhas de água, aos sistemas de drenagem superficial dos espaços. “A água é um importante elemento de desenho. Tal como as plantas a água tem características que mudam ao longo do tempo, em diferentes fases da luz, e em diferentes condições climatéricas. É um elemento capaz de produzir os mais variados efeitos desde a tranquilidade de um lago à emoção de uma cascata” (WATERMAN, 2009). Ninguém, independentemente da sua idade e género, fica indiferente ao efeito da água.

Em relação à gestão de linhas de água devem respeitar-se dois princípios base enunciados por FERNANDES e CRUZ (2011): princípio da intervenção mínima, a estabilidade dos sistemas é tanto maior quanto mais próximo do natural são os seus componentes e funções e quanto mais diversificados são os sistemas; e princípio da área mínima, qualquer sistema necessita de uma área mínima para evoluir de forma equilibrada, gerando e atenuando as perturbações associadas às variações dos processos naturais.

Os ecossistemas ribeirinhos são sistemas ecológicos complexos e de grande variabilidade. O elevado potencial faz com que estes sejam sujeitos a pressões geradas por vários usos e que levam a que estes entrem em desequilíbrio. É importante então que que estes sistemas sejam mantidos e geridos de modo a promover as funcionalidades e particularidades destes espaços em articulação com todo o conjunto da bacia hidrográfica (FERNANDES e CRUZ, 2011).

## 2.3. Engenharia Natural

### 2.3.1. Enquadramento histórico

As Técnicas de Engenharia Natural (TEN) têm como princípio base a utilização de plantas vivas em conjunto com materiais inertes como a pedra e a madeira. Estas técnicas foram utilizadas durante séculos no controle de erosão em taludes, escarpas, margens de rios e ribeiras, em diversas partes do Mundo. Contudo, a chegada da Revolução Industrial e o aparecimento de novos materiais como o aço e cimento, levaram a um abandono das práticas de Engenharia Natural (EN), diminuindo a sua utilização drasticamente (RIBEIRO, 2005).

A descoberta do aço e do cimento levou o homem a apostar na sua utilização nas suas obras de engenharia, uma vez que lhe permitiam desenvolver estruturas com formas diversas, com grande

durabilidade e a custos reduzidos. Para além disso, o dimensionamento das estruturas tornara-se mais preciso o que lhes conferia um grau de segurança mais elevado (GRAY, 1996).

Mais tarde, já na década de 30 do séc. XX, foram desenvolvidas diversas técnicas de engenharia, que incluíam a utilização de estacas vivas de salgueiro com comprimento até 1m e 9cm de diâmetro, muros de pedra seca com estacas vivas e a construção de muros de vegetação. A sistematização e descrição detalhada de TEN foi feita por Hugo Meinhard Schiechtel (1922-2002), engenheiro civil austríaco, que é considerado o pai da Engenharia Natural moderna, que teve um papel fundamental no aprofundamento científico e divulgação desta disciplina (GRAY, 1996).

Este investigador efectuou diversas experiências de maneira a comprovar a viabilidade ecológica e técnica dos métodos por si desenvolvidos. Um dos seus trabalhos mais importantes, realizado na Áustria após a 2ª Guerra Mundial, consistiu na monitorização de 106 áreas recuperadas durante um período de 2 a 14 anos desde o início do restauro. O elenco de plantas utilizadas na recuperação das diferentes zonas era composto por 124 espécies, no entanto, durante a monitorização foram identificadas no total 480 espécies, entre árvores, arbustos e herbáceas. Verificou-se ainda que algumas espécies plantadas tinham desaparecido dando lugar a outras que se estabeleceram por si nas zonas de estudo. (BIFULCO, 2001).

Segundo VENTI (2003) estes trabalhos efectuados por Schiechtel foram de extrema importância, pois não só levaram a que fossem individualizados novos critérios de intervenção, como através desta pesquisa e experimentação foi possível lançar bases para pesquisas analíticas sobre atitudes biológicas de espécies vegetais utilizadas nestas tipologias de trabalho.

As experiências efectuadas por Schiechtel desencadearam o interesse por parte de outros estudiosos de diversos países na Europa e nos Estados Unidos.

Actualmente procura-se dar continuidade ao legado de Schiechtel, aprofundando o conhecimento em Técnicas de Engenharia Natural, alargando-o não só aos países da Europa Central, mas a toda a região Mediterrânica e a todo o Mundo.

### 2.3.2. Conceitos

A Engenharia Natural, adopta na Europa diferentes termos para a classificar. Em Itália, esta engenharia é conhecida por *Ingegneria Naturalistica* (Engenharia Naturalística), na Alemanha designa-se *Ingenieurbiologie* (Engenharia Biológica) e como *Soil and water bioengineering* no Reino Unido. Em Espanha também já se observaram desenvolvimentos nesta ciência, sendo conhecida por *Ingenieria del Paisaje* (Engenharia da Paisagem) (BIFULCO, 2001).

Em Portugal, esta disciplina começou por adoptar o termo “Engenharia Biofísica”, e foi objecto de estudo da Licenciatura em Engenharia Biofísica leccionada na Universidade de Évora, contudo este termo foi, mais tarde, abandonado, tendo sido adoptado em Portugal o termo “Engenharia Natural”. Esta disciplina teve um grande crescimento em Portugal com a criação da Associação Portuguesa de Engenharia Natural (APENA).

Segundo a *Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica* (AIPIN) a Engenharia Natural é uma disciplina técnico-científica que, através de metodologias próprias da engenharia e sobre a base de critérios mecânicos, biológicos e ecológicos, utiliza como material de construção plantas vivas autóctones, em conjunto, ou não, com materiais inertes tradicionais (AIPIN, 2010).

A definição dada pela Assembleia Fundadora da Associação para a Engenharia Naturalística na Alemanha em 1980, diz-nos que “a Engenharia Naturalística é uma disciplina técnico biológica que estuda a utilização das plantas em obras de consolidação de linhas de água e encostas”.

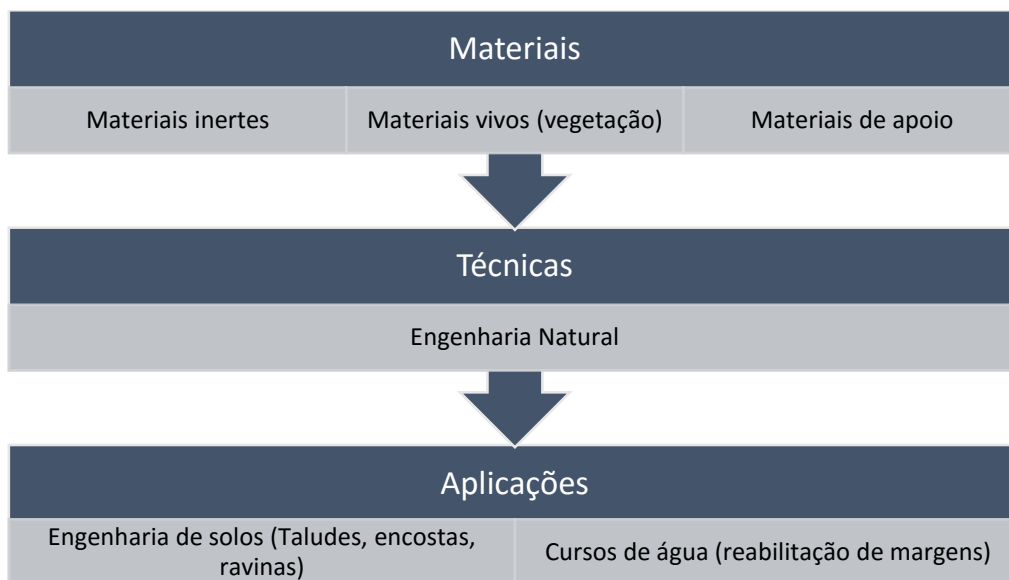
Segundo a Federação Europeia de Engenharia Natural (FEEN) esta é uma “disciplina técnica-biológica que, com a ajuda de plantas e formações vegetais contribui para a protecção e segurança de usos do solo edificações, assim como para a promoção do desenvolvimento da paisagem e do território” (FEEN, 2015). Segundo esta Federação tal é conseguido ao utilizar plantas ou parte delas como materiais de construção vivos, e, através do seu desenvolvimento, em articulação com o solo e o substrato geológico, garantir uma contribuição muito relevante contra todas as formas de erosão. Numa fase inicial pode ser necessário recorrer a combinações com materiais inertes que garantam a função de suporte estrutural das cargas actantes (FEEN, 2015).

Assim, é possível constatar que há uma concordância entre as várias entidades relacionadas com esta ciência, quer no que diz respeito aos materiais utilizados, quer na sua aplicação técnica.

As técnicas de Engenharia Natural têm como principal objectivo a reconstituição de ecossistemas, conferindo-lhes uma capacidade de auto-sustentação mediante processos naturais, com repercussões positivas sobre as características geopedológicas, hidrogeológicas, hidráulicas, florísticas, faunísticas e paisagísticas do território. Estas intervenções constituem uma série de operações de defesa do território, com o objectivo de conservação do solo sobretudo em função da erosão, bem como contribuem para o melhoramento da qualidade da paisagem, aumentando desta forma a complexidade, a conectividade e a biopotencialidade dos ecossistemas (VENTI, 2003).

O propósito das técnicas utilizadas por esta disciplina é de conduzir a um aceleração no processo natural de recuperação e restauro da paisagem, apenas alcançando pleno sucesso, quando, passados

alguns anos, as intervenções já não são detectáveis. Para este efeito a Engenharia Natural recorre a ciências como a Botânica, a Pedologia, a Geologia, a Climatologia, a Hidráulica e a Mecânica.



**Figura 1** – Esquema das relações funcionais em Engenharia Natural. Fonte: Adaptado de FLORINETH (2004).

A engenharia Natural é uma disciplina que utiliza:

- Técnicas de renaturalização, com a finalidade de criar ambientes idóneos a espécies ou comunidades vegetais ou animais;
- Plantas vivas como materiais de construção, isoladamente ou em combinação com materiais inertes;
- Materiais, infra-estruturas e outras medidas que forneçam condições favoráveis ao estabelecimento e deslocação de espécies animais.

Os objectivos da Engenharia Natural segundo a AIPIN são:

- Técnico-funcionais, como por exemplo de estabilização erosiva e de consolidamento de taludes;
- Naturais, de maneira a obter não só coberto vegetal mas também reconstruindo os ecossistemas naturais da área de intervenção;
- Paisagísticos, ao reconstruir a paisagem natural;
- Económicos, criando estruturas competitivas e alternativas às técnicas de construção civil tradicionais.

Os projectos de engenharia Natural têm um campo de aplicação muito alargado que pode ir desde intervenções hidráulicas, a sustentação de taludes, bem como em recuperações ambientais mais genéricas. A maior parte das experiências de EN têm sido realizadas em linhas de água e zonas alpinas onde o stress hídrico não é limitação à utilização de estacas vivas que é o principal material componente das obras de EN na estabilização e consolidação de taludes (BIFULCO e REGO, 2012).

No caso das intervenções hidráulicas, as técnicas de Engenharia Natural são particularmente eficazes na recuperação de cursos de água, das suas margens e encostas, limitando a acção erosiva dos agentes de meteorização, sejam estes agentes naturais (como a acção da água) ou antropogénicos (como a construção de infraestruturas) (FREITAS, 2006). Nas linhas de água as TEN aplicam-se também na condução do canal de escoamento, renaturalização de linhas de água degradadas ou fortemente alteradas, aumento da capacidade de retenção nos leitos de cheia contribuindo na protecção contra os efeitos das cheias (FEEN, 2015).

Segundo a FEEN (2015) algumas das vantagens das intervenções de EN em relação às técnicas de construção tradicionais são:

- Curvas de desenvolvimento funcional mais estáveis e sustentáveis devido às características de desenvolvimento e regeneração da vegetação;
- Aumento da estabilidade com o desenvolvimento das espécies e comunidades utilizadas;
- Capacidade de reacção a perturbações devido à capacidade natural de adaptação da vegetação;
- Adaptação da vegetação pelas suas características às forças nela actantes;
- Aumento da biodiversidade e da instalação de habitats;
- Melhoria da qualidade visual;
- Favorecimento de factores socioeconómicos;

Este tipo de técnicas são caracterizadas por um baixo impacto ambiental, aproveitando as características e potencialidades das plantas, nomeadamente do seu sistema radicular. Para garantir um menor impacto é então necessário retirar dos projectos de EN e das suas obras materiais sintéticos, optando por materiais biodegradáveis (BIFULCO e REGO, 2012).

Contudo existem algumas circunstâncias em que as capacidades técnicas e funcionais das plantas não são suficientes para a intervenção a realizar. Segundo a FEEN (2015) estas situações são:

- quando a forças mecânicas envolvidas são superiores à capacidade de resistência da vegetação;

- A profundidade de enraizamento é inferior à necessária para estabilização da encosta ou talude;
- As condições do local de intervenção não permitem a germinação e estabilização de espécies que permitam um coberto vegetal adequado;
- Manutenção inadequada, que pode conduzir à modificação das condições locais comprometendo o sucesso da intervenção.

É importante, no entanto, dizer que a EN não pretende concorrer com as técnicas de engenharia civil, mas sim oferecer soluções mais adequadas para alguns casos. Cada vez mais, a Engenharia Civil reconhece a importância e relevância da utilização de vegetação nos trabalhos de construção (SILVA, 2012).

Em EN as plantas desempenham um papel essencial a longo prazo por constituírem estruturas flexíveis, bem adaptadas que aumentam a estabilidade das estruturas ao longo do tempo, na medida em que promovem a defesa da superfície do solo pelas suas partes aéreas, e o reforço do solo pelo seu sistema radicular. A vegetação tem a capacidade de: se reproduzir e propagar; se regenerar após feridas ou alteração das condições; se integrar e articular diferentes materiais e estruturas; de cobrir a superfície do solo; suportar em certos casos a submersão ou soterramento através da formação de novas raízes; adaptarem às alterações das condições ambientais como é o caso da variação de caudal de uma linha de água (FEEN, 2015).

São utilizadas nas intervenções de Engenharia Natural plantas do extracto arbóreo, arbustivo e herbáceo. Segundo um estudo feito por CORREIA (2013) as espécies arbustivas da flora portuguesa que melhor aliam características biotécnicas e capacidade de reprodução vegetativa para utilização em técnicas de EN são a *Coronilla glauca* L., *Dittrichia viscosa* L. e a *Myrtus communis* L. Em intervenções em linhas de água devem ser usadas espécies da mata ribeirinha que se apresentam como um sistema elástico indispensável na protecção mecânica das margens e ao mesmo tempo mantêm a pureza das águas (CABRAL e TELLES, 2005). Para consulta foram incluídas em anexo neste trabalho duas listagens de plantas adequadas às Técnicas de Engenharia Natural, no caso específico da intervenção em linhas de água (Anexo II), e as principais espécies da flora continental portuguesa (Anexo III).

O projecto em Engenharia Natural recorre a um estudo pormenorizado de técnicas construtivas e a sua respectiva implementação, sendo importante que estas se adequem às características físicas e biológicas do local, de forma a potenciar o seu valor ecológico. Segundo a FEEN (2015) é necessário que, sempre que possível, sejam utilizados exemplares de espécies autóctones com origem na área

de intervenção ou próximas, já que estas contribuem uma biodiversidade adequada ao local e à envolvente

### 2.3.3. Principais técnicas de Engenharia Natural utilizadas em linhas de água

De seguida são apresentadas as principais técnicas utilizadas em Engenharia Natural para a intervenção em linhas de água sobre a forma de fichas técnicas.

A informação contida nestas fichas tem como base a obra *Manuale di Ingegneria Naturalistica*, VOLUME 3, Sistemazione dei versanti (SAULI, 2006). Dada a relevância para este trabalho foram incluídas as fichas técnicas nº 2 e nº 7 com base no documento criado por FERNANDES e FREITAS (2011).

## Ficha 1 - Sementeira com Cobertura de Protecção

### A - Descrição geral

A sementeira é uma das técnicas mais simples, mas também uma das mais importantes, pois encontra-se presente em quase todas as técnicas de engenharia natural. Nesta técnica depois de efectuada a sementeira, se necessário, é aplicada uma camada designada por “cobertura de protecção”<sup>1</sup>. Esta camada de protecção é constituída por palha ou feno. No caso da superfície a trabalhar ser muito inclinada, ou se esta estiver sujeita a ventos muito fortes, a esta camada de protecção junta-se um composto colante líquido e biodegradável, de maneira a garantir a sua fixação. É também possível fixar a palha ao terreno usando estacas de madeira ou pregos metálicos ligados por arame ou redes de nylon.

### B - Campo de Aplicação

Esta técnica pode ser aplicada em:

- revestimento de taludes em terrenos muito inclinados e sujeitos a fenómenos de erosão acentuados com inclinações inferiores a 30°;
- terrenos pobres em matéria orgânica e/ou solos pouco profundos e áridos;

---

<sup>1</sup> A sementeira com “cobertura de protecção” está patenteada com o nome de “Método de *Schiechteln*”, e originalmente, a cobertura de protecção de palha era vaporizada a frio com uma emulsão de betonilha.

- consolidação de aterros, zonas de exploração mineiras, ou zonas onde ocorreu um desmoronamento recente.

#### C - Materiais utilizados

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- palha ou feno de fibra longa (300 a 1000g/m<sup>2</sup>);
- adubo e fertilizantes adequados;
- mistura de sementes de espécies herbáceas adaptadas às condições ambientais do local (solo, geologia, microclima e comunidade vegetal) em quantidades variáveis entre 30-60 g/m<sup>2</sup>;
- solução colante líquida e biodegradável (75 g/m<sup>2</sup>) (se aplicável);
- estacas de madeira ou pregos metálicos;
- arame ou rede de nylon;

#### D - Modo de execução

A execução desta técnica deve seguir o seguinte procedimento:

- preparação do terreno e incorporação de terra vegetal (se necessário);
- distribuição manual da mistura de sementes;
- aplicação de adubos e fertilizantes;
- colocação de estacas de madeira (se aplicável);
- colocação de palha e feno sobre a sementeira (se aplicável) ;
- fixação da camada de protecção através da ligação das estacas com arame (se aplicável);
- aplicação solução colante (se aplicável).

#### E - Considerações

- A quantidade de adubo e fertilizante varia de acordo com o período de intervenção: na Primavera a quantidade a utilizar será maior pois as condições climáticas permitem uma utilização quase total por parte das plantas; no Outono a quantidade será menor de maneira a evitar que a maior parte do composto, que não seja imediatamente utilizado pelas plantas, seja lavado pelas chuvas, com a chegada da estação mais fria.
- A palha utilizada deve estar completamente seca de maneira a evitar que as sementes que estão no solo se fixem a esta.

#### F - Limitações de aplicação



Não deve ser utilizada esta técnica em zonas com períodos de seca prolongados e encostas sujeitas a desmoronamentos ou deslizamentos do terreno.

#### G - Vantagens

- Facilidade de aplicação
- Revestimento rápido do talude;
- Redução da erosão superficial quer eólica quer hídrica;
- Redução da quantidade de sementes retiradas do solo, quer pela acção da chuva quer pela presença de animais predadores como aves e roedores (no caso da utilização de cobertura de protecção).

#### H - Desvantagens

- Necessita de muita mão-de-obra especializada.

#### I - Período de Intervenção

Para obter melhores resultados a sementeira deve ser feita durante a Primavera ou Outono, excluindo os meses de maior aridez.

#### J- Especificações técnicas

Referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: Sementeira manual de mistura de espécies perfeitamente adaptadas às condições do meio local; Colocação manual da palha ou feno de maneira a formar uma camada contínua de 2 a 4cm de espessura; Aplicação do adubo orgânico e/ou inorgânico; Aplicação, se aplicável, da solução colante hidrossolúvel e biodegradável de maneira a formar uma película de protecção e fixação da palha e das sementes. Quantidade cerca de 75g/m<sup>2</sup>.

A aplicação deve ser precedida de uma limpeza do terreno, de modo a retirar as pedras e raízes de plantas existentes no local.

A composição da mistura e a quantidade de sementes por m<sup>2</sup> são definidos em função do contexto ambiental existente, nomeadamente das condições edáficas, microclimáticas e do estado vegetativo de referência. No geral, utilizam-se 30 a 60 g/m<sup>2</sup>.

A origem das sementes, a composição da mistura, o grau de pureza e o grau de germinação devem ser verificados.

## K- Imagens



Figura 2 – Sementeira manual. Fonte: FERNANDES (2011)

## Ficha 2 - Hidrossementeira

### A - Descrição geral

A Hidrossementeira consiste na projecção de uma mistura de água com mulch (fibras de madeira), sementes, fertilizantes, correctivos/aditivos biológicos do solo. É aplicada hidraulicamente sob a superfície do terreno através de um equipamento mecânico (hidrossemeador).

### B - Campo de Aplicação

À semelhança da sementeira manual esta técnica pode ser aplicada em:

- revestimento de taludes em terrenos muito inclinados e sujeitos a fenómenos de erosão acentuados com inclinações inferiores a 30°;
- terrenos pobres em matéria orgânica e/ou solos pouco profundos e áridos;
- consolidação de aterros, zonas de exploração mineiras, ou zonas onde ocorreu um desmoronamento recente.

### C - Materiais utilizados

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- Água;
- Sementes de espécies herbáceas, arbustivas ou arbóreas, em quantidade variável;

- Fertilizantes;
- Bioestimulantes;
- Fixadores;
- Correctivos/Aditivos biológicos do solo.

#### D - Limitações de aplicação

Não deve ser utilizada esta técnica em zonas com períodos de seca prolongados e encostas sujeitas a desmoronamentos ou deslizamentos do terreno.

#### E - Vantagens

- Elevada taxa de germinação e cobertura homogénea;
- Processo rápido e eficaz que diminui a necessidade de mão-de-obra;
- Maior poder de absorção de água;
- Permite a execução de sementeiras em zonas de difícil acesso;

#### F - Período de Intervenção

Para obter melhores resultados a sementeira deve ser feita durante a Primavera ou Outono, excluindo os meses de maior aridez.

#### G - Imagens



**Figura 3** – Aplicação de Hidrossementeira.

Fonte: FERNANDES (2011)



**Figura 4** - Aplicação de Hidrossementeira.

Fonte: FERNANDES (2011)

### Ficha 3 - Feixes vivos

#### A – Descrição geral

Os feixes vivos são um dos métodos de construção com vegetação mais antigos, utilizados muito antes do aparecimento da Engenharia Natural. Os feixes vivos são formados por ramos de espécies lenhosas com capacidade de propagação vegetativa (ramos finos com 2/3cm de espessura presos por arame de ferro) e são colocados dentro de um sulco na terra, ou, no caso específico do feixe vivo de Florineth, presos por pregos de madeira que atravessam o feixe.

Os feixes vivos têm normalmente um diâmetro entre 15 e 20 cm e um comprimento que pode ser adaptado à necessidade do projecto, mas que varia normalmente entre 2 e 4 metros. Ao serem colocados no terreno é essencial garantir o máximo de contacto com o solo húmido de forma a garantir o desenvolvimento vegetativo. Os ramos a utilizar devem ser flexíveis, compridos, direitos e com gomos de crescimento activos.

#### B – Campo de aplicação

Nas margens de linhas de água esta técnica é recomendada para a criação de faixas de vegetação. A sua colocação é rápida e simples, bastando a sua fixação com estacas de madeira. Em situações de margens com declives mais inclinados pode recorrer-se a muros de feixes empilhado e suportados por estacas fortemente enterradas do lado da corrente em complemento das estacas de fixação de cada feixe individual. A sua utilização na protecção e consolidação de margens de linhas de água tem que ter em consideração que estas estruturas têm uma resistência limitada à velocidade da água variando entre um mínimo de 2 m/s em feixes simples a 4 m/s em paredes de feixes.

#### C - Materiais utilizados

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- mínimo cinco vergas de espécies lenhosas com capacidade de propagação vegetativa (ex. salgueiro) com diâmetro mínimo de 1cm e comprimento máximo de 2m;
- arame de ferro;
- estacas de madeira com 5cm de diâmetro ou pregos de ferro com diâmetro 8/14mm e comprimento mínimo de 60mm;
- terreno vegetal para cobertura.

#### D - Modo de execução

A execução desta técnica deve seguir o seguinte procedimento:

- Recolha de ramos de madeira de espécies lenhosas com capacidade de propagação vegetativa (ex: salgueiro) com diâmetro mínimo de 1cm; junção dos ramos, preferencialmente sobre a forma de cavalete; a disposição ramos deve ser feita de maneira a garantir uma disposição alternada dos ápices e das bases destes, e de maneira a formar feixes com 20/30cm de diâmetro e comprimento mínimo de 2 m; É feita a ligação destes ramos com arame de ferro sem apertar demasiado e em pelo menos dois pontos com distância máxima entre eles de 80cm.
- Fixação dos feixes com estacas de madeira, vivas ou mortas, distanciadas no máximo 80cm, de maneira a que a extremidade superior da estaca coincida com a borda superior do feixe. As estacas podem atravessar o feixe (método de *Kraebel*), ou devem estar localizadas junto ao feixe (método de *Hofmann*).
- Cobertura dos feixes com terra vegetal.

#### E - Limitações de aplicação

A técnica só pode ser aplicada durante o período de repouso vegetativo.

#### F – Vantagens

- Fácil execução;
- Baixo custo;
- Facilidade de recolha de material;

#### G – Desvantagens

- Necessidade de manutenção (exige que sejam feitas podas regulares);
- Elevada quantidade de material vivo e mão-de-obra.

#### H - Caderno de Encargos

Referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: Construção de feixes de espécies lenhosas com capacidade de propagação vegetativa (ex. salgueiro) compostos por 5 a 6 ramos de diâmetro mínimo de um 1cm, com pontos de ligação distante entre 50 a 80cm. Estes feixes de vegetação são atravessados por estacas de madeira vivas ou mortas (dispostas a cada 80cm, no máximo 1m) de pelo menos 60cm de comprimento e 5cm de diâmetro, ou com estacas de ferro com diâmetro entre 8 e 14mm. Estas estacas devem atravessar os feixes ou apoiá-los e devem ser ligados

entre si por arame de ferro. É necessário utilizar ramos lisos e direitos com a presença de gomos de crescimento activos. A intervenção só pode ser feita durante o período de repouso vegetativo.

## I - Imagens

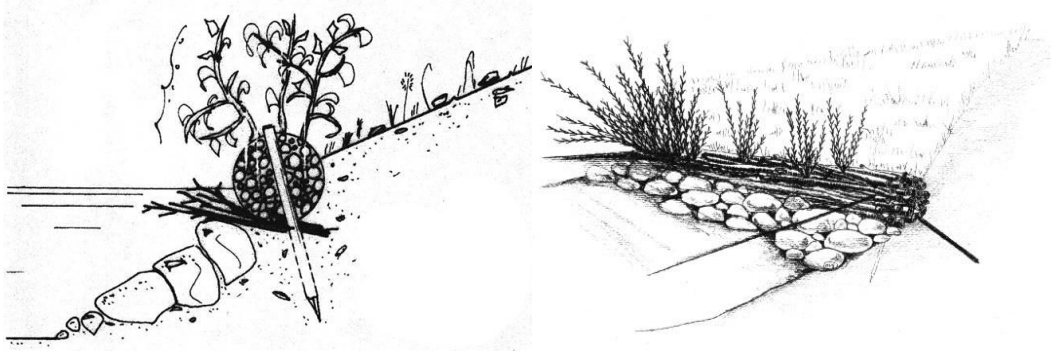


Figura 5 – Esquema representativo de um feixe vivo em corte e perspectiva.

Fonte: SAULI (2005)

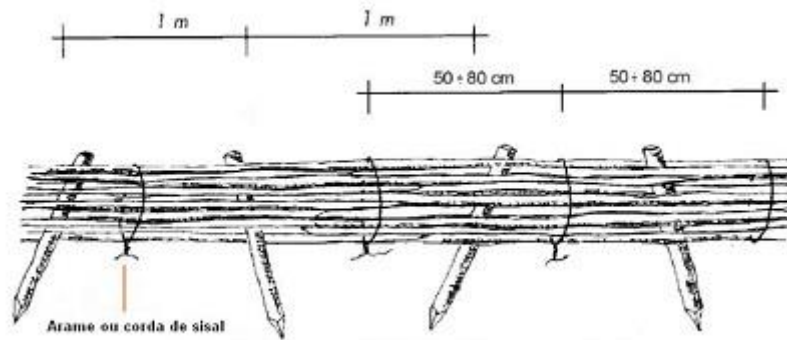


Figura 6 – Esquema representativo de um feixe vivo em alçado. Fonte: FERNANDES (2011)



Figura 7 – Aplicação de um feixe vivo na margem de uma linha de água. Fonte: FERNANDES (2011).



Figura 8 – Feixes vivos em margens de linhas de água passado algum tempo da sua aplicação. Fonte: SAULI (2005).

## Ficha 4 - Grade Viva

### A – Descrição Geral

A Grade Viva (GV) é uma técnica utilizada na estabilização de taludes e encostas muito inclinados, com substrato compacto em erosão. É constituída por uma estrutura em elementos de madeira verticais e horizontais, dispostos perpendicularmente entre si, colocada sobre o talude em erosão. Os elementos horizontais são colocados sobre os verticais e são pregados a estes com pregos ou barras de ferro, toda a estrutura é ancorada ao substrato.

Os interstícios formados pela estrutura obtida são preenchidos com terreno vegetal e são plantados com estacas de espécies autóctones e/ou arbustos autóctones em torrão ou raiz nua e são posteriormente semeados.

### B - Campo de aplicação

A GV é utilizada na reconstrução e estabilização de perfis de taludes e margens com substrato compacto em erosão (não deve ser solto) ou em desmoronamento, com pendentes entre 45° e 55°, quando há dificuldade ou mesmo impossibilidade de remodelação do perfil do terreno. Pode também ser utilizada em taludes de estradas e ferrovias.

### C - Materiais utilizados

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- troncos de madeira de pinheiro com diâmetro entre 15 e 25 cm e comprimento entre 2 a 5m;
- pregos ou varas de ferro com 14mm de diâmetro e comprimento mínimo entre 40 a 100cm;
- estacas vivas de espécies autóctones (ex. salgueiro) com comprimento mínimo de 1m;
- sementes de espécies autóctones bem adaptadas às condições locais;
- arbustos autóctones em torrão ou raiz nua;
- material inerte e terra vegetal;
- rede de ramos mortos para contenção do material inerte colocado dentro da estrutura (esta rede de ramos mortos só é utilizada em casos específicos em que deve ser reforçada a contenção da estrutura).

#### D - Modo de execução

A execução desta técnica deve seguir o seguinte procedimento:

- construir na base do talude uma fundação: fazer uma vala no terreno onde se coloca o primeiro tronco horizontal fixado com pregos de aço; ou muro vivo; ou uma base de pedra;
- colocar os elementos verticais distanciados entre si cerca de 1m;
- fixar os elementos verticais ao terreno com estacas de ferro;
- colocar e fixar os elementos horizontais sobre os verticais distanciados entre si 0,4 a 1m máximo (esta distância varia de acordo com a inclinação do talude, quanto maior for a inclinação menor é a distância entre os postes horizontais) de maneira a formar a estrutura da grade;
- colocar a rede de ramos mortos (se aplicável);
- plantar no interior da estrutura as estacas de salgueiro, imediatamente acima dos troncos horizontais;
- encher com material inerte e terra vegetal;
- plantar espécies de arbustos autóctones em torrão ou raiz nua nas restantes zonas da grade;
- realizar sementeira com cobertura de protecção sobre toda a superfície da grade viva.

#### E - Considerações

O distanciamento dos elementos horizontais da estrutura varia segundo a inclinação do talude, este distanciamento será tanto menor quanto maior for a inclinação do talude.

A altura máxima da grade viva não deve ultrapassar os 4/5m.

As estacas devem ser longas o suficiente de maneira a alcançarem o terreno do talude ou margem a recuperar.

Para protecção de grades aplicadas em taludes muito inclinados, e como meio de contenção do material utilizado, pode ser colocada da parte de fora uma rede de metal ou arame de ferro com dupla torção.

Uma grade viva de pequenas dimensões pode ser realizada recorrendo à utilização de troncos de salgueiro vivo com 8cm de diâmetro.

#### F - Limitações de aplicação

As principais limitações à utilização da GV são:



- Altura e inclinação do talude, de maneira a poder ser utilizada esta técnica, o talude a recuperar não deve ter uma inclinação superior a 55° e altura superior a 5m.
- Natureza do substrato, é de difícil aplicar esta técnica em substratos rochosos.

#### G - Vantagens

- Estabilização imediata do talude ou margem. O efeito de estabilização aumenta com a capacidade de enraizamentos das espécies vegetais utilizadas;
- As espécies utilizadas desempenham uma acção drenante do terreno, na medida em que absorvem a água necessária ao seu desenvolvimento retirando a água em excesso do solo;
- Não requer muita escavação e intervenção na zona da base ou pé do talude;
- Permite o desenvolvimento de vegetação em taludes com declives muito acentuados, sem necessidade de alterar o perfil existente.
- Estabilização imediata do talude após a aplicação da grade ao terreno, o que possibilita o imediato desenvolvimento dos arbustos colocados.
- Efeito visível a curto prazo.
- 

#### H - Desvantagens

A estrutura em madeira, com o tempo apodrece. Assim, para além de garantir uma boa fixação da estrutura ao terreno com pregos ou barras de ferro, é essencial que as plantas integradas na estrutura estejam em boas condições e enraizadas em profundidade, de maneira a substituírem a função de suporte e consolidação do talude, uma vez que a estrutura em madeira tenha perdido a sua função.

#### I - Período de intervenção

A GV deve ser construída durante o período de dormência vegetal das estacas, correspondente em Portugal ao período de Inverno, contudo não deve ser efectuada se houver a presença de gelo ou neve. No período de dormência vegetativa o solo apresenta as condições ideais ao bom desenvolvimento das plantas, nomeadamente no que diz respeito à sua disponibilidade hídrica, essencial para promover o desenvolvimento radicular das espécies plantadas. Outra das vantagens da realização da intervenção neste período, está relacionada com a maior facilidade na mobilização do solo, por este se apresentar, normalmente, menos compacto.

No caso de uso exclusivo da utilização de arbustos enraizados, a GV pode ser efectuada durante todo o ano, excepto durante as alturas em que possa haver ocorrência de gelo, e nos períodos de maior seca.

## J - Caderno de encargos

No caderno de encargos deve-se referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: Construção de grade em troncos de salgueiro ou pinheiro com dimensões de 15 a 25cm de diâmetro e 2 a 5m de comprimento. Limpeza da zona de todo o tipo de materiais que possam interferir com a execução dos trabalhos, nomeadamente, restos de vegetação, pedras e solo proveniente de um possível deslizamento. Note-se que no caso de um deslizamento, o terreno arrastado deverá ser reutilizado na intervenção.

Após a preparação do terreno passa-se então à fase de construção da estrutura. Em primeiro lugar procede-se à criação da base que sustentará a estrutura. É feita uma fundação numa vala em terreno estável onde é colocado um tronco longitudinalmente para formar a base, neste tronco colocam-se os elementos verticais distanciados 1m e os horizontais pregados aos verticais, com distâncias variáveis entre os 0,4 e 1m, aumentando a sua densidade com o aumento da inclinação do talude (normalmente trabalha-se com inclinações entre os 45° e os 55°); a fixação da grade viva ao terreno é feita através de pregos de madeira com 8 a 10cm de diâmetro e 1m de comprimento, ou pregos ou barras de ferro com dimensões idóneas de maneira a susterem a estrutura; Enchimento com terra vegetal alternado pela inserção de estacas dispostas em camadas sobre os troncos horizontais. Como apoio às hastes horizontais pode ser colocada uma grelha metálica para melhor contenção do terreno. Em toda a superfície deve ser feita a sementeira e plantados arbustos autóctones em torrão ou raiz nua. A grade viva pode ser simples ou dupla dependendo da profundidade e da forma do desmoronamento. O enraizamento das espécies plantadas substituirá, com o tempo, a função de suporte da estrutura em madeira. A altura máxima possível para a grade viva não deve ultrapassar os 4/5m.

Normalmente, é necessário proteger a parte superior da grade de eventuais infiltrações de água que podem criar problemas de erosão e levar ao enfraquecimento da estrutura, assim, deve ser construída uma estrutura de recolha de águas a montante da estrutura.

K - Imagens

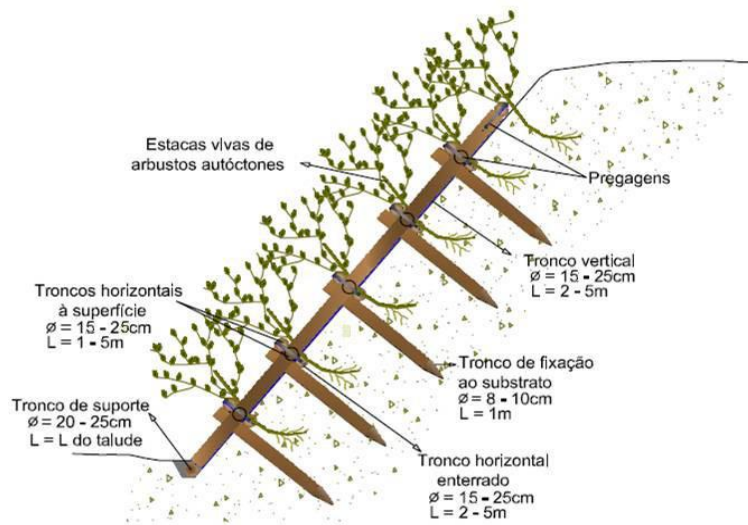


Figura 9 – Grade viva. esquema representativo em corte. Fonte: Adaptado de MARTINHO (2005)

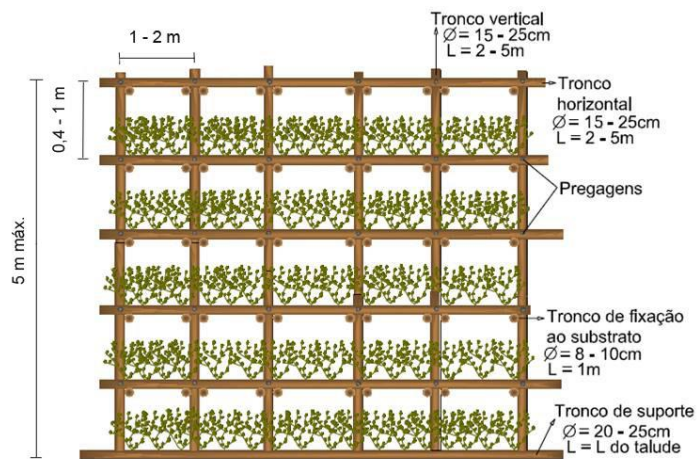


Figura 10 - Grade viva. esquema representativo em alçado. Fonte: Adaptado de MARTINHO (2005)



Figura 11 – Grade viva em construção. Autor: BIFULCO.



**Figura 12** - Grade viva em construção. Colle S. Michele, Cagliari. Fonte: SAULI (2005).



**Figura 13** - Grave viva passados alguns anos da intervenção. Colle S. Michele, Cagliari. Fonte: SAULI (2005).

## Ficha 5 - Muro Vivo Simples

### A - Descrição geral

O Muro Vivo simples (MVS) é uma estrutura de suporte que consiste na sobreposição de elementos de madeira de maneira a formar um paralelepípedo. No seu interior são inseridas estacas de plantas autóctones e a obra é completada pelo enchimento com terreno vegetal e material inerte.

Esta estrutura é caracterizada por apresentar uma linha exterior de troncos horizontais e elementos mais curtos, que são inseridos perpendicularmente ao declive do talude a intervir, com a mesma inclinação que este.

### B - Campo de aplicação

O muro vivo simples é utilizado em bases de taludes sujeitos a erosão e deslizamento de terra onde há pouco espaço para intervenção ou, poucas possibilidades de escavação. É uma das técnicas de EN mais utilizadas e pode ser aplicada nas mais diversas situações, como margens de linhas de água, ou taludes associados a caminhos.

### C - Materiais utilizados

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- troncos de pinheiro descascados com 20/30cm de diâmetro;
- pregos ou barras de ferro com 12/14mm de diâmetro;
- estacas de espécies autóctones, bem adaptadas às condições locais;
- materiais inertes, como pedras;

- terra vegetal, que deve ser preferencialmente retirado da escavação efectuada para construção da estrutura.

#### D - Modo de execução

A execução desta técnica deve seguir o seguinte procedimento:

- escavação da fundação com inclinação no sentido contrário à inclinação da encosta (10/15°);
- colocação da primeira série de troncos, paralelos à inclinação;
- colocação e fixação com pregos da primeira série de postes transversais, afiados na ponta, perpendicularmente à encosta e por cima do tronco horizontal (estes postes são inseridos no solo com a ajuda de uma escavadora). O distanciamento máximo entre estes postes deve ser de 2m;
- Plantação das estacas vivas de espécies autóctones (ex.: salgueiro);
- Enchimento da estrutura com material inerte proveniente da escavação;
- repetir as operações 2, 3, 4 e 5 até se atingir a altura definida pelo projecto;
- Enchimento com terra vegetal da estrutura se encontrar completamente preenchida;

#### E - Considerações

- As estacas devem ter um comprimento tal que permita atravessar o muro vivo e serem inseridas no terreno existente de maneira a enraizarem correctamente, na parte frontal da estrutura estas devem ter um comprimento de cerca de 10cm.
- A fachada do muro vivo deve ter uma inclinação inferior a 60° na horizontal de maneira a permitir o crescimento das plantas.
- Os troncos transversais devem estar dispostos alternadamente e não uns sobre os outros de modo a garantir uma maior elasticidade e resistência do muro de vegetação;
- Não deve ser utilizada manta de geotêxtil entre a estrutura e o terreno pois esta impede o enraizamento das plantas; caso seja necessário deve utilizar-se um dreno de outra natureza, de maneira a não criar uma superfície de separação.
- A fixação dos troncos deve ser feita com pregos ou barras de ferro e os troncos devem ser previamente perfurados.
- Deve ser colocado enrocamento na parte externa da estrutura de maneira a evitar que esta se esvazie.
- A estrutura em madeira, com o tempo apodrece, assim, para além de garantir uma boa fixação da estrutura com pregos ou barras de ferro, é essencial que as plantas integradas na estrutura estejam em boas condições e enraizadas em profundidade. Estas plantas são fundamentais

para garantir a função de suporte e consolidação do talude principalmente quando a estrutura em madeira perde a sua função de suporte.

#### F - Vantagens

- Consolidação imediata da base do talude;
- Efeito visual agradável imediato, devido ao rápido crescimento e desenvolvimento da vegetação.
- A técnica pode ser construída com comprimento ilimitado e pode ser utilizada em percursos irregulares;
- Aplicável em caso de espaço limitado, pois não necessita de tanta escavação como para a construção do muro vivo duplo;
- Facilmente adaptável a diferentes situações de construção, nomeadamente no que diz respeito à possibilidade de combinação com outras técnicas.

#### G - Desvantagens

Por ser uma técnica complexa é necessário algum tempo para a sua execução comparativamente com outras técnicas.

#### H - Período de intervenção

Esta técnica tem que ser executada durante o período de repouso vegetativo, correspondente em Portugal ao período de Inverno.

Neste período o solo apresenta as condições ideais ao bom desenvolvimento das plantas, nomeadamente no que diz respeito à sua disponibilidade hídrica, essencial para o desenvolvimento radicular. Outra das vantagens da realização da obra neste período, está relacionada com a maior facilidade na mobilização do solo, por este se apresentar menos compacto.

#### I - Caderno de Encargos

Deve referir-se o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: construção de muro vivo de troncos de pinheiro com diâmetro entre 20 a 30cm colocados alternadamente no sentido longitudinal e transversal ( $L = 1,50 - 2m$ ) de maneira a formar uma estrutura em paralelepípedo. Esta estrutura é fixada com o auxílio a pregos ou barras de ferro com 14mm de diâmetro e comprimento correspondente a dois troncos sobrepostos. O muro vivo é enterrado com uma inclinação de 10 a 15° no sentido contrário ao da encosta e a frente do muro deve ter uma inclinação de 60° para garantir o melhor crescimento das plantas; toda a estrutura é preenchida com o material inerte e a terra obtida

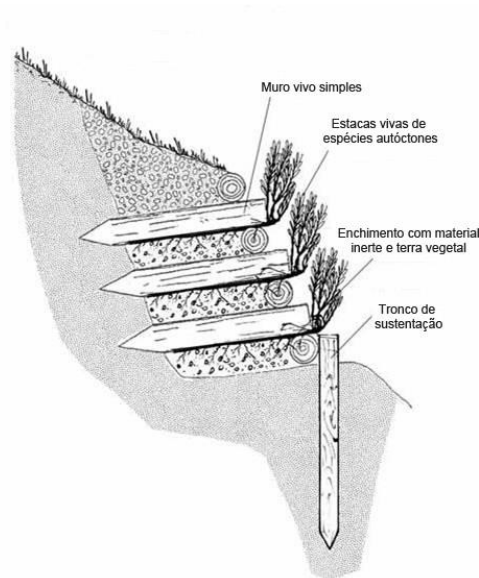


a partir da escavação; nos interstícios entre os postes horizontais devem ser plantadas estacas de espécies lenhosas como o salgueiro ou outras espécies adequadas, com capacidade de reprodução vegetativa. As estacas devem sair da estrutura cerca de 10cm na sua parte frontal, e ao mesmo tempo ser longas o suficiente para atingirem o terreno natural da encosta ou talude a intervir. A altura deste tipo de muro vivo é em geral baixa, 1 a 1,5m.

O período de intervenção corresponde ao período de repouso vegetativo.

O efeito de suporte da estrutura em madeira, que com o tempo apodrece, irá ser substituída a sua função pelas raízes das plantas introduzidas.

J - Imagens



**Figura 14** – Corte esquemático de um muro vivo simples. Fonte: SAULI (2005).



**Figura 15** – Muro vivo simples na altura da. Autor: BIFULCO.



**Figura 16** – Muro vivo passados alguns anos da sua construção. Autor: BIFULCO.

Tendo em conta que as fichas técnicas foram desenvolvidas para a sua aplicação na recuperação de linhas de água será descrito de seguida um caso específico do muro de vegetação simples desenvolvido por Florin Florineth para aplicação em zonas ribeirinhas. Segundo Florineth (2004) e como descreve na sua obra “Dispensa di Ingegneria Naturalística”, o muro vivo simples (*Palificata spondale viva*) é uma técnica de Engenharia Natural conhecida e aplicada à centenas de anos nas mais variadas situações, nomeadamente na recuperação de cursos de água.

K - Caderno de Encargos (para o muro vivo simples segundo Florineth)

Referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: uma estaca de madeira deve ser inserida verticalmente no solo até dois terços do seu comprimento total, esta deve ficar encostada ao talude a estabilizar. Normalmente são utilizadas estacas com 3m de comprimento. De seguida são introduzidas e fixadas perpendicularmente a esta estaca, novas estacas que penetram o talude. Estas estacas horizontais apoiam-se sobre a estaca transversal e devem ser introduzidas perpendicularmente à direcção da corrente.

Na parte da estrutura que se encontra submersa, os espaços vazios criados são preenchidos por pedras e feixes de material morto. Os mesmos espaços que se localizem acima do nível da água são preenchidos por feixes de material vivo. Esta estrutura deve ser preenchida por terra vegetal de maneira a que os feixes de vegetação viva possam germinar e suportar o talude, mesmo depois da estrutura criada pelas estacas se decompor. Segundo Florineth (2004) este sistema é vantajoso na medida em que permite criar uma estrutura que ocupa pouco espaço, contudo mostra-se pouco funcional ao representar uma estrutura frágil e pouco sólida no caso de sustentação de taludes de grandes dimensões.



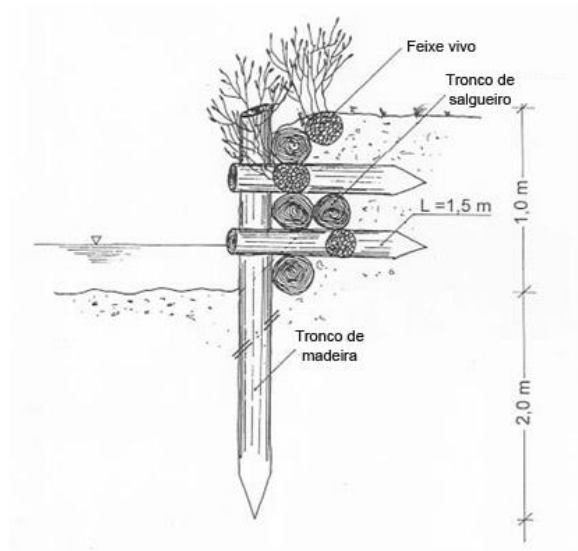


Figura 17 – Corte esquemático de muro de vivo simples para aplicação em linhas de água. Fonte: FLORINETH (2004).

## Ficha 6 - Muro vivo duplo

### A - Descrição geral

O muro vivo duplo (MVD) é uma estrutura em madeira constituída pela sobreposição de troncos que formam um paralelepípedo no qual são inseridas plantas e/ou estacas de espécies com capacidade de propagação vegetativa. A estrutura, executada na base de um talude, é completada pelo enchimento de material inerte pedregoso e/ou terra vegetal.

As estacas das espécies escolhidas devem ser inseridas em profundidade de maneira a garantir a sua sobrevivência mesmo em climas áridos. O efeito consolidante desta técnica é notável, e está associado inicialmente à estrutura de madeira e é, com o tempo, substituído pelo suporte garantido pelo desenvolvimento das raízes das plantas. Não são aconselháveis para esta técnica alturas das estruturas superiores a 2,5m.

A consolidação é rápida e robusta, e tem pouco impacto visual na linha de água, associado ao rápido desenvolvimento das ramagens. A estrutura em madeira degrada-se com o tempo, e, como tal, é necessário que as plantas inseridas tenham uma boa adaptação e se desenvolvam em profundidade, de maneira a substituírem a função de suporte e consolidação do talude ou escarpa, uma vez que a madeira se degrada.

## B - Campo de aplicação

O MVD é utilizado em caso de:

- consolidação de taludes sujeitos a erosão ou em desmoronamento;
- margens de rios sujeitas à erosão da água.

A utilização do muro vivo duplo é preferível em situações em que haja espaço para construção e possibilidade de escavação.

## C - Material utilizado

Para a execução desta técnica são necessários os seguintes materiais:

- troncos de pinheiro sem casca com 20 a 30cm de diâmetro;
- pregos de ferro com 12/14mm de diâmetro;
- estacas de espécies autóctones e bem adaptadas às condições locais;
- material inerte (pedras);
- terra vegetal (deve ser preferencialmente retirado da escavação efectuada para construção do muro vivo).

## D - Modo de Execução

A execução desta técnica deve seguir o seguinte procedimento:

- Proceder à escavação da fundação com inclinação no sentido contrário à inclinação da encosta (10/15°);
- Colocar a primeira série de troncos, paralelos à inclinação (a linha interna é colocada contra a parede da escavação);
- Colocar a primeira série de troncos transversais, acima dos troncos já colocados anteriormente e fixar com pregos ou barras de ferro, com um distanciamento máximo de 2m entre si.
- Inserir as estacas de espécies com capacidade de propagação vegetativa (ex.:salgueiro) e encher a estrutura com terra vegetal e material inerte;
- Repetir as operações 3 e 4 até ser atingida a altura prevista em projecto;
- Encher com terra vegetal até preencher a estrutura obra e modelar de acordo com o perfil do terreno existente.

#### E - Considerações

- As estacas devem ter um comprimento tal que permita o seu atravessamento no muro vivo bem como a sua inserção no terreno existente de forma a enraizarem correctamente, na parte frontal da estrutura estas devem sair do terreno cerca de 10cm;
- A frente do muro vivo deve ter uma inclinação inferior a 60° na horizontal de maneira a permitir o crescimento das plantas;
- Os troncos transversais devem estar dispostos alternadamente e não uns sobre os outros de modo a garantir uma maior elasticidade e resistência do muro de vegetação;
- Não deve ser colocada manta de geotêxtil por trás da estrutura pois esta impede o enraizamento das plantas; caso seja necessário deve utilizar-se um dreno de outra natureza, de maneira a não criar uma superfície de separação;
- A fixação dos troncos deve ser feita com pregos ou barras de ferro e estes devem ser previamente perfurados.
- Deve ser colocado enrocamento na parte externa da estrutura de modo a evitar que esta se esvazie.
- A madeira com tempo apodrece, por isso, para além de uma boa fixação através de pregos, é necessário que as estacas inseridas na estrutura enraízem em profundidade, de maneira a desempenharem a função de sustentação e consolidação da encosta.

#### F - Limitações à aplicação

A altura máxima da estrutura deve ser de 2,5m.

#### G - Vantagens

- Maior resistência às forças exercidas pelo terreno, superior à verificada no muro vivo simples.
- Consolidação rápida da base do talude;
- Efeito visual agradável imediato, devido ao rápido crescimento e desenvolvimento da vegetação.

#### H - Desvantagens

O período de tempo necessário para a realização desta técnica é muito extenso.

#### I - Período de intervenção

Durante o período de repouso vegetativo, correspondente em Portugal ao período de Inverno.

Neste período o solo apresenta as condições ideais ao bom desenvolvimento das plantas, nomeadamente no que diz respeito à sua disponibilidade hídrica, essencial para um bom desenvolvimento radicular. Outra das vantagens da realização da obra neste período, está relacionada com a maior facilidade na mobilização do solo, por se apresentar menos compacto.

#### J - Caderno de encargos

Referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: construção de muro vivo em troncos de pinheiro com diâmetro entre 20 a 30cm colocados alternadamente no sentido longitudinal e transversal ( $L = 1,50 - 2m$ ) de maneira a formar uma estrutura em paralelepípedo; a estrutura é fixa com pregos ou barras de ferro com 14mm de diâmetro; O muro vivo deve ser enterrado com uma inclinação de 10 a 15° no sentido contrário ao da encosta e a frente do muro de vera ter uma inclinação máxima de 60° para garantir o melhor crescimento das plantas; pode ser utilizada uma fila de feixes para ajudar a consolidar ainda mais a paliçada na base; toda a estrutura é preenchida com material inerte e terra obtida a partir da escavação, e, nos interstícios entre os postes horizontais serão colocadas estacas de espécies lenhosas como o salgueiro ou outras espécies adequadas com capacidade de reprodução vegetativa. As estacas devem sair da estrutura 10cm e ao mesmo tempo ser longas o suficiente para atingirem o terreno natural da encosta ou talude a intervir.

No muro vivo duplo existem duas filas de troncos longitudinais, uma localizada junto ao talude a recuperar, e que fica do lado de dentro da estrutura, e uma exterior. O muro vivo duplo pode ser construído com uma altura máxima de 2 a 2,5m.

O período de intervenção corresponde ao período de repouso vegetativo.

K – Imagens

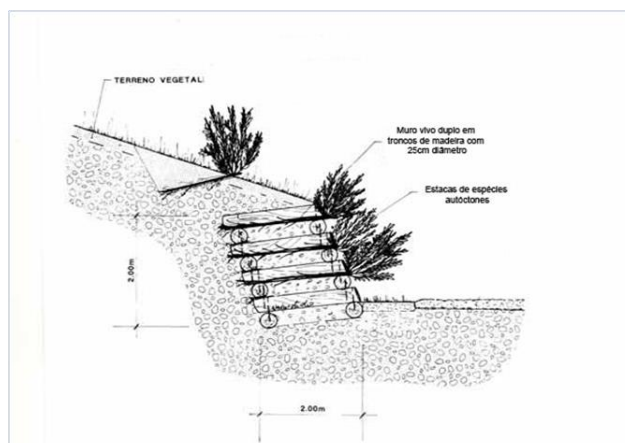


Figura 18 – Muro vivo duplo, corte. Fonte: SAULI (2005).



Figura 19 - Muro vivo duplo na altura da intervenção. Fonte: SAULI (2005).



Figura 20 – Muro vivo duplo passados 12 anos. Fonte: SAULI (2005).

## Ficha 7 – Gabiões vivos

### A - Descrição geral

Estrutura em forma de caixa rectangular pré-fabricada de contenção rígida metálica em rede de arame galvanizado reforçado de malha hexagonal ou grade de aço preenchida ordenadamente com pedras. O interior da estrutura é preenchido com pedra não friável e são inseridas estacas de espécies autóctones com disposição irregular. Para introduzir vegetação, durante o processo de enchimento colocam-se camadas de terra vegetal e dispõem-se estacas de espécies com capacidade de germinação ou plantas enraizadas com um comprimento tal que atinjam o solo por trás do gabião. Os gabiões desempenham funções de protecção contra a erosão fluvial e ao mesmo tempo servem de suporte à margem em caso de instabilidade. São estruturas com elevada flexibilidade e permeabilidade. O objectivo da plantação destas estruturas é que o desenvolvimento das raízes ajude a fixar a estrutura ao talude ao mesmo tempo que ao se desenvolver integra a estrutura no meio

envolvente diminuindo o seu impacto visual. Ao contrário das restantes técnicas descritas nas fichas anteriores, os gabiões vivos não são considerados uma técnica de engenharia natural visto que a função de suporte das plantas nunca substituirá plenamente as funções de suporte do gabião. Contudo, esta técnica apresenta-se representada nestas fichas por constituir uma adaptação e naturalização destas estruturas presentes em quase todas as linhas de água do concelho.

#### B - Campo de aplicação

Os gabiões vivos podem ser utilizados como:

- Elementos de defesa longitudinal e/ou transversal de leitos ou margens/taludes em erosão;
- estruturas de suporte de taludes com declives muito acentuados.

#### C – Materiais

Os materiais necessários para a execução desta técnica são:

- Seixo do rio ou outro tipo de pedra local;
- Arame galvanizado reforçado;
- Estacas vivas de espécies autóctones com capacidade de germinação.

#### D - Vantagens

- Execução rápida e simples;
- Efeito de contenção imediato;
- Podem ser reaproveitados materiais locais;
- Flexíveis e permeáveis;
- Permite a estabilização de margens muito íngremes ou em zonas com espaço limitado para intervenção;
- Há um aumento da estabilidade da estrutura com o desenvolvimento radicular das espécies inseridas.

#### E – Desvantagens

- A utilização de material inerte que não seja esteja no local aumenta os custos da intervenção;
- Artificialidade da estrutura.

#### F – Período de execução

A execução da estrutura em arame e materiais inertes pode ser executada em qualquer altura do ano, contudo, a plantação de estacas só deve ser feita no período de repouso vegetativo.

## G - Caderno de encargos

Referir o campo de aplicação e de seguida descrever o procedimento: construção de gabiões vivos em estrutura em forma de caixa rectangular pré-fabricada de contenção rígida metálica em rede de arame galvanizado reforçado de malha hexagonal ou grade de aço preenchida ordenadamente com pedras. O interior da estrutura é preenchido terá que ser preenchido com pedra não friável usando sempre que possível a pedra existente no local. Intercalar as camadas de pedra com camadas de terra vegetal onde se irão dispor estacas de espécies autóctones com capacidade de germinação ou plantas enraizadas com um comprimento tal que atinjam o solo por trás do gabião; a estrutura é assente sobre o terreno podendo haver necessidade de regularização do terreno existente. A plantação deve ser feita de forma eficiente de maneira a garantir que as plantas ao enraizar fazem a ligação da estrutura ao terreno existente de modo a garantir a estabilidade da construção.

## H – Imagens

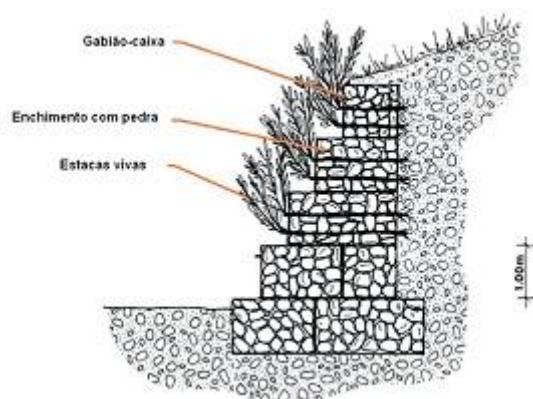


Figura 21 – Corte esquemático de um gabião vivo. Fonte: FERNANDES (2011).



Figura 22 – Construção de gabiões vivos numa linha de água durante e após intervenção. Fonte: FERNANDES (2011).

### 3. Caso de estudo

A presente dissertação surge no seguimento de um estágio curricular efectuado na Divisão de Espaços Verdes (DEV) da Câmara Municipal de Oeiras (CMO) sob a orientação dos arquitectos paisagistas Alexandre Lisboa e Nuno David.

Em 2010 uma das maiores preocupações da DEV era implementar o recente Plano de Corredores Verdes (PCV) criado para o concelho. Assim, surgiu o desafio de desenvolver, durante o estágio, um estudo prévio para um troço da Ribeira de Porto Salvo onde se pretende que surja o Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo. Este Parque permitirá fazer a ligação entre o centro histórico de Paço de Arcos e o troço de corredor verde de ligação ao centro comercial Oeiras Parque que estava já a ser desenvolvido pelos técnicos da DEV. Este projecto assume grande importância para os técnicos da DEV por ser o primeiro a ser executado para uma linha de água no âmbito do PCV.

Para a execução de qualquer projecto de Arquitectura Paisagista é essencial uma análise da área de intervenção e do seu meio envolvente. Esta fase de análise irá permitir não só uma melhor adaptação do projecto às características do local, mas também, aferir quais as necessidades da população para este espaço. Assim, para uma melhor compreensão deste espaço foi feita uma breve análise do Concelho de Oeiras e do Plano de Corredores Verdes de Oeiras.

#### 3.1. O Concelho de Oeiras

O concelho de Oeiras, localizado na zona Norte da Área Metropolitana de Lisboa (Figura 23) é limitado pelos Concelhos de Lisboa e Amadora a Este, de Sintra a Norte e de Cascais a Oeste. Com uma localização privilegiada junto ao estuário do Rio Tejo, o Concelho inclui a Sul uma frente ribeirinha de aproximadamente 9 km (CMO, 2009).



Figura 23 – Localização do Concelho de Oeiras em relação à AML Norte. Fonte: CMO, 2009.



O município de Oeiras com uma área de 46Km<sup>2</sup>, está dividido desde 2013 administrativamente por cinco freguesias: União das Freguesias de Algés, Linda-a-Velha e Cruz Quebrada/Dafundo; União das Freguesias de Carnaxide e Queijas; União das Freguesias de Oeiras e S. Julião da Barra; Paço de Arcos e Caxias; e Barcarena e Porto Salvo (CMO, 2015).

A povoação de Oeiras teve como origem a Quinta dos Marqueses de Pombal, um elemento de referência para o Concelho, que é atravessada pela ribeira da Laje. Em 1759 D. José I dá a Oeiras a categoria de Vila e Concelho (CMO, 2016).

O século XIX foi muito importante para Oeiras, que atraía o veraneio da classe burguesa de então, multiplicando-se as casas apalaçadas, os *chalets* e as vivendas, enriquecendo-lhe o perfil de uma “pequena Riviera” às portas de Lisboa. Nas primeiras décadas do século XX, altura em que se deu a maior fase de expansão da cidade de Lisboa, o concelho de Oeiras passou a fazer parte de uma das zonas mais emblemáticas da região de Lisboa, a “Costa do Sol” (CMO, 2009).

“As excelentes condições naturais do concelho, nomeadamente a qualidade dos solos de produção agrícola, associada à proximidade do mar, foram desde sempre factores determinantes na evolução da ocupação humana” (MUNICIPIA, 2005), o que levou a um grande desenvolvimento residencial, turístico e de serviços desta zona.

Nos anos trinta as preocupações de desenvolvimento harmonioso da costa do Estoril e a percepção das suas potencialidades turísticas levaram à decisão de promover, em 1935, o “Plano de Urbanização da Costa do Sol”, tendo este sido aprovado em 1948 (SARAIVA, 2001).

Na ausência de instrumentos de planeamento municipal eficazes como os Planos Directores Municipais (PDM), que foram implementados na década de noventa do século XX, o crescimento urbano desta região processou-se a um ritmo alucinante nos anos 60 e 70. Esta expansão demográfica constituiu um incentivo a construção maciça, o que resultou na degradação do património construído, paisagístico e ambiental. Face a este panorama, o concelho de Oeiras passa a ser visto como um dormitório e assim ficou até meados dos anos 80 (FERNANDES, 1997).

A partir de 1986 a Autarquia acreditou que era possível transformar o concelho e a sua imagem. Traçaram-se novos objetivos e definiram-se estratégias com vista a obter um maior envolvimento da população nos problemas do concelho (CMO, 2015). Actualmente, a Câmara Municipal de Oeiras é uma referência a nível Nacional, e apresenta grande dinamismo a vários níveis entre eles a nível ambiental com grande aposta no desenvolvimento da Divisão de Espaços Verdes

### 3.1.1. Caracterização biofísica

#### a) *Clima*

O concelho de Oeiras insere-se na unidade geográfica de Lisboa e Vale do Tejo. O efeito nesta região da presença do Oceano Atlântico constitui um factor de moderação e amenidade climática, reflectindo-se no regime e distribuição das temperaturas médias do ar, sendo as amplitudes térmicas geralmente reduzidas. A localização do concelho de Oeiras confere-lhe uma posição de transição entre o clima temperado mediterrânico, caracterizado por um verão quente e seco e um inverno ameno com pluviosidade irregular, e o clima temperado mediterrânico de feição atlântica, com verão moderado e inverno suave e húmido (CMO, 2011).

Segundo a classificação de Köppen, o clima de Oeiras encontra-se na transição entre o Clima temperado com verão seco e quente (Csa), cuja temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, e o clima temperado com verão seco e temperado (Csb), cuja temperatura média do mês mais quente é igual ou inferior a 22°C e quatro meses com temperatura média superior a 10°C (CMO, 2011).

As normais climatológicas existentes para o concelho de Oeiras referem-se à estação de Sassoeiros (lat: 38°42'N, long: 09°19'W, alt: 50m), em funcionamento entre 1961 e 1970.

Relativamente à precipitação, o valor anual total é de 840 mm. O mês mais chuvoso é Novembro, com uma média máxima diária de 154 mm. Os meses que registam menor precipitação são Julho e Agosto, com médias totais de 3,8 mm (CMO, 2011).

Assim, verifica-se que para as bacias hidrográficas do concelho, existe uma elevada irregularidade no regime de precipitação entre a época de chuva e a época estival. A ocorrência de grandes quantidades pluviométricas em 24h, após períodos de seca prolongada, em que o solo está pouco permeável e o estado de limpeza das redes de drenagem pluvial se encontra em situação precária, têm estado na origem de inundações graves, como foi o caso das cheias que ocorreram no concelho na década de 80.

#### b) *Vegetação*

O estudo da vegetação do concelho de Oeiras é de grande importância para este trabalho na medida em que, para a aplicação de um projecto de Engenharia Natural, tem que haver um estudo prévio sobre a vegetação autóctone da área de intervenção, de maneira a conhecer quais as espécies que melhor se adaptam às condições locais, de modo a assegurar o sucesso da intervenção.

Tendo este trabalho como objectivo contribuir para a recuperação de uma das ribeiras do Concelho de Oeiras, a ribeira de Porto Salvo, é dado maior ênfase às espécies e associações vegetais presentes nas zonas ribeirinhas do Concelho.

De acordo com a classificação fitogeográfica elaborada por Franco (1994), com base em critérios florísticos, ou seja, com base na presença de um determinado conjunto de espécies, o Concelho de Oeiras inclui-se no Centro-Oeste Olissiponensis<sup>2</sup>, que integra a maior parte do distrito de Lisboa, em formação basáltica ou mista de basalto e calcário.

Destaca-se a vegetação climática termo-mediterrânica em vertissolos olissiponenses, constituída por um zambujal arbóreo – por vezes em associação com alfarrobeiras traduzida pela série de vegetação potencial *Viburno tini – Oleetum sylvestri*, e que corresponde a cerca de 2/3 do território municipal. Nas áreas onde ocorrem calcários e formações sedimentares em solos básicos, a série florestal potencial é a do carvalhal cerquinho *Arisaro-Querceto broteroi*, onde atualmente proliferam os tojais e manchas carrascais (*Quercus coccifera* L.) com alguma expressão (COSTA,1998).

De entre as espécies indicadas por FRANCO (1994) como típicas para esta região, salientam-se, com extrema relevância para este trabalho, as relacionadas com ecossistemas húmidos *Quercus faginea* Lam. Subsp. *Broteroi* (Coutinho) A. Camus, *Ulmus minor* Miller, *Prunus spinosa* L. subsp. *Insititoides* e *Tamarix arborea* (Ehrenb.) Bunge (actualmente incluída em *T. gallica* L.).

“Igualmente importante são as matas ribeirinhas remanescentes compostas predominantemente por freixo (*Fraxinus angustifolia* Vahl.). No entanto a vegetação arbórea característica dos vales encaixados e aluviões das ribeiras de Oeiras, foi quase integralmente substituída por campos agrícolas. As espécies invasoras (como o *Arundo donax* L.) e as doenças (designadamente a grafiose, que eliminou quase completamente os povoamentos de ulmeiro) fazem parte das causas que, nas últimas décadas, criaram um quadro de empobrecimento significativo da flora ribeirinha” (CMO,2011).

#### c) Geologia e Solos

O Complexo Vulcânico de Lisboa, com origem no Neocretácico, é a unidade geológica que ocupa a maior parte do território do mais representativa no Concelho de Oeiras. Seguem-se as formações sedimentares, com origem no Halocénico (aluviões e areias), no Miocénico (formações calcárias, aréolas e argilas) e no Cretácico-Cenomaniano (formações calcárias de Bica e Caneças) (CMO,2011).

---

<sup>2</sup> Supredistricto Olissiponense. Este superdistricto é um território de pequenas colinas, com um bioclima termomediterrâneo superior húmido, com grande variedade geológica.

O Concelho de Oeiras apresenta como solos mais representativos barros castanho-avermelhados, os aluviossolos modernos e os solos calcários pardos, do ponto de vista da pedologia. Os primeiros estão presentes nas extensas áreas do complexo vulcânico de Lisboa, enquanto que os restantes coincidem com as áreas sedimentares e de maior ocupação urbana, a sul da autoestrada Lisboa-Cascais (A5) (CMO,2011).

*d) Hidrografia*

A paisagem do concelho de Oeiras é marcada por cinco principais ribeiras que correm de Norte para Sul e desaguam no Rio Tejo, nomeadamente as ribeiras da Laje, Porto Salvo, Barcarena, Jamor e Algés (Ver peça desenhada nº2 em anexo).

Estas cinco ribeiras, estruturantes do território do Concelho de Oeiras, representam importantes marcos na história da região, na medida em que alimentavam as redes de rega das quintas e dos campos que as envolviam, e eram elementos importantes que contribuía para a qualidade paisagística dos núcleos urbanos.

Actualmente estas ribeiras encontram-se bastante degradadas, fruto de um processo de crescimento urbanístico que as ignorou e desqualificou. As grandes inundações de 1967 e 1983 foram consequência. Para SARAIVA (2001) alguns dos problemas graves que apontam para a necessidade urgente de um processo de recuperação destas ribeiras, e que estão na causa da gravidade dos efeitos provocados pelas inundações de 1967 e 1983 são: a degradação da qualidade da água; a recepção de efluentes sem tratamento; a intensa erosão de margens e cabeceiras; a destruição de vegetação ribeirinha; o risco de cheias agravado pela impermeabilização e pela obstrução de margens e leitos de cheia.

Todas as acções de limpeza, desobstrução e desassoreamento das linhas de água inseridas em aglomerados urbanos são asseguradas pela Câmara Municipal de Oeiras, através dos seus serviços. Só ao longo do ano 2009 foram retiradas das ribeiras 387 toneladas de resíduos.

Na última década a CMO realizou intervenções de grande dimensão nas ribeiras do Concelho, com o objectivo de limpar o leito e margens das ribeiras para proceder a intervenções futuras que permitam devolver estes espaços privilegiados à população.

Todas estas intervenções são de extrema importância pois, tal como foi explicado nos capítulos anteriores, estes cursos de água têm potencial para se assumirem como corredores verdes de valorização do meio urbano do concelho, sendo por isso a sua requalificação uma necessidade urgente, e que deve estar presente nas políticas ambientais e urbanísticas do concelho.

Esta é então, a altura ideal para iniciar o processo de requalificação dos rios e ribeiras do concelho, contribuindo para a melhoria do ambiente urbano, garantindo um funcionamento ecológico e hidrológico mais equilibrado destes importantes cursos de água.

### 3.2. O Plano de Corredores Verdes de Oeiras

O Plano de Corredores Verdes tem sido, ao longo dos últimos anos, objecto de estudo por parte da Câmara Municipal de Oeiras (CMO). Foi elaborada uma proposta para o concelho pelos serviços técnicos da CMO, nomeadamente pela Divisão de Espaços Verdes (DEV) que cedeu informação sobre o plano referido para este trabalho em 2010. A proposta apresentada neste plano tem em conta a análise e interpretação das orientações constantes no Plano Director Municipal de Oeiras, bem como um exaustivo trabalho de campo em desenvolvimento desde 2003.

Os objectivos deste plano são: a obtenção de uma estrutura sustentável que, ao abranger todo o concelho, permita fluxos funcionais e ecológicos; a integração de uma rede de mobilidade saudável na Estrutura Verde Concelhia; a potenciação dos Valores Naturais e intrínsecos das paisagens que atravessa; e assegurar uma ocupação de solo sustentável, tendo em conta a aptidão dos espaços e o rápido crescimento urbano actual.

Os corredores verdes são classificados no Plano de Corredores Verdes de Oeiras (PCVO) em quatro tipos seguintes:

- Corredores Verdes associados às linhas de água;
- Corredores Verdes associados às linhas de fecho;
- Corredores Verdes transversais;
- Corredores urbanos.

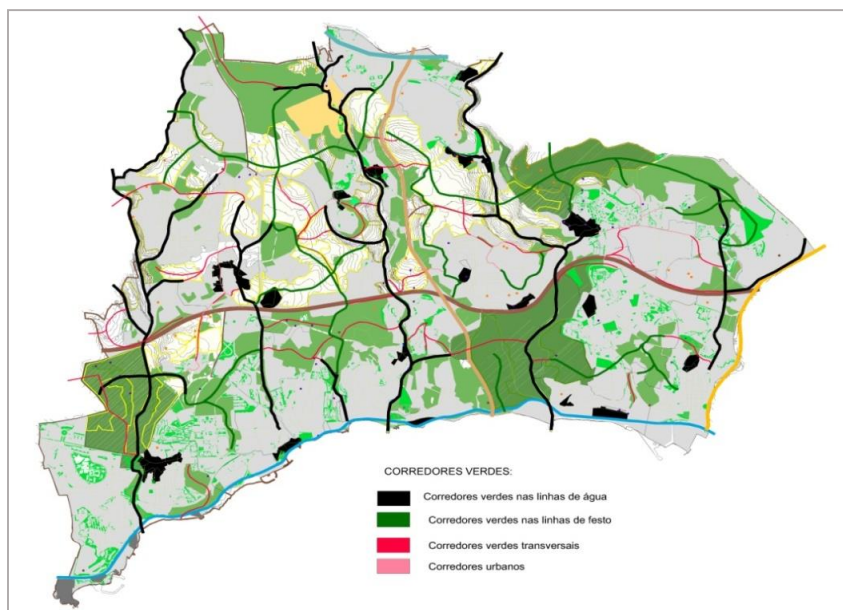


Figura 24 – Plano de Corredores verdes de Oeiras. Fonte:CMO.

No âmbito deste trabalho apenas serão analisados mais aprofundadamente os corredores verdes associados às linhas de água.

### 3.2.1. Corredores verdes associados às linhas de água

Para definir este tipo de corredores verdes recorreu-se à carta de morfologia de terreno do concelho, composta por linhas de água e de fecho e ainda informação relativa aos declives do terreno. A utilização desta carta permitiu identificar diferentes áreas ecológicas que apresentam diferentes aptidões à instalação de actividades.

“Por morfologia do terreno designa-se a forma global do terreno, caracterizada pelas principais estruturas físicas que constituem um importante indicador do comportamento dos processos ecológicos” (MAGALHÃES, 2001).

Assim, nesta carta apresentam-se dois sistemas principais: sistemas húmidos e sistemas secos.

Os sistemas húmidos agrupam as áreas planas e côncavas das zonas adjacentes às linhas de água, onde a água e o ar frio se acumulam. A convergência nestas zonas de baixas temperaturas nocturnas e elevados níveis de humidade no ar e no solo, bem como a acumulação dos materiais eluviados das cotas mais altas, faz destas zonas áreas de grande produção de biomassa que devem ser conservadas (MAGALHÃES, 2001).

No Concelho de Oeiras os corredores verdes ligados às linhas de água mais importantes apresentam-se ao longo das cinco linhas de água principais: A ribeira da Laje, ribeira de Porto Salvo, ribeira de Barcarena, rio Jamor e ribeira de Algés.

Este tipo de corredor pretende efectuar ligações, realizando sempre que possíveis vínculos a recursos naturais/paisagísticos e a recursos culturais/históricos. Ao longo das ribeiras do Concelho é possível denotar, de uma forma evidente, a existência de diversos recursos culturais. Exemplos disso são as quintas que existem ao longo das suas margens, como a Quinta Real de Caxias situada junto à Ribeira de Barcarena.

Outro exemplo é o da Ribeira da Laje, que atravessa no sentido Sul/Norte, o núcleo urbano de formação histórica de Oeiras, passando pela Quinta dos Marqueses de Pombal, seguida da Quinta de Cima (Estação Agronómica Nacional), insurgindo-se por diversas quintas ao longo do seu percurso, como a Quinta da Boiça e a Quinta da Estrangeira. Esta ribeira, no sentido Norte, e depois de passar a localidade de Laje, apresenta uma faixa transversal suficientemente extensa para aí se desenvolver actividade agrícola, resultado da exploração de diversos moradores locais. Mais a Norte, já próximo do Cacém surge uma sólida mancha de vegetação autóctone constituída por matos baixos de carrasco, para além de uma mancha de freixos constituintes da galeria ripícola.

Neste Plano estão ainda representados os vários afluentes das diversas ribeiras, que muitas vezes, permitem estabelecer ligações com outro tipo de corredor verde.

### 3.3. A ribeira de Porto Salvo e área de estudo

Tal como já foi referido anteriormente, o estudo de uma determinada área requer, como primeira fase, uma análise do meio envolvente. Assim sendo será feita neste ponto uma caracterização da bacia hidrográfica da ribeira de Porto Salvo, e mais concretamente da área de estudo, de maneira a que se possa desenvolver o projecto de acordo com as condições existentes.

#### 3.3.1. Caracterização geral

A ribeira de Porto Salvo tem uma orientação Norte - Sul, com Nascente em Leião e Foz no estuário do rio Tejo, na zona de Paço de Arcos (peça desenhada nº 2 em anexo). É uma ribeira que na sua grande extensão se encontra a céu aberto, sendo a zona a jusante canalizada sob o centro da vila de Paço de Arcos. No seu troço final existe uma bifurcação, havendo, assim, duas descargas distintas no Rio Tejo.

A área total da bacia hidrográfica é de cerca de 5km<sup>2</sup>, e o curso de água principal apresenta uma extensão de aproximadamente 7,3km. A altitude máxima da bacia é de cerca de 150m e a altitude

máxima do curso de água principal de 108m. O declive médio da bacia é de, aproximadamente 8%, com um declive do curso de água principal de cerca 2% (CMO, 2011).

#### 3.3.1.1. Declives

Segundo a análise da carta de declives efectuada para a bacia hidrográfica da ribeira de Porto Salvo (peça desenhada nº3 em anexo) construída através de dados fornecidos pelos serviços técnicos da DEV é possível observar que toda a bacia apresenta, no geral, declives pouco acentuados. Os declives mais acentuados encontram-se, principalmente, na zona do leito da ribeira quando esta se encontra a céu aberto, no seu estado mais naturalizado. Como é possível observar na carta, a área de estudo encontra-se numa das zonas com declives mais acentuados da bacia (entre 8 e 25% e superiores a 25%), onde a ribeira corre num vale muito encaixado.

#### 3.3.1.2. Exposições

Relativamente à exposição solar (peça desenhada nº4 em anexo) estamos na presença de um caso extremamente privilegiado. Toda a bacia goza de exposições favoráveis à ocupação, sendo raras as encostas viradas a Norte.

Na área de intervenção as exposições predominantes são Este e Oeste, correspondendo à margem esquerda e margem direita respectivamente. Também é possível observar algumas áreas com exposição a Sul, apesar de reduzidas. Não há na área de estudo exposição a Norte significativa, o que torna esta área uma zona preferencial para a criação de um espaço de recreio e lazer.

#### 3.3.1.3. Geologia e Solos

A bacia hidrográfica da ribeira de Porto Salvo, tal como o resto do território de Oeiras é formada maioritariamente por uma vasta mancha de Basaltos do Mesozóico, designados por “Complexo Vulcânico de Lisboa” (CVL) (peça desenhada nº5 em anexo). Em áreas adjacentes ao CVL surgem manchas significativas de calcários, nomeadamente calcários com rudistas tanto a Norte como a Sul da bacia, e calcários e margas apenas a Norte da Bacia. É também possível observar pontualmente na bacia manchas de “Argilas dos prazeres” e “Areolas de Estefânia”.

A Norte da bacia e ao longo da linha de água, surgem os materiais mais recentes, as aluviões.

O fundo do vale, nas zonas de leito de cheia da linha de água, é constituído por depósitos de cobertura do complexo vulcano-sedimentar sobreposto às bancadas de calcário, como é o caso da área de intervenção. Adjacentes à área de intervenção são ainda visíveis alguns filões Basálticos, no entanto estes correspondem apenas a uma fracção residual.



A vocação agrícola tem vindo a alterar-se devido à expansão urbana que, inevitavelmente, fez recuar o uso do solo agrícola, como é possível verificar na carta de capacidade de uso do solo da bacia (ver peça desenhada nº6 em anexo). Os solos com classe C, D e E e as zonas de área social predominam em relação às classes A e B, as mais favoráveis à produção agrícola.

A área de estudo deste trabalho, aparece na carta de capacidade de uso do solo como área social, ou seja, área ocupada quase na sua totalidade por construção urbana. Contudo, a população residente continua a fazer pequenas hortas urbanas junto ao leito e nas margens da ribeira.

#### 3.3.1.4. Uso do solo

A Carta de Uso do Solo (peça desenhada nº7 em anexo) mostra-nos a maioria da área da bacia hidrográfica, incluindo a área de estudo, encontra-se classificada como *Área Livre*. Contudo as áreas Industriais, e de uso *Urbano de Alta Densidade* e *Urbano de Baixa Densidade* apresentam grande expressão na bacia, demonstrando a pressão urbana a que está sujeita este ecossistema.

#### 3.3.1.5. PDM

Através da análise do Plano Director Municipal (PDM) de Oeiras (peça desenhada nº8 em anexo), datado de 1994, conclui-se que a área correspondente à área de estudo está classificada como *Espaço Urbanizável*. A maior parte da bacia hidrográfica encontra-se ocupada pelas classes de *Espaço Urbano*, *Espaço urbanizável* e *ainda Espaço Industrial proposto*. Encontra-se desde 2014 em discussão a actualização do PDM, contudo a nova versão ainda não estava em vigor nem disponível para consulta à data de realização deste trabalho.

#### 3.3.1.6. PPIPA

Para uma melhor compreensão da área de estudo, consultaram-se vários documentos disponibilizados pela CMO, entre os quais o Plano de Pormenor da Zona da Interface de Paço de Arcos (PPIPA) datado de 1993, cujo prazo de vigência foi de 10 anos (Artigo 19º do Regulamento do Plano de Pormenor da Zona do Interface de Paço de Arcos). Com base na informação disponibilizada pelo PPIPA, conclui-se que já estava prevista uma zona verde central para a zona da ribeira de Porto Salvo, que inclui a área de estudo. O *Modelo de Gestão Urbanística* do PPIPA previa uma valorização urbanística de 205,20%. A construção da zona verde seria, evidentemente, uma parcela importante nesta valorização.

Com base nesta informação, pode concluir-se que a intervenção nesta área é, não só uma mais-valia do ponto de vista da estrutura ecológica urbana, como também uma vantagem para a valorização das propriedades e para, a eventual, melhoria da qualidade de vida dos habitantes desta freguesia.

### 3.3. Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo

Como referido, como caso de estudo desta dissertação surge o Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo. A concepção deste parque no âmbito da criação da rede de corredores verdes do Concelho apresentada anteriormente. Este Parque deverá servir a população da freguesia de Paço de Arcos e permitirá ainda fazer a ligação entre o núcleo histórico de Paço de Arcos e uma das zonas empresariais mais importantes do Concelho, a Quinta da Fonte e a sua zona envolvente, onde estão localizados vários serviços e empresas.

#### 3.3.1. Caracterização da área de intervenção

A área de intervenção do projecto do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo localiza-se na zona Sul da bacia hidrográfica da desta linha de água. Apresenta-se como um troço a céu aberto naturalizado sendo encanado imediatamente antes e imediatamente depois até desaguar no estuário do Rio Tejo (peça desenhada nº1 em anexo).

A área de intervenção ocupa um vale muito encaixado localizado no centro de uma área residencial com grande expressão (Figura 25). O limite da área de intervenção é marcado por um viaduto de grande dimensão. A sul deste viaduto já se encontra projectado pela DEV uma zona verde que tem como objectivo enquadrar a área de estacionamento que irá servir a estação de comboios de Paço de Arcos e o SATU (comboio monocarril que faz a ligação da estação ao centro comercial Oeiras Parque). Assim é importante assegurar a ligação deste último projecto ao Parque Urbano de forma harmoniosa.

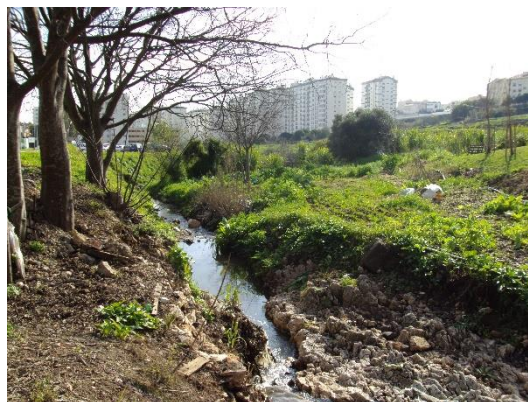


Figura 25 – Área de Intervenção. Fonte: Autor. 2010.

A Norte encontram-se as zonas mais planas (Figura 26 e Figura 27) enquanto que a Sul encontra-se a zona de vale mais encaixado com declives muito acentuados (Figura 28 e Figura 29).



**Figura 26** – Zona Norte da área de intervenção. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 27** – Zona Norte da área de intervenção. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 28** – Zona Sul da área de intervenção. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 29** – Declives acentuados a Sul da área de intervenção. Fonte: Autor. 2010.

Ao longo de todo o leito de cheia e junto à linha de água é notória a presença de hortas urbanas feitas pelos residentes desta zona. A implantação destas hortas é feita de modo desordenado e em certos casos modeladas em socalcos através da construção de elementos de contenção de terra variados (Figura 29 e Figura 30). A construção de estruturas de contenção em alvenaria de pedra para a criação de socalcos, com carácter permanente, existe na zona Sul da área de intervenção devido à presença de declives mais acentuados (Figura 32). A presença de hortas urbanas informais junto ao leito da ribeira levou à instalação de tubagens e estruturas de captação de água para rega provisórias e de fraca qualidade. Tais intervenções descaracterizam por completo esta importante linha de água (Figura 33). Também a acumulação de lixo ao longo do leito e das margens é constante em toda a área de intervenção (Figura 34 e Figura 35).





**Figura 30** – Hortas urbanas junto à linha de água. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 31** – Hortas urbanas junto à linha de água. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 32** – Construção de socalcos nas zonas de declive acentuado. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 33** – Presença de tubagens no leito da linha de água. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 34** – Acumulação de lixo nas margens e leito da linha de água. Fonte: Autor. 2010.



**Figura 35** - Acumulação de lixo nas margens da linha de água. Fonte: Autor. 2010.

A área de intervenção é dominada por manchas de vegetação infestante, nomeadamente *Arundo donax* L. (Figura 36). Contudo, os esforços feitos pela DEV para efectuar limpezas regulares do leito e margens das ribeiras, tem ajudado a conter este tipo de vegetação. Ao longo das encostas existem outros exemplares arbóreos, nomeadamente de *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (provavelmente plantadas pela população) e *Populus alba* L., mas que não assumem grande expressão (Figura 37).



**Figura 36** – Presença de *Arundo donax* L. na área de intervenção. Fonte: autor.2010.



**Figura 37** – Exemplares de *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. nas margens da linha de água. Fonte: autor.2010.

### 3.3.2. O projecto

O estudo para a criação do Parque Urbano neste troço da ribeira de Porto Salvo foi iniciado pela DEV em 2006, tendo sido desenvolvido um estudo prévio que por decisão dos técnicos não foi implementado. Este processo foi retomado em 2009 no âmbito do estágio extracurricular desenvolvido pela autora na DEV. Considerou-se essencial para o desenvolvimento do projecto do parque urbano uma actualização da análise da área de intervenção conduzindo necessariamente ao desenvolvimento de novas propostas para execução deste parque urbano.

A realização deste projecto tem como principais objectivos:

- a integração deste espaço no dia-a-dia da população da Freguesia de Paço de Arcos através da concepção de um espaço de recreio e lazer que permita desenvolver as potencialidades que esta ribeira apresenta;
- apostar na conservação do ecossistema existente, através da estabilização das margens recorrendo a técnicas de Engenharia Natural e do aumento de revestimento vegetal adequado.

O presente caso de estudo inclui o desenvolvimento de um programa base para o Parque Urbano da ribeira de Porto Salvo e, dado o âmbito desta dissertação, foi desenvolvido um plano de intervenção para estabilização de margens através da utilização de técnicas de Engenharia Natural.

Em primeiro lugar será apresentado o programa base e as suas especificidades e posteriormente o plano de estabilização das margens, que irá permitir a execução do projecto. Ambas as propostas estão intimamente correlacionadas. A primeira visa a criação de um espaço de recreio e lazer de fácil acessibilidade e apelativo para a população residente e a segunda, de carácter mais técnico, assegura a segurança e viabilidade do projecto, requalificando e protegendo este sistema ribeirinho que se encontra visivelmente degradado.

#### 3.3.2.2. Programa Base

Os objectivos do Programa Base para o Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo seguintes serão desenvolvidos nos parágrafos abaixo:

- Estabelecer ligações através da criação de uma rede de caminhos;
- Solucionar os declives existentes;
- Criar pontos de estadia ao longo do parque;
- Criar uma estrutura organizada de hortas urbanas;
- Requalificar a vegetação existente.

No âmbito da acessibilidade suave concelhia é fundamental criar uma ligação alternativa para peões entre o centro histórico de Paço de Arcos e a zona empresarial da Quinta da Fonte. Para as pessoas que diariamente efectuam o percurso entre a estação de Paço de Arcos e esta importante zona empresarial, esta alternativa será extremamente importante, não só por tornar o percurso mais directo, mas também porque permitirá que este seja feito junto à linha de água através do atravessamento de um espaço verde que se pretende de qualidade. Também a ligação deste espaço às zonas residenciais adjacentes é garantida neste projecto.



Como condicionantes à implantação da rede de caminhos apresenta-se a existência de declives muito acentuados na área de intervenção. Assim, de maneira a tornar possível a implantação destes caminhos, o seu traçado é feito de acordo com as curvas de nível. Este traçado permite não só vencer os declives acentuados, mas também conferir a esta rede uma forma orgânica, perfeitamente adaptada à morfologia do terreno, e que permite manter o carácter naturalizado do local. A rede de caminhos proposta é formada por caminhos principais e secundários. A rede de caminhos principais permite a circulação nas cotas mais elevadas enquanto que a rede secundária se desenvolve mais junto ao leito da linha de água. Associados aos caminhos surgem plataformas que formam pontes sobre a linha de água permitindo vários pontos de atravessamento entre margens.

Os pontos de estadia propostos estão distribuídos por toda a área de intervenção e correspondem a zonas com declives pouco acentuados. Pretende-se criar zonas pontuadas com sombra através da plantação de vegetação de vários extractos. Esta plantação irá também permitir que estes espaços se encontrem protegidos de ventos dominantes, de modo a que se tornem mais confortáveis. Por oposição, e tal como é possível verificar no Plano Geral, as zonas de maior declive da área de intervenção serão sujeitas a um esquema de plantação mais denso. Esta vegetação é essencial na estabilização do solo das encostas e ao mesmo tempo irá conferir ao vale um forte carácter cénico.

A criação de manchas no parque destinadas à instalação de hortas urbanas é um elemento essencial neste espaço. Esta proposta visa dar resposta a uma ocupação informal e desregrada do território pelos residentes. Assim, a criação destas hortas urbanas irá permitir que os residentes que já utilizam este espaço para plantar as suas hortas possam continuar a fazê-lo, mas de forma organizada e sobre regulamentos da CMO. Estes regulamentos, que estão ainda por ser desenvolvidos, deverão impor regras para que estas hortas tenham o mínimo impacto possível no ecossistema, nomeadamente na utilização de produtos químicos que poderão ser altamente prejudiciais. De maneira a que a água possa ser utilizada para as hortas pretende-se que as travessias propostas funcionem como elementos de retenção de água, criando-se bacias de acumulação de água e paralelamente, permitam a regularização torrencial no leito, diminuindo o risco de erosão.

A par de todos estes elementos pretende-se também neste projecto requalificar a vegetação existente. A plantação deste espaço com uma estrutura verde organizada e adequada irá permitir devolver à linha de água a galeria ripícola que foi perdida devido à pressão urbana exercida sobre este ecossistema. A plantação de uma mata ribeirinha nas margens permitirá criar um sistema elástico que irá não só proteger as margens contra a erosão, mas também regular o leito da ribeira diminuindo o risco de cheia.

Todas as propostas deste programa base encontram-se ilustradas no plano geral em anexo (peça desenhada nº9) e deverão ser desenvolvidas pela DEV em fases posteriores de projecto não se pretendendo neste trabalho fazer uma apresentação exaustiva das soluções técnicas a utilizar para a sua concretização.

### 3.3.2.3. Plano de estabilização das margens

Tal como já foi referido anteriormente os grandes desafios deste projecto passam por solucionar questões de ordem técnica: vencer o declive acentuado do terreno e proceder à estabilização das margens e protecção da linha de água, tendo em vista a manutenção do carácter naturalizado da área de intervenção.

Dadas as premissas escritas, considerou-se que este caso de estudo se trata de um exemplo adequado à aplicação de técnicas de Engenharia Natural. Estas técnicas permitirão estabilizar as margens em risco de erosão de forma eficiente, mantendo o carácter natural e elástico do sistema, através da incorporação de espécies da mata ribeirinha. Com o passar do tempo, a função de suporte dos muros verdes e outras estruturas propostas irá ser substituída pelas raízes das espécies plantadas, ficando o sistema livre de elementos construídos permanentes e rígidos, como são os muros de contenção em betão ou alvenaria, que teriam um grande impacto neste sistema tão sensível.

Neste contexto, e atendendo à potencial aplicação das técnicas de Engenharia Natural na recuperação de linhas de água em todo o Concelho de Oeiras, em conjunto com os técnicos da DEV e com o apoio do Investigador Carlo Bifulco do Centro de Ecologia Aplicada Professor Baeta Neves do Instituto Superior de Agronomia, foi desenvolvido o estudo, síntese e esquematização das técnicas de engenharia natural aplicadas à intervenção em linhas de água. Este trabalho resultou na definição de um protocolo de aplicação das técnicas, que se baseou na elaboração de fichas síntese das diferentes técnicas de Engenharia Natural. O campo de aplicação destas técnicas não se resume apenas à estabilização de margens de linhas de água, contudo as fichas criadas são referentes às técnicas que podem ser utilizadas nesse âmbito de maneira a haver um enquadramento mais específico no âmbito do presente trabalho.

A informação contida em cada ficha técnica inclui os seguintes atributos: a sua descrição geral; campo de aplicação; materiais utilizados; modo de execução; considerações; limitações de aplicação; vantagens e desvantagens; período de intervenção; descrição da obra em caderno de encargos; e imagens de exemplos práticos da sua aplicação.

A importância das fichas técnicas reside na necessidade de criar, um documento de fácil consulta e compreensão, visto que à data da concepção do projecto não estava disponível bibliografia em



português sobre este tema. Desta forma tornou-se mais expedito e eficaz o processo de aplicação destas técnicas e posterior concepção de projectos de Engenharia Natural.

Estas fichas sistematizam então toda a informação técnica necessária para que, através de uma visita ao local se possa fazer uma análise, diagnóstico e avaliação da situação e proceder à escolha da técnica mais adequada a cada caso, que pode ir desde uma simples sementeira e/ou plantação à construção de estruturas mais complexas como é o caso do muro de vegetação. As fichas em questão encontram-se no capítulo de revisão bibliográfica deste documento (2.3.3).

Neste trabalho apenas será aplicada esta metodologia à área de intervenção. Através de uma visita ao local e da informação recolhida na fase de análise deste trabalho foi possível identificar troços com características semelhantes no qual a mesma técnica poderia ser aplicada. Foram recolhidos todos os parâmetros que se julgaram concorrer para a correcta descrição do troço (margem em que se localiza, dimensões, declive do talude a estabilizar, aferir a necessidade de estabilização e se o talude se encontra em risco eminente de erosão). Depois de feita esta análise e através da informação contida nas fichas técnicas é possível aferir qual a acção a tomar para cada troço.

A cada troço foi atribuído um número, para facilitar a sua identificação. Cada troço apresenta características homogéneas e para fazer a sua divisão utilizaram-se referências físicas tais como alteração da estabilidade da encosta, declive, ou mesmo a presença de elementos físicos como é o caso de muros.

Na tabela seguinte apresenta-se a informação recolhida sistematizada:

Tabela 1 – Área de intervenção: avaliação e proposta

<b>Nº Troço</b>	<b>Margem</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Declive (% / °)</b>	<b>Risco eminente de erosão</b>	<b>Intervenção proposta</b>
<b>1</b>	Direita	109,00	11/6	Não	Plantação de árvores e arbustos
<b>2</b>	Direita	191,00	39/21	Sim	Muro vivo simples
<b>3</b>	Direita	24,90	24/14 62/32	im	Muro vivo simples e muro vivo duplo
<b>4</b>	Direita	82,26	44/23	Não	Reconstrução do muro em alvenaria de pedra existente
<b>5</b>	Direita	51,10	67/34	Sim	Muro vivo simples
<b>6</b>	Direita	134,00	22/12	Não	Plantação de árvores e arbustos

7	Direita	94,50	88/41	Sim	Muro vivo simples
8	Direita	35,00	25/14	Não	Reconstrução do muro em alvenaria de pedra existente
9	Direita	98,20	33/18	Não	Gabiões vivos
10	Esquerda	97,20	8/5	Não	Plantação de árvores e arbustos
11	Esquerda	120,20	52/27	Não	Sementeira
12	Esquerda	180,70	16/9	Não	Plantação de árvores e arbustos
13	Esquerda	157,80	29/16	Não	Sementeira
14	Esquerda	37,00	76/37	Sim	Muro vivo duplo
15	Esquerda	81,80	20/11	Não	Sementeira
16	Esquerda	69,00	36/20	Não	Plantação de árvores e arbustos
17	Esquerda	100,30	20/11	Não	Gabiões vivos

A localização dos troços acima referidos, assim como a identificação das intervenções propostas encontram-se representadas na peça desenhada nº10 em anexo.

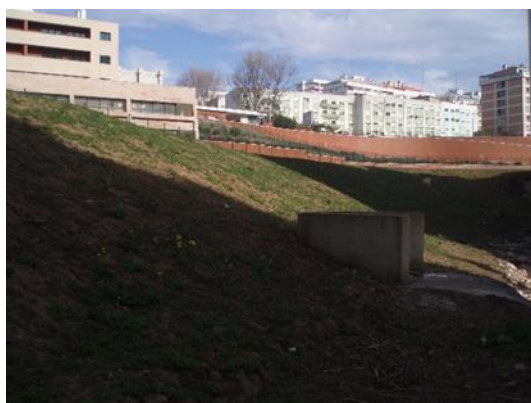
Para a área de intervenção e com vista à estabilização das margens deste troço da ribeira de Porto Salvo são propostas intervenções de revestimento e intervenções de suporte. As intervenções de revestimento a utilizar são: a sementeira (ficha técnica nº1 e nº2 em anexo); e a plantação árvores e arbustos. As intervenções de suporte a realizar são: o muro vivo simples (ficha técnica nº5 em anexo); o muro de vivo duplo (ficha técnica nº6 em anexo); e os gabiões vivos (ficha técnica nº7 em anexo).

Nos troços nº 1, 6, 10, 12 e 16 é proposta a plantação de árvores e arbustos. Estes troços, apesar de estarem desprovidos de vegetação e em certos casos apresentarem declives acentuados, não apresentam risco eminente de erosão servindo esta medida apenas como prevenção. A estabilização do solo através da plantação de vegetação de extratos arbustivo e arbóreo vai impedir que as margens sejam sujeitas a agentes mecânicos como o vento e a força da água que irão comprometer a sua estabilidade. Propõe-se a plantação preferencialmente de espécies autóctones da mata ribeirinha tais como *Alnus aglutinosa* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Populus nigra* L., *Salix alba* L., *Salix babylonica* L. e *Salix atrocinerea* Brot.



**Figura 38 e Figura 39**– Exemplos de troços onde se propõe a plantação de árvores e arbustos para estabilização das margens. Fonte: Autor.2010.

Nos troços 11, 13 e 15 propõe-se que seja feita sementeira com cobertura de protecção ou hidrossementaria. Estes troços apresentam declives inferiores a 30° e estão sujeitos a fenómenos de erosão acentuados apesar de não apresentarem ainda risco eminente de erosão (Figura 41). Tal como é possível observar pelas figuras seguintes estes taludes, pela falta de revestimento, são sujeitos a um escoamento superficial concentrado o que provoca o destacamento do solo e a abertura de sulcos, tornando o talude instável. Assim, é necessário proceder à sementeira do talude de maneira a garantir a cobertura do solo com vegetação diminuindo o escoamento superficial e promovendo a infiltração da água. Ambas as técnicas são adequadas para qualquer um destes troços dependendo a escolha apenas da mão-de-obra e equipamentos disponíveis na altura de intervenção.



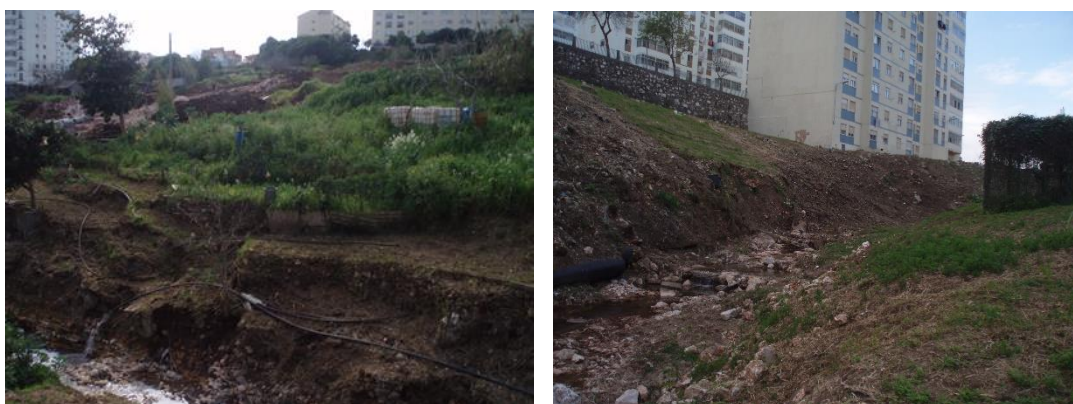
**Figura 40** – Exemplo de troço onde se propõe a aplicação de sementeira. Fonte: autor.2010.



**Figura 41** – Abertura de sulcos no solo causada por agentes de erosão. Fonte: autor.2010.

Nos troços nº2, 3, 5 e 7 propõe-se a construção de muros vivos simples na base da margem da linha de água. Nestes troços ocorreram deslizamentos de terra estando os taludes em perigo de erosão eminente. Este facto deve-se não só aos declives muito acentuados das encostas, mas também à acção permanente da força da água, à falta de revestimento vegetal adequado e, à pressão exercida nas

margens pela construção (Figura 42, Figura 42 e Figura 44). Por se tratar esta área de um vale muito encaixado com declives muito acentuados a construção do muro vivo terá que ser feita no leito da linha de água e por essa razão há pouco espaço para intervenção e pouca possibilidade de escavação. Assim, esta técnica apresenta-se como a mais adequada para a estabilização destes troços garantindo que esta é feita de forma imediata e permanente. A construção destes muros vivos respeita sempre o traçado da linha de água e a inclinação dos taludes permitindo que estes sejam estabilizados sem interferir com a forma e dinâmica da linha de água. No futuro a acção de suporte garantida por estas estruturas será substituída pela acção das raízes das espécies plantadas ficando este sistema estável, elástico e livre de construções reduzindo o risco de cheias.



**Figura 42 e Figura 43** – Exemplo de troço onde se propõe a construção de um muro vivo simples para estabilização da margem. Fonte: autor.2010.



**Figura 44** - Exemplo de troço onde se propõe a construção de um muro vivo simples para estabilização da margem. Fonte: autor.2010.



No caso do troço nº3 propõe-se que seja feita a combinação de duas técnicas: o muro vivo duplo e o muro vivo simples. Dada a inclinação da margem neste troço e a sua altura (Figura 45) é necessário que haja um maior reforço da base construindo-se em primeiro lugar o muro vivo duplo e, acima deste um muro vivo simples. Esta combinação de técnicas irá garantir a rápida e eficaz estabilização do talude permitindo a instalação de plataformas e caminhos nas cotas superiores em segurança ao mesmo tempo que se garante que não irão ocorrer no futuro deslizamentos de terra.



Figura 45 – Troço nº3. Fonte: autor.2010.

No troço nº 14 encontra-se actualmente construído um muro de suporte em betão (Figura 46). Assim, propõe-se que este muro, visivelmente degradado e com problemas de estabilidade, seja retirado construindo-se no seu lugar um muro vivo duplo. Uma vez que a altura do muro actual (3m) ultrapassa a altura máxima aconselhada para a construção de muros vivos duplos propõe-se que seja construído um muro com 2,5m de altura e no topo o terreno seja perfilado de maneira a criar um talude suave que deverá posteriormente ser semeado e plantado.



Figura 46 – Muro em betão no troço nº14. Fonte: autor.2010.

Nos troços nº 4 e 8 existem muros de suporte em alvenaria de pedra que formam socacos para a estabilização de hortas urbanas (Figura 47 e Figura 48). Foi decidido neste plano manter estes muros pois estes já se encontram integrados na paisagem e não interferem com a dinâmica da linha de água

e a sua morfologia. Contudo é necessário que estes sejam reconstruídos como muros em alvenaria de pedra local com junta seca plantados. Este tipo de intervenção é considerado em Engenharia Natural como uma técnica combinada em que se mantem a capacidade de suporte do muro, mas inserem-se as plantas que para além de ajudarem na função de suporte vão ajudar na integração do elemento contruído na paisagem.



**Figura 47** – Muro em alvenaria de pedra na margem da linha de água. Fonte: autor.2010.



**Figura 48** – Muro em alvenaria de pedra na margem da linha de água. Fonte: autor.2010.

Nos troços nº 9 e 17 é proposto o aproveitamento dos gabiões existentes, dada a dificuldade que seria retirar estas estruturas e visto que as margens nestes troços estão consolidadas. Desta forma, propõe-se a transformação destas estruturas em gabiões vivos, com a inserção de terra vegetal e estacas de espécies com capacidade de propagação vegetativa no interior da estrutura em malha de ferro. Com o crescimento da vegetação estas estruturas não só ficarão mais consolidadas pela acção de suporte das raízes, mas também ficarão mais integradas na paisagem não causando tanto impacto visual.



**Figura 49** – Gabiões na margem da ribeira. Fonte: autor.2010.



**Figura 50** – Gabiões no leito da ribeira. Fonte: autor.2010.

## Conclusão

Muitas vezes, as opções tomadas relativamente à gestão de linhas de água e sistemas húmidos, nomeadamente a sua impermeabilização ou simplesmente o seu abandono, acabam por torná-los espaços de limitado interesse funcional e recreativo, com reduzido valor ecológico. Conclui-se com este trabalho que estes sistemas, naturalmente promotores da qualidade do meio urbano, devem assumir um papel predominante, não só através da criação de espaços de recreio e lazer para a população, mas também, da protecção e valorização destes sistemas tão sensíveis e importantes.

A realização deste trabalho e deste estágio pretendeu-se dar um contributo para a sensibilização dos técnicos da Divisão de Espaços Verdes da Câmara Municipal de Oeiras para esta questão e, ao mesmo tempo através da sistematização de técnicas de Engenharia Natural desenvolvida neste trabalho, deu a conhecer a Engenharia Natural como ferramenta na estabilização das margens e recuperação de linhas de água.

A apresentação, sistematização e aplicação das técnicas de Engenharia Natural ao projecto do Parque Urbano da ribeira de Porto Salvo incentivou os técnicos a procurar este tipo de solução para a recuperação de outras linhas de água do concelho tendo mesmo sido organizado em 2011 no rio Jamor uma formação prática dinamizada pela APENA, onde estiveram presentes vários técnicos da câmara, que tinha como objectivo ensaiar a aplicação de técnicas de Engenharia Natural nas margens.

A crise económica a que se assistiu nestes últimos anos veio impedir a implementação de projectos de grande escala nas linhas de água do concelho, entre eles a construção do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo. Contudo, foram feitos esforços para efectuar a plantação das margens de acordo com as indicações contidas no programa base proposto neste trabalho.

Visto que a aplicação de técnicas de Engenharia Natural pressupõe a utilização de mão-de-obra qualificada o que aumenta os significativamente os custos da intervenção, seria interessante nesta fase, formar equipas de campo, dentro da estrutura de funcionários da Câmara. Estas equipas poderiam levar a cabo pequenas intervenções em projectos de menor escala que estejam a ser desenvolvidos junto a linhas de água ou requalificar troços de linhas de água que se encontrem em risco de erosão. A criação de uma equipa com formação e experiência seria no futuro uma mais valia na implementação do plano de corredores verdes de Oeiras e na missão de requalificação e valorização de linhas de água do Concelho.

## Bibliografia

AIPIN (2010), disponível em [http://www.aipin.it/?page\\_id=32](http://www.aipin.it/?page_id=32), acesso em Maio de 2010.

BIFULCO, C. (2001) *Naturalistic Restoration and Management Systems: Experience from Mediterranean Condition*, Castellabate, Itália.

BIFULCO, C., REGO, F.C. (2012) *Seleção de espécies lenhosas adequadas às técnicas de Engenharia Natural*, Silva Lusitana, Volume 20 (1/2):15-38, Oeiras.

CABRAL, F.C. (1993), *Fundamentos de Arquitectura Paisagista*, Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

CABRAL, F.C., TELLES, G.R. (2005), *A árvore em Portugal*, Assírio & Alvim, Lisboa.

CMO (2009), *Oeiras Factos e Números*, Câmara Municipal de Oeiras, Oeiras.

CMO (2015), *Oeiras Factos e Números*, disponível em <http://factosenumeros.cm-oeiras.pt/>, acesso em Setembro de 2015.

CMO (2016), *Celebrar Oeiras*, disponível em <http://www.cm-oeiras.pt/voeiras/Concelho/Historia>, acesso em janeiro de 2016.

CORREIA, F. M. (2013), *Ensaio de espécies arbustivas da flora portuguesa para intervenções de Engenharia Natural*, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

COSTA, J. C., C. AGUIAR, J. H. CAPELO, M. LOUSÃ & C. NETO (1998), *Biogeografia de Portugal Continental*, Quercetea. 0:5-56.

FEDERAÇÃO EUROPEIA DE ENGENHARIA NATURAL (2015), *Directrizes Europeias de Engenharia Natural*, EFIB.

FERNANDES, A. (1997) *Geografia de Oeiras - Atlas Municipal*, Câmara Municipal de Oeiras, Oeiras.

FERNANDES, J.P., CRUZ, C.S. (2011) *Limpeza e gestão de linhas de água – pequeno guia prático*, Volume III, EPAL- Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.

FLORINETH, F., et al. (2004), *Dispensa di Ingegneria Naturalistica*, Universidade de Bodenkultur, Viena.

FRANCO, J.A. (1994). Zonas fitogeografias predominantes em Portugal Continental. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*. 44(1): 39-56.

FERNANDES, J.P., FREITAS, A., (2011) *Introdução à Engenharia Natural*, Volume II, EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.



GRAY, D. S. (1996). *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization*, John Wiley & Sons Inc., Nova Iorque.

LYLE, J. (1999), *Design for human Ecosystems – Landscape, Land Use, and Natural Resources*, Island Press, Estados Unidos da América.

MAGALHÃES, M. R. (2001), *A Arquitectura Paisagista – morfologia e complexidade*, Editorial Estampa Lda., Lisboa.

MAGALHÃES, M.R. (2007), *Estrutura Ecológica da Paisagem, Conceitos e delimitação – escalas regional e municipal*, ISAPress, Lisboa.

MARTINHO, P. (2005), *Contribuição para o estudo de técnicas de Engenharia Biofísica: grade de vegetação e grade de vegetação vesúvio*, Universidade de Évora, Évora.

MIDÕES, C.; COSTA, A. (2011) *Parecer sobre a Caracterização Hidrogeológica das Formações Geológicas Presentes no Concelho de Oeiras*, LNEG.

MUNICÍPIA (2005), *Atlas Oeiras - Oeiras no início do III Milénio*, Câmara Municipal de Oeiras, Oeiras.

RIBEIRO, A. (2005), *Breves considerações sobre técnicas de Engenharia Biofísica - Caso do Muro de vegetação*, Universidade de Évora, Évora.

RIBEIRO, L. , BARÃO, T. (2005) *Greenways for recreation and maintenance of landscape quality: five case studies in Portugal*, Landscape and Urban Planning volume 76: 79 - 97.

SAULI, G., et al. (2006), *Manuale di Ingegneria Naturalistica, Sistemazione dei versanti*, Volume 3, Emilmarc s.r.l, Roma.

SARAIVA, M.G. (1995), *O rio como paisagem*, Tese de Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

SARAIVA, M. G. (2001), *Estudo de Requalificação Paisagística e Ambiental das ribeiras da Costa do Estoril - Fase de programa base*, SANEST/ADISA, Lisboa.

SARAIVA, M. G. (2009) *Cidades e Rios Perspectivas para uma relação sustentável – Conferência Internacional*, Parquexpo, Lisboa.

SILVA, R. A. (2012) *Aplicação da Engenharia Natural na estabilização de taludes*, Universidade da Madeira, Madeira.

TELLES, G. R. (1997), *Plano Verde de Lisboa*, Edições Colibri, Lisboa.

VENTI, D. B. (2003) *Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni*, Servizio Assetto del Territorio - Ufficio Urbanistica, Terni.

WATERMAN, T. (2009), *The fundamentals of landscape architecture*, AVA Publishing SA, Suíça.

# ANEXOS

## Anexo I – Peças desenhadas<sup>3</sup>

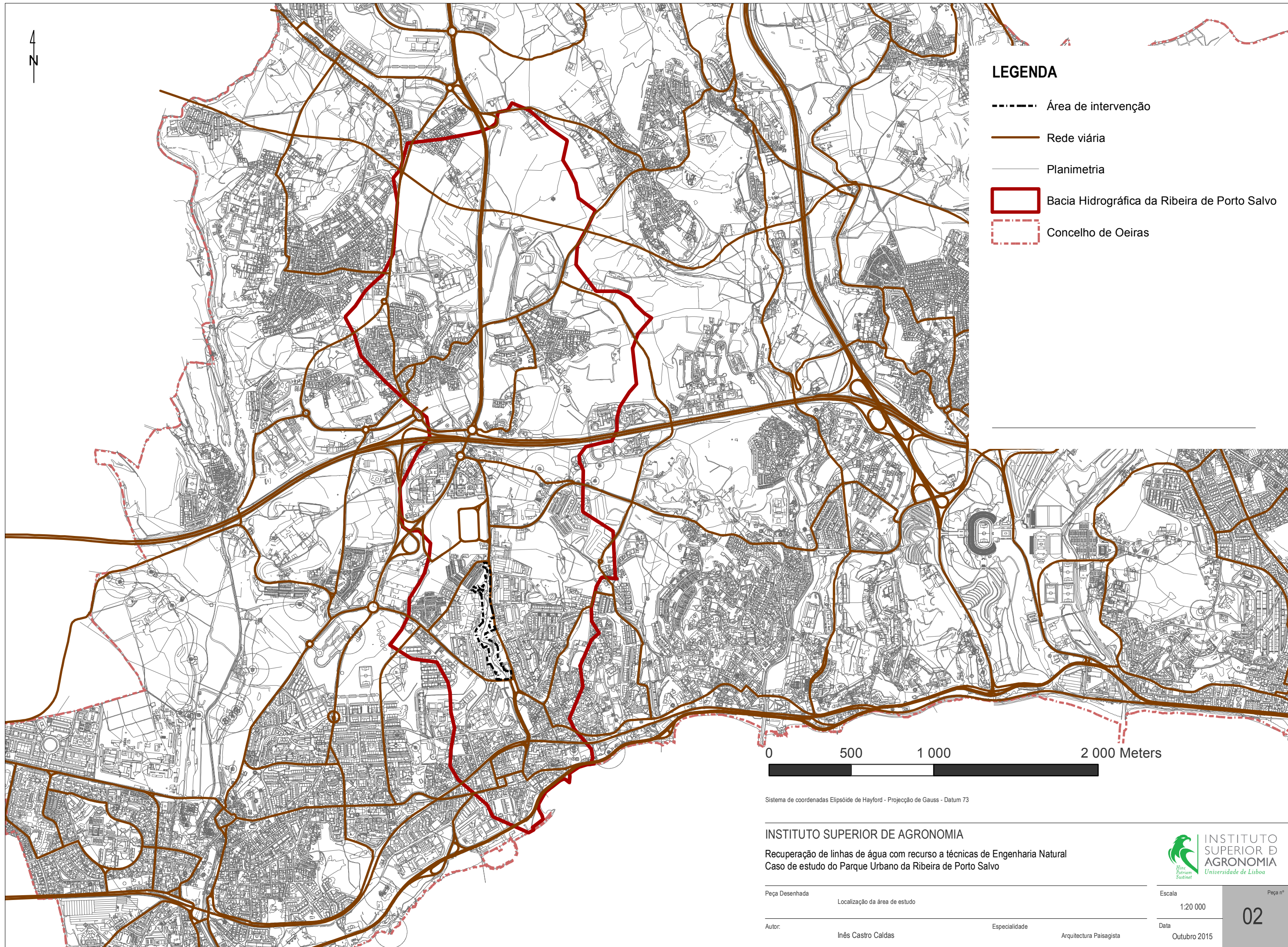
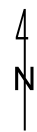
### ÍNDICE DE PEÇAS DESENHADAS

- 1 – Localização da área de estudo
- 2 – Hidrografia
- 3 - Carta de declives
- 4 - Carta de exposições
- 5 - Carta geológica
- 6 - Carta de capacidade de uso do solo
- 7 - Carta de uso do solo
- 8 - Plano Director Municipal
- 9 – Plano Geral
- 10 – Plano de estabilização das margens






---

<sup>3</sup> A informação que permitiu produzir as cartas de análise deste trabalho foi cedida pela Câmara Municipal de Oeiras.





### LEGENDA

-  Área de intervenção
-  Rede viária
-  Planimetria
-  Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo
-  Concelho de Oeiras

0 500 1 000 2 000 Meters

Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

### INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada: Localização da área de estudo

Escala: 1:20 000

Peça nº

Autor: Inês Castro Caldas










Especialidade: Arquitectura Paisagista

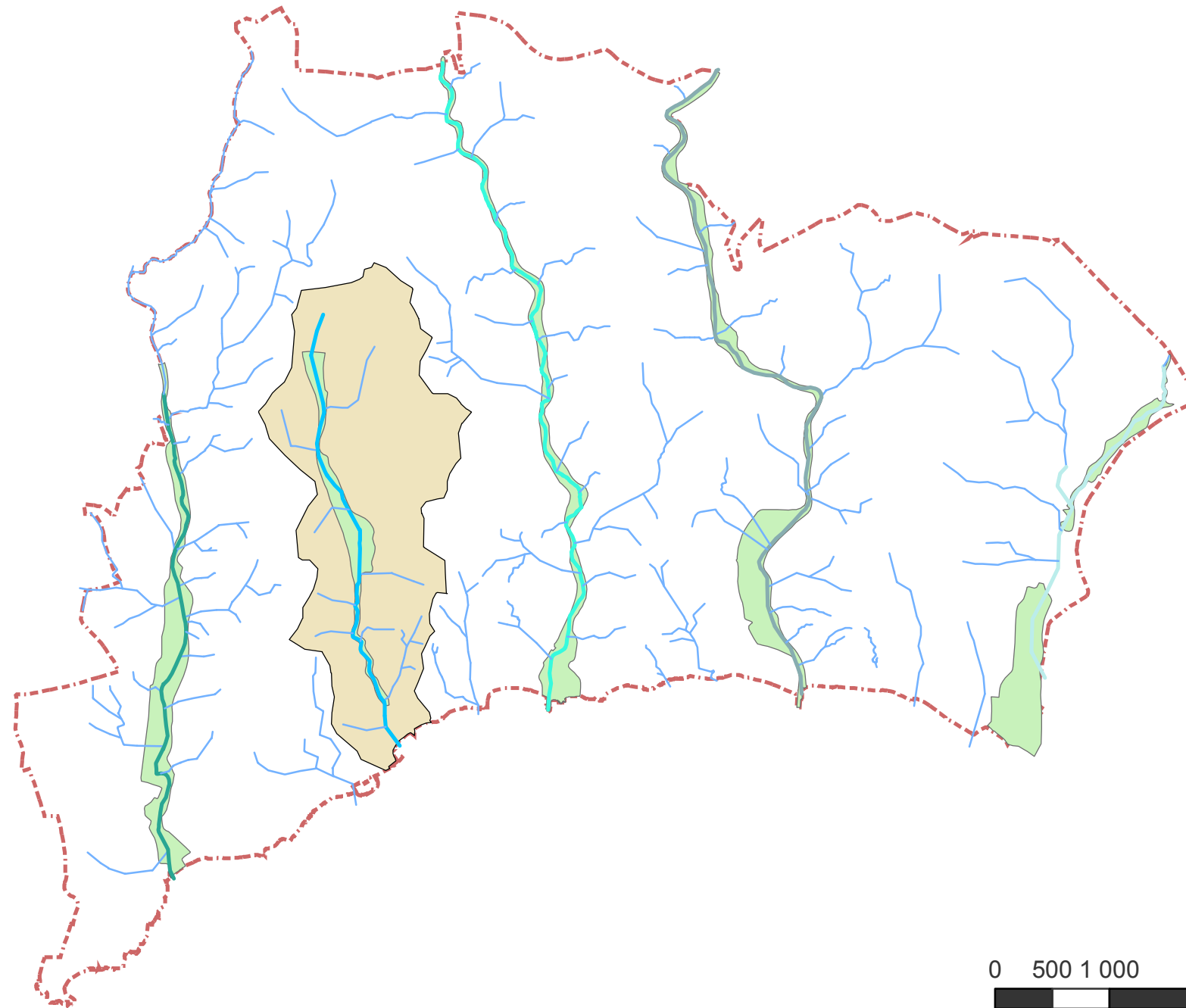
Data: Outubro 2015



4  
N

## LEGENDA

-  Linhas de água secundárias
-  Ribeira da Laje
-  Ribeira de Porto Salvo
-  Ribeira de Barcarena
-  Rio Jamor
-  Ribeira de Algés
-  Leito de cheia
-  Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo
-  Concelho de Oeiras



0 500 1 000 2 000 Meters



Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada Hidrografia

Escala  
1:50 000

Folha nº

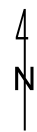
Autor:  
Inês Castro Caldas

Especialidade  
Arquitectura Paisagista

Data  
Outubro 2015

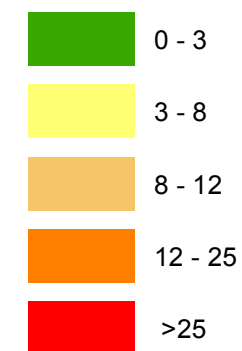
001





### LEGENDA

#### Declives (%)



----- Área de intervenção

— Altimetria

— Hidrografia

▭ Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo

▭ Concelho de Oeiras



Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada: Carta de declives

Escala: 1:20 000

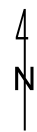
Peça nº

Autor: Inês Castro Caldas

Especialidade: Arquitectura Paisagista

Data: Outubro 2015





## LEGENDA

### Exposições

- Plano
- Norte
- Nordeste
- Este
- Sudeste
- Sul
- Sudoeste
- Oeste
- Noroeste
- Norte

Área de intervenção

Hidrografia

Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo

Concelho de Oeiras

0 500 1 000 2 000 Meters

Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada

Carta de exposições

Escala

1:20 000

Peça nº

04

Autor:

Inês Castro Caldas

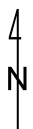
Especialidade

Arquitectura Paisagista

Data

Outubro 2015



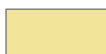
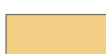
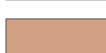

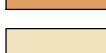






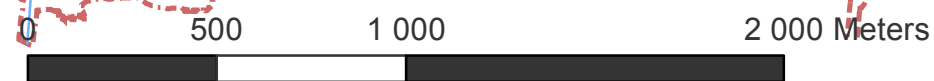


## LEGENDA

### Carta geológica

#### Descrição

-  "Areolas da Estefânia"
-  "Argilas dos Prazeres"
-  "Complexo vulcânico de Lisboa" com intercalações vulcano-sedimentares
-  Aluviões
-  Basalto
-  Calcários com Rudistas e "Camadas com Neolobites vibrayenus"
-  Calcários e margas ("Belasiano")
-  Área de intervenção
-  Hidrografia
-  Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo
-  Concelho de Oeiras



Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada  
Carta geológica

Escala  
1:20 000

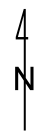
Peça nº

Autor:  
Inês Castro Caldas

Especialidade  
Arquitectura Paisagista

Data  
Outubro 2015



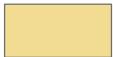


05



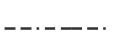
### LEGENDA

#### Capacidade de Uso do Solo


##### Classe


-  A
-  B
-  C
-  D
-  E

 Área Social

 Área de intervenção

 Hidrografia

 Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo

 Concelho de Oeiras

0 500 1 000 2 000 Meters

Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada  
Carta de capacidade de uso do solo

Escala  
1:20 000

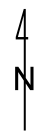
Peça nº

Autor:  
Inês Castro Caldas

Especialidade  
Arquitectura Paisagista

Data  
Outubro 2015

06



## LEGENDA

### Uso do solo

#### Classes

-  Area Arborizada
-  Area Livre
-  Equipamentos de Defesa
-  Industria
-  Terciario
-  Urbano de Alta Densidade
-  Urbano de Baixa Densidade
-  Área de intervenção
-  Hidrografia
-  Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo
-  Concelho de Oeiras

0 500 1 000 2 000 Meters

Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada

Carta de uso do solo

Escala

1:20 000

Peça nº

07

Autor:

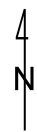
Inês Castro Caldas

Especialidade

Arquitectura Paisagista

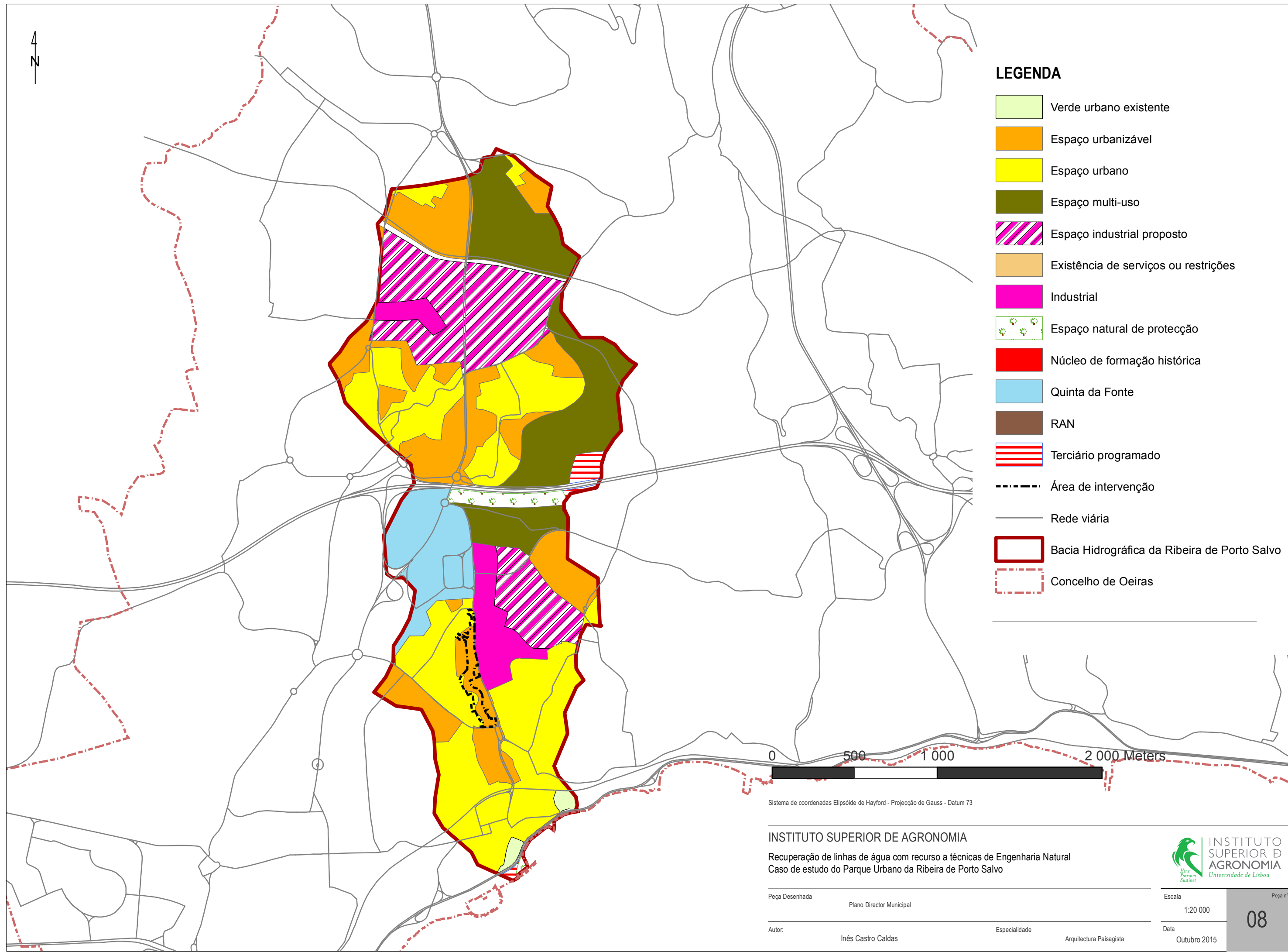
Data

Outubro 2015



### LEGENDA

-  Verde urbano existente
-  Espaço urbanizável
-  Espaço urbano
-  Espaço multi-uso
-  Espaço industrial proposto
-  Existência de serviços ou restrições
-  Industrial
-  Espaço natural de protecção
-  Núcleo de formação histórica
-  Quinta da Fonte
-  RAN
-  Terciário programado
-  Área de intervenção
-  Rede viária
-  Bacia Hidrográfica da Ribeira de Porto Salvo
-  Concelho de Oeiras



Sistema de coordenadas Elipsóide de Hayford - Projecção de Gauss - Datum 73

**INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA**  
Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo



Peça Desenhada	Plano Director Municipal	Escala	1:20 000	Peça nº	08
Autor:	Inês Castro Caldas	Especialidade	Arquitectura Paisagista	Data	Outubro 2015



Entrada Segurança Social

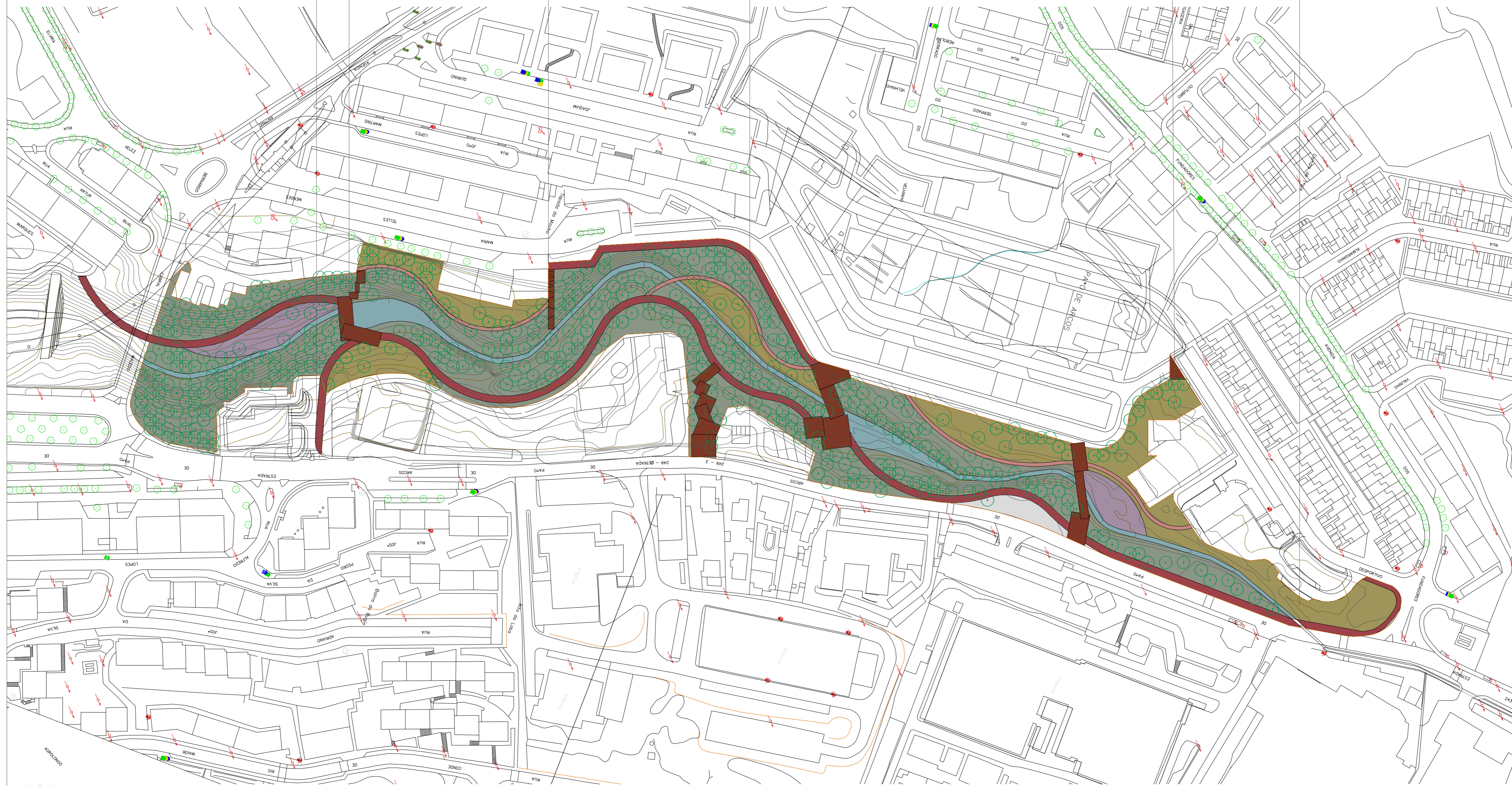
Entrada Tapada do Mocho

Entrada Nova Morada










Entrada Tapada do Mocho

Futura estação de serviço

Jardim dos BV Paço de Arcos



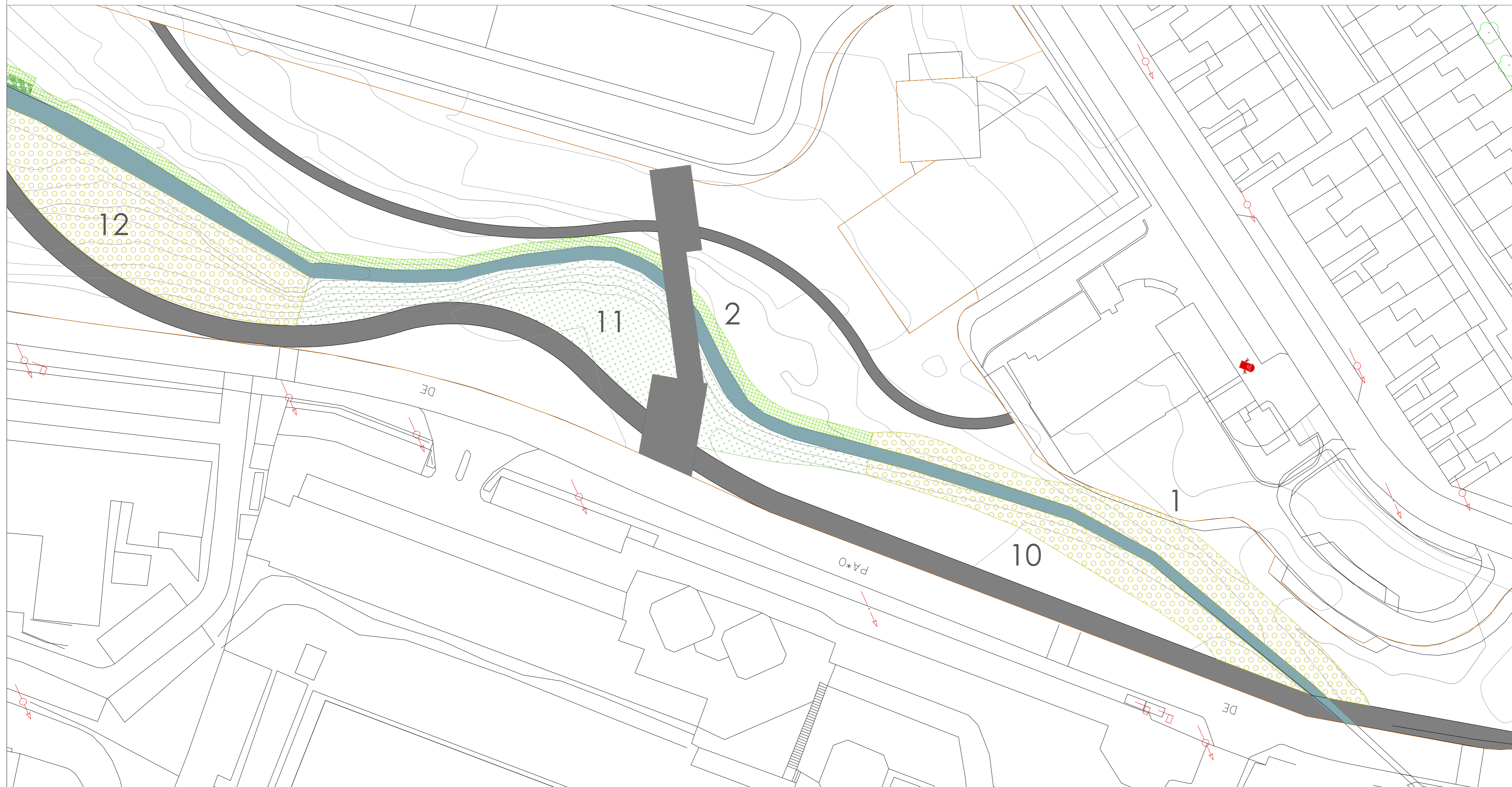
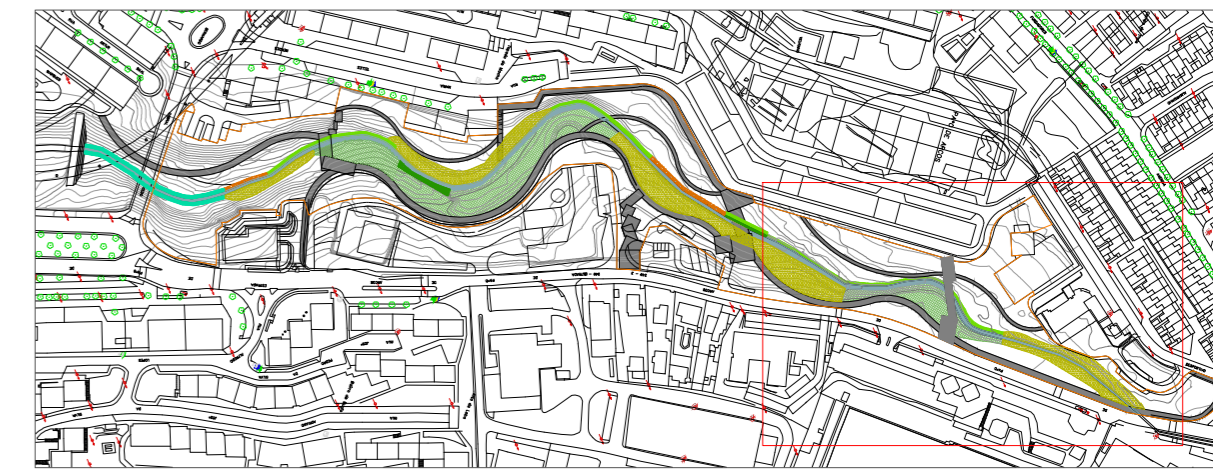
LEGENDA

- |   |                               |   |                                    |   |                      |
|---|-------------------------------|---|------------------------------------|---|----------------------|
|  | Limite da área de intervenção |  | Hortas urbanas                     |  | Caminhos principais  |
|  | Zonas de estadia / clareiras  |  | Bacias de retenção e linha de água |  | Caminhos secundários |
|  | Zonas de vegetação mais densa |  | Estacionamento                     |  | Pontes pedonais      |


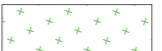

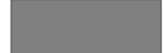

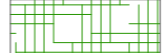
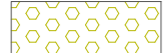

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA  
 Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo







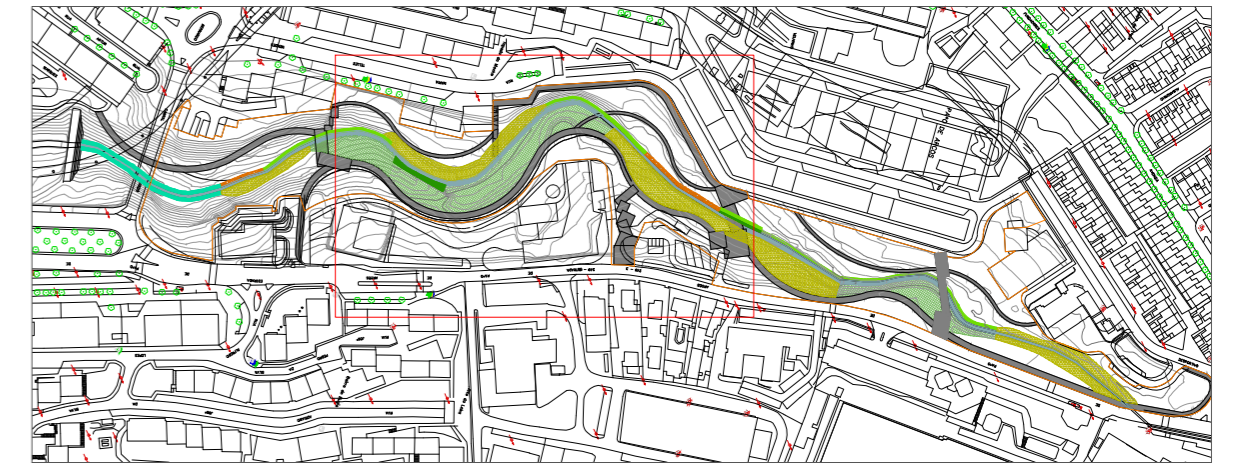
LEGENDA

- |   |                                  |   |  |   |                   |
|---|----------------------------------|---|--|---|-------------------|
|  | Limite da área de intervenção    |  | Sementeira   |  | Muro vivo simples |
|  | Caminhos e plataformas propostos |  | Reconstrução do muro de alvenaria de pedra existente |  | Muro vivo duplo   |
|  | Plantação de árvores e arbustos  |  | Gabiões vivos  |   |                   |









INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA  
 Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo







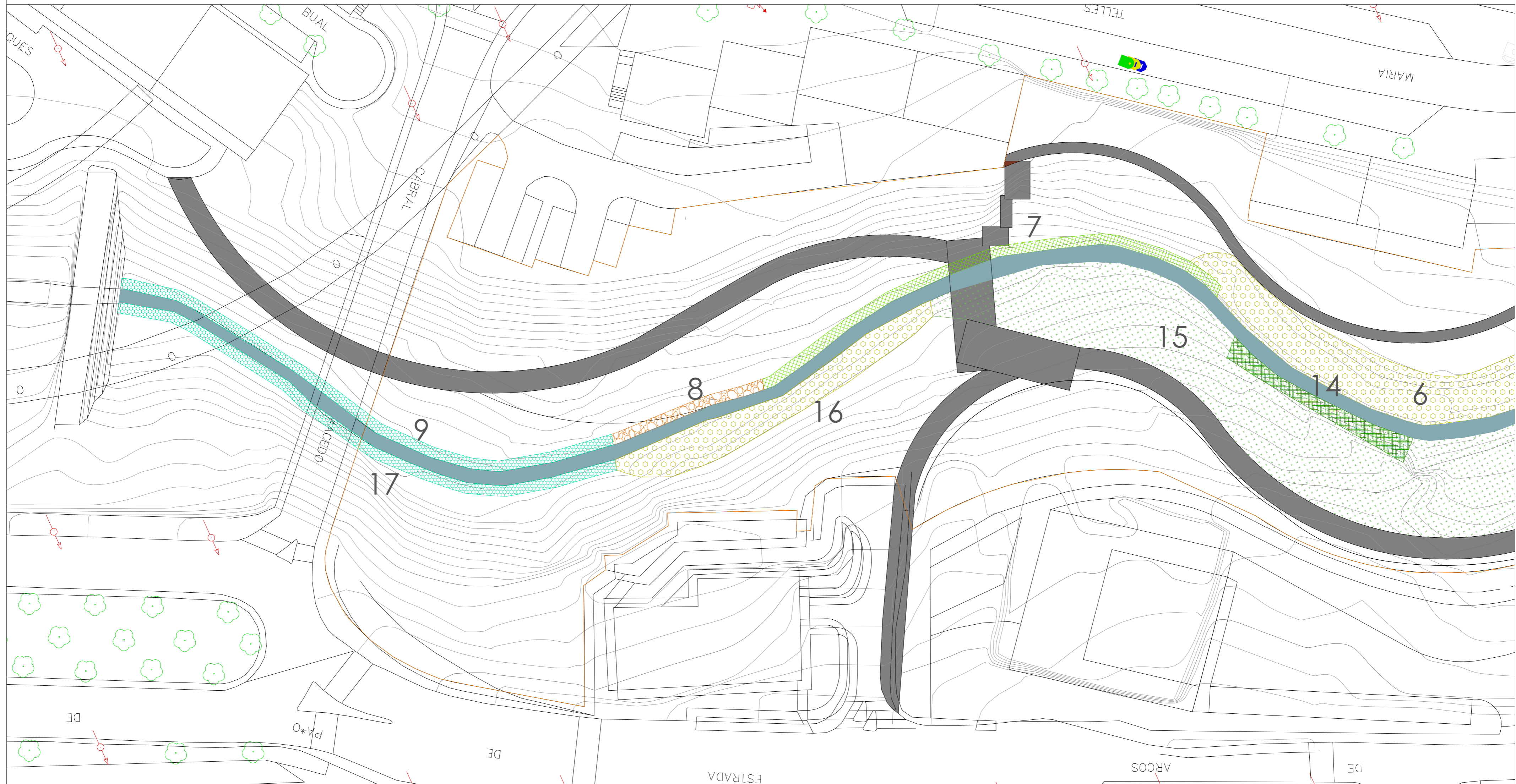
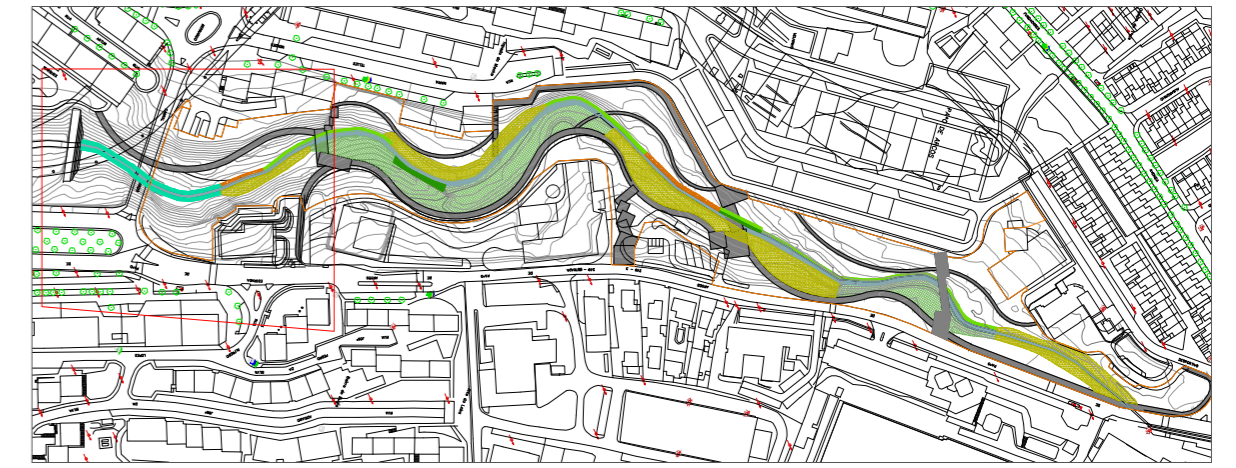
LEGENDA

- |   |                                  |   |  |   |                   |
|---|----------------------------------|---|--|---|-------------------|
|  | Limite da área de intervenção    |  | Sementeira   |  | Muro vivo simples |
|  | Caminhos e plataformas propostos |  | Reconstrução do muro de alvenaria de pedra existente |  | Muro vivo duplo   |
|  | Plantação de árvores e arbustos  |  | Gabiões vivos  |   |                   |









INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA  
 Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo







LEGENDA

- |   |                                  |   |  |   |                   |
|---|----------------------------------|---|--|---|-------------------|
|  | Limite da área de intervenção    |  | Sementeira   |  | Muro vivo simples |
|  | Caminhos e plataformas propostos |  | Reconstrução do muro de alvenaria de pedra existente |  | Muro vivo duplo   |
|  | Plantação de árvores e arbustos  |  | Gabiões vivos  |   |                   |

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA  
 Recuperação de linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo





## Anexo II – Lista das principais espécies de plantas disponíveis em Portugal para aplicação em Engenharia Natural

A seguinte tabela foi cedida pelo Engenheiro Carlos Souto Cruz (2010) como complemento ao curso de *Reabilitação de rios com recurso a técnicas de Engenharia Natural* dado pela FUNDEC no Instituto Superior Técnico em 2010 e nela estão contidas as principais espécies de plantas disponíveis em Portugal para aplicação em Engenharia Natural. Esta tabela está também presente no documento de FERNANDES, J.P., FREITAS, A. (2011).

Intervenção em linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo em Oeiras

Espécie	Nome Vulgar	Tipo de propagação	
		vegetativa	sementeira
<i>Acer monspessulanum</i> L.	zelha	?	X
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	platano bastardo	X	X
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	amieiro	X	X
<i>Ammophila arenaria</i> (L.) Link subsp. <i>arundinaceae</i> H. Lindb. Fil.	estorno	X	X
<i>Arbutus unedo</i> L.	medronheiro		X
<i>Artemisia campestris</i> L. subsp. <i>maritima</i> Arcangeli	madorneira	X	X
<i>Atriplex halimus</i> L.	salgadeira	X	X
<i>Betula celtiberica</i> Rothm. & Vasc.	vidoeiro		X
<i>Buxus sempervirens</i> L.	buxo	X	X
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link			X
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	urze		X
<i>Castanea sativa</i> Miller	castanheiro	X	X
<i>Celtis australis</i> L.	trovisco alvar		X
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	alfarrobeira		X
<i>Chamaerops humilis</i> L.	palmeira anã		X
<i>Chamaespartium tridentatum</i> (L.) P. Gibbs	carqueja		X
<i>Cheirolophus sempervirens</i> (L.) Pomel	viomal		X
<i>Cistus albidus</i> L.	roselha branca		X
<i>Cistus crispus</i> L.	roselha		X
<i>Cistus ladanifer</i> L.	esteva		X
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	sargaço		X
<i>Cistus populifolius</i> L. subsp. <i>populifolius</i>	estevão		X
<i>Cistus psilosepalus</i> Sweet.	saganho		X
<i>Cistus salvifolius</i> L.	saganha- mouro		X
<i>Corema album</i> (L.) D. Don subsp. <i>album</i>	camarinheira		X
<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>sanguinea</i>		?	X
<i>Coronilla valentina</i> L. subsp. <i>glauca</i> (L.) Batt. in Batt.	sená do reino		X
<i>Corylus avellana</i> L.	aveleira	X	X
<i>Crucianella maritima</i> L.	granza das praias		X
<i>Cytisus grandiflorus</i> (Brot.) DC.	giesta		X
<i>Cytisus multiflorus</i> (L. 'Hér) Sweet	giesta das sebes		X
<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link. subsp. <i>scoparius</i>	giesta		X
<i>Cytisus striatus</i> (Hill) Rothm.	giesta da vasseira		X
<i>Daboecia cantabrica</i> (Hudson) C. Koch	urze		X
<i>Daphne gnidium</i> L.	trovisco femea		X
<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Melderis subsp. <i>boreo-atlanticus</i> (Simonet & Guinochet) Melderis	feno das areias	X	X
<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Melderis subsp. <i>farctus</i>	feno das areias	X	X
<i>Erica arborea</i> L.	urze		X
<i>Erica australis</i> L.	urze		X
<i>Erica ciliaris</i> L.	urze		X
<i>Erica cinerea</i> L.	urze		X
<i>Erica erigena</i> R. Ross	urze		X
<i>Erica lusitanica</i> Rudolphi in Schrader	urze		X
<i>Erica scoparia</i> L. subsp. <i>scoparia</i>	urze		X
<i>Erica umbellata</i> L.	urze		X

Intervenção em linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo em Oeiras

Espécie	Nome Vulgar	Tipo de propagação	
		vegetativa	sementeira
<i>Frangula alnus</i> Miller		?	X
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl subsp. <i>angustifolia</i>	figueira		X
<i>Genista florida</i> L.	piorno dos tintureiros		X
<i>Genista triacanthos</i> Brot.			X
<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>canariensis</i> (Willd) Coutinho	hera	X	X
<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>	hera	X	X
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf subsp. <i>pubescens</i> (Andersson) Paunero			X
<i>Jasminum fruticans</i> L.	jasmineiro	X	X
<i>Juniperus navicularis</i>	piorro	X	?
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	sabina das praias		X
<i>Lavandula viridis</i> L' Her	rosmaninho		X
<i>Ligustrum vulgare</i> L.		X	X
<i>Lygos monosperma</i> (L.) Heywood	tojo molar		X
<i>Lygos sphaerocarpa</i> (L.) Heywood	piorno branco		X
<i>Malus sylvestris</i> Miller	macieira brava		X
<i>Myrica faya</i> Aiton	samouco		X
<i>Myrica gale</i> L.	murta dos pantanos	?	X
<i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	murta	X	X
<i>Nerium oleander</i> L.	cevadilha	X	X
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i>	alfazema	X	X
<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>hispanica</i> (L. fil.) Coutinho	joina		X
<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>ramosissima</i> (Desf.) Batt. & Trabut	luzerna das praias		X
<i>Otanthus maritimus</i> (L.) Hoffmanns	cordeiros da praia		X
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	zambujeiro	?	X
<i>Phillyrea latifolia</i> L.		?	X
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	pinheiro bravo		X
<i>Pinus pinea</i> L.	pinheiro manso		X
<i>Pinus sylvestris</i> L.	casquinha		X
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	aroeira	?	X
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	camalheira	?	X
<i>Populus alba</i> L.	borrazeira	X	X
<i>Populus nigra</i> L. subsp. <i>caudina</i>	choupo branco	X	X
<i>Prunus avium</i> L.		X	X
<i>Prunus dulcis</i> (Miller) D. A. Webb	abrunheiro	X	X
<i>Prunus lusitanica</i> L. subsp. <i>lusitanica</i>	azereiro	?	X
<i>Prunus mahaleb</i> L.	azereiro	?	X
<i>Prunus padus</i> L. subsp. <i>padus</i>		?	X
<i>Prunus spinosa</i> L. subsp. <i>insititoides</i> (Fic. & Coutinho) Franco	pessegueiro	X	X
<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne.	abrunheiro brava	?	X
<i>Pyrus cordata</i> Desv.	pereira brava	?	X
<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	pereira brava	?	X
<i>Quercus coccifera</i> L.	carrasco		X
<i>Quercus faginea</i> Lam.	carvalho cerquinho		X
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	carvalho negral		X
<i>Quercus robur</i> L.	carvalho alvarinho		X

Intervenção em linhas de água com recurso a técnicas de Engenharia Natural  
 Caso de estudo do Parque Urbano da Ribeira de Porto Salvo em Oeiras

<i>Quercus rotundifolia</i> Lam	azinheira		X
<i>Quercus suber</i> L.	sobreiro		X
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	sanguinho das sebes	X	X
<i>Rhamnus lycioides</i> L. subsp. <i>oleoides</i> (L.) Jahandiez & Maire	espinheiro preto	w	X
<i>Rhododendron ponticum</i> L. subsp. <i>baeticum</i> (Bois & Reuter) Hand-Mazz	adelfeira		X
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	alecrim	X	X
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	tojo	X	X
<i>Salix alba</i> L. subsp. <i>alba</i>	arrudão	X	X
<i>Salix alba</i> L. subsp. <i>vitellina</i> (L.) Arcangeli	salgueiro branco	X	X
<i>Salix arenaria</i> L.	salgueiro branco	X	X
<i>Salix atrocinera</i> Brot.	salgueiro anjo	X	X
<i>Salix fragilis</i> L.	salgueiro preto	X	X
<i>Salix repens</i> L.	vimeiro	X	X
<i>Salix salvifolia</i> Brot. subsp. <i>australis</i> Franco	salgueiro anão	X	X
<i>Salix salvifolia</i> Brot. subsp. <i>salvifolia</i>	borrazeira branca	X	X
<i>Salix triandra</i> L. subsp. <i>discolor</i> (Koch) Arcangeli	borrazeira branca	X	X
<i>Sambucus nigra</i> L.	sabugueiro	X	X
<i>Santolina impressa</i> Hoffmanns & Link		X	X
<i>Securinega tinctoria</i> (L.) Rothm.	tamujo	?	X
<i>Sorbus aucuparia</i> L. subsp. <i>aucuparia</i>		?	X
<i>Sorbus latifolia</i> (Lam.) Pers.	carnogodinho	?	X
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz		?	X
<i>Spartina maritima</i> (Curtis) Fernald	morraça	X	X
<i>Spartium junceum</i> L.	giesta		X
<i>Tamarix africana</i> Poirlet		X	X
<i>Taxus baccata</i> L.	teixo	X	X
<i>Thymus camphoratus</i> Hoffmanns & Link	tomilho		X
<i>Thymus capitatus</i> (L.) Hoffmanns & Link	tomilho		X
<i>Thymus capitellatus</i> Hoffmanns & Link	tomilho		X
<i>Thymus carnosus</i> Boiss	tomilho		X
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	uva do monte		X
<i>Viburnum tinus</i> L. subsp. <i>tinus</i>	folhado	X	X
<i>Populus nigra</i> L. subsp. <i>caudata</i>	cnoupo branco	X	X
<i>Prunus avium</i> L.		X	X
<i>Prunus dulcis</i> (Miller) D. A. Webb	abrunheiro	X	X
<i>Prunus lusitanica</i> L. subsp. <i>lusitanica</i>	azereiro	?	X
<i>Prunus mahaleb</i> L.	azereiro	?	X
<i>Prunus padus</i> L. subsp. <i>padus</i>		?	X
<i>Prunus spinosa</i> L. subsp. <i>insititoides</i> (Fic. & Coutinho) Franco	pessegueiro	X	X
<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne.	abrunheiro brava	?	X
<i>Pyrus cordata</i> Desv.	pereira brava	?	X
<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	pereira brava	?	X
<i>Quercus coccifera</i> L.	carrasco		X
<i>Quercus faginea</i> Lam.	carvalho cerquinho		X
<i>Quercus pyrenaica</i> Willd.	carvalho negral		X
<i>Quercus robur</i> L.	carvalho alvarinho		X

## Anexo III – Lista de espécies lenhosas da flora continental portuguesa adequadas às técnicas de Engenharia Natural

A seguinte tabela surge como resultado do estudo feito por BIFULCO e REGO (2012).

	<b>Espécies</b>	<b>Nome comum</b>
<b>Espécies adequadas</b>	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Amieiro
	<i>Atriplex halimus</i> L.	Salgadeira
	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Pilriteiro
	<i>Frangula alnus</i> Mill.	Sanguinho bastardo
	<i>Nerium oleander</i> L.	Cevadilha; Loendro
	<i>Populus alba</i> L.	Choupo branco
	<i>Populus nigra</i> L.	Choupo negro
	<i>Rosa canina</i> L.	Roseira brava
	<i>Salix alba</i> L.	Salgueiro branco
	<i>Salix atrocinera</i> Brot.	Borrazeira preta
	<i>Salix neotricha</i> Goerz	Vimeiro
	<i>Salix salviifolia</i> Brot.	Borrazeira branca
	<i>Tamarix africana</i> Poir.	Tamargueira
	<i>Thymus mastichina</i> L.	Tomilho alvadio
<i>Vitis vinifera ssp. sylvestris</i> L.	Vinha brava	
<b>Espécies provavelmente adequadas</b>	<i>Celtis australis</i> L.	Lóvão bastardo
	<i>Coronilla glauca</i> L.	Pascoinhas
	<i>Daphne gnidium</i> L.	Trovisco
	<i>Corylus avellana</i> L.	Avelaneira
	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Freixo
	<i>Lavandula stoechas ssp. Luisieri</i> Rivas Martinez	Rosmaninho
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Aderno de folhas estreitas
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Alecrim
	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sabugueiro
	<i>Viburnum tinus</i> L.	Folhado

<b>Espécies adequadas a áreas limitadas</b>	<i>Cornus sanguinea</i> L.	Sanguinho
	<i>Euonymus europeus</i> L.	Evónimo
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Alfenheiro
	<i>Salix repens</i> L.	Salgueiro anão
	<i>Salix trianda</i> L.	Salgueiro com folhas de amendoeira
<b>Espécies a confirmar posteriormente</b>	<i>Adenocarpus lainzii</i> (Castrov.) Castrov.	Codeço
	<i>Arbutus unedo</i> L.	Medronheiro
	<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Urze roxa
	<i>Coronilla repanda</i> (Poir.) Guss.	Pascoinhas
	<i>Cytisus grandiflorus</i> (L'Hér.) Sweet	Giesta branca
	<i>Cytisus multiflorus</i> (L'Hér.) Sweet	Giesta branca
	<i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link	Giesta
	<i>Cytisus striatus</i> (Hill) Rothm.	Giesta amarela
	<i>Erica arborea</i> L.	Urze branca
	<i>Genista florida</i> L.	Piorno dos tintureiros
	<i>Hypericum androsaemum</i> L.	Mijadeira
	<i>Inula viscosa</i> (L.) Aiton	Tágueda
	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Jasmineiro do monte
	<i>Laurus nobilis</i> L.	Loureiro
	<i>Lavandula stoechas</i> ssp. <i>pedunculata</i> Mill.	Rosmaninho maior
	<i>Myrthus communis</i> L.	Murta
	<i>Osyris alba</i> L.	Retama
	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Lentisco
	<i>Prunus avium</i> L.	Cerejeira brava
	<i>Rhamnus alaternos</i> L.	Aderno bastardo
<b>Espécies provavelmente desadequadas</b>	<i>Acer monspessulanum</i> L.	Bordo de Montpellier
	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Bordo
	<i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) J. Gay in Durieu	Codeço
	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Buxo

<b>Espécies provavelmente desadequadas</b>	<i>Coronilla juncea</i> L.	Pascoinhas
	<i>Cytisus arboreus</i> (Desf.) DC.	Giesta
	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Zimbro
	<i>Myrica faya</i> Aiton	Faia
	<i>Prunus Lusitanica</i> L.	Azereiro