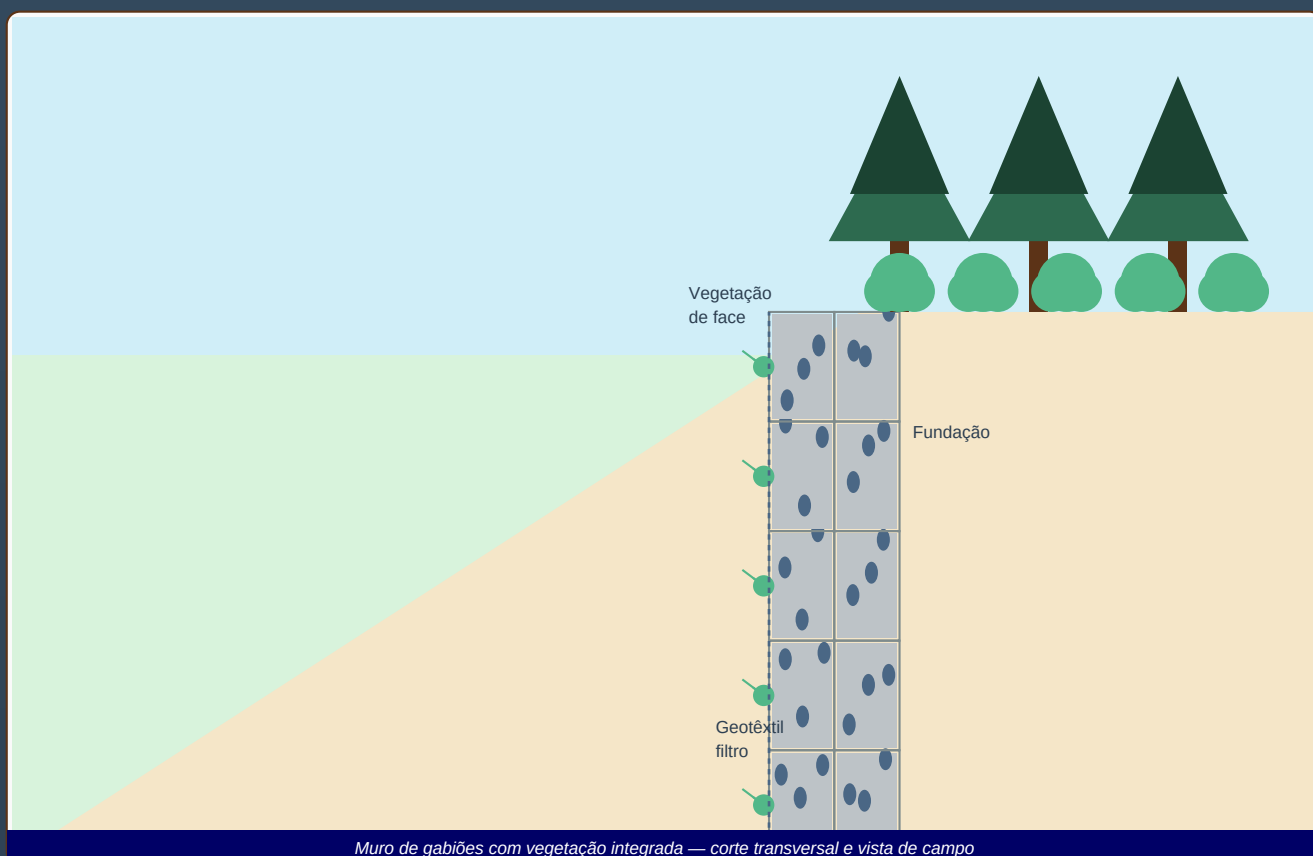


Muros de Suporte Ecológicos

Manual Técnico · Estruturas de Contenção Verde

Projeto e execução de muros de suporte com integração ecológica: gabiões vegetados, pedra seca, paredes vivas e terra reforçada.

08



Muro de gabiões com vegetação integrada — corte transversal e vista de campo

Coleção Técnica EcoSalix · Volume 08 de 15

Manuais Técnicos de Engenharia Natural para Profissionais em Portugal

ECOSALIX

Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural, Lda

Muros de Suporte Ecológicos

Manual Técnico · Estruturas de Contenção Verde

Publicação: EcoSalix — Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural, Lda

Morada: Rua D, Lote 8 · Zona Industrial Casal dos Frades · 2435-661 Ourém

Contacto: geral@ecosalix.pt · +351 964 169 349

Website: www.ecosalix.pt

Ano: 2025

Versão: 1.0 — Volume 08/15 da Coleção Técnica EcoSalix

Público-alvo: Engenheiros, Arquitetos Paisagistas, Técnicos Ambientais, Biólogos, Gestores de Espaços Naturais

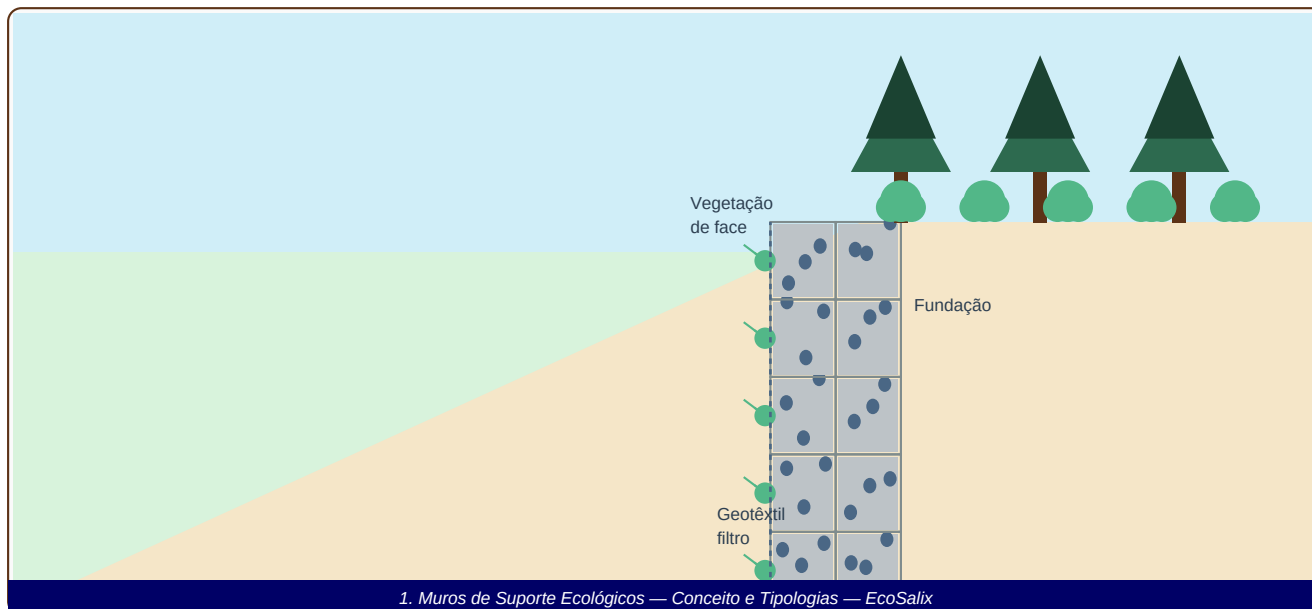
Este documento é propriedade intelectual da EcoSalix — Sistemas Ecológicos de Engenharia Natural, Lda. A reprodução total ou parcial sem autorização expressa da empresa é proibida. As informações técnicas contidas neste manual têm carácter informativo e de referência, não substituindo o julgamento profissional qualificado na aplicação de soluções técnicas específicas. A EcoSalix não se responsabiliza pela aplicação indevida das técnicas descritas sem adequada avaliação técnica do local e das condições específicas de cada projeto.

Índice

Muros de Suporte Ecológicos · Manual Técnico

● 1. Muros de Suporte Ecológicos — Conceito e Tipologias	4
● 2. Gabiões Vegetados — Projeto e Execução	5
● 3. Muros de Pedra Seca — Arte e Técnica	6
● 4. Terra Armada com Face Vegetada	7
● 5. Dimensionamento Estrutural — Verificações Obrigatórias	8
● Espécies Recomendadas — Muros de Suporte Ecológicos	9
● Dados e Análise Quantitativa	10
● Estudos de Caso — Muros de Suporte Ecológicos	11

1. Muros de Suporte Ecológicos — Conceito e Tipologias



1. Muros de Suporte Ecológicos — Conceito e Tipologias — EcoSalix

Os muros de suporte ecológicos integram as funções geotécnicas de contenção de terras com funções ecológicas e paisagísticas que os muros de betão convencionais não oferecem. Permitem a passagem de fauna, a infiltração de água, o crescimento de vegetação e a criação de micro-habitats na própria estrutura. São elegíveis para certificações ambientais e subsídios PEPAC/POSEUR.

O dimensionamento estrutural obedece às mesmas normas dos muros convencionais (Eurocódigo 7 + Eurocódigo 1), mas inclui parâmetros adicionais: pressão da vegetação e da raiz, variação sazonal da resistência em função da humidade, e critérios de estabilidade global do conjunto.

Gabião Vegetado: Estrutura de rede metálica preenchida com pedra, com substrato orgânico nas células frontais para crescimento de vegetação. Durabilidade: >50 anos.

Muro de Pedra Seca: Técnica milenar reconhecida pela UNESCO como Património Cultural Imaterial (2018). Permite para répteis e invertebrados, integra-se na paisagem.

Terra Armada (Vegetada): Aterro reforçado com geossintéticos (geogrelhas) com face vegetada. Pode atingir H>10m inclinada vegetada.

2. Gabiões Vegetados — Projeto e Execução

Os gabiões são a solução mais versátil e robusta para muros ecológicos. A sua flexibilidade estrutural (toleram assentamentos diferenciais), a facilidade de construção e a rapidez de execução tornam-nos a solução preferencial em muitas situações de EN.

Especificações: Rede: aço galvanizado Ø3mm, malha 8×10cm (tipo Reno Mattress) ou Ø4mm malha 10×12cm (caixas). Pedra: granito ou quartzito, Ø10-20cm, sem finos, resistência >100 MPa.

Células Frontais Vegetadas: As células frontais (10-15cm de profundidade) preenchem-se com substrato orgânico. Plantação de Sedum, Festuca, Erodium, Lavandula ou arbustos de pequeno porte.

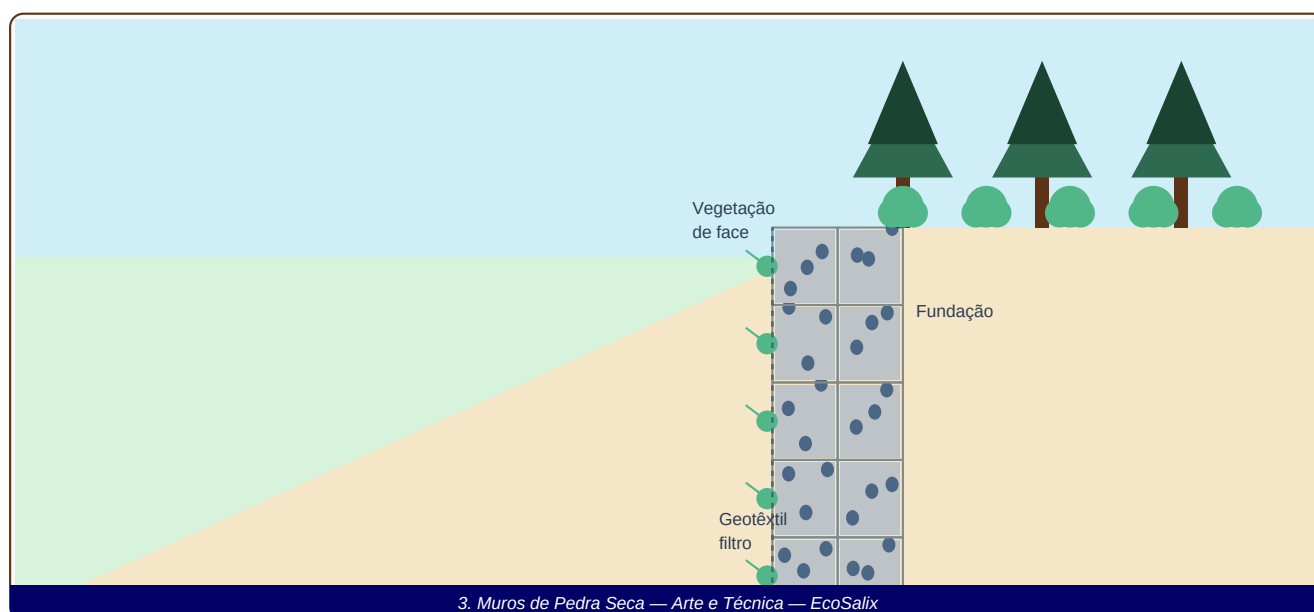
Ancoragem e Sobreposição: Gabiões ligados entre si com arame galvanizado Ø2mm. Sobreposição: mínimo 1/2 da (amarrações em L). Base enterrada mínimo 30cm abaixo da superfície de fundação.

3. Muros de Pedra Seca — Arte e Técnica

A pedra seca é uma das técnicas mais sustentáveis e de maior valor cultural que a EN pode praticar. Não usa cimento, não impermeabiliza, não gera resíduos. A sua construção é regulada pela UNESCO e por normas nacionais de salvaguarda do Património Cultural Imaterial.

Pontos Técnicos Essenciais

- Pedra local sempre preferida: granito no norte, calcário no centro e sul, xisto nas serras
- Base mínima: 2× a largura do topo (regra prática: $\text{base} = H/2$ para muros $< 2\text{m}$)
- Inclinação das faces: 5-10° para o interior do terreno (contraforte natural)
- Pedra de travessa (atravessadeira) a cada 1.5-2m de comprimento — fundamental para solidez
- Vegetação nas juntas: permite-se mas não se força — escolher espécies de raiz fina (Sedum, musgos)
- Habitat criado: répteis (cobra-de-escada, sardão), invertebrados (abelhas solitárias), anfíbios



3. Muros de Pedra Seca — Arte e Técnica — EcoSalix

4. Terra Armada com Face Vegetada

A terra armada (reinforced earth) com geossintéticos é a solução mais económica para muros de grande altura ($H > 3\text{m}$). O sistema consiste em aterro compactado reforçado com geogrelhas de HDPE ou poliéster, com face inclinada ($45\text{-}70^\circ$) ou vertical revestida com geossintéticos que permitem o crescimento de vegetação.

Geogrelha de Reforço: HDPE ou Poliéster; capacidade 40-200 kN/m. Comprimento de ancoragem no aterro: $L =$ Espaçamento vertical: 0.3-0.6m (função da altura e carga de serviço).

Face Vegetada: Tela de geossintético biodegradável (juta 300g/m²) ou geocompostos com substrato integrado. Permite de vegetação cobrindo a face no 1.º ano.

5. Dimensionamento Estrutural — Verificações Obrigatórias

O dimensionamento de muros de suporte ecológicos segue o Eurocódigo 7 (EN 1997-1). As verificações obrigatórias são: estabilidade ao tombamento, estabilidade ao deslizamento, capacidade de carga da fundação e estabilidade global do conjunto.

Tombamento: $FS_{\text{tomb}} = M_{\text{resist}} / M_{\text{tombamento}} \geq 2.0$ (EC7, DA1). $M_{\text{resist}} = W \times b/2$; $M_{\text{tomb}} = K_a \times \gamma \times H^2 \times H/3$.

Deslizamento: $FS_{\text{desliz}} = (W \times \tan \phi' + c' \times B) / (K_a \times \gamma \times H^2 / 2) \geq 1.5$ (EC7, DA1).

Capacidade de Carga: Tensão de contacto na fundação < capacidade de carga admissível do solo. Para areia kPa; argila firme: $q_{\text{adm}} \approx 50\text{-}150$ kPa.

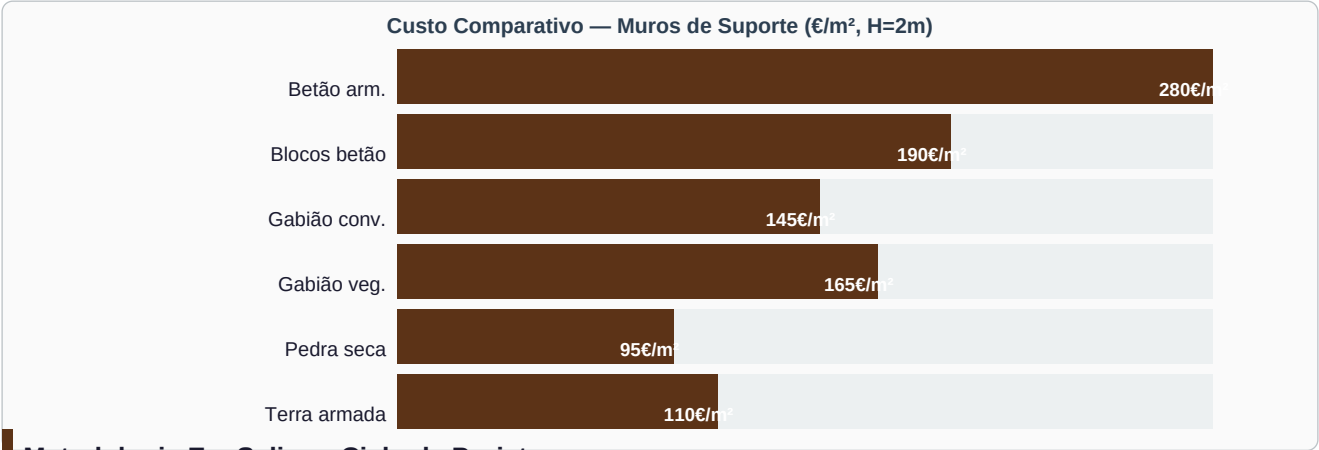
Espécies Recomendadas — Muros de Suporte Ecológicos

■ Nota Técnica:
Priorizar sempre espécies autóctones de proveniência local certificada. Excluir espécies do Reg.(UE) 1143/2014 (invasoras).

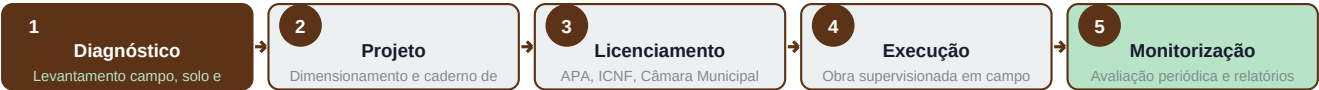
Catálogo de Espécies para Muros de Suporte Ecológicos em Portugal

Nome Comum	Nome Científico	Família	Uso em EN
Sedum album	Sedum album	Crassulaceae	Face de gabião — cobre toda a pedra; muito
Festuca glauca	Festuca glauca	Poaceae	Face de gabião/pedra seca —
Centranthus ruber	Centranthus ruber	Caprifoliaceae	Muros de pedra seca — autossementeia; flor
Lavandula angustifolia	Lavandula angustifolia	Lamiaceae	Topo e berma — resistente à seca;
Erigeron karvinskianus	Erigeron karvinskianus	Asteraceae	Face e juntas — flor todo o ano; autossementeia
Thymus vulgaris	Thymus vulgaris	Lamiaceae	Pedra seca e topo — resistente, aromático,

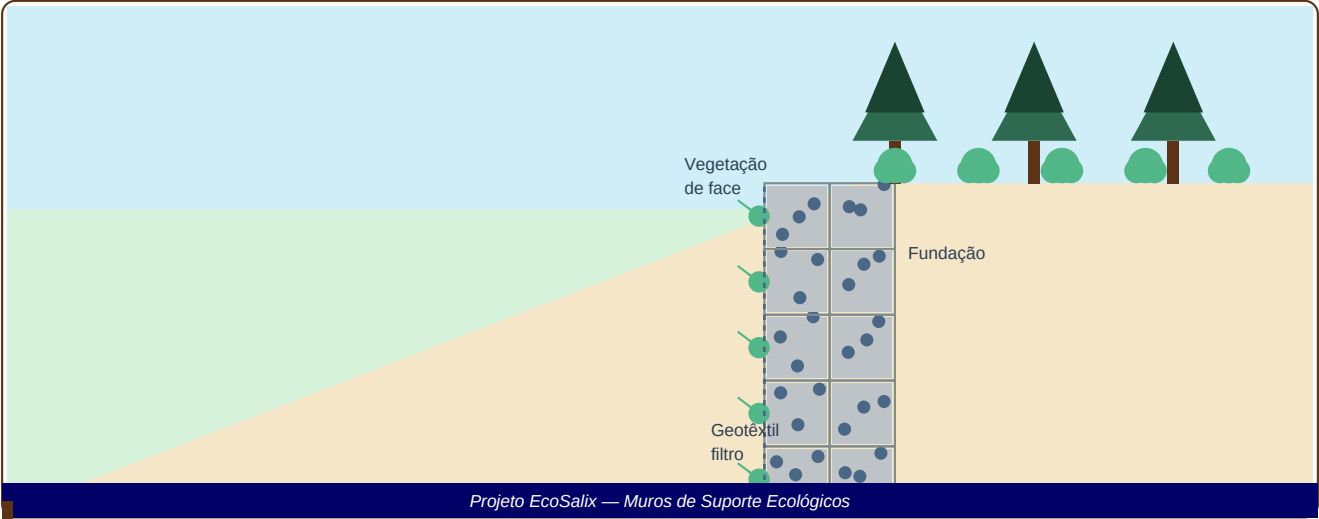
Dados e Análise Quantitativa



Metodologia EcoSalix — Ciclo de Projeto



Estudos de Caso — Muros de Suporte Ecológicos



Casos Reais EcoSalix em Portugal

betão armado: 280€/m². vegetada com Sedum+Festuca. FS_tomb=2.8; FS_desliz=1.8. Cobertura vegetal face: 90% em 18 meses. Custo: 165€/m² vs. Muro de concreto. Resultado: manutenção de talude agrícola, 45m comprimento, H=2.5m. Gabiões Maccaferri 2×1×1m, pedra granito local, face externa. Técnica: gabiões vegetados H=2.5m, L=45m	
■ Quinta Pedagógica, Ourém (2020)	2020
esp. répteis e 12 esp. invertebrados identificadas. Valor patrimonial e turístico: >15.000 visitantes/ano. Resultado: restauração em xisto local, H=1.2-1.8m, restauro de muro centenário degradado. Técnica tradicional certificada. Habitat: 7 espécies. Técnica: pedra seca restauro — 80m em xisto local	
■ Serra da Lousã (2022)	2022

Referências: EcoSalix Technical Reports 2014-2024; ICNF; APA; DQA; Florineth (2004); Gray & Sotir (1996)

Serviços EcoSalix

- **Engenharia Natural e Bioengenharia**
Estabilização de taludes, controlo de erosão, restauro ecológico
- **Arquitetura Paisagista**
Projeto de espaços verdes, jardins sustentáveis, espaços públicos
- **Engenharia Civil Ambiental**
Geossintéticos, estruturas ecológicas, drenagem natural
- **Consultoria Técnica**
Estudos de impacto, licenciamento, peritagem ambiental
- **Monitorização Ambiental**
UAV/drones, índices NDVI, relatórios de conformidade
- **Formação e Workshops**
Cursos práticos de bioengenharia, formação in-company

Contacte-nos

✉ geral@ecosalix.pt
■ +351 964 169 349
■ www.ecosalix.pt

