

Metodologia de Restauro e Conservação de Pradarias Marinhas em Portugal Continental



MERCADO VOLUNTÁRIO
DE CARBONO
Rumo à neutralidade climática

RESTAURO E CONSERVAÇÃO DE PRADARIAS MARINHAS EM PORTUGAL CONTINENTAL

Título	Restauro e Conservação de Pradarias Marinhas em Portugal Continental
Setor de atividade	Zonas húmidas e marinhas: gestão de ecossistemas marinhos e costeiros
Data	03-06-2026
Elaborado por	Metodologia elaborada por ANA - Aeroportos de Portugal, SA (Grupo VINCI), com o apoio da consultora NBI - Natural Business Intelligence e do centro de investigação CCMAR – Centro de Ciências do Mar, da Universidade do Algarve e do centro público de investigação Instituto Mediterrâneo de Estudios Avanzados (IMEDEA, CSIC-UIB). Contribuidores: Lúcia M. Machado (ANA - Aeroportos de Portugal) Paula C. Lucas (ANA - Aeroportos de Portugal) João Neiva (CCMAR) Duarte Frade (CCMAR) Diogo Paulo (CCMAR) Núria Marbà (IMEDEA, CSIC-UIB) Mafalda Evangelista (NBI) Sofia Vaz (NBI) Revisores: Sylvestrum Climate Solutions Abreu advogados Acompanhamento APA, ICNF, ADENE, ApC, DGMP
Contacto	Andreia Ramos (arramos@ANA.pt) Lúcia Machado (lmachado@ana.pt)

Fundamentação da proposta

A presente proposta inclui a primeira metodologia para o setor “Zonas húmidas e marinhas: gestão de ecossistemas marinhos e costeiros” não existindo à data e a nível nacional, uma metodologia aprovada para o setor e para a tipologia de projetos em questão (focados em carbono de pradarias marinhas), nos termos do n.º 12 do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 4/2024. Pela sua característica inerente e especificidade do ecossistema, a única metodologia aprovada existente e relativa a Novas Florestações em Portugal não pode ser razoavelmente revista ou adaptada para cumprir os objetivos desta metodologia proposta.

A presente proposta de metodologia, teve em consideração uma análise *benchmarking* e estudo dedicado de metodologias disponíveis a nível internacional para tipologia de projetos similares, nomeadamente: VM0033 – *Tidal Wetland and Seagrass Restoration methodology* (do programa Verra, internacional); *Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows* (da iniciativa internacional *The Blue Carbon Initiative* da IUCN); *Méthode de protection des herbiers de posidonie pour le label « Bas-Carbone »* (do Ministère de la transition écologique de la biodiversité de la forêt de la mer et de la pêche, França); e, *Metodología para la estimación de las existencias de carbono y los factores de emisión en marismas mareales y praderas de fanerógamas marinas* (da Junta de Andalucía, Espanha). O processo de elaboração da metodologia também considerou, entre outros, os seguintes documentos relacionados: Ferramenta de Risco de Não Permanência, Normas CCB, VCS Standard, Framework de Metodologia REDD, Métodos para Projetar Condições Futura, Demonstração de Adicionalidade, e Avaliação de Linha de Base e Adicionalidade (Verra). A metodologia respeitou as orientações do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC), bem como as orientações de boas práticas utilizadas para o desenvolvimento do Inventário Nacional de Gases com Efeito de Estufa, nos termos do n.º 5 do artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 4/2024, de 5 de janeiro, e das boas práticas internacionais *The Blue Carbon Initiative*.

A metodologia foi desenvolvida em parceria com reconhecidos especialistas em matéria de pradarias marinhas em Portugal e carbono azul, tendo sido construída em respeito pelo disposto no Decreto Lei 4/2024, e sendo revista pela equipa de renome internacional em matéria de carbono azul (*Sylvestrum Climate Solutions*, liderada por Stephen Crooks) e equipa nacional legal (Abreu Advogados). A metodologia proposta é em geral compatível com as metodologias consideradas: adiciona detalhe e robustez aos requisitos de elegibilidade, adicionalidade e métodos de cálculo de emissões de carbono face às metodologias Francesa e Espanhola, e simultaneamente oferece maior abrangência e flexibilidade ao tipo e duração de atividade de projeto face à metodologia Verra. Considera-se que a metodologia proposta está de acordo com os requisitos e critérios indicados no Decreto Lei 4/2024, o conhecimento científico de topo internacional, e as boas práticas reconhecidas em matéria de carbono azul.

Complementarmente, os conteúdos produzidos para a metodologia foram discutidos em sessão participativa informal com representantes de distintas entidades relevantes à garantia de robustez e aplicabilidade (APA, ICNF, ADENE, ApC, DGMP), promovida pela Agência para a Energia (ADENE), em articulação com a Agência para o Clima (ApC). A presente metodologia foi revista em alinhamento com as indicações e sugestões levantadas pelos envolvidos resultando numa versão orientada com o objetivo de adequar a nova metodologia às especificidades e contexto nacionais e regionais, enquadrando as necessidades e desafios dos atores do MVC e, consequentemente, potenciar a sua adoção e apropriação.

Índice Geral

1. Enquadramento geral da metodologia	1
2. Tipificação dos projetos abrangidos pela metodologia	3
2.1. Demonstração de adicionalidade.....	8
2.2. Permanência do aumento de sequestro realizado pelo projeto.....	10
2.3. Risco de fugas de carbono e outras externalidades negativas.....	11
2.4. Adaptação às alterações climáticas, cobenefícios ambientais, económicos e/ou sociais.....	12
2.5. Compromissos dos promotores de projeto	13
3. Plano de monitorização	14
3.1. Demonstração do aumento de sequestro e/ou na redução de emissões	15
3.2. Cenário de referência.....	15
3.3. Cenário de projeto – futuro (<i>ex ante</i>)	17
3.4. Cenário de projeto - verificado (<i>ex post</i>)	18
3.5. Demonstração do montante de Créditos de Carbono Verificados a emitir	19
3.6. Indicadores Carbono+	19
4. Anexos	21
Anexo 1. Medidas Carbono+	21
Anexo 2. Valores de referência relativos às estimativas de stock e sequestro de carbono	22
Anexo 3. Valores de referência relativos às estimativas das emissões	25
Glossário	26

Índice de tabelas

Tabela 1: Nome da Metodologia.....	1
Tabela 2: Identificação do tipo de projeto a que a metodologia se destina	1
Tabela 3: Identificação dos gases de efeito de estufa abrangidos pela metodologia	1
Tabela 4: Identificação das fontes de emissão/sequestro abrangidas pela metodologia	1
Tabela 5: Identificação da duração do projeto e dos compromissos do(s) aderente(s)	2
Tabela 6: Periodicidade máxima do ciclo de monitorização do projeto e de emissão de créditos.....	2
Tabela 7: Emissão de CCF – Créditos de Carbono Futuros.....	2
Tabela 8: Introdução e enquadramento	3
Tabela 9: Descrição das atividades e condições de elegibilidade a contemplar em cada projeto.....	4
Tabela 10: Descrição das atividades adicionais para atribuição de créditos “Carbono+” no âmbito desta metodologia.....	6
Tabela 11: Descrição do cenário de referência	7
Tabela 12: Adicionalidade na redução de emissões e/ou aumento de sequestro.....	8
Tabela 13: Adicionalidade e enquadramento legal.....	9
Tabela 14: Adicionalidade financeira	10
Tabela 15: Risco de não permanência do sequestro realizado através deste projeto durante a vigência do projeto	10
Tabela 16: Risco de não permanência do sequestro realizado através deste projeto após a vigência do projeto	11
Tabela 17: Retenção, utilização e devolução dos créditos de carbono na Bolsa de Garantia	11
Tabela 18: Risco de fugas de carbono associadas à implementação de projetos que utilizem esta metodologia11	
Tabela 19: Identificação de eventuais externalidades negativas associadas à implementação de projetos que utilizem esta metodologia	12
Tabela 20: Identificação do impacto das atividades de implementação de projetos que utilizem esta metodologia na capacidade de adaptação às alterações climáticas.....	12
Tabela 21: Identificação de cobenefícios ambientais, económicos e/ou sociais que resultam da implementação de projetos que utilizem esta metodologia	12
Tabela 22: Lista de compromissos dos promotores de projeto que adiram a esta metodologia	13

Índice de equações

Equação 1: Demonstração do aumento de sequestro e/ou na redução de emissões.....	15
Equação 2: Diferença de carbono armazenado entre o ano i e o ano j	15
Equação 3: Carbono armazenado no cenário de referência 1	15
Equação 4: Carbono armazenado no cenário de referência 2 no início do projeto.....	16
Equação 5: Estimativa da incerteza associada à amostragem medição direta	16
Equação 6: Carbono armazenado no cenário de referência 2 após o início do projeto	16
Equação 7: Cálculo da fração de carbono perdido na biomassa subterrânea e solo.....	16
Equação 8: Cálculo da fração de carbono da biomassa subterrânea e solo inicial sujeita a erosão.....	17
Equação 9: Stock de carbono no cenário de projeto futuro por sequestro de carbono.....	17
Equação 10: Estimativa de emissões pelo uso de combustíveis	18
Equação 11: Stock de carbono no cenário de projeto futuro por perda evitada de carbono	18
Equação 12: Carbono armazenado no cenário de projeto verificado	19
Equação 13: Estimativa de créditos de carbono verificados para o promotor	19
Equação 14: Estimativa de créditos de carbono verificados para a bolsa de garantia.....	19

1. Enquadramento geral da metodologia

Tabela 1: Nome da Metodologia

Restauro e Conservação de Pradarias Marinhas em Portugal Continental

Tabela 2: Identificação do tipo de projeto a que a metodologia se destina

☒ Projeto individual ☒ Programa de projetos	☒ Redução de emissões ☒ Aumento de sequestro de carbono ☒ Carbono+
--	--

Tabela 3: Identificação dos gases de efeito de estufa abrangidos pela metodologia

☐ Dióxido de carbono (CO ₂) ☐ Metano (CH ₄) ☐ Óxido nitroso (N ₂ O) ☐ Hexafluoreto de enxofre (SF ₆) ☐ Trifluoreto de azoto (NF ₃)	☐ Hidrofluorcarbonos (HFC) ☐ Perfluorcarbonos (PFC) ☐ Clorofluorcarbonos (CFC) ☐ Hidroclorofluorcarbonos (HCFC) ☐ Outro
--	--

Tabela 4: Identificação das fontes de emissão/sequestro abrangidas pela metodologia

Emissões Resultantes da Extração, Preparação e Queima de Combustíveis ○ Em Indústrias Energéticas ☐ Produção de eletricidade e calor ☐ Refinação de petróleo ☐ Extração e processamento de combustíveis ☐ Outra ○ Queima de Combustíveis Na Indústria Transformadora e Construção ☐ Ferro e aço ☐ Metais não ferrosos ☐ Indústria química ☐ Pasta, papel e impressão ☐ Alimentação, bebidas e tabaco ☐ Minerais não metálicos ☐ Outra ○ Queima de Combustíveis Nos Transportes ☐ Aviação ☐ Rodoviário ☐ Ferroviário ☐ Navegação ☐ Outra ○ Queima de Combustíveis Noutros Setores ☐ Residencial ☐ Serviços e institucional ☐ Agricultura ☐ Florestas ☐ Pescas ☐ Outra Emissões Resultantes de Processos Industriais ○ Nas Indústrias ☐ Mineral (cimento, cerâmica, vidro) ☐ Química ☐ Metais	Emissões Resultantes do Uso de Outros Produtos, de Usos não Energéticos de Combustíveis e do Uso de Gases Fluorados ☐ Uso de Solventes e Usos não Energéticos de Combustíveis ☐ Indústria eletrónica ☐ Uso de gases fluorados ☐ Outra Emissões Resultantes de Atividades Agrícolas e Pecuárias ☐ Fermentação entérica ☐ Gestão de estrumes e resíduos dos animais ☐ Cultivo do arroz ☐ Aplicação no solo de fertilizantes minerais e/ou orgânicos ☐ Aplicação no solo de corretivos de pH ☐ Queima de resíduos agrícolas ☐ Outra Emissões e/ou Sequestro Resultantes do Uso do Solo ou de Alterações de Uso do Solo ☐ Em/para florestas ☐ Em/para agricultura ☐ Em/para pastagens ☒ Em/para zonas húmidas ☐ Em/para zonas urbanizadas ☐ Em/para outros usos de solo ☐ Em/para produtos florestais ☐ Outra Emissões Resultantes da Gestão de Resíduos e Águas Residuais ☐ Aterros ☐ Tratamento biológico de resíduos ☐ Incineração de resíduos ☐ Tratamento de águas residuais
--	--

☐ Outra	☐ Outra
--------------------------------	--------------------------------

Tabela 5: Identificação da duração do projeto e dos compromissos do(s) aderente(s)

Duração mínima do projeto	10
Duração máxima do projeto	30
Renovações do projeto	Renovação opcional, por períodos adicionais de 10 anos. Em cada renovação aplica-se a versão da metodologia em vigor na data do pedido de renovação.

Tabela 6: Periodicidade máxima do ciclo de monitorização do projeto e de emissão de créditos

☐ anual	☒ a cada 5 anos	☐ a cada 10 anos	☐ Outra
--------------------------------	---	---	--------------------------------

Tabela 7: Emissão de CCF – Créditos de Carbono Futuros

☐ Sim	☒ Não
------------------------------	---

2. Tipificação dos projetos abrangidos pela metodologia

Tabela 8: Introdução e enquadramento

Os ecossistemas costeiros e marinhos são fundamentais para manter o bem-estar humano e a biodiversidade global. Em particular, as pradarias marinhas fornecem inúmeros benefícios e serviços que contribuem para a capacidade das pessoas de mitigar e se adaptar aos impactos das alterações climáticas. Muitos destes serviços são essenciais para a adaptação às alterações climáticas e a resiliência ao longo das costas, incluindo a proteção contra tempestades e a subida do nível do mar, a melhoria da qualidade da água através da redução da turbidez, a absorção de nutrientes em excesso, a libertação de oxigénio e estabilização de sedimentos. As pradarias marinhas fornecem habitat para numerosas espécies marinhas, incluindo espécies comercialmente importantes e ameaçadas de extinção, contribuindo assim para a segurança alimentar de comunidades costeiras em todo o mundo. Além disso, estes ecossistemas ajudam a mitigar as alterações climáticas ao sequestrar e armazenar quantidades significativas de carbono da atmosfera e dos oceanos, comumente chamado de carbono azul.

Apesar dos seus benefícios e serviços, as pradarias marinhas estão globalmente sob elevada pressão humana, apresentando-se entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta. Em Portugal, estes habitats sofreram grandes perdas nas últimas décadas, sobretudo devido a ações humanas, como a remoção mecânica associada às dragagens, transporte marítimo e pesca.

Esta metodologia surge como uma oportunidade de reconhecer e valorizar o carbono associado ao restauro e conservação dos ecossistemas de pradarias marinhas em Portugal. Em concreto, estabelece os requisitos e as orientações para quantificar os benefícios climáticos líquidos das atividades que sequestram e mantêm o carbono pelo restauro e conservação de pradarias marinhas em Portugal. São especificadas as regras de elegibilidade de projetos; os métodos para calcular os efeitos líquidos de um projeto de conservação e restauro nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e nas remoções de CO₂; os procedimentos para integrar o risco de que o carbono sequestrado por um projeto possa ser revertido; e as abordagens para monitorização e reporte dos respetivos projetos.

O objetivo desta metodologia é garantir que as reduções e remoções líquidas de GEE causadas por um projeto ou programa de projetos abrangidos por esta metodologia são adicionais e são contabilizadas de forma completa, consistente, transparente, precisa e conservadora e possam, portanto, ser inscritas na plataforma de registo onde são gerados e registados os créditos de carbono correspondentes, assim como quaisquer transações (venda, transferência e/ou cancelamento) com eles relacionados.

Tabela 9: Descrição das atividades e condições de elegibilidade a contemplar em cada projeto

Um projeto desenvolvido ao abrigo desta metodologia e do Decreto-Lei nº 4/2024 envolve a implementação de atividades que permitem o restauro ecológico e/ou a conservação de pradarias marinhas (incluindo perda evitada das mesmas). Essas atividades podem incluir o favorecimento da implementação ou expansão das ervas marinhas, quer seja pela promoção e aproveitamento de regeneração natural, ou a mitigação ou eliminação de perturbações humanas diretas. Por conseguinte, esta metodologia é aplicável a uma vasta gama de atividades de projeto destinadas a restaurar e a proteger as pradarias marinhas, e o sequestro de carbono e as de emissões são estimadas principalmente com base nas alterações ecológicas que ocorrem em resultado dessas atividades (por exemplo, expansão da área de ocupação das pradarias).

São genericamente considerados elegíveis:

As atividades de projeto que recuperam e promovem a manutenção ecológica das pradarias marinhas, e que podem incluir qualquer um dos seguintes elementos, ou combinações dos mesmos, entre outros:

- Criar, restaurar e/ou gerir condições hidrológicas (por exemplo, remover barreiras de maré, melhorar a conectividade hidrológica, restaurar o fluxo de maré para as zonas húmidas ou baixar os níveis de água em zonas húmidas represadas);
- Promover o fornecimento benéfico de sedimentos (por exemplo, utilização benéfica de material de dragagem para zonas com falta de sedimentos);
- Adequar as características de salinidade (por exemplo, restabelecer o fluxo das marés em zonas com restrições de maré);
- Melhorar a qualidade da água (por exemplo, reduzir as cargas de nutrientes com impactos negativos sobre as pradarias marinhas);
- (Re-)introduzir comunidades de plantas nativas;
- Melhorar as práticas de gestão (por exemplo, remoção de espécies invasoras).

As atividades de proteção das pradarias marinhas associadas à redução de impactos e degradação principalmente de origem antrópica, podem incluir qualquer um dos seguintes elementos, ou combinações dos mesmos, entre outros:

- Estabelecimento de zonas sem ancoragem;
- Criação de zonas de ancoragem e de equipamento ligeiro, incluindo os estudos técnicos preparatórios necessários para essa implementação;
- Gestão e controlo de áreas e equipamentos demarcados;
- Manutenção e renovação dos equipamentos instalados;
- Gestão dos sistemas de pagamento para as utilizações das zonas de ancoragem e de equipamento ligeiro;
- Ações de consciencialização, formação e/ou educação ambiental que previnam os impactos;
- Ações associadas e complementares a uma das atividades acima referidas, e necessárias à sua gestão ou execução, nomeadamente: desenvolvimento de estudos, avaliação da condição ecológica, contratação de pessoal e aquisição de equipamento para a vigilância das áreas demarcadas.

São elegíveis as áreas do projeto correspondentes a pelo menos um dos critérios geográficos e ecológicos a seguir enumerados:

- Áreas onde as pradarias marinhas estão historicamente ausentes, mas que reúnem as condições ecológicas para o estabelecimento de pradarias marinhas (e.g. antigas salinas costeiras);
- Áreas onde as pradarias marinhas ocorrem, mas estão sob pressão antropogénica que gera degradação das mesmas (e.g. pradarias subtidais em zonas com fundeadouros);
- Outras que se refiram às pradarias marinhas e desde que devidamente justificadas pelo promotor do projeto.
 - Os projetos desenvolvidos por promotores que detenham os devidos direitos e/ou autorizações de gestão adequados aos compromissos desta metodologia, podendo ser considerados Promotor Individual (Projeto Individual) ou Promotor Coletivo (Programas de Projetos). O Promotor Coletivo é uma entidade que promove e representa uma agregação de vários terrenos, cada qual com o seu Promotor Individual. São admitidos promotores individuais de natureza legal distinta num mesmo “Programa de Projetos”.

Esta metodologia não é aplicável nas seguintes condições:

- 1) As atividades incluem atividade principal comercial;
- 2) As atividades que levam a uma diminuição do nível do lençol freático, a menos que o projeto converta águas abertas em zonas húmidas de maré ou melhore a conexão hidrológica com águas represadas;
- 3) A conectividade hidrológica da área do projeto com áreas adjacentes leva a um aumento significativo nas emissões de gases de efeito de estufa (GEE) fora da área do projeto;
- 4) Quaisquer outras ações que violem as disposições legais aplicáveis e que causem danos significativos noutros domínios ambientais, em particular na biodiversidade. Nomeadamente, são excluídos do âmbito desta metodologia:
 - a. A plantação de espécies ou a promoção de regeneração natural com espécies classificadas legalmente como invasoras no território em questão;
 - b. A remoção intencional de espécies nativas existentes, exceto quando devidamente justificado;
 - c. A utilização de plantas ou a promoção de regeneração natural com espécies não compatíveis com a presença de habitats classificados no âmbito da Diretiva Habitats previamente ou potencialmente existentes nessas áreas.

As pradarias marinhas que envolvam questões relacionadas com o domínio público hídrico/marítimo, que são sujeitos a um princípio de uso e fruição em comum e de estabelecimento de condicionantes à utilização privativa. Neste contexto, o proponente deve assegurar uma avaliação prévia da admissibilidade, do ponto de vista legal, das atividades a executar num projeto baseado na presente metodologia, as quais poderão estar sujeitas à obtenção de títulos de utilização privativa quando não promovidas pelas entidades públicas responsáveis pela gestão das áreas dominiais.

Tabela 10: Descrição das atividades adicionais para atribuição de créditos “Carbono+” no âmbito desta metodologia

I - Os projetos ao abrigo desta metodologia têm a opção de gerar Créditos de Carbono+ (Carbono+), desde que, além das condições referidas na Tabela 9, contribuam para pelo menos três das medidas de restauro identificadas no Anexo VII do Regulamento (UE) 2024/1991 (Anexo Medidas Carbono+) através de ações relacionadas com pelo menos três dos quatro objetivos seguintes:

1. Promoção da cobertura natural:

As ações para este objetivo podem incluir, entre outras: a plantação de espécies autóctones de ervas marinhas adaptadas às condições ecológicas locais, garantindo a continuação a longo-prazo das pradarias marinhas; a regeneração natural assistida, para reduzir impactos externos e promover conectividade ecológica; ou a remoção e controlo de espécies invasoras, permitindo que a vegetação nativa recupere por meio da proteção contra pressões externas.

2. Aumento da diversidade de espécies autóctones:

As ações para este objetivo podem incluir: a criação de habitat, promovendo interações ecológicas benéficas para espécies ao longo da cadeia trófica (por exemplo, macroinvertebrados, peixes), e permitindo o desenvolvimento dos ciclos de vida, o fluxo genético e a deslocação da fauna.

3. Aumento da diversidade ou complexidade de habitats:

Embora as pradarias marinhas sejam habitats tipicamente representados por uma espécie, podendo incluir uma diversidade elevada com a representação de 2 a 4 espécies dominantes, as ações para este objetivo podem incluir a adoção de diferentes espécies nativas, promovendo a formação de habitats mais diversos e a integração de espécies de pradarias com valor de conservação adicional (exemplo: espécies lagunares).

4. Promoção da qualidade do ecossistema:

Incluem-se ações que visem diminuir a incidência, magnitude ou frequência de fatores de degradação e pressão direta de atividades humanas associadas a dragagens, transporte marítimo e pesca (hélices de barcos, amarrações e ancoragem). Estas ações podem incluir uma diversidade de atividades, desde consciencialização e educação ambiental, apelo à promoção de comportamentos ou mesmo cooperação com entidades de gestão locais.

II - A correspondência entre os objetivos enunciados acima e as medidas de restauro é feita no Anexo Medidas Carbono+. O promotor de projeto deve incluir a identificação das medidas de restauro escolhidas assim como os indicadores de desempenho que serão utilizados e incluídos no Plano de Monitorização.

III - Quando um projeto ou programa de projetos incluir a emissão de Créditos de Carbono Verificados e Créditos de Carbono+, devem ser identificadas as áreas de projetos responsáveis pela emissão dos dois tipos de unidades. Não é possível a emissão de Créditos de Carbono+ Futuros. Esta é uma abordagem conservadora, dado que será muito difícil garantir *ex-ante* que estes valores ambientais acrescidos se irão materializar.

Tabela 11: Descrição do cenário de referência

Adota-se para esta metodologia uma abordagem simplificada de cenário de referência. É considerado como cenário de referência a situação mais provável de ocorrer caso o projeto não seja implementado, ou seja, o cenário de referência deve corresponder à situação prevista considerando os regulamentos e atividades já em vigor, sem considerar as atividades promovidas pelo projeto.

O proponente do projeto deverá definir o cenário de referência com o qual o projeto será comparado. Consideram-se duas situações principais de cenário de referência:

- Cenário de referência 1 - Onde não existem registos de ocorrência de pradarias marinhas, atuais ou históricos; embora se reconheça que a área de projeto apresenta atualmente as condições ecológicas para o seu estabelecimento/expansão, caso as atividades do projeto não fossem implementadas, as pradarias continuariam ausentes (exemplo: antigas salinas);
- Cenário de referência 2 - Onde as pradarias marinhas são existentes, mas estão sob pressão antropogénica com consequente tendência para degradação ou desaparecimento; caso as atividades do projeto não fossem implementadas, as pradarias continuariam sob pressão e em trajetória de desaparecimento (exemplo: pradarias subtidais).

Sem prejuízo do ponto anterior, o proponente do projeto poderá definir e justificar cenários de referência alternativos de acordo com os critérios de elegibilidade constantes na presente metodologia.

Para a definição do cenário de referência 1, o promotor do projeto deverá considerar um horizonte temporal entre 10 e 20 anos anteriores à implementação do projeto, podendo usar as melhores fontes de evidência disponíveis, tais como dados ecológicos, literatura científica, conhecimento local e memória social.

Para a definição do cenário de referência 2, o promotor do projeto deve ter em consideração pelo menos os últimos 5 anos anteriores à implementação do projeto. Ou seja, deverá, por exemplo, demonstrar de que forma as pradarias marinhas têm vindo a ser impactadas por atividades humanas. Para tal, o proponente do projeto deve apoiar-se em evidências que demonstrem o estado das pradarias e/ou persistência de fatores de impacto, incluindo por exemplo fotografias aéreas ou do terreno, documentos e registos oficiais de ocorrências, estudos científicos, parecer de peritos e ou outras partes relevantes.

2.1. Demonstração de adicionalidade

Tabela 12: Adicionalidade na redução de emissões e/ou aumento de sequestro

Fonte de Sequestro/Emissões	Cenário de Referência (Ref)	Projeto (Proj)
Biomassa subterrânea e solo/sedimentos	<i>Contabilizado.</i> Sequestro de carbono derivado de alterações da matéria orgânica no solo/sedimentos.	<i>Contabilizado.</i> Sequestro de carbono derivado de alterações da matéria orgânica subterrânea, resultante das raízes, deposição de matéria orgânica e deposição no solo/sedimentos.
Combustíveis fósseis	Não contabilizado.	<i>Contabilizado.</i> Emissões da queima de combustíveis necessárias às operações do projeto, no caso de máquinas e instrumentos de elevada intensidade.

Os projetos desenvolvidos ao abrigo desta metodologia levam ao sequestro de carbono e/ou à redução de emissões de carbono, adicionais face ao cenário de referência considerado. Para demonstrar a adicionalidade no aumento de sequestro, o cenário de projeto deve ser adicional relativamente ao cenário de referência 1. Para demonstrar a adicionalidade na redução de emissões de carbono, o cenário de projeto deve ser adicional relativamente ao cenário de referência 2. Admite-se que em certos casos, possa existir simultaneamente redução de emissões e aumento de sequestro, por exemplo quando cessa a degradação das pradarias subtidais pelas atividades antrópicas e se observa a expansão das áreas das pradarias. O promotor deve demonstrar a adicionalidade no aumento de sequestro e/ou na redução de emissões de CO₂, seguindo três passos gerais:

1. Estimativa do aumento de sequestro e/ou redução de emissões correspondente à situação prevista ou projetada considerando a situação em vigor, sem considerar as atividades organizadas pelo projeto (cenário de referência);
2. Estimativa do aumento de sequestro e/ou redução de emissões correspondente à situação prevista ou projetada considerando as atividades organizadas pelo projeto (cenário de projeto);
3. Diferença relativa às estimativas entre o cenário de projeto e o cenário de referência, a qual se atribui ao impacto adicional gerado pelas atividades do projeto.

As fontes de emissão e de sequestro relevantes para a aplicação desta metodologia são:

1. Sequestro de biomassa subterrânea e solo: alterações de CO₂ resultantes da biomassa subterrânea e solo, em geral até 1 m de profundidade. A biomassa subterrânea pode também integrar a camada de superfície (50 cm) e morta subjacente. Esta é uma formação composta por rizomas, raízes e vários detritos orgânicos integrados nos sedimentos, e que armazenam uma quantidade significativa de carbono. A manta morta aparente (visível no fundo) resulta do desaparecimento dos feixes foliares; nesses casos, o processo de fixação e sequestro de carbono é interrompido, mas o carbono armazenado existente é considerado estável durante o tempo de desenvolvimento do projeto. Nota: mantendo uma visão conservadora, a contabilização da biomassa aérea (acima do solo) não é feita no âmbito desta metodologia, dado que o carbono armazenado neste reservatório é negligenciável comparativamente ao carbono armazenado na biomassa subterrânea e solo.
Cenário de referência: Contabilizadas as alterações de CO₂ associadas à componente radicular e solo ou sedimentos da área de intervenção, por forma a manter uma abordagem conservadora.
Projeto: Contabilizadas as alterações de CO₂ associadas à matéria orgânica no solo ou sedimentos da área de intervenção, considerando-se este o principal reservatório de carbono associado às pradarias marinhas.

2. Emissões do uso de combustíveis: emissões de CO₂ resultantes de operações com o uso de máquinas. Outras fontes (tais como de CH₄ e N₂O) não são consideradas uma vez que se consideram negligenciáveis devido à salinidade e remissão típica das pradarias portuguesas, e ausência de fontes de azoto orgânico nas atividades do projeto elegíveis.
Cenário de referência: aplicando o Princípio da Estimativa Conservadora e o Risco de Fugas de Carbono, estas emissões não são contabilizadas.
Projeto: Caso as atividades de projeto prevejam a utilização de equipamentos e máquinas de elevada intensidade, por exemplo, navegação intensiva de embarcações para acompanhamento das operações no terreno, aplicando o Princípio da Estimativa Conservadora estas emissões são contabilizadas.

Tabela 13: Adicionalidade e enquadramento legal

A adicionalidade legal significa que as atividades do projeto não devem ser impostas por qualquer lei, estatuto ou outro quadro regulamentar sistematicamente aplicado. As atividades previstas na presente metodologia de restauro e conservação consideram-se atividades legais, que na generalidade dos casos, não são obrigatórias para os proprietários ou gestores de áreas elegíveis. Como tal, o estabelecimento de ações de restauro e/ou conservação da natureza é genericamente considerado adicional ao estrito cumprimento da lei.

As atividades de restauro como medida de compensação pelo desenvolvimento de outros projetos (ex. construção de infraestruturas, instalação de parques de energias renováveis) ou ao abrigo de lei, estatuto ou outro quadro regulamentar nacional ou Europeu não são consideradas adicionais.

As atividades de gestão previstas na presente metodologia poderão estar sujeitas a uma série de procedimentos administrativos e restrições legais aplicáveis que devem ser integralmente cumpridos pelos promotores de projetos ao abrigo desta metodologia e que não competem para a justificação da adicionalidade regulamentar, mas sim para o cumprimento dos requisitos a que os projetos abrangidos por esta metodologia estão sujeitos. Por exemplo, em áreas sob estatuto especial (Rede de Áreas Protegidas, Natura 2000, etc.), as atividades devem cumprir os regulamentos e objetivos de proteção.

Em qualquer caso, o proponente do projeto deve demonstrar e justificar a adicionalidade legal, apresentando quaisquer pareceres que sejam relevantes. Em particular, sugere-se uma avaliação expressa da adicionalidade legal das atividades de projeto previstas no caso de áreas sujeitas a estatutos de proteção, como sejam áreas integradas na Rede Nacional de Áreas Protegidas, Rede Natura 2000, Convenção RAMSAR, ou outras.

Tabela 14: Adicionalidade financeira

A conservação e restauro de pradarias marinhas não é uma atividade geradora de rendimentos diretos, embora forneçam serviços dos ecossistemas à sociedade cujo valor não é capturado nos mercados formais. Considera-se que as atividades de gestão que se incluem nesta metodologia baseiam-se sobretudo em fundos de financiamento públicos, e em menor escala em financiamento privado filantrópico ou direitos de exploração comercial e/ou recreativa do território onde se localizam as pradarias. Neste sentido, o investimento na conservação e restauro de pradarias marinhas é pouco interessante comparativamente a outras atividades alternativas do capital necessário para investimento e gestão ativa das pradarias marinhas, o que acaba por constituir-se como uma importante barreira ao estabelecimento de projetos sujeitos à presente metodologia. Nesse sentido, a remuneração do sequestro de carbono pelo mercado voluntário de carbono pode considerar-se adicional.

Para demonstração da adicionalidade financeira, o promotor do projeto deverá identificar os apoios públicos existentes, conforme aplicável, e demonstrar que estes não permitem, por si só, sustentar a execução do projeto. O projeto pode considerar-se como financeiramente adicional nos seguintes casos:

1. Não é proposto qualquer apoio financeiro específico para as atividades do projeto, a nível local, nacional ou europeu, a fim de financiar as atividades elegíveis sobre as pradarias marinhas;
2. Os apoios públicos disponíveis não abrangem as atividades previstas no âmbito do projeto sujeito à presente metodologia;
3. O apoio existente não é suficiente para cobrir os custos financeiros do projeto.

O proponente do projeto deve ainda demonstrar que o projeto é economicamente desfavorável e, por conseguinte, elegível para financiamento do carbono, nomeadamente através de análise financeira do projeto e pela identificação das barreiras que o projeto ajudará a ultrapassar.

1. A identificação de barreiras deverá também explicar como o projeto ajudará a ultrapassar as barreiras que dificultam ou impedem o estabelecimento do projeto. As barreiras a incluir podem ser de natureza económico-financeira (ex. falta de financiamento suficiente para as atividades do projeto), legal/institucional (ex. falta de políticas de apoio ou complexidade burocrática no licenciamento ou gestão), técnicas (ex. falta de conhecimento especializado na gestão), sociais (ex. dificuldade na identificação dos proprietários) ou ambientais (ex. riscos naturais ou degradação dos ecossistemas).
2. A análise financeira deverá usar indicadores standard para análise de projetos, tais como a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR), o Valor Atual Líquido (VAL), e/ou o Retorno sobre o Investimento (ROI). A análise financeira deverá incluir os custos e receitas previsíveis com o projeto, incluindo a atribuição de outros apoios e rendimentos, quando aplicável. Os resultados deverão ser apresentados para o projeto:
 - a. “sem remuneração do carbono sequestrado” e
 - b. “com remuneração do carbono sequestrado”.

2.2. Permanência do aumento de sequestro realizado pelo projeto

Tabela 15: Risco de não permanência do sequestro realizado através deste projeto durante a vigência do projeto

O risco de não permanência associado aos projetos da presente metodologia pode ocorrer devido a vários fatores, diminuindo ou anulando os benefícios do sequestro já realizado ou esperado no futuro. Estes riscos são sobretudo relacionados com incertezas climáticas e gerais (ou seja, o risco de emissões de carbono imprevistas devidas ao risco climático, nomeadamente: tempestades e hidrodinâmica extrema) que possam afetar sobretudo as pradarias subtidais. A quantificação das incertezas relacionadas com os riscos não é integrada nas estimativas de carbono, por razões de elevada complexidade e incerteza da quantificação. De forma prudente e conservadora, a metodologia não possibilita a emissão de Créditos de Carbono Futuros.

Quando uma reversão ocorra sem que tenha havido intenção ou dolo por parte do promotor do projeto, essa reversão será compensada acionando o seguro estabelecido para o efeito ou acionando a Bolsa de Garantia nos termos do artigo 22º do Decreto-Lei nº 4/2024. Quando uma reversão ocorra devido a opções de gestão do promotor não contempladas no projeto apresentado e validado (incluindo a redução de stocks não previsto) haverá lugar à reposição dos CCV ou Carbono+ nos termos previstos no Decreto-Lei n.º 4/2024.

Considera-se que a correta aplicação do Plano de Monitorização deverá ser suficiente para detetar eventuais reversões totais ou parciais do sequestro já creditado.

Tabela 16: Risco de não permanência do sequestro realizado através deste projeto após a vigência do projeto

A metodologia prevê a possibilidade de renovação de períodos de 10 anos adicionais, o que contribuirá para manter as pradarias marinhas, e as condições para a continuação da sua permanência, em conformidade com a dinâmica ecológica desta tipologia de ecossistemas. Esta dinâmica inclui a ocorrência potencial de perturbações naturais sem significativo impacto no carbono armazenado de longo prazo (i.e. solo). Considerando a dinâmica ecológica inerente destes ecossistemas, admite-se que findo o(s) período(s) de 10 anos as pradarias marinhas apresentem um grau de resiliência e permanência adequados à continuidade ecológica das pradarias marinhas para além do termo da vida do projeto. A devolução de créditos retidos na Bolsa de Garantia e não utilizados fica limitada aos casos em que o promotor assegure a permanência por alguns anos adicionais após a conclusão do projeto (ver Tabela 17).

Tabela 17: Retenção, utilização e devolução dos créditos de carbono na Bolsa de Garantia

Cada promotor de projetos ao abrigo desta metodologia deve indicar se: (1) pretende contribuir para a Bolsa de Garantia; (2) pretende apenas recorrer a um seguro próprio ou; (3) pretende recorrer a ambas as opções. Quando opte pela utilização da Bolsa de Garantia, e tal como previsto no DL 4/2024, 20% dos créditos de carbono verificados (CCV) emitidos pelos projetos revertem para essa Bolsa. Esse valor é de apenas 10% quando os projetos se desenvolvam em territórios identificados na Portaria n.º 301/2020, de 24 de dezembro, em particular em áreas integrantes da Rede Natura 2000 e da Rede Nacional de Áreas Protegidas. Nos casos em que se verifique que a permanência não foi assegurada entre a emissão dos créditos de carbono verificados e o final do projeto, e que a causa dessa não permanência não é imputável ao promotor do projeto, a Bolsa de Garantia pode ser ativada para compensar a emissão observada, nas condições legalmente estabelecidas e até ao montante máximo da contribuição feita.

Quando não ocorra reversão de sequestro durante a vida do projeto, pode o remanescente ser parcialmente devolvido ao promotor nas seguintes condições: 30% (caso geral) ou 40% (quando os projetos se desenvolvam em territórios vulneráveis) dos montantes entregues e não utilizados à Bolsa de Garantia. Esse montante é distribuído em 3 frações iguais nos 3 períodos de 5 anos seguintes, desde que se verifiquem as condições de permanência.

2.3. Risco de fugas de carbono e outras externalidades negativas

Tabela 18: Risco de fugas de carbono associadas à implementação de projetos que utilizem esta metodologia

O risco de fugas de carbono refere-se à possibilidade de ocorrer um aumento das emissões de GEE noutra localização devido ao desenvolvimento de projetos ao abrigo desta metodologia. Assume-se que não ocorrem fugas em projetos que satisfaçam as condições de aplicabilidade desta metodologia, uma vez que os projetos devem ser concebidos de forma a garantir que a sua conectividade hidrológica com áreas adjacentes não conduza a um aumento significativo das emissões de gases com efeito de estufa fora da área do projeto.

O projeto deve ser concebido de forma que não provoque qualquer alteração da profundidade média anual dos lençóis freáticos ou da frequência ou duração das inundações em zonas adjacentes, ou que limite essa alteração a níveis que não influenciem as emissões de gases com efeito de estufa. Sempre que, na fase de conceção, se preveja que as alterações hidrológicas tenham impacto nas emissões de GEE em zonas fora da área do projeto, a conceção do projeto deve ser ajustada de modo a incluir essas zonas na área de projeto. De igual forma, o proponente do projeto deve demonstrar que a conceção do projeto atende a esses requisitos por meio de parecer de especialistas, modelação hidrológica (e/ou análise empírica) ou monitorização de alterações na área do projeto.

Tabela 19: Identificação de eventuais externalidades negativas associadas à implementação de projetos que utilizem esta metodologia

Desde que respeitadas as condições de elegibilidade (incluindo os critérios para exclusão de áreas) não são identificadas externalidades negativas significativas pelo desenvolvimento de projetos usando esta metodologia.

2.4. Adaptação às alterações climáticas, cobenefícios ambientais, económicos e/ou sociais

Tabela 20: Identificação do impacto das atividades de implementação de projetos que utilizem esta metodologia na capacidade de adaptação às alterações climáticas

As pradarias marinhas são ecossistemas altamente eficazes na promoção da adaptação às alterações climáticas, através de múltiplas funções ecológicas que reforçam a resiliência dos territórios litorais e marinhos. Um dos contributos mais relevantes é a sua capacidade de sequestro de carbono, armazenando carbono orgânico no solo marinho e na biomassa de forma estável e duradoura. Este processo contribui para mitigar o efeito de alterações climáticas globais, mas também reforça localmente a resiliência ecológica ao preservar a integridade dos ciclos biogeoquímicos e dos processos de regulação climática natural.

Ao favorecer a captura e retenção de carbono, as pradarias marinhas contribuem para manter condições ambientais mais estáveis nos ecossistemas, relacionadas por exemplo com a temperatura das águas, qualidade da água e níveis de oxigénio. Estes efeitos trazem benefícios para a adaptação dos organismos marinhos e a capacidade de regeneração dos ecossistemas, especialmente face ao aumento da frequência de eventos extremos, como ondas de calor marinhas e alterações de salinidade.

Para além do sequestro de carbono, as pradarias podem funcionar como defesas naturais contra a erosão costeira e a subida do nível do mar, protegendo infraestruturas, atividades económicas e comunidades humanas.

A metodologia proposta, ao integrar práticas de restauro e conservação, incluindo o controlo de impactos de origem humana, contribui para reativar o papel das pradarias marinhas como soluções baseadas na natureza para a adaptação climática. As atividades de restauro e conservação aumentam a complexidade estrutural e a biodiversidade local, fatores que reforçam a resiliência funcional do ecossistema e a sua capacidade de adaptação a pressões climáticas futuras. Os projetos que optem pela certificação Carbono+ reforçam este impacto ao integrarem ações adicionais focadas na maximização da função adaptativa e do potencial de sequestro de carbono destes ecossistemas.

Tabela 21: Identificação de cobenefícios ambientais, económicos e/ou sociais que resultam da implementação de projetos que utilizem esta metodologia

A implementação de projetos de conservação e restauro de pradarias marinhas ao abrigo desta metodologia pode gerar um conjunto significativo de cobenefícios ambientais, económicos e sociais, alinhados com os princípios de sustentabilidade e com os objetivos nacionais e europeus de transição climática justa, tais como:

- Conservação da Biodiversidade - os habitats de pradarias marinhas apoiam a conservação e manutenção da biodiversidade, funcionando como zonas de reprodução, refúgio e alimentação para numerosas espécies marinhas, incluindo espécies protegidas ou com valor comercial.
- Regulação dos ecossistemas - a recuperação funcional das pradarias marinhas promove a melhoria da qualidade da água através da retenção de sedimentos e nutrientes, contribuindo para a redução da eutrofização costeira e o aumento da transparência das águas.
- Oportunidades económicas – as pradarias marinhas podem contribuir para as economias locais, nomeadamente através da valorização do capital natural costeiro e marinho, promoção do empreendimento e oportunidades de emprego local, podendo apoiar atividades como a manutenção de stocks pesqueiros, a pesca artesanal e o turismo sustentável, incluindo atividades de visitação.
- Desenvolvimento comunitário – a envolvimento de comunidades locais e partes interessadas nos processos de implementação e monitorização das pradarias marinhas pode contribuir para o reforço da literacia ambiental e a coesão territorial. Atividades de sensibilização, promoção da investigação e inovação, ações de ciência cidadã associadas ao restauro e conservação das pradarias marinhas

contribuem para a apropriação social dos projetos e favorecem uma gestão mais inclusiva e participada dos recursos naturais.

Os projetos desenvolvidos ao abrigo desta metodologia, nomeadamente os que respeitem os critérios Carbono+, deverão dar contributos relevantes nestes domínios, e em particular no domínio da biodiversidade e do capital natural.

2.5. Compromissos dos promotores de projeto

Tabela 22: Lista de compromissos dos promotores de projeto que adiram a esta metodologia

Os promotores do projeto que adiram a esta metodologia deverão, por compromisso:

- Implementar o projeto de acordo com o definido nesta metodologia.
- Reportar alterações ao projeto que possam ter impacto na redução de emissões ou aumento de sequestro.
- Manter o plano de monitorização tal como descrito.
- Assegurar que os créditos gerados ao abrigo deste projeto não foram já vendidos ou que não serão colocados à venda ao abrigo de outros mercados voluntários.
- Garantir a colaboração nas auditorias de verificação e no fornecimento de todos os dados necessários para este fim.
- Assegurar a colaboração com as entidades relevantes para a execução do projeto.

3. Plano de monitorização

Com vista a garantir uma aplicação homogénea e consistente ao longo do tempo e entre projetos e no contexto da aplicação da presente metodologia, apenas é aceite a estimativa de emissões e sequestro com os métodos de cálculo expressos neste plano de monitorização. Os métodos de cálculo propostos para os projetos que utilizem esta metodologia devem seguir as orientações do IPCC e da Iniciativa do Carbono Azul (*Blue Carbon Initiative*):

- IPCC (2019). Refinement Guidelines to the 2006 IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- Howard J., Hoyt S., Isensee K., Pidgeon E., Telszewski M. (eds.) (2019). Coastal blue carbon. Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows. The Blue Carbon Initiative, <http://thebluecarboninitiative.org>.

O proponente do projeto deve definir os limites geográficos da área do projeto, ou grupos de áreas de projetos, na data de início das atividades do projeto. Quando aplicável, o proponente do projeto deve fornecer as coordenadas geográficas das pradarias marinhas pré-existentes incluídas na área do projeto para facilitar o acompanhamento e a delimitação da área do projeto.

As informações administrativas relativas à área do projeto, em especial as das políticas públicas, devem igualmente ser enviadas pelo proponente do projeto, sempre que possível, a incluir zonas de proteção, tais como às reservas nacionais, às reservas biológicas, às reservas naturais, ou aos sítios Natura 2000.

Devem ser usados dados adequados, tais como de deteção remota, informação topográfica publicada, mapas georreferenciados, documentos de registos de propriedade e/ou outra documentação relevante, que facilite a delimitação clara da área do projeto. Para a área de projeto deverá ser fornecida a seguinte informação:

- Nome da área de projeto;
- Indicação do estatuto dominial ou regime de propriedade da área de projeto
- Apresentação dos títulos necessários à utilização da área ou do compromisso do promotor no sentido da sua obtenção;
- Localização da área de projeto, das pradarias marinhas, e de zonas sujeitas a políticas públicas (conforme aplicável) em formato digital e sempre que possível, georreferenciado;

Para determinar a quantificação dos *stocks* de carbono no cenário de referência e de projeto os proponentes do projeto poderão recorrer a uma das 2 abordagens distintas:

1. Valores de referência: Utilização de valores de referência, baseada na melhor informação possível, o que inclui valores de defeito de fontes oficiais, literatura científica ou estudos conduzidos em áreas semelhantes à área do projeto. Deve ser sempre adotada uma abordagem conservadora aplicando o intervalo de confiança inferior, ou outro desde que devidamente justificado pelo promotor e apoiada na melhor evidência possível. Na presente versão da metodologia, o promotor pode optar por usar os valores publicados por Piñeiro-Juncal et al. (2026¹) por se considerar ser a mais ampla e recente compilação de valores de emissões e sequestro para Portugal (Anexo 2). No entanto, o promotor pode recorrer a outras fontes e pressupostos caso sejam consideradas mais representativas, e desde que devidamente justificadas.
2. Valores de medição direta: Utilização de dados de medição direta, sejam para obtenção direta das estimativas de carbono, ou para utilização em complementaridade com valores *proxy* ou em modelos adequados à área de projeto. Estas estimativas deverão seguir as orientações de amostragem referidas nas respetivas secções ou outras que o proponente do projeto justifique como adequadas. Não existindo atualmente regras standardizadas para a definição das amostras, o procedimento deve ser descrito pelo proponente do projeto e deve ter em conta:
 - É aconselhável a realização de amostras na mesma estação do ano, no início do verão.
 - Deve dar-se preferência a parcelas de amostragem fixas com monitorização periódica relativamente a parcelas temporárias que mudam durante todo o período de acompanhamento

¹ Piñeiro-Juncal, N., Serrano, O., de Los Santos, C. B., Marbà, N., Díaz-Almela, E., Tuya, F., et al. & Mateo, M. Á. (2026). Blue carbon inventories of Spain and Portugal for their inclusion in national climate mitigation strategies. *Marine Pollution Bulletin*, 228, 119570. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2026.119570>

do projeto. No entanto, reconhece-se que a decisão do tipo de amostra (fixa ou temporária) tem vantagens e desvantagens, devendo desta forma ser indicada pelo proponente do projeto.

- O número, tamanho e forma das parcelas de amostragem e de amostras deve representar o melhor compromisso entre o tempo de amostragem, o orçamento e o nível de precisão nas estimativas do carbono no projeto a implementar, devendo ser justificado pelo proponente do projeto.
- O erro da amostragem depende do número de amostras e da variabilidade das pradarias marinhas. Uma vez que a abordagem de amostragem é definida pelo promotor do projeto mediante as características do projeto e não existe nível mínimo de amostragem, é introduzido um Fator de Correção de Incerteza que depende da qualidade da amostragem efetuada e que deve ser descontado das estimativas.

3.1. Demonstração do aumento de sequestro e/ou na redução de emissões

A demonstração do aumento de sequestro e/ou na redução de emissões de CO₂ corresponde à diferença entre as estimativas do cenário de referência (em que as pradarias marinhas são inexistentes ou estão sob efeito de degradação humana) e do cenário de projeto (em que as pradarias marinhas são promovidas, restauradas ou conservadas). Por conseguinte, o aumento de sequestro e/ou na redução de emissões de CO₂ é calculado da seguinte forma:

Equação 1: Demonstração do aumento de sequestro e/ou na redução de emissões

$$BE_{(i-j)} = \Delta CO_{2(i-j)}$$

Onde:

$BE_{(i-j)}$ = Balanço de emissões e/ou sequestro entre o ano i e o ano j (tCO_{2e})

$\Delta CO_{2(i-j)}$ = Diferença de carbono existente nas pradarias entre o ano i e o ano j, em tCO_{2e}

A diferença de carbono armazenado entre o ano i e o ano j é calculada de acordo com a seguinte equação:

Equação 2: Diferença de carbono armazenado entre o ano i e o ano j

$$\Delta CO_{2(i-j)} = [CO_{2proj(j)} - CO_{2ref(j)}] - [CO_{2proj(i)} - CO_{2ref(i)}]$$

Onde:

$\Delta CO_{2(i-j)}$ = Diferença de carbono armazenado entre o ano i (inicial) e o ano j, em tCO_{2e}

$CO_{2proj(j)}$ = Carbono armazenado no cenário de projeto no ano j, em tCO_{2e}

$CO_{2ref(j)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no ano j, em tCO_{2e}

$CO_{2proj(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de projeto no ano i, em tCO_{2e}

$CO_{2ref(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no ano i, em tCO_{2e}

3.2. Cenário de referência

As variáveis relevantes para a estimativa das emissões e sequestro de carbono a considerar dependem do cenário de referência, nomeadamente se as pradarias marinhas estão ausentes (cenário de referência 1) ou não (cenário de referência 2) previamente às atividades de projeto.

Cenário de referência 1

No cenário de referência 1 considera-se que as pradarias marinhas não existem na área de projeto. Nestes casos, assume-se que o valor de carbono armazenado no cenário de referência é nulo e assim se mantém durante o tempo de duração do projeto:

Equação 3: Carbono armazenado no cenário de referência 1

$$CO_{2ref(i)} = CO_{2ref(j)} = 0$$

Onde:

$CO_{2ref(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência com o início do projeto (i=0), em tCO_{2e}

$CO_{2ref(j)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no ano j, que procede o ano 0, em tCO_{2e}

Cenário de referência 2

No cenário de referência 2 considera-se que as pradarias marinhas são pré-existent e o carbono armazenado no cenário de referência 2 é calculado com base nas seguintes equações:

Equação 4: Carbono armazenado no cenário de referência 2 no início do projeto

$$CO_{2ref(i)} = A_{(i)} * C_{ref(i)} * (44/12) * (1-D)$$

Onde:

$A_{(i)}$ = Área das pradarias marinhas no início do projeto, $i=0$ (ha)

$C_{ref(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no início do projeto, $i=0$ (tC)

44/12 = Coeficiente de conversão entre massa molecular de carbono (C) e a massa molecular de dióxido de carbono equivalente (CO_2).

D = Desconto relacionado com incertezas de cálculo do carbono (C) no cenário de referência, conforme:

- Valores de referência: aplica-se um desconto por defeito de 0.05 (ou 5%).
- Valores medição direta: a incerteza admissível é de 0.2, a um nível de confiança de 90%, ou 0.3, a um nível de confiança de 95%. Se este nível de precisão for atingido, não há lugar a qualquer dedução em caso de incerteza. Se este nível de precisão for excedido deve ser aplicada uma dedução igual ao montante que a incerteza excede o nível permitido, até um máximo de desconto de 0.05 (5%), tendo por base a equação 5.

Equação 5: Estimativa da incerteza associada à amostragem medição direta

$$\text{Incerteza relativa (\%)} = (t_{CI,n-1} * s / \sqrt{n}) / x$$

Onde:

$t_{CI,n-1}$ = valor de distribuição t para um determinado intervalo de confiança (CI) de 90% ou 95% e graus de liberdade (n -1)

s = desvio padrão (s) das amostras

n = número de amostras

x = média das amostras

No cenário de referência 2 assume-se que as pradarias estão sob pressão humana que leva a uma regressão da área das pradarias. Para determinar a área de regressão o proponente do projeto deve recorrer, sempre que possível a dados de medição ou observação direta, sejam eles registos históricos da área de projeto e respetiva monitorização. Assumindo que nem sempre é possível a obtenção desta informação, o proponente do projeto pode recorrer a valores de referência nacionais ou locais, nomeadamente resultados de estudos para locais similares, atendendo aos fatores de impacto e contexto do projeto. Na ausência de informação, sugere-se a adoção de uma taxa de regressão anual de 0.035 (do projeto LIFE BIOMARES para pradarias marinhas portuguesas sujeitas a pressão antrópica) durante o período de monitorização. Este valor representa uma estimativa conservadora para contextos de pressão moderada a elevada e não deve ser utilizado nas situações em que o promotor tem condições para apresentar uma taxa alternativa justificada.

Associado a essa área de regressão das pradarias afetadas, ocorre a decomposição do carbono armazenado na biomassa subterrânea e solo da área. Assim, considera-se um fator de perda de carbono associado à área das pradarias regredida durante o período de monitorização.

Equação 6: Carbono armazenado no cenário de referência 2 após o início do projeto

$$CO_{2ref(j)} = CO_{2ref(i)} - (A_{regressão(i-j)} * F_{carbono(i-j)})$$

$CO_{2ref(j)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no ano j, após início do projeto, em tCO₂e

$CO_{2ref(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no ano i, no início do projeto, em tCO₂e

$A_{regressão(i-j)}$ = Área de regressão das pradarias marinhas, entre o ano i e o ano j (ha)

$F_{carbono(i-j)}$ = Fração de carbono perdido na área regredida das pradarias marinhas, entre o ano i e o ano j (tCO₂/ha)

Para a determinação da fração de carbono subterrâneo e de solo perdida, deverá considerar-se a proporção do stock de carbono erodido aquando da regressão das áreas das pradarias, bem como as taxas de decaimento do carbono que representem a proporção do carbono perdido sob condições óxicas e anóxicas.

Equação 7: Cálculo da fração de carbono perdido na biomassa subterrânea e solo

$$F_{carbono(i-j)} = (CO_{2erodido(i-j)} * PC_{oxica} * (1 - e^{(-k_{oxica} * t(i-j))})) + (CO_{2erodido(i-j)} * PC_{anoxica} * (1 - e^{(-k_{anoxica} * t(i-j))}))$$

Onde:

$CO_{2\text{erodido}(i-j)}$ = porção do stock de carbono sujeito a erosão nas áreas regredidas, entre o ano i e o ano j (tCO_2)

k_{oxica} = taxa de decaimento do carbono em condições óxicas (constante)

$k_{anoxica}$ = taxa de decaimento do carbono em condições anóxicas (constante)

PC_{oxica} = proporção de carbono perdido sob condições óxicas (valor 0 – 1)

$PC_{anoxica}$ = proporção de carbono perdido sob condições anóxicas (valor 0 – 1)

t = tempo entre o ano i e o ano j (número de anos)

Equação 8: Cálculo da fração de carbono da biomassa subterrânea e solo inicial sujeita a erosão

$$CO_{2\text{erodido}(i-j)} = C_{\text{ref}(i)} * (44/12) * PC_{\text{erosão}(i-j)}$$

Onde:

$C_{\text{ref}(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no início do projeto, $t=0$ (tC/ha)

$44/12$ = Coeficiente de conversão entre massa molecular de carbono (C) e a massa molecular de dióxido de carbono equivalente (CO_2).

$PC_{\text{erosão}}$ = Proporção do stock de carbono erodido aquando da regressão das áreas das pradarias, entre o ano i ($t=0$) e j (valor 0 – 1)

O promotor do projeto deve utilizar as melhores fontes de informação relativas aos parâmetros presentes nas equações 7 e 8, sendo disponibilizado do anexo 2 valores por defeito considerados mais ajustados à realidade destes ecossistemas em Portugal. Os valores do anexo 2 são disponibilizados em toneladas de CO_2 equivalente, não se aplicando o fator de conversão ($44/12$) apresentado nas equações 4 e 12. O cenário de referência poderá ser atualizado a cada 10 anos, quando o projeto é renovado. Para tal, cada elemento tido em conta nos cálculos das emissões/sequestro deve ser revisto:

- Armazenamento de carbono: este parâmetro é considerado constante ao longo do tempo referindo-se ao valor inicial do projeto. Este parâmetro é medido apenas uma vez no início do projeto e é válido para a atualização do cenário de base de 10 em 10 anos. O valor pode eventualmente evoluir se os protocolos de medição de carbono, ou evidências científicas assim o justificarem.
- Taxas de regressão e decaimento: a atualização do cenário de base para outra taxa de regressão ou de decaimento deverá verificar-se caso existam novas evidências científicas ou outro tipo de dados oficiais que indiquem taxas diferentes das consideradas inicialmente.

3.3. Cenário de projeto – futuro (*ex ante*)

I – O cálculo das estimativas do sequestro/redução de emissões de carbono no cenário do projeto futuro (*ex ante*) tem em conta:

1. As fontes de emissão (E_{fut}) de carbono, caso existam;
2. A inclusão de taxas de sequestro de carbono (atividades de sequestro de carbono, relacionadas com o cenário de referência 1 e 2)
3. A ausência de regressão das pradarias marinhas (atividades de emissões evitadas, relacionadas com o cenário de referência 2);

Atividades de sequestro de carbono

A adicionalidade das atividades de sequestro de carbono é demonstrada em comparação com os cenários de referência 1 e 2. Assume-se que o valor de carbono armazenado no cenário de projeto evolui no tempo de acordo com uma taxa de sequestro anual que se assume constante considerando a duração dos projetos elegíveis (10 a 30 anos). Igualmente devem ser descontadas quaisquer emissões de carbono previstas como significativas nas operações e atividades do projeto.

O promotor do projeto deve utilizar as melhores fontes de informação relativas às taxas de sequestro de carbono. No caso de um sistema aberto, tal como nas pradarias subtidais, os valores devem refletir eventuais perdas de carbono que embora seja sequestrado pelas pradarias, possa ser reemitido ou depositado noutros locais. No caso de sistemas fechados, tal como nas pradarias de salinas, considera-se que essas perdas são insignificativas. O anexo 2 apresenta valores por defeito considerados mais ajustados à realidade destes dois sistemas (aberto ou fechado) em Portugal continental.

Equação 9: Stock de carbono no cenário de projeto futuro por sequestro de carbono

$$CO_{2proj(j)} = A_{(i)} * (t_{sequestro} * t * (1 - D)) - EC_{(i-j)}$$

Onde:

$A_{(i)}$ = Área das pradarias marinhas promovida pelo projeto (ha), que corresponde:

- Cenário de referência 1 - à totalidade da área do projeto
- Cenário de referência 2 - à porção de área prevista como regredida

$t_{sequestro}$ = taxa de sequestro de carbono anual (t CO₂e / ha)

t = tempo entre o ano i e o ano j (número de anos)

$EC_{(i-j)}$ = Emissões do uso de combustíveis previstas entre o ano i e o ano j (tCO₂e), recorrendo à equação 10.

D = Desconto relacionado com incertezas de cálculo do carbono (C), conforme:

- Valores de referência: aplica-se um desconto por defeito de 0.05 (ou 5%).
- Valores medição direta: a incerteza admissível é de 0.2, a um nível de confiança de 90%, ou 0.3, a um nível de confiança de 95%. Se este nível de precisão for atingido, não há lugar a qualquer dedução em caso de incerteza. Se este nível de precisão for excedido deve ser aplicada uma dedução igual ao montante que a incerteza excede o nível permitido, até um máximo de desconto de 0.05 (5%), tendo por base a equação 5.

Equação 10: Estimativa de emissões pelo uso de combustíveis

$$EC_{(i-j)} = \Sigma GEE_{(i-j)} \Sigma comb_{(i-j)} \Sigma op_{(i-j)} [t * Ccomb_x; op_y * PCIcom_x * FEcom_x_GEE_z * GWP_GEE_z]$$

Onde:

$EC_{(i-j)}$ = Emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) resultantes do uso de combustíveis entre o ano i e o ano j (tCO₂e)

$\Sigma GEE_{(i-j)}$ = Somatório para os vários GEE entre o ano i e o ano (inclui CO₂, CH₄ e N₂O)

$\Sigma comb_{(i-j)}$ = Somatório para os vários tipos de combustível entre o ano i e o ano (inclui gasolina, gasóleo, biodiesel, etanol, gás natural)

$\Sigma op_{(i-j)}$ = Somatório para todas as operações de projeto que usem combustíveis entre o ano i e o ano j

t = número de anos entre o ano i e o ano j

$Ccomb_x; op_y$ = Consumo anual do combustível “x” na operação de projeto “y” (kg, ou m³ no caso do gás natural)

$PCIcom_x$ = Poder Calorífico Inferior do combustível “x” (GJ / kg, ou GJ / m³ no caso do gás natural)

$FEcom_x_GEE_z$ = Fator de Emissão aplicável a cada tipo de combustível “x” e de GEE “z” (kg GEE / GJ)

GWP_GEE_z = Potencial de Aquecimento Global a 100 anos do GEE “z” (kg CO₂e / kg GEE)

O promotor do projeto deve utilizar as melhores fontes de informação relativas aos parâmetros presentes na equação 10, sendo disponibilizado do anexo 3 valores por defeito considerados mais ajustados à realidade em Portugal à data da presente versão da metodologia.

Atividades de perda evitada de carbono

A adicionalidade das atividades de perda evitada de carbono é demonstrada em comparação com o cenário de referência 2. Ao contrário do cenário de referência, devido à natureza dos projetos previstos e respetivas atividades, assume-se que o valor de carbono armazenado no cenário de projeto se mantém ao longo do tempo, não sendo por isso consideradas quaisquer taxas de regressão de área ou de carbono associadas à degradação esperada.

Equação 11: Stock de carbono no cenário de projeto futuro por perda evitada de carbono

$$CO_{2proj(j)} = CO_{2ref(i)} - EC_{(i-j)}$$

$CO_{2ref(i)}$ = Carbono armazenado no cenário de referência no início do projeto, $t=0$ (tCO₂)

$EC_{(i-j)}$ = Emissões do uso de combustíveis verificadas entre o ano i e o ano j (tCO₂e), tendo por base a equação 10.

3.4. Cenário de projeto - verificado (ex post)

A verificação da adicionalidade das atividades de projeto deverá ser efetuada em relação ao respetivo cenário de referência, de acordo com a equação 12:

Equação 12: Carbono armazenado no cenário de projeto verificado

$$CO_{2proj(j)} = (A_{(j)} * C_{proj(j)} * (44/12) * (1 - D)) - EC_{(i-j)}$$

Onde:

$A_{(j)}$ = Área das pradarias marinhas no ano j (ha)

$C_{proj(j)}$ = Carbono armazenado no cenário de projeto no ano j (tC)

44/12 = Coeficiente de conversão entre massa molecular de carbono (C) e a massa molecular de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}).

D = Desconto relacionado com incertezas de cálculo do carbono (C) no cenário de projeto, conforme:

- Valores de referência: aplica-se um desconto por defeito de 0.05
- Valores de medição direta: a incerteza admissível é de 0.2, a um nível de confiança de 90%, ou 0.3, a um nível de confiança de 95%. Se este nível de precisão for atingido, não há lugar a qualquer dedução em caso de incerteza. Se este nível de precisão for excedido deve ser aplicada uma dedução igual ao montante que a incerteza excede o nível permitido, até um máximo de desconto de 0.05, tendo por base a equação 5.
- NOTA: sugere-se que seja aplicada a mesma abordagem que a considerada nas projeções do cenário de referência, mantendo assim um maior rigor na comparação dos valores entre o cenário de referência esperado e o cenário de projeto verificado.

$EC_{(i-j)}$ = Emissões do uso de combustíveis verificadas entre o ano i e o ano j (tCO_{2e}), tendo por base a equação 10.

3.5. Demonstração do montante de Créditos de Carbono Verificados a emitir

Conforme previsto no Artigo 22º, o promotor tem a opção de aderir a uma Bolsa de Garantia para salvaguardar as situações em que ocorra uma reversão não intencional das emissões sequestradas durante o período de duração do projeto. Nesses casos há uma partição entre os montantes creditados ao promotor e à bolsa de garantia, conforme as equações:

Equação 13: Estimativa de créditos de carbono verificados para o promotor

$$CCV_{promotor(i-j)} = BE_{(i-j)} * (1 - BG\%)$$

Equação 14: Estimativa de créditos de carbono verificados para a bolsa de garantia

$$CCV_{BG(i-j)} = BE_{(i-j)} * (BG\%)$$

Onde:

$CCV_{promotor(i-j)}$ = Créditos de carbono verificados (CCV) entre o ano i e o ano j (tCO_{2e}) para o promotor

$CCV_{BG(i-j)}$ = Créditos de carbono verificados (CCV) entre o ano i e o ano j (tCO_{2e}) para a bolsa de garantia

$BE_{(i-j)}$ = Balanço de emissões de carbono verificadas para o período de monitorização entre o ano i e o ano j (tCO_{2e})

BG% = Proporção de créditos destinados à Bolsa de Garantia, dos quais:

Valor de BG%	Descrição
0	Quando o promotor opte por recorrer apenas a um seguro próprio
0,1	Quando o projeto se desenvolva em áreas prioritárias previstas nos nº 2 e 3 do artigo 7º
0,2	Restantes situações

3.6. Indicadores Carbono+

Quando o projeto pretenda fazer a emissão de Créditos de Carbono+ Verificados, deverão ser propostos pelo proponente os indicadores de monitorização específicos para o acompanhamento das medidas de restauro selecionadas para o projeto em concreto. Esses indicadores devem ser quantificáveis e auditáveis e fornecer informação relevante para aferir o cumprimento dos objetivos estabelecidos na Tabela 10. A lista seguinte contém alguns exemplos de indicadores que poderão ser usados neste contexto:

- Taxa de sobrevivência das plantas instaladas – Percentagem de plantas que sobreviveram após um período determinado (mínimo 5 anos);
- Cobertura vegetal estabelecida – Área total restaurada, medida em hectares;
- Número de espécies plantadas – Contagem das diferentes espécies utilizadas no projeto;

- Densidade da vegetação – Número de plantas por hectare e por espécie, comparado com padrões ecológicos desejáveis;
- Percentagem de áreas que suportam concentrações significativas de uma espécie durante qualquer período do seu ciclo de vida;
- Ocorrência ou densidade de espécies indicadoras, endémicas, ameaçadas ou protegidas;
- Presença de fauna indicadora – Registo de espécies-chave que sinalizam a recuperação do ecossistema;
- Conectividade ecológica – Mapeamento de corredores ecológicos criados e sua ligação com o mosaico existente;
- Frequência e eficácia das ações de manutenção – Número de intervenções realizadas e sua eficácia na melhoria das condições das pradarias.

Sempre que possível, deve ser adotada uma abordagem de teoria da mudança por forma a demonstrar como estes indicadores se relacionam com as medidas de restauro e os objetivos referidos na Tabela 10.

4. Anexos

Anexo 1. Medidas Carbono+

Lista de exemplos de medidas de restauro constantes do Anexo VII do Regulamento (UE) 2024/1991 do Parlamento Europeu e do Conselho de 24 de junho de 2024, relativo ao restauro da natureza e que altera o Regulamento (UE) 2022/869 e sua relação com os objetivos identificados para atribuição de créditos “Carbono+” no âmbito desta metodologia (ver Tabela 10).

	Objetivos para atribuição de créditos “Carbono+”			
Medida	Cobertura habitat nativo/natural	Diversidade de espécies nativas	Diversidade ou complexidade de habitat	Qualidade do ecossistema
8. Restauro dos processos naturais de sedimentação.	x		x	x
12. Assistência à migração de proveniências e espécies quando tal possa ser necessário devido às alterações climáticas.	x	x	x	
22. Melhoria da conectividade entre os habitats, a fim de possibilitar o desenvolvimento de populações de espécies e um intercâmbio individual ou genético suficiente, bem como a migração das espécies e a adaptação às alterações climáticas.	x		x	x
23. Viabilização da dinâmica natural própria dos ecossistemas, por exemplo abandonando a exploração e promovendo a naturalidade e a natureza selvagem.	x	x	x	x
24. Eliminação e controlo das espécies exóticas invasoras e prevenção ou minimização de novas introduções.	x	x	x	x
25. Minimização dos impactos negativos das atividades de pesca no ecossistema marinho, por exemplo utilizando artes de pesca com menor impacto nos fundos marinhos.	x	x	x	x
29. Restabelecimento ou melhoria do estado das populações de espécies autóctones características que são vitais para a ecologia dos habitats marinhos, através da aplicação de medidas de restauro passivas ou ativas, como, por exemplo, a introdução de juvenis.	x	x	x	

Anexo 2. Valores de referência relativos às estimativas de stock e sequestro de carbono

Parâmetro	Valores	Unidade	Referências	Notas
Modelo decomposição com perturbação antrópica	$CO_2 \text{ stock} \times 0.43 \times [0.5 \times (1 - e^{-(0.18 \times t)}) + 0.5 \times (1 - e^{-(0.034 \times t)})]$	n.a.	Piñeiro-Juncal et al., 2026; Piñeiro-Juncal et al., 2025	
Perosão: % carbono erodido após perturbação de habitat	0.43	%	Dahl et al., 2023; Piñeiro-Juncal et al., 2026; Fu et al. 2025	Consideram-se com defeito os valores no horizonte 30-40 cm de profundidade do solo de Fu et al. 2025
PCoxica	0.50	%	Piñeiro-Juncal et al., 2026; Piñeiro-Juncal et al., 2025	
PCanoxica	0.50	%	Piñeiro-Juncal et al., 2026; Piñeiro-Juncal et al., 2025	
koxico	0.18	ano ⁻¹	Lovelock et al., 2017	
kanoxico	0.034	ano ⁻¹	Piñeiro-Juncal et al., 2025	
Taxa efetiva de carbono armazenado via sequestro	1.16	%	Duarte et al. 2017	Considera-se que num sistema fechado, não ocorra fuga de carbono armazenado noutros locais; assim, considera-se uma majoração de 16% conforme demonstrado em Duarte et al. 2017

Piñeiro-Juncal, N., Serrano, O., de Los Santos, C. B., Marbà, N., Díaz-Almela, E., Tuya, F., et al. & Mateo, M. Á. (2026). Blue carbon inventories of Spain and Portugal for their inclusion in national climate mitigation strategies. *Marine Pollution Bulletin*, 228, 119570. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2026.119570>

Piñeiro-Juncal, N., Mateo, M. Á., Leiva-Dueñas, C., Serrano, E., Inostroza, K., Soler, M., ... & Serrano, O. (2025). Soil organic carbon depth profiles and centennial and millennial decay rates in tidal marsh, mangrove and seagrass blue carbon ecosystems. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 504. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02390-2>

Dahl, M., McMahon, K., Lavery, P.S., Hamilton, S.H., Lovelock, C.E., Serrano, O., 2023. Ranking the risk of CO₂ emissions from seagrass soil carbon stocks under global change threats. *Glob. Environ. Change* 78, 102632. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102632>.

Lovelock, C.E., Fourqurean, J.W., Morris, J.T., 2017. Modeled CO₂ emissions from coastal wetland transitions to other land uses: tidal marshes, mangrove forests, and seagrass beds. *Front. Mar. Sci.* 4, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00143>

Piñeiro-Juncal, N., Serrano, O., de los Santos, C. B., Marbà, N., Díaz-Almela, E., Tuya, F., ... & Mateo, M. Á. (2025). Database of the blue carbon inventory in Spain and Portugal. Organic carbon biomass and soil stocks and sequestration rates to the soil. *Database of the blue carbon inventory in Spain and Portugal. Organic carbon biomass and soil stocks and sequestration rates to the soil.*

Fu, C., Klein, S. G., Breavington, J., Lim, K. K., Steckbauer, A., & Duarte, C. M. (2025). Nonuniform organic carbon stock loss in soils across disturbed blue carbon ecosystems. *Nature Communications*, 16(1), 4370.

Duarte CM and Krause-Jensen D. 2017. Export from Seagrass Meadows Contributes to Marine Carbon Sequestration. *Front. Mar. Sci.* 4:13. doi: 10.3389/fmars.2017.00013

<i>Zostera noltii</i>							
Anos (t)	Carbon armazenado perturbado					Carbono sequestrado armazenado	
	Stock de carbono inicial (t CO ₂ -e / ha)	CO ₂ erodido: Stock de carbono erodido por perturbação (t CO ₂ -e / ha)	Fcarbono: Fração de carbono perdido perturbação cumulativo (t CO ₂ -e / ha)	% stock perdido perturbação cumulativo	Stock de carbono prevalece (t CO ₂ -e / ha)	Sistema fechado (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 1.28	Sistema aberto (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 1.1
0	1174.07	--					
5	--	504.85	189.26	16%	984.81	6.40	5.50
10	--	--	283.46	24%	890.61	12.80	11.00
15	--	--	336.30	29%	837.76	19.20	16.50
20	--	--	370.07	32%	804.00	25.60	22.00
25	--	--	394.15	34%	779.91	32.00	27.50
30	--	--	412.69	35%	761.38	38.40	33.00

<i>Zostera marina</i>							
Anos	Carbon armazenado perturbado					Carbono sequestrado armazenado	
	Stock de carbono inicial (t CO ₂ -e / ha)	CO ₂ erodido: Stock de carbono erodido por perturbação (t CO ₂ -e / ha)	Fcarbono: Fração de carbono perdido perturbação cumulativo (t CO ₂ -e / ha)	% stock perdido perturbação cumulativo	Stock de carbono prevalece (t CO ₂ -e / ha)	Sistema fechado (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 0.43	Sistema aberto (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 0.37
0	81.03	--					
5	--	34.84	13.06	16%	67.97	2.15	1.85
10	--	--	19.56	24%	61.47	4.30	3.70
15	--	--	23.21	29%	57.82	6.45	5.55
20	--	--	25.54	32%	55.49	8.60	7.40
25	--	--	27.20	34%	53.83	10.75	9.25

30	--	--	28.48	35%	52.55	12.90	11.10
----	----	----	-------	-----	-------	-------	-------

Anos	<i>Cymodocea nodosa</i>						
	Carbon armazenado perturbado					Carbono sequestrado armazenado	
	Stock de carbono inicial (t CO ₂ -e / ha)	CO ₂ erodido: Stock de carbono erodido por perturbação (t CO ₂ -e / ha)	Fcarbono: Fração de carbono perdido perturbação cumulativo (t CO ₂ -e / ha)	% stock perdido perturbação cumulativo	Stock de carbono prevalece (t CO ₂ -e / ha)	Sistema fechado (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 0.43	Sistema aberto (t CO ₂ -e / ha) taxa anual = 0.37
0	152.90	--					
5	--	65.75	24.65	16%	128.25	2.15	1.85
10	--	--	36.91	24%	115.99	4.30	3.70
15	--	--	43.80	29%	109.10	6.45	5.55
20	--	--	48.19	32%	104.71	8.60	7.40
25	--	--	51.33	34%	101.57	10.75	9.25
30	--	--	53.74	35%	99.16	12.90	11.10

Anexo 3. Valores de referência relativos às estimativas das emissões

Constante	Valor		Fonte
PCIGasolina	0,04337	GJ/kg Gasolina	DGEG, BE 2022 *
PCIGasóleo	0,04268	GJ/kg Gasóleo	DGEG, BE 2022 **
PCIPetróleo	0,04268	GJ/kg Petróleo	DGEG, BE 2022
FEGasolina_CO2	69,3	kgCO ₂ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGasolina_CH4	0,080	kgCH ₄ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGasolina_N2O	0,002	kgN ₂ O/GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGasóleo_CO2	74,1	kgCO ₂ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGasóleo_CH4	0,0042	kgCH ₄ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGasóleo_N2O	0,0286	kgN ₂ O/GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEPetróleo_CO2	71,9	kgCO ₂ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEPetróleo_CH4	0,080	kgCH ₄ /GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEPetróleo_N2O	0,002	kgN ₂ O/GJ	APA, NIR 2024 (tabela 3-85)
FEGPL_CO2	73,89	kgCO ₂ /GJ	APA, NIR 2024
FEGPL_CH4	0,00284	kgCH ₄ /GJ	APA, NIR 2024
FEGPL_N2O	0,00265	kgN ₂ O/GJ	APA, NIR 2024
FEGN_CO2	56,41	kgCO ₂ /GJ	APA, NIR 2024
FEGN_CH4	0,00185	kgCH ₄ /GJ	APA, NIR 2024
FEGN_N2O	0,0001	kgN ₂ O/GJ	APA, NIR 2024
GWP_CO2	1	kgCO _{2e} /kgCO ₂	IPCC AR5
GWP_CH4	28	kgCO _{2e} /kgCH ₄	IPCC AR5
GWP_N2O	265	kgCO _{2e} /kgN ₂ O	IPCC AR5
Nota: os valores de FE referem-se a fontes móveis e outra maquinaria (setor 1A4Cii do Inventário Nacional de Emissões de GEE)			
*_Valor ponderado entre % gasolina de origem fóssil e % biogasolina usadas em Portugal			
**_Valor ponderado entre % gasóleo de origem fóssil e % biodiesel usadas em Portugal			

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, 2022, Balanço Energético Nacional 2022, 31 outubro de 2023, www.dgeg.gov.pt

APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2024) PORTUGUESE NATIONAL INVENTORY REPORT ON GREENHOUSE GASES, 1990-2022 SUBMITTED UNDER THE ART 26 OF THE REGULATION (EU) NO.2018/1999 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL ON THE GOVERNANCE OF THE ENERGY UNION AND CLIMATE ACTION. Portuguese Environment Agency:
https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20240520/NIR2024_15May.pdf

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., et al & Meyer, L. (2014). Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Climate Change.

Glossário

Biomassa. A massa total de uma quantidade de matéria biológica, geralmente expressa em unidades de peso por superfície do substrato.

Carbono azul. No caso das pradarias marinhas refere-se ao carbono capturado através da atividade fotossintética e que é armazenado no solo ou sedimento e na biomassa, aérea ou radicular, viva ou morta.

Carbono orgânico alóctone: Carbono orgânico proveniente de fora da área do projeto e depositado através da hidrodinâmica na área do projeto (por exemplo, de sedimentos).

Carbono orgânico autóctone: Carbono orgânico do solo originário ou em formação na área do projeto (por exemplo, da vegetação).

Carbono orgânico. Carbono proveniente da atividade fotossintética associada à matéria biológica viva ou morta e que, no caso do solo ou dos sedimentos, podem ser encontrados em diferentes graus de degradação.

Ecosistema degradado: Ecosistema que foi alterado por impacto humano ou natural devido à deterioração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas e na qual a alteração resultou numa redução da diversidade de espécies, do carbono do solo ou da complexidade de outras funções dos ecossistemas que existiam anteriormente ao impacto.

Ecosistema: Conjunto dinâmico de seres vivos e do meio físico que interagem num determinado local. Também referido em alguns casos como unidade de estudo da ecologia constituída pelas comunidades de organismos (componente biótica) e pelo meio físico-químico (componente abiótica) de uma área, em interação, funcionando como um sistema através de fluxos de energia e ciclos de matéria.

Pradarias marinhas subtidais: Tipo de ecossistema costeiro dominado por espécies fanerógamas marinhas adaptadas para viver submersas em ambiente marinho, correspondem a manchas de plantas distanciadas menos de 25 metros (distância linear) e com área de ocupação de pelo menos 500 m².

Princípio da Estimativa Conservadora: refere-se a uma abordagem metódica que intencionalmente erra do lado da cautela, geralmente subestimando emissões (ou sobrestimando sequestro) no cenário de referência e sobrestimando emissões (ou subestimando sequestro) no cenário de projeto. Este princípio visa fornecer uma margem de segurança contra a incerteza inerente ao cálculo dos créditos de carbono, garantindo que os créditos emitidos estejam garantidamente dentro de limites aceitáveis.

Profundidade do lençol freático: Profundidade do subsolo ou da superfície acima do solo da água, em relação à superfície do solo.

Stocks de carbono. Reservatórios de carbono orgânico em diferentes compartimentos do ecossistema.