

ESTUDO PRÉVIO

REQUALIFICAÇÃO DAS MARGENS DO RIO GILÃO – ECONATURE 4 ÁGUAS, TAVIRA

Especialidade de Engenharia Natural
Memória Descritiva e Justificativa

2023



ecosalix
Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural

ecosalix.pt

Requerente | Tavipesca, Lda
Arquitetura Paisagista | Geocódice, Lda.
Data | Novembro de 2023
Ref. Projeto | 21.103_PEX

ÍNDICE

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Localização.....	1
1.3. A Engenharia Natural	2
1.4. Diagnóstico Atual	5
1.5. Objetivos	6
2. Descrição e Justificação das Intervenções.....	8
2.1. Enquadramento	8
2.2. Soluções Propostas	9
2.2.1. Muro de Suporte Vivo, Parede Dupla (Wooden Log Cribwall/Cribwall Krainer) ...	11
2.2.2. Gabião Cilíndrico.....	13
2.2.3. Bio Rolo.....	14
2.2.4. Manta Orgânica.....	15
2.2.5. Plantações.....	16
2.2.6. Hidrossementeira.....	17
3. Épocas de Aplicação das Técnicas de Engenharia Natural	19
4. Bibliografia.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Enquadramento geográfico da área de intervenção Fonte: Google Earth.....	2
Figura 1 – Delimitação da área de intervenção (margem direita do Rio Gilão) Fonte: Google Earth	2
Figura 2 – Vantagens da utilização de plantas na estabilização de taludes fluviais Fonte: Waterways Restoration Institute and Urban Creeks Council, 2006.....	3
Figura 4 – Exemplo de aplicação de uma obra de Engenharia Natural após 15 anos de evolução (Rio de Couros, Ourém) Fonte: EcoSalix	4
Figura 5 – Local de intervenção (margem direita do Rio Gilão) Fonte: João Sobral.....	5
Figura 6 – Deposição de lixo e entulhos na margem. Fonte: João Sobral	6
Figura 7 – Categorias de aplicação das Técnicas de Engenharia Natural Fonte: EcoSalix.....	8
Figura 8 – Perfil Tipo Proposto Fonte: EcoSalix.....	10
Figura 9 – Perspetiva 3D do Perfil Tipo Proposto Fonte: EcoSalix.....	11
Figura 10 – Construção de Cribwall para consolidação de rombo fluvial (Pedralba, Espanha, 2019) e para proteção de percurso no Parque do Bonito (Entroncamento, 2021). Fonte: EcoSalix....	12
Figura 11 – Aplicação de gabiões cilíndricos e bio rolos de coco como reforço dos interstícios frontais do Cribwall. Fonte: EcoSalix.....	12
Figura 12 – Aplicação de gabião cilíndrico em margem fluvial (esq.: Ribeira de Seiça, Ourém, 2013 dir.: Vale do Lapedo, Leiria, 2016). Fonte: EcoSalix.....	13
Figura 13 – Aplicação de bio rolo de coco em estabilização de emergência pós-fogo (esq.: Proença-a-Nova, 2019), e instalação de vegetação aquática em bio rolo de coco (dir.: Arneiro das Milhariças, 2017) Fonte: EcoSalix	14
Figura 14 – Aplicação de manta orgânica sobre Cribwall (Olhos d’Água, Alcanena, 2021) e em margem fluvial (Olival, Ourém, 2022) Fonte: EcoSalix.....	15
Figura 15 – Aplicação de hidrossementeira sobre manta orgânica (Gançaria, Santarém, 2018) Fonte: EcoSalix.....	17

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Espécies arbustivas e arbóreas características da área de estudo a utilizar nas Técnicas de Engenharia Natural propostas.....	17
Quadro 2 – Épocas de Aplicação das Técnicas de Engenharia Natural	19

Página intencionalmente deixada em branco.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O presente Estudo Prévio, tem por enquadramento o convite da Geocódice, Lda., à EcoSalix - Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural, Lda. para integrar a equipa multidisciplinar que está a desenvolver o projeto de execução para os espaços exteriores do hotel natureza Econature 4 Águas, em Tavira, no âmbito do qual se integra a requalificação da margem do rio Gilão.

Tendo sido apresentado anteriormente um Relatório Preliminar que analisou e diagnosticou os problemas verificados no local de intervenção, pretende-se com esta memória descritiva, elucidar o requerente acerca das soluções possíveis para resolução dos problemas de erosão e instabilidade de taludes, bem como apresentar desenhos tipo e plantas de implantação, às quais se associam tarefas preparatórias e construtivas, orçamentadas de acordo com recentes consultas ao mercado, mas a necessitar de detalhe e maior rigor na fase final de projeto.

1.2. Localização

A área de intervenção localiza-se no **município de Tavira**, no âmbito do processo de reconversão das instalações da antiga fábrica **TAVIPESCA** em hotel natureza, especificamente na margem direita do Rio Gilão, num troço aproximado de **160 metros lineares**, e que se encontra integrado no perímetro do Parque Natural da Ria Formosa.



Figura 1 – Enquadramento geográfico da área de intervenção | Fonte: Google Earth

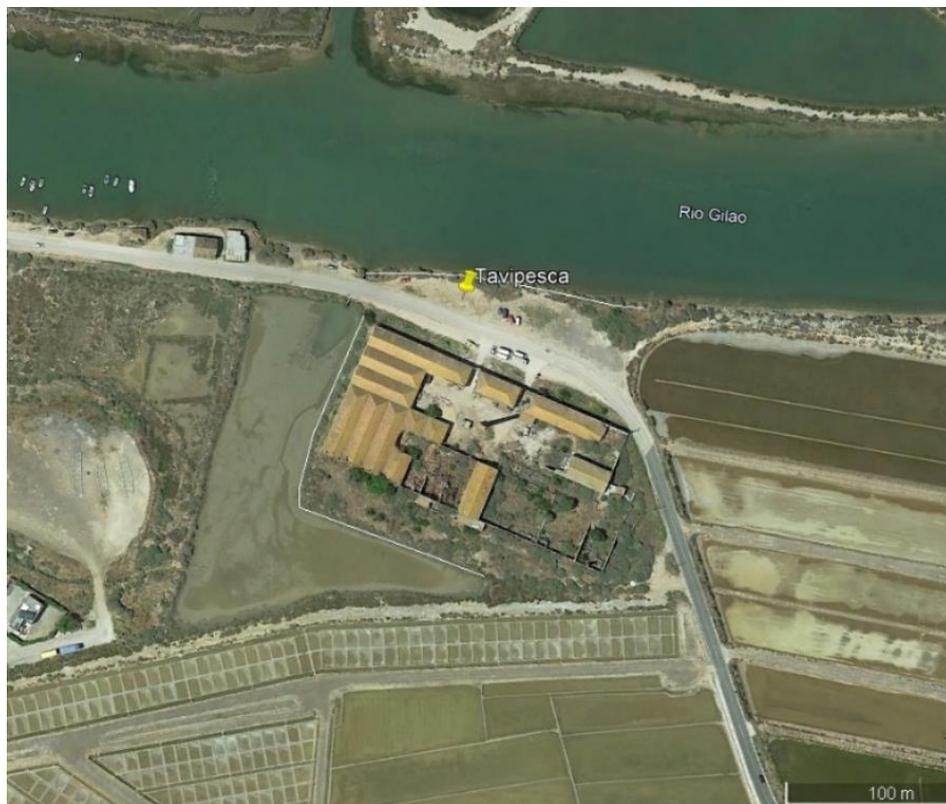


Figura 2 – Delimitação da área de intervenção (margem direita do Rio Gilão) | Fonte: Google Earth

1.3. A Engenharia Natural

Ao contrário das intervenções convencionais de engenharia, geralmente pesadas e robustas, que envolvem o uso de materiais como aço e cimento, o surgimento de novas tecnologias ecológicas de engenharia, algumas delas originadas em práticas rurais bastante antigas, oferece atualmente, a possibilidade de escolher alternativas que não apenas reabilitam, mas também revitalizam de forma estrutural algumas componentes essenciais da paisagem.

As intervenções que se propõem no presente Estudo Prévio, contemplam a utilização de técnicas de **Engenharia Natural**, as quais permitem solucionar problemas estruturais de estabilização geotécnica e hidráulica, e simultaneamente, projetam ecossistemas em equilíbrio.

A Engenharia Natural, – que pode ser definida como um subdomínio da Engenharia Civil e que atua como um complemento desta –, recorre principalmente à utilização de **materiais construtivos vivos**, como sementes, plantas, partes de plantas e associações vegetais (SCHIECHTL, 1980), geralmente, em combinação com outros materiais naturais ou artificiais. A aplicação destas técnicas tem, entre outros, **efeitos anti-erosivos, estabilizantes e consolidantes** (SAULI; CORNELINI; PRETI, 2003).

A figura seguinte representa várias das vantagens que a utilização de material vivo traz para a estabilização de taludes e margens.

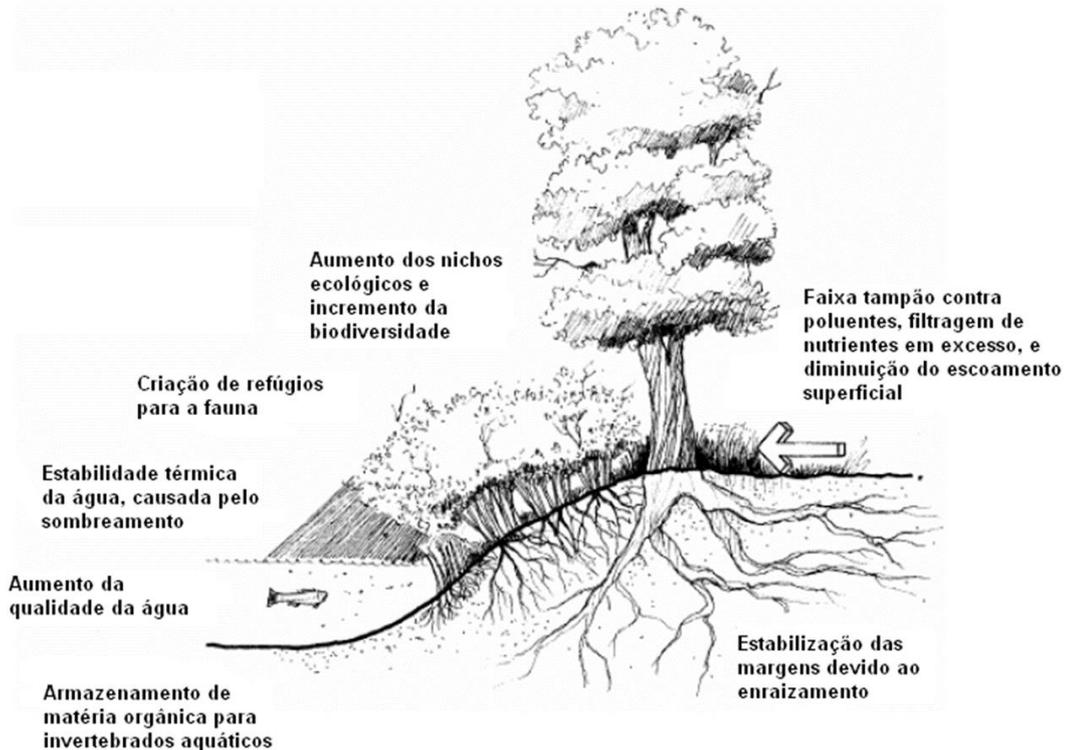


Figura 3 – Vantagens da utilização de plantas na estabilização de taludes fluviais | Fonte: Waterways Restoration Institute and Urban Creeks Council, 2006

“As raízes dos salgueiros impedem as margens dos canais de se desagregarem e deteriorarem e os ramos que se disponham transversalmente sobre essa margem e sejam regularmente podados, tornar-se-ão de ano para ano mais densos, conseguindo-se deste modo, dum passo apenas, uma margem viva.” **Leonardo da Vinci**

Devido à utilização da vegetação, estas técnicas apresentam **deformabilidade e elevada capacidade de regeneração das partes danificadas**. A sua funcionalidade é crescente com o passar do tempo, porque à medida que adquirem maturidade, a vegetação continua a desenvolver-se, aumentando os efeitos técnicos de proteção e estabilização do solo (ver figura seguinte).

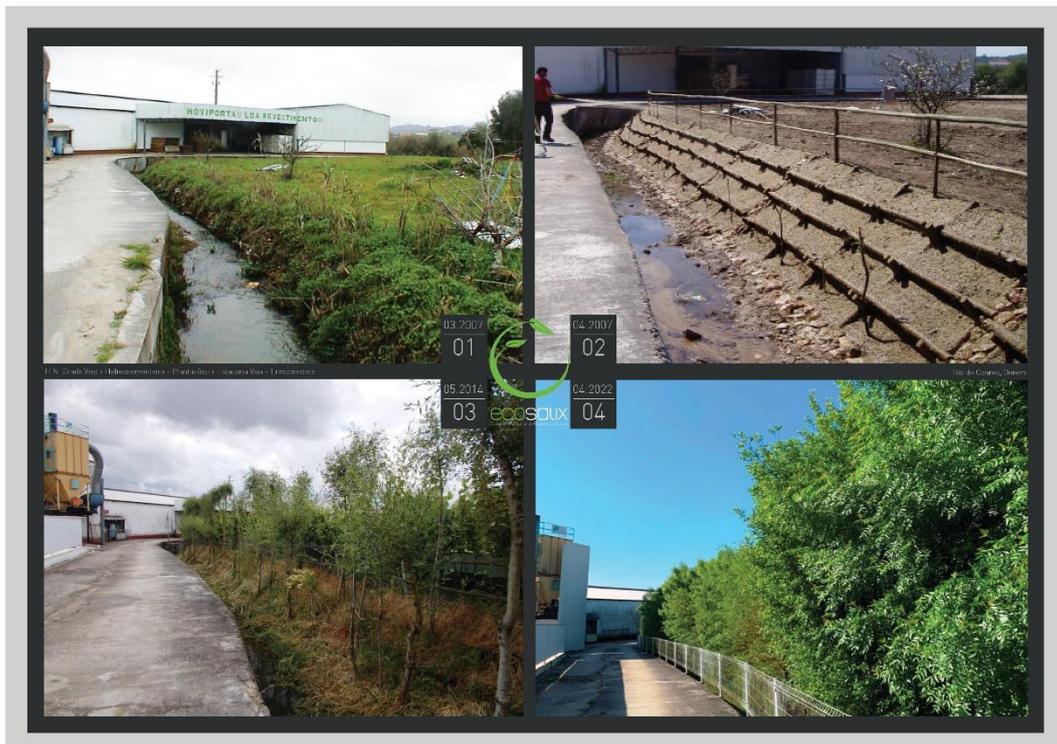


Figura 4 – Exemplo de aplicação de uma obra de Engenharia Natural após 15 anos de evolução (Rio de Couros, Ourém) | Fonte: EcoSalix

No entanto, a eficácia de determinadas técnicas de Engenharia Natural não é imediata, pois necessitam de tempo para que a vegetação se desenvolva e atinja a sua plena funcionalidade, estando ainda a plantação dos elementos da flora condicionada a determinadas estações do ano.

Assim sendo, e além do já referido, as técnicas de Engenharia Natural:

- São estruturas com **elevada compatibilidade ambiental e baixo impacte;**
- Promovem os **valores estéticos e ecológicos;**
- Têm vários benefícios ambientais como:
 - A **criação de nichos ecológicos;**
 - **Melhorias na qualidade da água;** e
 - **Maior capacidade de adaptação às mudanças ambientais.**
- **Promovem e permitem a utilização de materiais naturais** adquiridos no local de intervenção (por exemplo vegetação, solo, madeira, pedra) – geralmente levando a obras de menor custo e de reduzida manutenção a longo prazo.

1.4. Diagnóstico Atual

O seguinte registo, já referido no Relatório Preliminar apresentado anteriormente, bem como a os elementos que nos foram disponibilizados, nomeadamente um registo fotográfico datado de Março de 2021, planta de implantação e Memória Descritiva PIP, bem como, fotografias mais recentes, datadas de Setembro de 2023, denotam que o local apresenta elevados índices de erosão, com uma dinâmica vertical, provocada sobretudo pela erosão proveniente do escoamento do Rio Gilão, bem como da ondulação constante que se faz sentir por ação das marés, que lentamente diminuem a coesão das partículas de solo e promovem a sua desagregação e consequente queda e arrasto.



Figura 5 – Local de intervenção (margem direita do Rio Gilão) | Fonte: João Sobral

Pela análise do levantamento topográfico, a diferença entre a base do talude e a sua crista, é cerca de 1,50m, o que se traduz numa altura vertical de aproximadamente 1,20m. Com o evoluir do projeto, estas dimensões deverão ser confirmadas e se necessário, alvo de novo levantamento topográfico para retificação/atualização de perfis transversais e longitudinais.

São visíveis sinais claros de aterros anteriores, com deposição de materiais de fraca resistência mecânica, lixos e entulhos.



Figura 6 – Deposição de lixo e entulhos na margem. | Fonte: João Sobral

Verifica-se também que os sistemas radiculares da vegetação existente não estarão a ser suficientes para suportar a erosão constante, de forma que claramente será necessário a implementação de estruturas inertes que possam, numa primeira fase, dar a estabilidade e consolidação necessárias para que se possa de facto objetivar de forma imediata o controlo de erosão.

As estruturas inertes que irão ser propostas, possibilitam a integração de vegetação nativa no seu processo construtivo. Dessa forma, com o passar do tempo, a ação mecânica de estabilização que é dada inicialmente pelos materiais inertes, será substituída pelo desenvolvimento dos sistemas radiculares da vegetação, que funcionará assim, não apenas como elemento estético, mas sobretudo como elemento estrutural que desempenha funções técnicas.

1.5. Objetivos

Tendo em conta os problemas descritos anteriormente, e apresentadas as vantagens da Engenharia Natural face a outros tipos de intervenção mais tradicionais, é pretensão deste Estudo Prévio, promover uma intervenção construtiva na margem direita do Rio Gilão, numa extensão aproximada de 160 ml, de forma a que se atinjam os seguintes objetivos:

- **Controlo de Erosão;**
- **Estabilização e Consolidação de Solos;**
- **Reabilitação Ecológica;**
- **Integração Paisagística.**

Página intencionalmente deixada em branco.

2. DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DAS INTERVENÇÕES

2.1. Enquadramento

Sucintamente expostas no cap. 1.3, as vantagens e benefícios da Engenharia Natural face a intervenções de engenharia mais convencionais, apresenta-se neste capítulo uma listagem das diversas técnicas a aplicar.

Numa primeira análise, foi determinante identificar os problemas verificados no local e definir os objetivos da intervenção, para que se pudessem avaliar quais as técnicas mais adequadas à resolução desses mesmos problemas.

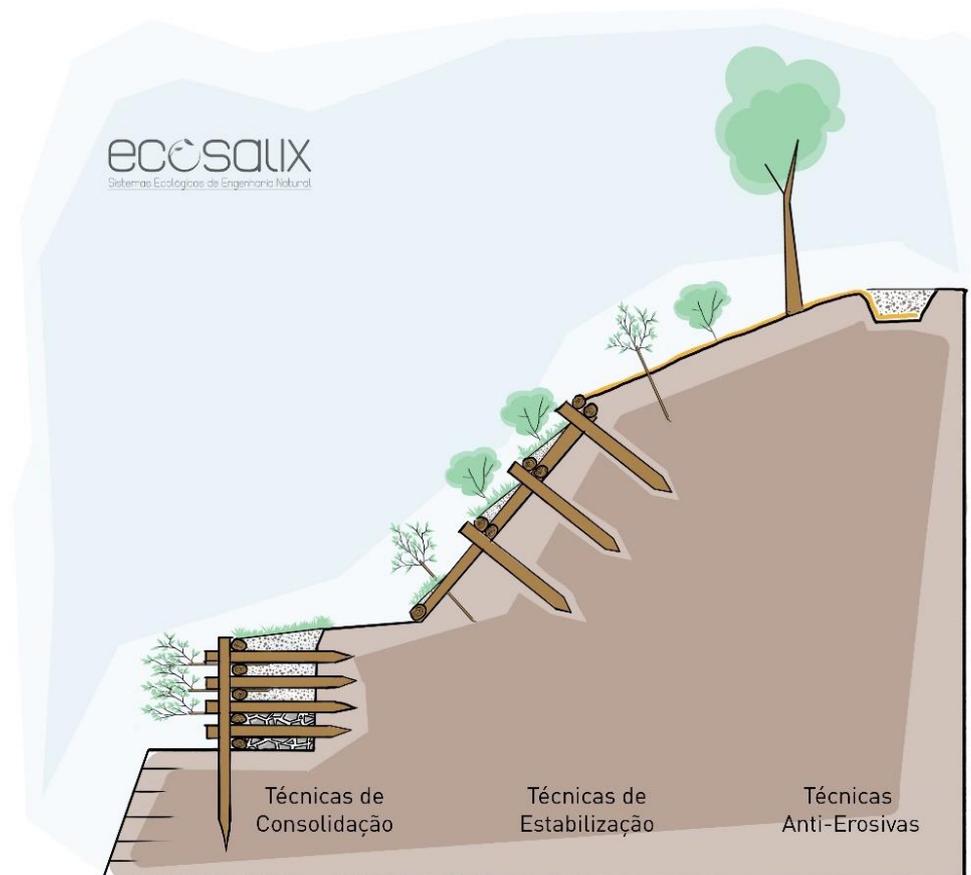


Figura 7 – Categorias de aplicação das Técnicas de Engenharia Natural | Fonte: EcoSalix

De um modo geral, estando na presença de problemas de **EROSÃO**, será necessária a aplicação de técnicas de revestimento e cobertura (ou anti erosão) que assegurem uma rápida e eficiente proteção da superfície do solo, potenciando uma melhoria dos balanços térmicos e hídricos, o sombreamento e a ativação biológica do solo.

No caso da presença de terrenos instáveis com relativa profundidade, serão necessárias soluções de **ESTABILIZAÇÃO**, com o objetivo de desviar e anular ações mecânicas, promovendo a consolidação e

agregação do solo em profundidade, geralmente com recurso a técnicas que asseguram uma armação do terreno.

Quando o objetivo da intervenção é a **CONSOLIDAÇÃO** de terrenos que sofreram movimentos de massa profundos, as soluções mais indicadas são as que se caracterizam por apresentar uma estrutura construtiva mais complexa, mas de grande eficácia, onde a sua robustez permite um imediato efeito de consolidação, nomeadamente em margens fluviais.

Junto com as técnicas construtivas propriamente ditas, devem-se utilizar **outras técnicas que completam as anteriores**, mas que não cumprem os objetivos imediatos ou primordiais de consolidação, estabilização ou proteção contra a erosão. É o caso da plantação de espécies lenhosas propostas, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento da sucessão ecológica e/ou do coberto vegetal (técnicas de **REABILITAÇÃO ECOLÓGICA**).

A combinação destas soluções permite a maximização dos objetivos técnicos, atingindo resultados de natureza estética e paisagística, de conservação da natureza, de segurança ambiental (proteção contra o ruído, filtração de poluentes atmosféricos, etc.) e restauro ecológico.

A descrição de cada um das soluções e técnicas definidas neste documento, é abordada do ponto de vista da sua definição, áreas de aplicação e principais benefícios para resolver problemas específicos, baseadas sobretudo numa análise resumida de literatura de referência, mas também na experiência adquirida no desenvolvimento de projetos semelhantes.

De referir que as técnicas apresentadas **podem ser aplicadas individualmente ou combinadas entre si**, como se observa em várias das figuras apresentadas.

2.2. Soluções Propostas

- **TRABALHOS PREPARATÓRIOS**

Previamente à execução das técnicas de Engenharia Natural propriamente ditas, estão associados trabalhos de preparação de obra, incluindo movimentação de terras, geralmente, decapagem da camada superficial do terreno, escavação, aterro e reperfilamento de taludes.

Pretende-se, se se determinar viável, que estes trabalhos contemplem ainda, a **recolha dos elementos da flora aquática/ripícola** presentes nas imediações da zona de intervenção, passíveis de utilização e reaproveitamento na construção das diferentes Técnicas de Engenharia Natural.

O custo associado a estes trabalhos, apenas será possível de estimar de forma mais precisa, assim que efetivamente estejam definidas e aprovadas todas as soluções propostas, pelo que, essa estimativa financeira, é apresentada neste documento como meramente indicativa.

- **PERFIL TIPO GERAL**

De forma a obter uma consolidação eficaz da margem, propõe-se a construção de muros de suporte, baseados numa tipologia gravítica, tendo como base de materiais, a madeira tratada, pedra rachão (ou outro tipo de inerte local e com boas características mecânicas), solo, e vegetação (estacaria viva ou plantas em torrão). Esta solução designa-se como **Muro de Suporte Vivo, Parede Dupla** (ou Wooden Log Cribwall/Cribwall Krainer). Tendo em conta que esta estrutura estará sujeita à constante ação erosiva das marés, propõe-se que os interstícios frontais do muro, sejam reforçados com a instalação de **Gabiões Cilíndricos** na primeira metade da altura do muro, e que a partir daí, a proteção seja dada com a colocação de **Bio Rolos**. Estas técnicas complementares são fundamentais para evitar um eventual descolamento e esvaziamento da estrutura.

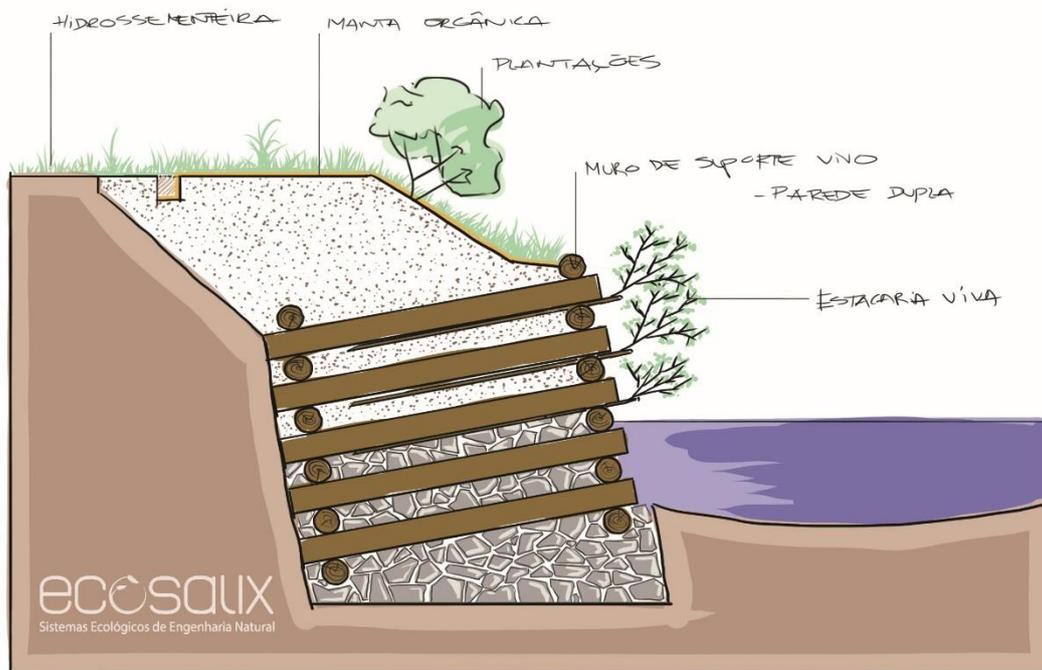


Figura 8 – Perfil Tipo Proposto | Fonte: EcoSalix

Para a restante área de talude, deverá ser possível realizar o seu reperfilamento, e proteger o solo de forma imediata, com a aplicação de uma **Manta Orgânica** em fibras vegetais. As restantes técnicas de intervenção, seria de âmbito ecológico e paisagístico, contemplando a intervenção com a **Plantações** e/ou **Hidrossementeira** de espécies autóctones.

Esta tipologia de perfil composto, com uma solução robusta e consolidante na base da margem, contemplada pela proteção do talude com uma solução de revestimento e anti-erosiva, e introdução de elementos vivos autóctones com boas características biotécnicas, permitirá seguramente alcançar os objetivos de projeto.

Relativamente à técnica que terá um custo mais pesado, o Muro de Suporte/Cribwall, a sua altura será determinada tendo em conta a análise do diferencial de cotas entre marés e outros fatores

condicionantes, pelo que ainda será prematura apresentar uma estimativa de custos mais detalhada e rigorosa.



Figura 9 – Perspetiva 3D do Perfil Tipo Proposto | Fonte: EcoSalix

De seguida, apresenta-se de uma forma mais descritiva, cada uma das soluções propostas nesta fase.

2.2.1. Muro de Suporte Vivo, Parede Dupla (Wooden Log Cribwall/Cribwall Krainer)

É um muro de suporte gravítico formado por uma estrutura de madeira, em forma de caixa com configuração retangular, sendo o interior da estrutura preenchido com materiais inertes até ao nível médio das marés, e acima desse nível, enchimento será feito com solo, estacaria viva/plantações de espécies autóctones com capacidade de reprodução vegetativa,

O material vegetal que é colocado no interior do muro, é considerado um material construtivo estrutural, pois é expectável que o desenvolvimento dos sistemas radiculares das plantas crie um efeito de armadura do terreno, o qual substituirá o efeito estabilizante dado inicialmente pela estrutura de madeira, sendo, portanto, fundamental.

Este tipo de estrutura, aplica-se na consolidação de margens fluviais de energia média-alta e com transporte sólido de médias dimensões, na estabilização e consolidação de taludes muito íngremes, passando pela sustentação de percursos pedestres ou redes viárias (CORNELINI & SAULI, 2005).

As principais vantagens da sua aplicação residem na flexibilidade estrutural, na elevada capacidade de suporte de cargas e de drenagem, na robustez e durabilidade ilimitada com reduzida manutenção, no efeito de consolidação e proteção imediatos, e no aumento da capacidade de estabilização do solo assim que a vegetação implementada desenvolva o seu sistema radicular.



Figura 10 – Construção de Cribwall para consolidação de rombo fluvial (Pedralba, Espanha, 2019) e para proteção de percurso no Parque do Bonito (Entroncamento, 2021). | Fonte: EcoSalix

De forma a evitar a perda do material de enchimento, é proposto que o Muro de Suporte Vivo, seja reforçado nos interstícios frontais com gabião cilíndrico (abaixo do nível médio das marés) e com bio rolo em fibras de coco (acima do nível médio das marés), tal como exemplificado nas figuras abaixo.



Figura 11 – Aplicação de gabiões cilíndricos e bio rolos de coco como reforço dos interstícios frontais do Cribwall. | Fonte: EcoSalix

Materiais:

- Troncos e prumos de madeira tratada;
- Varão de aço roscado;
- Material de enchimento (pedra rachão + solo/terra vegetal);
- Estacaria viva de espécies ribeirinhas autóctones e/ou plantações de espécies arbóreas/arbustivas;
- Gabiões cilíndricos (2.2.2);
- Bio rolos de coco (2.2.3).

2.2.2. Gabião Cilíndrico

São rolos de formato cilíndrico, flexíveis e estruturados em rede de polipropileno de alta densidade, preenchidos no seu interior por pedra rachão, ou outra adequada ao local de intervenção. A sua ação protetora é exercida pelo seu peso gravítico, enquanto a sua rugosidade permite quebrar a energia da velocidade da corrente.

Geralmente, estas estruturas são utilizadas para proteger margens sujeitas a elevadas velocidades de caudal e de ondulação constante ou fortes correntes aquáticas. Usam-se também na proteção contra a erosão em zonas afetadas pelo desaguamento de redes pluviais, em afluentes de estações depuradoras, e ainda como separadores ou filtros de elementos sólidos em suspensão e em sistemas de depuração natural de águas residuais.



Figura 12 – Aplicação de gabião cilíndrico em margem fluvial (esq.: Ribeira de Seiça, Ourém, 2013 | dir.: Vale do Lapedo, Leiria, 2016). | Fonte: EcoSalix

Neste caso em concreto, e tal como referido na técnica anterior, é proposta como uma solução de reforço dos interstícios frontais do Muro de Suporte Vivo.

A versatilidade, a flexibilidade, a capacidade de absorver os assentamentos do terreno mantendo a integridade da estrutura, a sua permeabilidade e a facilidade da instalação, que não requer mão-de-obra especializada, constituem outras das principais vantagens da utilização desta solução.

Materiais:

- Rede de polipropileno;
- Pedra com dimensão adequada (não friável);

2.2.3. Bio Rolo

São estruturas cilíndricas constituídas por uma matriz de fibra de coco, compacta e com uma densidade homogénea ao longo de toda a sua extensão. De forma a manterem a sua estrutura, são externamente reforçados por uma rede estrutural em polipropileno. A sua função é promover a sedimentação de material erodido, para além de servir como substrato à plantação ou fixação de espécies aquáticas.

Geralmente são aplicados na estabilização de margens fluviais, de lagos ou outros tipos de reservatório, como sistemas de depuração natural ou de filtragem de sedimentos e ainda em arranjos paisagísticos.



Figura 13 – Aplicação de bio rolo de coco em estabilização de emergência pós-fogo (esq.: Proença-a-Nova, 2019), e instalação de vegetação aquática em bio rolo de coco (dir.: Arneiro das Milhariças, 2017) | Fonte: EcoSalix

Neste caso em específico, e conforme mencionado anteriormente, é sugerida como uma solução de reforço dos interstícios frontais do Muro de Suporte Vivo.

As suas principais vantagens prendem-se com a simplicidade e rapidez de execução, com o efeito protetor imediato, com a eficácia da ação filtrante, com a permeabilidade da estrutura e com a capacidade de favorecer a sedimentação, entre outros.

Materiais:

- Bio rolo de coco;

2.2.4. Manta Orgânica

Consiste na aplicação sobre o terreno de geotêxteis orgânicos biodegradáveis, constituídos por uma matriz homogénea de fibras vegetais (100% fibras de coco e reforço em rede juta), numa gramagem adequada aos índices de erosão local, tendo a durabilidade necessária para proteger o solo até que ocorra o estabelecimento total da vegetação.



Figura 14 – Aplicação de manta orgânica sobre Cribwall (Olhos d’Água, Alcanena, 2021) e em margem fluvial (Olival, Ourém, 2022) | Fonte: EcoSalix

As mantas orgânicas têm por principais aplicações, a proteção superficial de taludes e margens fluviais com declives entre os 25° e 45°, a correção de ravinamentos e a consolidação de linhas de drenagem, o revestimento do paramento frontal de muros de terra reforçada, a selagem de aterros sanitários, a estabilização de sistemas dunares e arranjos paisagísticos, podendo também ser usadas como substrato para sementeiras.

As vantagens que caracterizam esta técnica consistem: na sua ação de proteção do solo contra erosão eólica e hídrica, evitando perdas de solo; no incremento da capacidade de retenção de água e redução da evaporação, promovendo a regulação térmica do solo que irá facilitar a germinação e posterior desenvolvimento da vegetação; no seu potencial enquanto substrato para hidrossementeira ou

sementeira a lanço (ALLEN & LEECH, 1997); e na sua capacidade de aumentar a fertilidade do solo através da decomposição das fibras orgânicas de que são constituídas.

Materiais:

- Rolo de Manta Orgânica (100% fibras de coco), reforçadas por redes orgânicas em juta;
- Grampos de fixação (eliaso nervurado em formato de U).

2.2.5. Plantações

É uma técnica fundamental para acelerar o processo de estabilização das margens, e consiste na simples plantação de espécies nativas, que irão promover um efeito estabilizante em profundidade, para além de propiciarem a renaturalização dos locais sujeitos a intervenção.

A vegetação exerce um papel fundamental sobre o solo, designadamente no que respeita à sua estabilização, pois exerce funções de proteção, quer contra a ação de agentes externos (como são os casos da precipitação, vento e temperatura), quer internos (como a instabilidade, encharcamento, falta de coesão, entre outros). A proteção proporcionada pela vegetação é extremamente intensa e multifacetada, uma vez que deriva da ação conjunta de uma panóplia de funções que vão da cobertura, à armação, ancoragem, estruturação, coesão, drenagem e ativação biológica do solo (FERNANDES & FREITAS, 2011).

Pese embora a **plantação de espécies autóctones** adaptadas às condições locais pretenda desempenhar esta função primordial da estabilização e ancoragem do terreno em profundidade, é ainda objetivo do presente Projeto que esta cumpra a **função de restauro ecológico**.

Assim, tratando-se a **vegetação** de uma **componente fundamental à execução das Técnicas de Engenharia Natural**, são de privilegiar as espécies nativas de Portugal passíveis de usar em estacaria viva, em plantações ou em combinação com Técnicas de Engenharia Natural, não só pelas suas características biotécnicas, mas também no que respeita à sua capacidade de reprodução vegetativa.

Apresenta-se no quadro seguinte uma listagem de espécies características da região, passíveis de integrar as plantações propostas para a área de intervenção, a determinar em Projeto de Execução.

Quadro 1 – Algumas das espécies arbustivas e herbáceas características da área de estudo a utilizar nas Técnicas de Engenharia Natural propostas

ZONA	ARBUSTOS
RIO GILÃO - TAVIRA	<i>Atriplex halimus</i> <i>Limoniastrum monopetalum</i> <i>Suaeda vera</i> <i>Tamarix africana</i> <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>

2.2.6. Hidrossementeira

Esta técnica resulta da projeção hidráulica de uma mistura de água, sementes e outros aditivos, com a função de promover o rápido estabelecimento da vegetação, ao mesmo tempo que protege e melhora as características mecânicas e biológicas do solo. É projetada sobre a superfície a intervir através de um sistema de mangueiras, recorrendo a um equipamento mecânico apropriado (hidrossemeador).



Figura 15 – Aplicação de hidrossementeira sobre manta orgânica [Gançaria, Santarém, 2018] |

Fonte: EcoSalix

Aplica-se em taludes e margens fluviais, na recuperação paisagística de áreas extrativas (como minas ou pedreiras) e de áreas ardidas, e em sementeira de relvados ou prados.

As suas principais vantagens consistem na criação de uma cobertura homogénea do solo com elevado potencial de germinação; na elevada força de tensão que se traduz na otimização da absorção de energia dos impactos dos agentes erosivos; no elevado poder de absorção de água; na rapidez e eficácia da execução, inclusivamente em zonas de difícil acesso; e consequentemente nos menores custos de mão-de-obra face a uma sementeira tradicional.

Materiais:

- Água;
- Sementes de espécies autóctones características do local de intervenção (herbáceas);
- Mulch / Fibra protetora (fibras de madeira);
- Fertilizante;
- Bio estimulante;
- Fixadores.

3. ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENGENHARIA NATURAL

Devido à maior especificidade das intervenções que recorrem à utilização de técnicas de Engenharia Natural, surge a necessidade de elaborar um cronograma temporal de execução, estando esta especificidade relacionada com a utilização de material vivo, o qual está limitado, por vezes, à recolha de vegetação durante o período de repouso vegetativo.

Por outro lado, a construção também poderá estar limitada ao período de estiagem, não estando, no entanto, posta de parte a sua instalação num outro período que não o ideal, desde que seja garantida uma boa aplicação das técnicas prescritas.

O **cronograma de execução** não está organizado no sentido de ser um plano de trabalhos, uma vez que não indica a duração de cada intervenção, mas sim a época do ano mais adequada para cada tipo de intervenção ser realizada (cor cinza).

Quadro 2 – Épocas de Aplicação das Técnicas de Engenharia Natural

Técnica	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Técnicas de Engenharia Natural com recurso apenas a material inerte												
Técnicas de Engenharia Natural com recurso a vegetação												

Prevê-se um prazo de obra estimado em dois a três meses.

4. BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, C., MESQUITA, S., & HONRADO, J. (2008). *Introdução à carta biogeográfica de Portugal (Costa et al. 1998)*. Disponível em ["https://www.researchgate.net/publication/277207924_Introducao_a_carta_biogeografica_de_Portugal_Costa_et_al_1998"](https://www.researchgate.net/publication/277207924_Introducao_a_carta_biogeografica_de_Portugal_Costa_et_al_1998).
- ALLEN, H. H., & LEECH, J. R. (1997). Bioengineering for streambank erosion control. Report 1, guidelines. Technical report EL-97-8. *Environmental Impact Research Program. US Army Corps of Engineers - Waterways Experiment Station*.
- ANTONIS, L. d., & MOLINARI, M. (2007). *Ingegneria Naturalistica: nozioni e tecniche di base*. Torino, Itália: Regione Piemonte. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Generale per la Difesa del Suolo, Progetto Operativo Difesa Suolo (PODIS).
- APA. (2014). *Limpeza e Desobstrução de Linhas de Água*. Disponível em http://apambiente.pt/_zdata/Instrumentos/LicenciamentoUtilizRH/Limpeza%20linhas%20de%20gua_Manual%20APA-Dezembro2014.pdf.
- APA-ARH Tejo, A. P.-A. (2012). *Plano de Gestão da Região Hidrográfica, Relatório Técnico, Resumo não técnico*.
- BADÍA, D., SÁNCHEZ, C., AZNAR, J., & MARTÍ, C. (2014). Post-fire hillslope log debris dams for runoff and erosion mitigation in the semiarid Ebro Basin. *Elsevier, Geoderma*, pp. 298-307.
- BEYERS, J. L. (2004). Postfire seeding for erosion control: Effectiveness and impacts on native plant communities. Volume 18, nº 4, . *Conservation Biology*, pp. 947-956.
- BIFULCO, C. (a cura di). (2001). *Interventi di ingegneria naturalistica nel Parco nazionale del Vesuvio*. San Sebastian al Vesuvio (Napoli): Ente Parco nazionale del Vasuvio.
- CORNELINI, P., & SAULI, G. (2005). *Munuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica*. Roma: Instituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A.-Salario.
- DE ANTONIS, L., & MOLINARI, V. (2003). *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di ingegneria naturalistica*. Itália: Regione Piemonte,.
- DGT. (2018). *Carta Administrativa Oficial de Portugal, versão de 2018 - CAOP2018*. Obtido de http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/cartografia/carta_administrativa_oficial_de_portugal_caop/caop__download_/carta_administrativa_oficial_de_portugal__versao_2018__em_vigor_/
- FERNANDES, J. P., & FREITAS, A. (2011). *Introdução à Engenharia Natural* (EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. ed., Vol. II). Lisboa.
- FERRARI, R. (2006). *Quaderno di Cantiere. Volume 4: Fascinata Viva (di versante)*. Lazio, Itália: Regione Lazio.
- FERRARI, R. A. (2008). *Quaderno di Cantiere. Palizzata Viva (Vol. 15)*. Regione Lazio. Itália: Regione Lazio. A.
- FLORINETH, F. (2007). *Piante al posto del cemento. II*. Milano, Itália: Verde Editoriale S.R.L.
- FLORINETH, F., & MOLON, M. (2004). *Dispensa di Ingegneria Naturalistica*. Viena, Itália.
- FREEMAN, G. E., & FISCHENICH, J. C. (2000). Gabions for streambank erosion control. *EMRRP Technical Notes Collection. ERDC TEN-EMRRP-SR-22*. Vicksburg, Ms, U.S.A.: U.S. Army Engineer Research and Development Center.

- GOLDSMITH, W., GRAY, D., & McCULLAH, J. (2014). *Bioengineering Case Studies: Sustainable Stream Bank and Slope Stabilization. (978-1-4314-7996-3)*. New York, U.S.A.: Springer Science. Business Media. Obtido em 20 de Junho de 2018, de [https://books.google.pt/books?id=ty68BAAAQBAJ&pg=PA5&lpg=PA5&dq=Schiechtl,+H.M.+and+Stern,+R.+\(1994\).+Water+Bioengineering+Techniques+for+Watercourse+Bank+and+Shoreline+Protection,+Osterreichischer+Agrarverlag,+Klosterneuburg,+Austria&source=bl&ots=ce-Fgy](https://books.google.pt/books?id=ty68BAAAQBAJ&pg=PA5&lpg=PA5&dq=Schiechtl,+H.M.+and+Stern,+R.+(1994).+Water+Bioengineering+Techniques+for+Watercourse+Bank+and+Shoreline+Protection,+Osterreichischer+Agrarverlag,+Klosterneuburg,+Austria&source=bl&ots=ce-Fgy)
- HOLLIS, H. A., & FISCHENICH, C. (2000). Coir geotextile roll and wetland plants for streambank erosion control. *EMRRP Technical Notes Collection. (ERDC TN-EMRRP-SR-04)*. Vicksburg, MS., U.S.A.: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- MCCULLAH, J., & DETTMAN, K. (2007). Streambank Stabilization in the Guadalupe River Basin, Santa Clara County, California. Case Study 15. Em *Stream restoration design (National Engineering Handbook: Part 654)* (pp. CS15-1 to CS15-6). U.S.A: United States department of agriculture. Natural resources conservation service.
- MENDES, A., & et al. (2014). Soil Bioengineering application in river restoration projects: case studies from Southern Portugal. *Session 8: Restorinh hydromorphological processes*. Vienna, Austria: 6th European River Restoration Conference.
- MESQUITA, S., & CAPELO, J. (2015). *Cartografia de Aptidão Bioclimática às Espécies Arbóreas Ribeirinhas para Portugal Continental*. LEAF/ISA/ULisboa, Disponível em: <http://epic-webgis-portugal.isa.utl.pt/>.
- MPN, M. P. (2012b). *Revisão do PDM de Proença-a-Nova, Estudos de Base, Volume IV - Sistema biosfísico*.
- MYRONIDIS, D. I., EMMANOULOU, D. A., MITSOPOULOS, I. A., & RIGGOS, E. E. (2010). Soil Erosion Potential after Fire and Rehabilitation Treatments in Greece. *Environ Model Assess*, 15, 239-250.
- PALMERI, F., & et al. (2003). *Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni*. Provincia di Terni, Itália: Servizio Assetto del Territorio.
- POLYAKOV, V.O., & et al. (2014). Effect of check dams on runoff, sediment yield, and retention on small semiarid watersheds. (S. a. Society, Ed.) *Journal of Soil and Water Conservation*.(69(5)), pp. 414-421.
- PRATS, S. A., & et al. (4 de July de 2013). Effectiveness of hydromulching to reduce runoff and erosion in a recently burnt pine plantation in central Portugal. *Land degradation and development*. doi:10.1002/ldr.2236
- PRATS, S. A., MARTINS, M. d., MALVAR, M. C., BEN-HUR, M., & KEIZER, J. J. (2014). Polyacrylamide application versus forest residue mulching for reducing post-fire runoff and soil erosion. *Science of the Total Environment*, 468-469, 464-474.
- RAVINA- DIAZ, M., & et al. (2 de Fevereiro de 2012). Mulching and seeding treatments for post-fire soil stabilization in NW Spain: Short term effects and effectiveness. *Elsevier, Geoderma*, pp. 31-39.
- RICKSON, R. J. (2000). *The use of geotextiles for soil erosion control. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy at Crainfield University Institute of Water and Environment*.
- ROBICHAUD, P. R., & CERDÁ, A. (2009). *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies* (Martin J. Haigh ed., Vol. 5). United States of America, New Hampshire: Science Publishers. Obtido de www.scipub.net

- SAULI, G., & CORNELINI, P. (2005). *Manuale di Indirizzo delle Scelte Progettuali per Interventi di Ingegneria Naturalistica*. Roma, Itália: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Generale per la Difesa del Suolo, Progetto Operativo Difesa Suolo (PODIS),.
- SAULI, G., CORNELINI, P., & PRETI, F. (2002). *Manuale d’Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico*. . Roma, Itália: Regione Lazio.
- SOTIR, R. B., & FISCHENICH, C. (2001). Live and Inert Fascine Streambank Erosion Control. *EMRRP Technical Notes Collection (ERDC TN-EMRRP-SR-31)*. Vicksburg, MS., U.S.A: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- SOTIR, R. B., & FISCHENICH, J. C. (2007). Live Stake and Joint Planting for Streambank Erosion Control. *Ecosystem management and restoration research program. Technical Notes Collection. ERDC TN-EMRRP-SR-35*. Vicksburg, MS., U.S.A.: U.S. Army Engineer.
- SUTHERLAND, R. A., & ZIEGLER, A. D. (October de 2007). Effectiveness of coir-based rolled erosion control systems in reducing sediment transport from hillslopes. *Elsevier- Applied Geography*, 27, Issues 3-4, pp. 150-164. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2007.07.011>
- VEGA, J. A. (2013). *Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas. Guía para su planificación en Galicia*. Santiago de Compostela: Polígono do Tambre.
- VELÁZQUEZ-LUNA, L., & et al. (04 de 10 de 2016). Effectiveness of Gabions Dams on Sediment Retention:. *Journal of Environmental Science and Engineering A* 5, pp. 516-521. doi:[doi:10.17265/2162-5298/2016.10.004](https://doi.org/10.17265/2162-5298/2016.10.004)
- VIEIRA, A., & et al. (2012). Medidas de mitigação de erosão em canais: aplicação em áreas aridas no NW de Portugal. Eixo temático: riscos, sociedade e fenômenos da natureza. *Revista GeoNorte, edição especial, n°4*, pp. 800-815.
- VIEIRA, A., BENTO GONÇALVES, A., LOURENÇO, L., & NUNES, A. (2012). Medidas de Mitigação da Erosão e Canais: Aplicação em Áreas Aridas no NW de Portugal. *Revista Geonorte, Edição Especial, V.1, N.4*, 800-815.
- WOHLGEMUTH, P. M. (27-30 de October de 2003). Post-Fire Erosion Control Research on the San Dimas Experimental Forest: Past and Present. *First interagency conference on research in watersheds*. Benson, AZ., Washigton D.C.: U.S. Department of agriculture, Agricultural Research Service.
- ZEH, H. (2007). *Ingenieurbiologie Handbuch Bautypen*. . Zurich: vdf Hochschulverlag an der ETH,.
- ZEH, H. (2007). *Ingenieurbiologie Handbuch Bautypen*. . Zurich: vdf Hochschulverlag an der ETH,.
- ZEH, H. (2007). *Ingenieurbiologie Handbuch Bautypen*. Zurich: vdf Hochschulverlag an der ETH.