

Este Guia é um contributo para impulsionar a Ação Climática e Ciência Cidadã aplicável a ecossistemas vegetados costeiros, como os sapais e as pradarias marinhas, através de uma mobilização cívica para o conhecimento do ciclo de carbono costeiro. A partir da Ria Formosa, trata-se de evidenciar os riscos em que este atualmente incorre devido à instabilidade climática e às atividades humanas desenvolvidas naqueles ecossistemas.



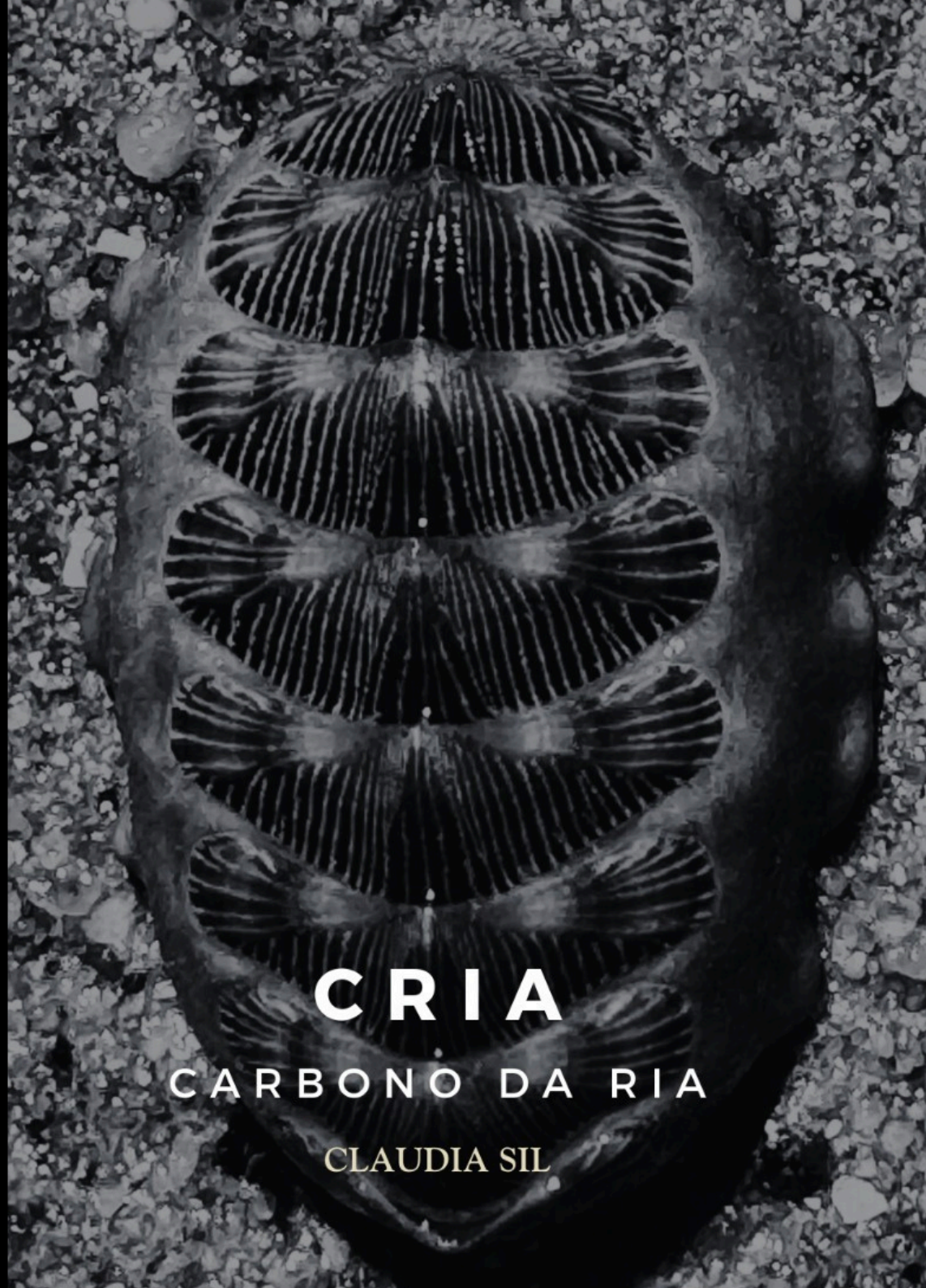
Claudia Sil é engenheira biológica, tendo dedicado a vida às águas e aos seres delas, visíveis e, sobretudo, aos "invisíveis". Mestre em Gestão Ambiental e doutoranda em Ciências do Mar, da Terra e do Ambiente, é Comissária na Comissão de Cogestão do Parque Natural da Ria Formosa como representante das ONG's de ambiente e fundadora da BlueZ C - Instituto da Conservação Marinha e Economia do Carbono.

"Aplysias são "espíritos" negros que adejam com a elegância dos espectros nas águas anil halo-cristalinas da Ria Formosa. Livres, entre o bentos e o céu líquido, bebericam nos jardins de algas que turvam num ápice com nuvens negras face à iminência de perturbação desta vida simples, votada à indiferença. E, ainda assim, foram Nobel nos auspícios do novo milénio, sacrificadas para mostrar como se constrói a memória."

A autora cresceu com a memória de se abismar entre elas, na formosa água cálida, e aguardou pela maré, entrevedo o preto da Ria, dos seus seres, da sua lama, o preto que traga todas as cores e lhe chamam escuridão.

 FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN
FINANCIADOR

CRIA
CARBONO DA RIA
CLAUDIA SIL



CRIA

CARBONO DA RIA

Iniciativa de Participação Climática na Ria Formosa
GUIA PARA CIÊNCIA CIDADÃ

CLAUDIA SIL

*“Partilhar o conhecimento é uma forma
de alcançar a imortalidade.”*

Dalai Lama XIV

“A flor de lótus nasce na lama”

Provérbio oriental

Ficha Técnica

Título *“CRIA - Carbono da Ria. Iniciativa de Participação Climática na Ria Formosa. Guia para Ciência Cidadã”*

Iniciativa de Participação Climática na Ria Formosa. Guia para Ciência Cidadã.

Autora *Claudia Sil*

Capa *Cobramor*

Fotografia de Capa *Claudia Sil*

Composição e design de fotografia *Maria Sil*

Paginação *Hugo Vieira da Silva*

ISBN 978-989-33-8332-2

BlueZ C Institute - Associação para a Conservação Marinha e Economia de Carbono

Comissão de Co-gestão do Parque Natural da Ria Formosa

Faro, 2025

ÍNDICE

“Dá lá aí lama!”	1
Ria Formosa	2
Porquê o Carbono?	4
Sapais e Pradarias Marinhas	6
O Projeto CRIA	9
Participação	9
População representativa e relevante	11
Ciência Cidadã	24
CRIA(R)	33
Convocação convidativa	34
Criar cientistas	36
Cientistas em ação	48
O que nos revelaram os sedimentos	52
O que significam os resultados	54
Testemunhos dos Participantes	57
O Futuro do CRIA e da Ciência Cidadã	61
MAIS	67
Agradecimentos	67
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	70
Glossário	73
Outras Fontes e Leituras Sugeridas	76
Apêndice Técnico	80

“Dá lá aí lama!”

Este guia é o resultado de um esforço coletivo entre ciência, comunidade e território. O projeto CRIA - Carbono da Ria demonstra que a ação climática pode e deve ser construída de forma colaborativa, valorizando o conhecimento científico e o saber local.

De uma forma simples, o projeto convoca habitantes das zonas limítrofes e integrantes de uma área protegida de reconhecido valor ecológico e paisagístico a serem informados sobre um dos vários aspetos negligenciados do Parque Natural da Ria Formosa: o teor em carbono armazenado nos seus sedimentos fétidos e escuros, mas onde crescem plantas preciosas. Mais do que informados passivamente, os habitantes foram convidados a serem cientistas por um dia; a colaborarem ativamente na tarefa de recolher amostras de lama das zonas vegetadas e não vegetadas, a enviar para análise laboratorial. Foram convidados para fazerem registos de coordenadas, marés, datas, volumes, quantidades, imagens...e fizeram!

O Sr. Nogueira, imbuído do espírito de alegria que sempre caracterizou ora os momentos formativos, ora os momentos de amostragem, gritou: “dá lá aí lama!”, traduzindo, sem saber, do que tudo isto trata, afinal, que lama é uma variante de alma. Dalai Lama, o título espiritual atribuído à pessoa considerada a manifestação terrena da compaixão, traduz-se por “Oceano de Sabedoria”.

Resultou do esforço coletivo a inscrição no âmago da verosimilhança que estas plantas que nos rodeiam, as halófitas, têm tanto de

frágeis como de fundamentais na lógica de funcionamento de um ecossistema abundante nos serviços que presta aos seres humanos. Em desaparecimento global, urge escudá-las de nós próprios.

Ria Formosa

A origem do nome “Ria Formosa” é tardia¹, mas informa com precisão tudo: é uma “ria” (na verdade é uma lagoa costeira dinâmica) de grande beleza natural, com a palavra “formosa” como referência à sua paisagem de características encantadoras, termo utilizado na língua portuguesa para expressar algo que é bonito ou agradável à vista. O nome fica assim ligado à imponência e à beleza desta área lagunar composta por um conjunto complexo de sapais, canais, ilhas barreira arenosas e cordões dunares que a protegem do fustigo Atlântico, alimentada também por várias ribeiras que desaguam na laguna, uma das mais ricas zonas de sedimentos lamacentos do país.

“A zona lagunar do Sotavento Algarvio apresenta um alto significado ecológico e grande valor científico, económico e social, que se repercute na sua área envolvente”². Era assim descrita a Ria no Decreto de 1978 que inicia a sua proteção como Reserva Natural. Reconhecida internacionalmente pela sua biodiversidade e pela variedade de ecossistemas que alberga, a Área Protegida torna-se uma das zonas húmidas mais importantes de Portugal e da Europa, integrando a lista de sítios da Convenção Ramsar em 1980. Classificada em 1987³ como

¹ Terá sido aquando da primeira classificação da área, em 1978, que os arquitetos Fausto Nascimento e Fernando Santos Pessoa, na senda de um nome que uniformizasse toda a área até então com designações muito diversas nos vários concelhos, terão sugerido o nome “Ria Formosa” inspirados na toponímia local de “Vale Formoso”, em Almancil.

² Decreto nº 45/78 de 2 de Maio.

³ Decreto-Lei nº 373/87 de 9 de dezembro.

“Parque Natural”, esta é hoje uma das apenas 13 áreas protegidas do país a merecer esse título e, em 1997 passa a ser um “Sítio de Interesse Comunitário”. A Ria Formosa também foi designada como “Zona de Proteção Especial” no âmbito da rede Natura 2000, devido ao seu papel crucial como área de reprodução e alimentação para várias espécies migratórias de aves.

A abundante biodiversidade florística, desde a terrestre até à subaquática, suporta uma também fauna variadíssima que inclui anualmente a visita de milhares de aves migratórias, com espécies raras que fazem da Ria Formosa um dos mais importantes locais de refúgio da Europa. A Ria Formosa respira vida: a que guarda e a que dá. Esmaga-nos com a certeza de que “o essencial é invisível aos olhos” escondendo micro-organismos e invertebrados marinhos, sejam amêijoas ou lingueirão, que desempenham um papel crítico na cadeia alimentar marinha e na saúde do ecossistema, refletindo-se na riqueza dos serviços por ele prestados que são todos aqueles que a imaginação humana conseguiu inventariar como possíveis. E ainda hoje nos espanta sempre que se descobrem espécies novas neste lugar.

Uma descomunal riqueza biológica, que em tempos viveu harmoniosamente com as tradições culturais da pesca artesanal, do marisqueio, dos extintos morraceiros e coletores de sebarrinha que seguiam para os campos, respetivamente, para alimentar o gado e para fertilizar as terras, está ameaçada por várias pressões antropogénicas, como a poluição, o turismo multi-histórico, descontrolado, a construção de infraestruturas que acolhem as simpatias de votos desavisados, mas são alheias à importância deste portento da Natureza.

A Ria Formosa enfrenta também a subida do nível médio do mar, um fenómeno que coloca em risco a sobrevivência de muitas das suas áreas.

A gestão da sustentabilidade deste ecossistema integra obrigatoriamente uma complexa rede de fatores, uma vez que ela implica equilibrar os interesses de várias e crescentes atividades económicas com a necessidade de conservação ambiental e dos núcleos habitacionais das ilhas.

Porquê o Carbono?

Designamos por ciclo do carbono o processo natural pelo qual o carbono é trocado entre a atmosfera, os oceanos, os solos e os organismos vivos em todo o Planeta. Este ciclo envolve a captura, transformação, armazenamento e libertação de carbono, desempenhando um papel fundamental no equilíbrio climático da Terra.

O desequilíbrio no ciclo do carbono ocorre quando a quantidade de carbono libertada para a atmosfera excede a quantidade capturada e armazenada pelos ecossistemas, como as florestas, oceanos e solos, ou quando a capacidade desses ecossistemas de armazenar carbono diminui. Esse desequilíbrio é principalmente causado pelas emissões de carbono resultantes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, agricultura intensiva e queima de biomassa, além de várias pressões que induzem à destruição de habitats naturais como florestas ou pradarias marinhas e sapais que desempenham um papel crucial no armazenamento de carbono.

Carbono azul é o nome dado aos fluxos e armazenamento de carbono em sistemas marinhos passíveis de serem geridos. Este conceito teve um rápido desenvolvimento nas últimas duas décadas, apostando a ciência na quantificação dos stocks de carbono orgânico, na gestão e proteção destes habitats ricos em carbono orgânico e até no aumento da sua capacidade de sequestrar e reter carbono orgânico.

Este ambiente aquático favorece os habitats que, além de serem

explosões de biodiversidade, têm a capacidade extraordinária de retirar dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera e fixá-lo nos seus solos e sedimentos, ou lama, durante centenas ou mesmo milhares de anos.

Enquanto uma árvore pode capturar carbono na sua madeira durante décadas, os sapais e pradarias conseguem armazenar carbono de forma mais eficiente e profunda, muitas vezes no solo, em zonas sem oxigénio (ou anóxicas), onde a decomposição é muito lenta. Isto faz com que estes ecossistemas funcionem como verdadeiros cofres naturais de carbono.

Os sedimentos marinhos e sapais são alguns dos maiores reservatórios de carbono orgânico do planeta e, portanto, componentes vitais do ciclo global do carbono. Estimativas recentes sugerem que, globalmente, só os 5 cm superiores dos sedimentos marinhos da superfície contêm um reservatório de cerca de 100.000 Mt de carbono orgânico, enquanto no primeiro metro em profundidade desses sedimentos o reservatório pode chegar a 2,3 milhões de Mt.

A degradação desses ecossistemas por via de novas e mais intrusivas formas do seu uso, liberta o carbono de volta para a atmosfera, agravando a concentração de gases de efeito estufa, reforçando o aquecimento global. Daí surge a intensificação de eventos climáticos extremos e a aceleração da fusão das calotes polares, elevando o nível médio do mar e acarretando uma longa cadeia de consequências letais para a biodiversidade e particularmente para a vida humana.

O estudo do carbono sedimentar e dos seus fatores de existência na Ria Formosa é essencial para planear a posterior conservação, devendo, por isso, ser uma das principais prioridades nas estratégias de gestão ambiental, particularmente na esfera do Parque Natural da Ria Formosa.

O decaimento acelerado das áreas de sequestro de carbono nestas zonas tem-se tornado uma preocupação crescente. Estudos estimam

que as zonas húmidas costeiras podem sequestrar entre 0,5 a 1 tonelada de CO₂ por hectare anualmente. No entanto, por via de imponderadas ações humanas, este valor pode reduzir-se drasticamente exacerbando o efeito das mudanças climáticas.

Os sumidouros de carbono são essenciais, mas fica também claro que o carbono é consequência e não causa...

Sapais e Pradarias Marinhas

Na verdade, são os ecossistemas costeiros vegetados que desempenham um papel decisivo no equilíbrio do ciclo de carbono e, a par desta função, muitas outras de suporte da vida nos oceanos e da que gira à sua volta. Talvez seja mais fácil imaginar tudo isto numa floresta, mas o que aqui acontece é tão ou mais importante do que aquilo que se passa na mais densa das florestas.

O sapal é um ecossistema vegetado costeiro composto por plantas terrestres vasculares diversas, gramíneas ou arbustivas, que se desenvolve em áreas entremarés. Essas zonas são inicialmente formadas por sedimentos aluviais e estuarinos que são depositados pelas marés e depois rapidamente ocupados por esta vegetação em função da hidrologia do local, da disponibilidade de nutrientes, do clima, e ainda da biota (que é como quem diz, dos “vizinhos”). Por serem plantas altamente adaptadas à salinidade são designadas por halófitas, sendo inundadas regularmente pelas marés, com salinidades variáveis.

O sapal pode ser dividido em três zonas: o sapal baixo, ou margem húmida, que corresponde ao limite inferior do sapal; o sapal médio, ou zona intermédia; e o sapal alto, ou margem seca, que representa o limite superior do sapal. Cada uma dessas zonas é habitada por espécies distintas, influenciadas pela variação da salinidade, o período de

submersão, a sedimentação e o arejamento do solo.

O ambiente hostil destas zonas faz destas plantas campeãs em adaptação, tendo desenvolvido as diferentes espécies também diversos mecanismos de resistência ao sal. Podem regulá-lo ao excluí-lo, eliminando-o ou diluindo-o, ou simplesmente, tolerá-lo. Apresentam assim características morfológicas correspondentes como folhas suculentas, como a salicórnia, ou caules e glândulas que excretam sal.

Resistem também ao encharcamento através de mecanismos especiais, quer estruturais quer fisiológicos, e ainda possuem uma elevada resistência aos metais pesados imobilizando-os e por fim excretando-os, eventualmente uma adaptação desenvolvida por haver acumulação de metais pesados nos sedimentos provenientes das zonas de origem dos sedimentos aluvionares. Talvez por todas estas razões o sapal seja também campeão de produtividade, mesmo quando comparado com a floresta tropical. São exemplo de plantas de sapal comuns na Ria Formosa a *Suaeda vera* (erva-sal), a *Halimione portulacoides* (obreia): o *Limonium algarvense* (limónio), as salicórnicas, a *Spartina maritima* (morraça) ou *Juncus acutus* (junco).

Uma pradaria marinha é um ecossistema costeiro subaquático formado por plantas aquáticas, predominantemente ervas marinhas, que crescem em áreas rasas de fundos arenosos ou lamacentos. Estas plantas, na Ria Formosa, são de três espécies: a *Zostera marina*, a *Cymodocea nodosa* e a *Zostera noltei*. Localmente são mais conhecidas pelos nomes comuns de sebas, sebarrinha, limos-de-fita ou seba grossa. Tal como qualquer outra planta, apesar de viverem debaixo de água salgada, têm raízes, aliás rizomas, subterrâneos, folhas, que se espriam pela coluna de água, sementes e flores. Não são por isso algas, tal como tantas vezes são designadas.

As pradarias marinhas desempenham várias funções ecológicas essenciais, incluindo a proteção contra a erosão ao diminuir a velocidade dos fluxos de água, garantem a purificação da água reduzindo a turbidez da água pela promoção da sedimentação de sedimentos finos, a regulação do ciclo de nutrientes como os nitratos, a oxigenação e ainda a imobilização de metais pesados; e, claro, o sequestro de carbono.

Elas também são um inestimável apoio à biodiversidade por constituírem um local de desova e maternidade, um refúgio contra predadores e uma área de alimentação para várias espécies marinhas, incluindo peixes, moluscos e invertebrados, sendo comum encontrar nas suas folhas posturas de várias espécies de animais. Algumas espécies, como o cavalo-marinho, existem apenas no seio destes habitats.

O Projeto CRIA

Participação

O “CRIA carbono da ria” é um projeto participativo de Ciência Cidadã envolvendo população residente dentro da área do PNRF.

A participação cívica está inscrita na base da estrutura científica deste projeto, de acordo com o significado que a participação vem ganhando nas práticas de governança confrontadas na atualidade com problemas de grande complexidade e exigências de conhecimento.

Embora tributária de temas clássicos de ciência política, tais como cidadania, esfera pública, representação, assentimento, causa comum, associação e comunidade, a “questão da participação” ganhou na atualidade uma importância acrescida devido ao facto de muitos dos problemas com que as sociedades se defrontam hoje em dia, pela sua complexidade, colocarem graves dificuldades à sua resolução no quadro de funcionamento regular dos Estados de Direito e dos regimes democráticos.

Com efeito, o desenvolvimento económico e social gerado na era contemporânea a partir da Revolução Industrial, e acentuado sobretudo desde o segundo pós-guerra com a chamada Grande Aceleração, acarretou problemas de grande complexidade e forte dinâmica para os quais as respostas necessárias colocam graves desafios aos princípios ético políticos e ao funcionamento regular dos sistemas democráticos ocidentais clássicos.

Sobretudo desde os anos 90, com as reformas políticas que

sucederam ao fim da guerra fria, promoveram-se entre as democracias liberais do ocidente novas formas humanamente mais próximas, melhor informadas, mais contínuas, publicamente negociadas ou conjugadas, de relacionamento entre as administrações e as sociedades, que ficaram celebrizadas pela renovada utilização da palavra “governança”.

Para além das figuras tradicionais de auscultação pública através do voto, tais como a eleição, o referendo ou o plebiscito, e das múltiplas figuras de associações com funções participativas temáticas, de perfil híbrido e muitas vezes instável, situadas entre o Estado e a Cidadania, tais como Movimentos Sociais e Organizações Não Governamentais (ONG's), surgiram novas formas de interação entre governo e cidadania evoluindo em dinâmicas cívicas voluntárias com expressão organizacional própria, dedicadas à participação governativa e não apenas a objetivos eleitorais como os partidos políticos, ou à influência sobre decisões como os lobbies e grupos de pressão, ou a simples propósitos particulares ou privados como as confrarias, as mútuas, ou os clubes.

Hoje que o próprio quadro dos objetivos que se colocam à participação cívica ganhou novos perfis, muitos dos problemas mais decisivos que requerem e motivam a participação pública parecem cada vez mais divergentes não só da capacidade geral das populações para os assumir, como das exigências e urgências de uma governança eficaz sem deixar de ser democrática. Ora é precisamente a capacitação da cidadania em literacia científica, enquanto caminho para a ética e a eficácia governativas, o que a Ciência Cidadã visa promover.

A atual Mudança Climática, tal como o risco que atualmente corre o ciclo do carbono, são exemplos agudos dos desafios e dilemas políticos criados às democracias pela urgência e gravidade das medidas que

exigem, medidas que impõem mudanças por vezes drásticas e rápidas na vida comum das sociedades e para as quais estas não estão preparadas nem dispostas.

Esta condição corre o risco de desencadear ruturas da representatividade democrática, atear reatividade conflitual latente e abrir oportunidades à manipulação das tensões sociais, tudo resultando na multiplicação dos problemas em vez da criação de caminhos para a sua solução. É neste quadro que ganham maior significado algumas propostas inovadoras para a mobilização e a participação públicas integrando melhor a sociedade civil e a ação governativa.

A cultura pública de ciência passou assim a assumir uma posição determinante tanto como fator direto de sustentabilidade como contributo para a sanidade da vida política e governativa das sociedades a todas as escalas. Também por isso é ela alvo de campanhas tóxicas de negação e alienação. Enquanto figura de participação cívica, a Ciência Cidadã alcançou assim um estatuto fulcral. Por sua via o temível dilema político colocado às democracias pelas Alterações Climáticas e Globais poderá tornar-se uma oportunidade decisiva para um futuro comum, lúcido e humano.

População representativa e relevante

A iniciativa de mobilização cívica para um processo participativo de ciência cidadã implica a determinação de um universo populacional dentro do qual há que operar uma sequência de seleções até à fixação do grupo operacional efetivo. Este deverá, idealmente, ter um perfil idêntico ao do universo relativamente ao qual serviria de amostra representativa. Por outro lado, dados os objetivos intencionais do procedimento participativo, há também um fator qualitativo a atender na seleção do

grupo operacional.

Para a determinação deste grupo operacional há que resolver, ou decidir segundo critérios pragmáticos, a questão da diferença entre população relevante para efeito dos objetivos da participação pública e população representativa e alcançável de forma metodicamente controlável para os fins estratégicos de uma mobilização pública dentro do universo populacional ao qual se pretende que ela se reporte significativamente.

No caso específico deste projeto a determinação do grupo operacional que levou a efeito a experiência de Ciência Cidadã foi feita a partir de uma consideração ponderada destes critérios.

Entre população relevante na sua extensão e complexidade e a população residente decidiu-se pragmaticamente prescindir de abordar toda a rede estruturada de agentes diferenciados que de forma direta ou indireta, próxima ou distante ao território, sobre ele têm ação efetiva e determinante enquanto interessados dinâmicos ou *stakeholders*.

Igualmente se reconhece a distorção induzida ao excluir residentes a grande proximidade ao PNRF cujo interesse na ria muito beneficiaria o processo participativo. Compensou-se em parte esta distorção aceitando alguns empenhados participantes residentes nos limites da área protegida.

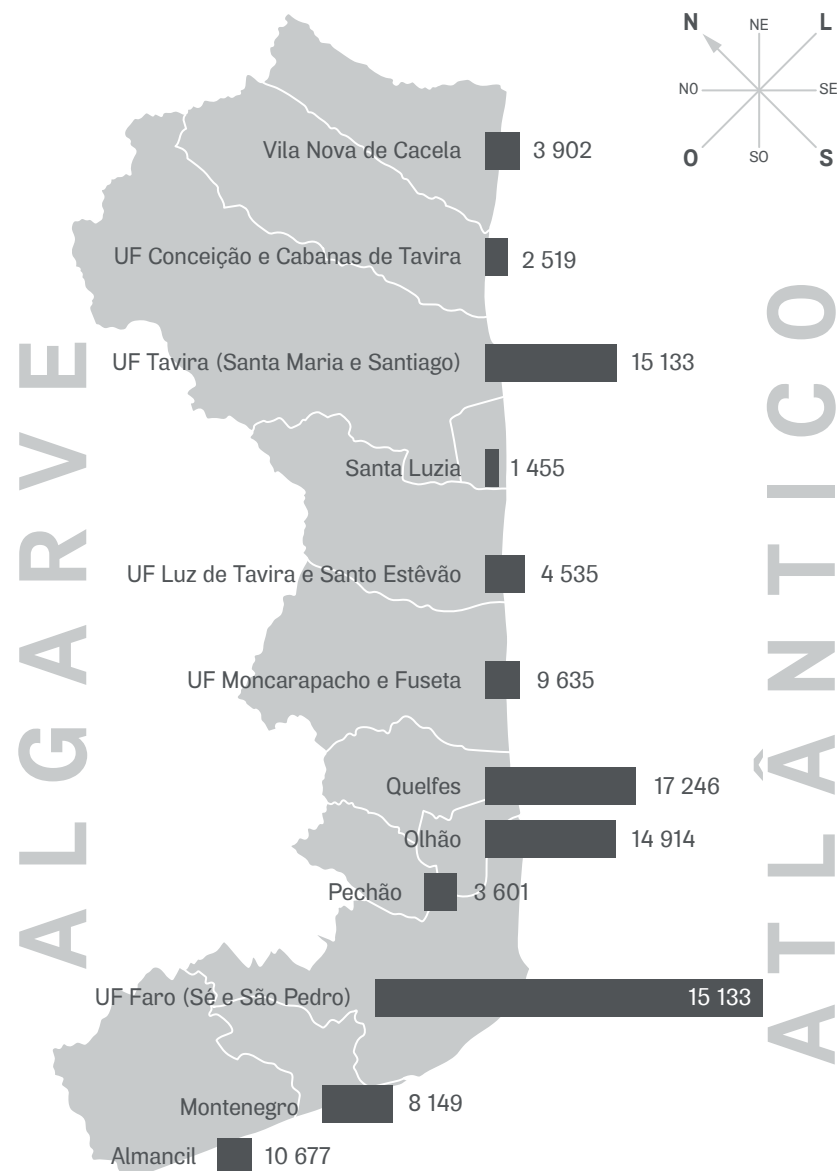
Acresce ainda que as ambivalências entre critérios de relevância e de demarcação territorial se verificam também entre residentes, expondo a necessidade de aprofundar o conhecimento da população segundo figuras da sua implicação topofílica.

Isso significa estudar aprofundadamente a população segundo metodologias demoradas de modo a conhecer os residentes segundo várias dimensões, tais como os seus padrões de sustento ligados à ria, os seus hábitos diversos de frequência dela, os antecedentes familiares

locais, as redes de pertença social e de associativismo, e ainda outras referências de identidade. Tal seria tanto mais importante quanto as zonas palustres arrastam consigo um passivo histórico de pobreza e abjeção social ao qual, apesar da reconversão turística das últimas 5 décadas, o território do PNRF não ficou alheio. Um melhor conhecimento da vida social dos residentes permitiria estabelecer tipologias de “vinculação ribeirinha” e critérios para determinar a relevância diferencial dos diferentes segmentos da população para processos participativos.

Entretanto, a descoincidência entre NUTS e os limites da área protegida obriga a nova salvaguarda quanto ao significado de população residente dentro da área do PNRF. Nas circunstâncias, a determinação do grupo operacional para o processo participativo de ciência cidadã faz-se apenas a partir do critério censitário de “população residente” na sua desagregação máxima que é a “freguesia”, sem atender a outras subsecções de Unidade Territorial que, embora ensaiadas nos municípios de Faro, Olhão e Tavira levariam a análise populacional e a determinação do grupo operacional a uma exigência desproporcionada.

Segundo os censos de 2021, residiam nas freguesias abrangidas, no todo ou em parte, pelo PNRF 139.869 pessoas. Sem embargo de mais apuradas aproximações a estabelece!r entre população residente por freguesias abrangidas e população efetivamente residente nos limites do PNRF, é este o número de referência assumido para a caracterização geral da população residente.

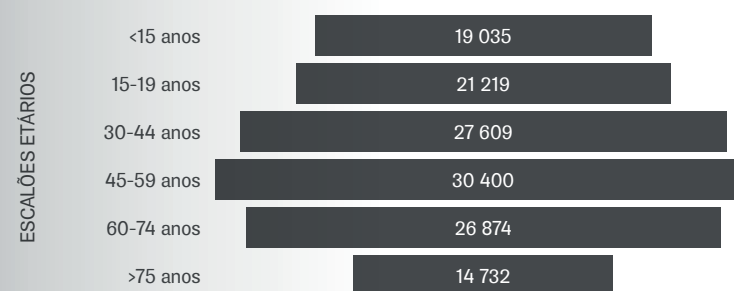


Mapa das Freguesias Algarvias integradas na área do Parque Natural da Ria Formosa com indicação da População Total por Freguesia (Censos 2021). Fonte: INE

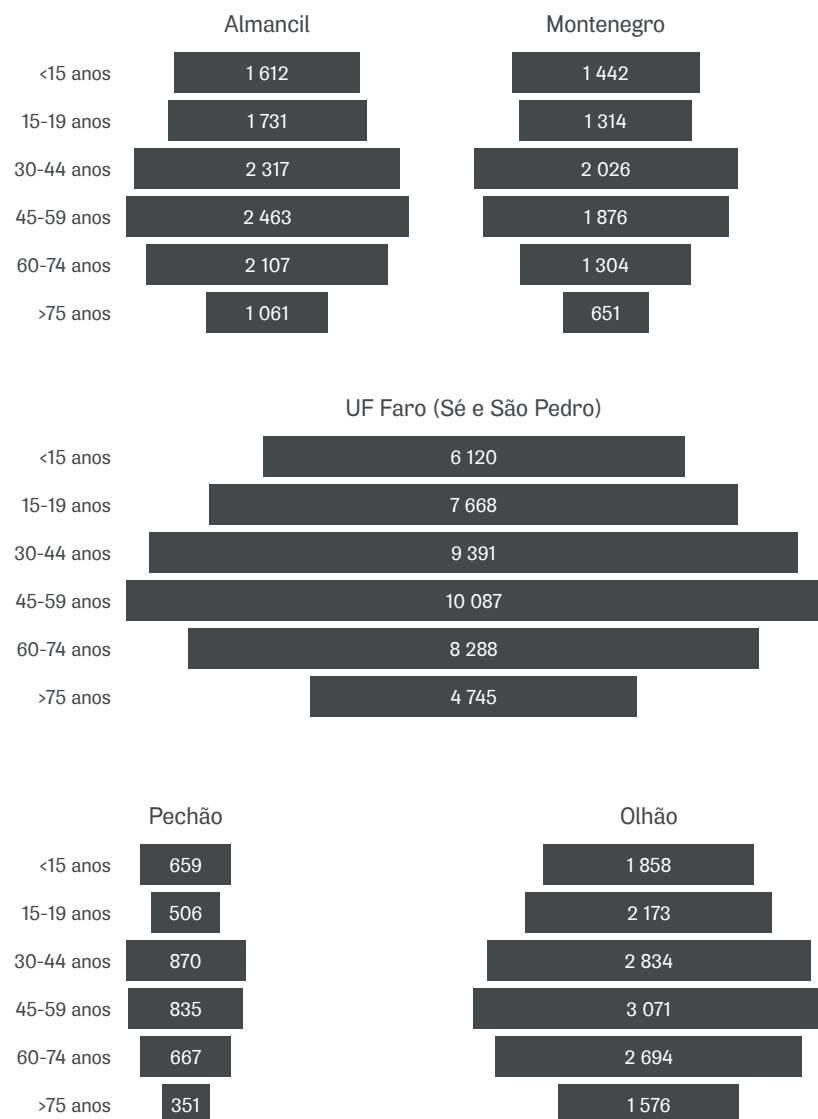
População dos cinco Concelhos Algarvios abrangidos pelo Parque Natural da Ria Formosa por Freguesia e por Sexo para o ano de 2021. H – Homens M – Mulheres (Censos 2011 e 2021). Fonte: INE

Concelhos integrantes	Freguesias	2011	2021		
			TOTAL	H	M
Loulé	Almancil	10 677	11 291	5 602	5 689
Faro	Montenegro	8 149	8 613	4 213	4 400
	UF de Faro (Sé e São Pedro)	44 578	46 299	21 692	24 607
Olhão	Pechão	3 601	3 888	1 969	1 919
	Olhão	14 914	14 206	6 878	7 328
	Quelfes	17 246	17 253	8 430	8 823
	UF Moncarapacho e Fuseta	9 635	9 267	4 543	4 724
Tavira	UF Luz de Tavira e Santo Estêvão	4 535	4 730	2 378	2 352
	Santa Luzia	1 455	1 589	802	787
	UF de Tavira (Santa Maria e Santiago)	15 133	15 432	7 491	7 941
	UF Conceição e Cabanas de Tavira	2 519	3 428	1 737	1 691
VRSA	Vila Nova de Cacela	3 902	3 873	1 866	2 007
	TOTAL	136 344	139 869	67 601	72 268

Assinale-se a forte concentração das populações residentes nas freguesias dos concelhos de Faro, Olhão e Tavira. A população residente apresenta um perfil de distribuição por idade e por sexo com poucas variações entre freguesias.

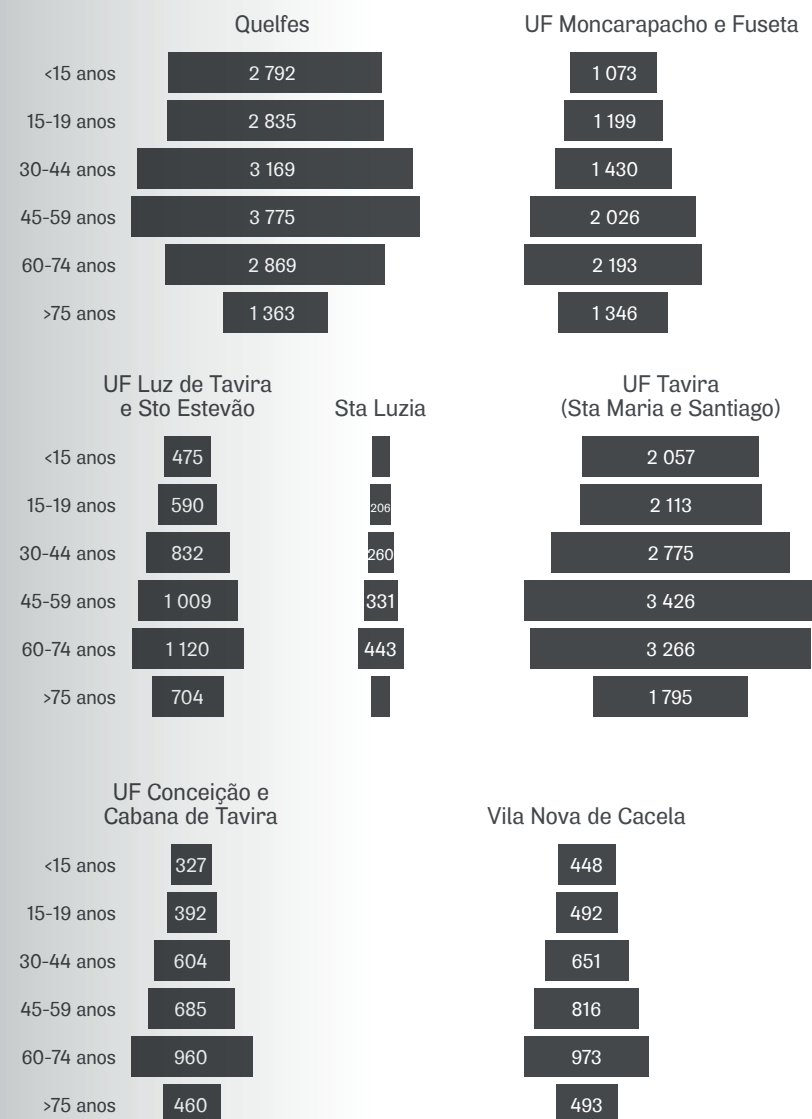


População total das 12 Freguesias que integram o Parque Natural da Ria Formosa por escalões etários (15 anos). Fonte: INE.



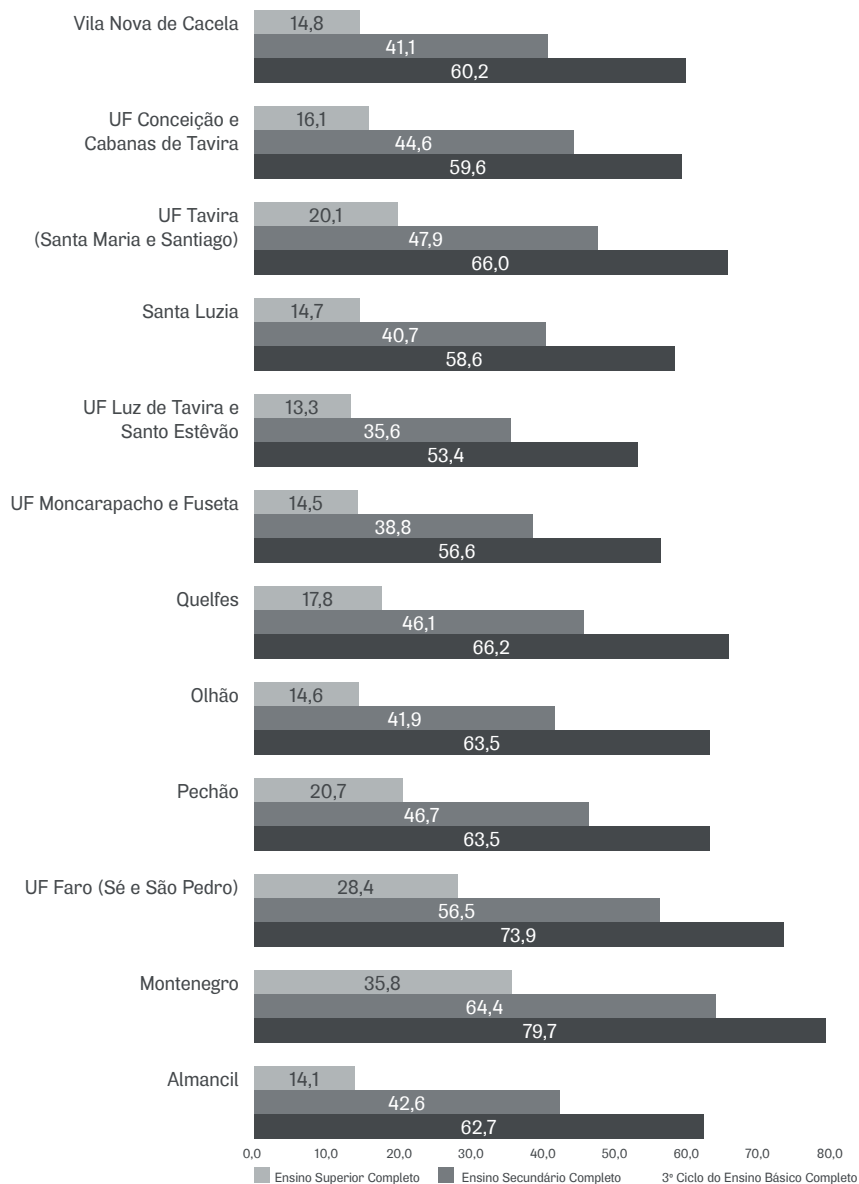
Estrutura etária das Freguesias de Almancil, Montenegro, UF Faro, Pechão e Olhão (dimensão das barras proporcional ao número de habitantes).

Estas freguesias cinco estão localizadas na metade Oeste da Ria Formosa e representam 60% da população total; Censos 2021). Fonte: INE.



Estrutura etária das Freguesias Quelfes e UF de Moncarapacho e Fuseta, todas as freguesias de Tavira e Vila Nova de Cacela (dimensão das barras proporcional ao número de habitantes).

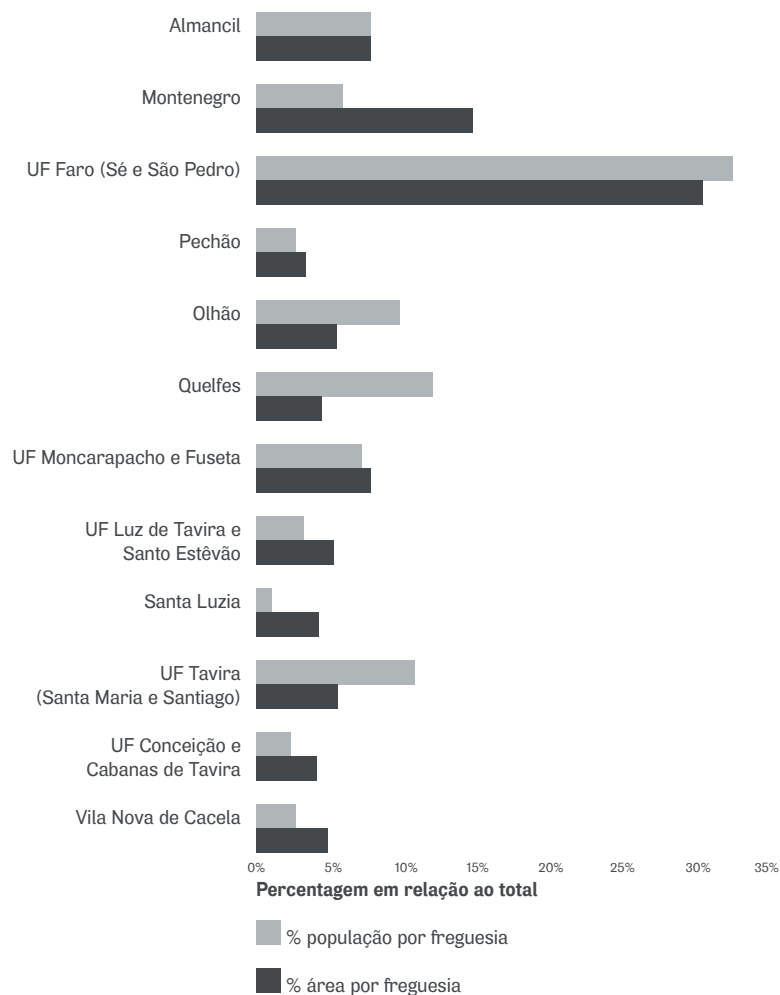
Estas freguesias estão localizadas na metade Oriental da Ria Formosa e representam 40% da população total; Censos 2021). Fonte: INE



Níveis de Escolaridade da população residente nas freguesias integrantes do Parque Natural da Ria Formosa. A freguesia com mais licenciados, Montenegro, é também aquela onde está instalado o campus das Gambelas a Universidade do Algarve, seguindo-se pela freguesia de Faro onde está instalado o Campus da Penha da Universidade do Algarve.

Quanto aos níveis de escolaridade, as freguesias do concelho de Faro destacam-se, sobretudo quanto aos níveis superiores, e por razões que vão desde o facto de a cidade centralizar muitas funções administrativas até às óbvias consequências de concentrar grande parte do parque escolar e, principalmente, o universitário.

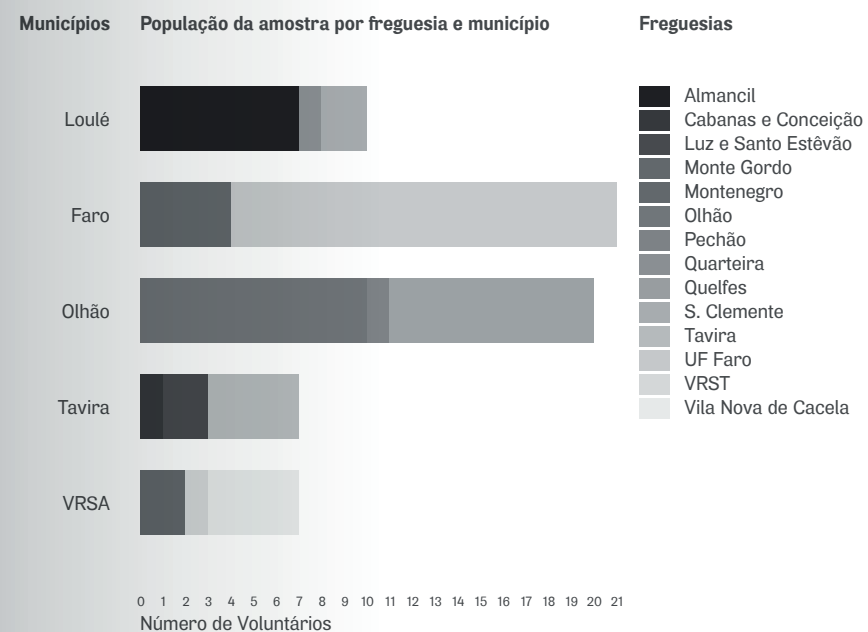
Se quisermos considerar a área de parque e a sua relação com a população, verificamos que há freguesias cuja relação % de população / % de área classificada é maior, ou seja poderão ser locais alvo de observação para questões de pressão ecológica, mas também para futuras amostragens de voluntários.



Relação entre a percentagem de área classificada ocupada por cada freguesia e a percentagem de população da população total das freguesias de Ria ali residente

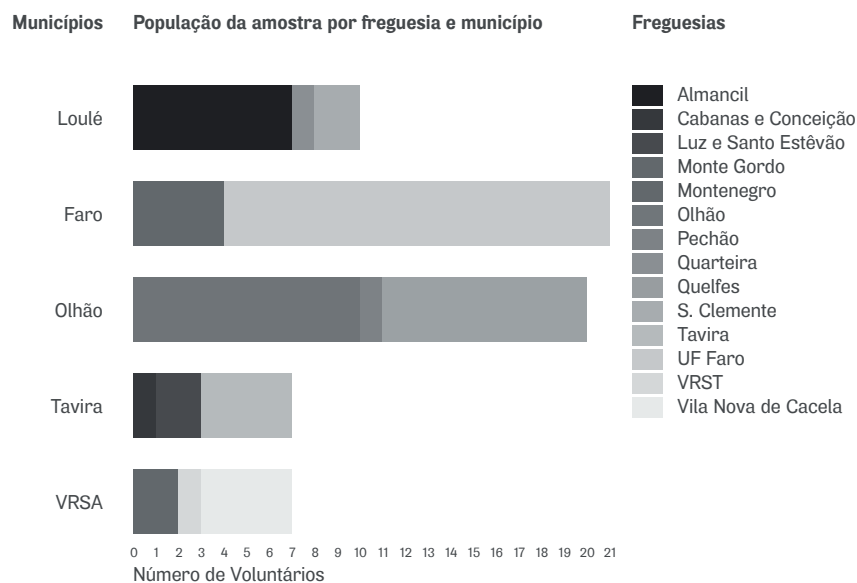
Este é, em traços gerais, o perfil da população residente nas freguesias abrangidas pelo PNRF.

Já o do grupo operacional que efetuou as amostragens nos sedimentos e desenvolveu os passos iniciais do processo participativo de ciência cidadã apresenta algumas diferenças relativamente aos valores médios do universo amostral.

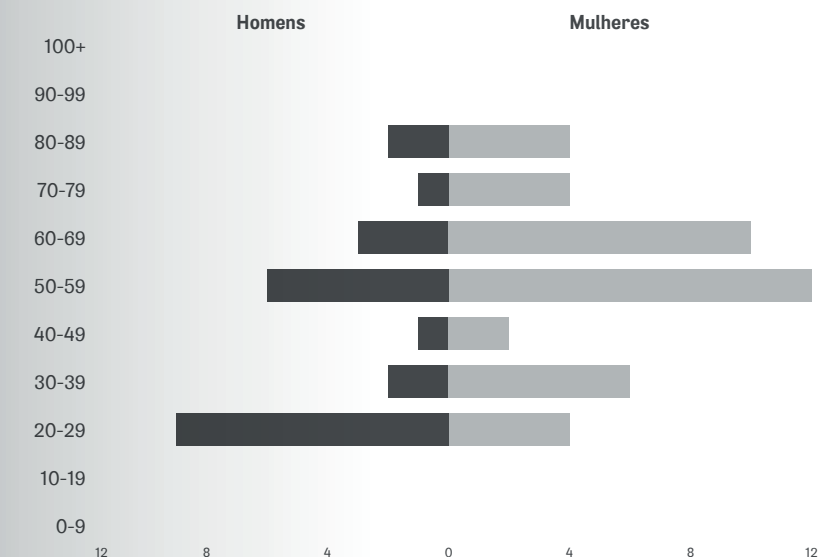


População da amostra e local de residência com origem nas freguesias pretendidas e cinco casos externos, mas com relação aboral direta com a Ria Formosa, tendo por isso sido admitidos.

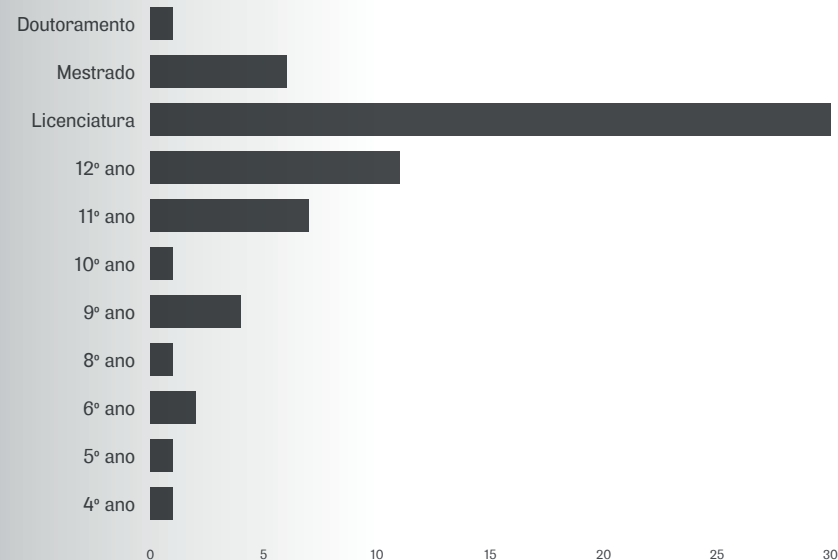
Integraram este grupo dois residentes em freguesias de Loulé sem território no PNRF (São Clemente), mas cujo vivo interesse em participar tornariam a sua recusa em absurdo. Outros participantes vieram do concelho de Vila Real de Stº António (4 de Cacela, 2 de Monte Gordo e 1 da sede do concelho) desequilibrando a proporcionalidade de representação, mas alargando utilmente a cobertura territorial das amostras.



População da amostra e relação com a área de cada freguesia que ocupa no parque – adaptação do universo à área



Escalões etários dos voluntários e género, evidenciando a esmagadora participação do género feminino, e com prevalência global do escalão entre os 40 e 50 anos de idade.



Escolaridade dos voluntários do projeto evidenciando que foram aqueles com maior escolaridade que aderiram ao projeto com mais facilidade.

Em resultado, temos um grupo concentrado nas freguesias mais populosas e que apresenta, relativamente às médias do universo, níveis de escolaridade superior, escalões etários mais elevados, com mais mulheres e com antecedentes residenciais mais recentes. Não correspondendo a uma amostra estratificada do universo da população considerada, não deixa de o representar nem de sugerir adaptações a um futuro processo de mobilização cívica.

Ciência Cidadã

De acordo com a definição do Livro Branco sobre Ciência Cidadã na Europa, Ciência Cidadã é o “envolvimento do público em geral em atividades de investigação científicas nas quais contribui ativamente para a ciência com o seu esforço intelectual, com os seus conhecimentos ou com as suas ferramentas e recursos”. Sendo uma definição entre as muitas que são elencadas pela *European Citizen Science Association* (ECSA) ela oferece uma base para caracterizar funcionalmente a prática desta figura específica de Participação Cívica. Contudo, a variedade dos projetos e o progressivo apuro das exigências éticas e metodológicas dão atualmente da Ciência Cidadã uma imagem muito mais complexa e múltipla.

Em 2015 a ECSA elencou 10 princípios caracterizadores da Ciência Cidadã: nela o envolvimento ativo dos cidadãos gera conhecimentos novos e melhor compreensão deles; produz genuínos resultados científicos; ambos, cientistas e cidadãos, beneficiam da sua participação conjunta nos projetos; a participação de não-cientistas pode ocorrer em qualquer etapa do processo científico; os cidadãos recebem retro informação do projeto; os riscos que afetam o valor dos dados e resultados obtidos não são superiores ou mais graves dos que ocorrem nos outros

processos científicos; dados e resultados são publicamente franqueados; toda a participação é reconhecida publicamente; os projetos são avaliados duplamente como ciência e como prática de cidadania participativa e neles é garantida a observação de todas as normas jurídicas e éticas.

Para além desta caracterização, o conhecimento histórico da génese do conceito dá também um contributo útil para esclarecer a sua natureza e importância.

Fortemente marcada pelas ciências da Natureza, as atividades de cientistas amadores e observadores da Natureza podem ser consideradas precursoras da Ciência Cidadã no espírito do iluminismo moderno do séc. XVIII. Outras atividades de inquérito com o objetivo de informar investigadores, contribuir para a “estadística” ou apenas colecionar curiosidades mobilizaram também não-cientistas em vista ao apuramento de informações eventualmente aproveitáveis para o conhecimento científico.

A necessidade da recolha de dados sobre territórios vastos num período de tempo determinado, segundo a matriz dos censos, ajudou a generalizar formas de Ciência Cidadã a vários campos disciplinares e sob critérios cada vez mais rigorosos de validação. Os “Inquéritos” novecentistas foram multidisciplinares e recorreram a informantes voluntários, não-cientistas, convenientemente industriados por “guias de observação” e protocolos de registo.

A crescente complexidade dos objetos científicos e do volume de dados a operar, bem como o reconhecimento crescente da importância das redes colaborativas, levaram a aplicar cada vez mais o trabalho de não-cientistas à produção de ciência e a reconhecê-lo no seu duplo valor face ao progresso do conhecimento científico e ao da literacia científica pública, com reflexos esperados sobre a qualidade da cidadania e da

governança nos dias de hoje.

Os projetos de Ciência Cidadã exigem hoje o cumprimento de protocolos exigentes, alargaram o seu âmbito de operação a todas as etapas do processo de investigação e obrigam-se à observância de princípios éticos rigorosos.

Apesar de metodologicamente os projetos em Ciência Cidadã variarem acentuadamente, enquanto processos conduzidos em colaboração com não-cientistas, eles confrontam-se com imperativos comuns refletidos em várias listas de recomendações para “boas práticas”. Valores como os de clareza de propósito, intenção de impacto, empenho e responsabilidade, transparência, inclusão e acessibilidade, integridade, respeito pela privacidade, dever de informação, garantia de recursos e avaliação devem ser assegurados.

Assim, a determinação dos participantes deve ser inclusiva e a sua colaboração claramente consentida e informada. As tarefas devem ser desenhadas em adequação ao nível a que se dá a participação, conforme seja o levantamento de dados, a recolha de amostras ou a cocriação de resultados científicos. As instruções e o treino para as operações a desenvolver devem ser cuidadosas, para assegurar não só o valor dos resultados como a qualidade da experiência científica dos participantes. O trabalho deve permitir o controlo rigoroso da qualidade dos procedimentos de modo a validar o maior número possível de resultados. Estes devem poder ser partilhados e ponderados em colaboração. A experiência deve poder ser avaliada enquanto Produção de Ciência e enquanto Participação Cívica, deve permitir avaliar o efeito transformativo que produziu bem como outras consequências divisíveis e dar origem a propostas de continuidade ou ao debate sobre a sua sequenciação.

De acordo com o Guia da OCDE para Processos de Participação

Cívica, 10 etapas devem ser consideradas no desenho de cada projeto. Para o “CRIA-carbono da ria” elas foram adaptadas ao seu perfil específico enquanto projeto de Ciência Cidadã, à escala da sua envergadura e ao seu contexto.

A primeira etapa corresponde à definição do problema. Neste caso, ele estava pré-definido e não foi, naturalmente, objeto de participação, embora na etapa 9, de “Avaliação”, esteja prevista a sua reconsideração. Neste Projeto revestiu-se em problema duplo: o de conhecimento e medição do carbono retido em sedimentos das zonas vegetadas da Ria, e o do reconhecimento institucional e individual da importância da participação pública para a sustentabilidade da gestão da Área Protegida. Ambas as dimensões do problema se entrelaçam no objetivo de promover uma cultura de participação e de ciência entre as populações residentes no PNRF.

Ao contrário do que se passa em Áreas Protegidas menos antropizadas e mais representadas sob a influência do naturalismo romântico e transcendentalista, a presença de comunidades humanas e a inscrição nelas do seu diálogo com a Natureza levou a que a gestão dessas áreas integrasse as próprias atividades económicas na ecologia do seu território e nas políticas da sua conservação. Para mais, as mesmas populações que aí residiam desempenhavam papéis de equilíbrio e proteção dos valores ambientais que habitavam, constituindo-se assim como parceiras e beneficiárias diretas da própria gestão, numa posição de entidade participante e garante da sustentabilidade em todas as suas dimensões. É neste sentido também que este Projeto integra sustentabilidade ambiental, social, económica e de governança, com a capacitação informativa e científica da cidadania na definição do seu problema e objetivo.

Na segunda etapa pretende-se tornar claras as ambições viáveis do Projeto. Para além da dimensão educativa, tanto no campo do ciclo do carbono como no da biologia e geologia da Ria, espera-se verificar a instalação nos participantes de um interesse sobre estes aspetos de modo a que enriqueçam as suas representações do território e mudem a sua relação pessoal com ele. Espera-se também a motivação para difundir essa mudança.

Por outro lado, procura-se criar uma disposição para o relacionamento construtivo, desafiante e estimulante com os serviços do PNRF e com as restantes entidades intervenientes no seu território.

Ambas as ambições implicam a etapa 6, dedicada à estratégia de comunicação; a 9, de avaliação e preparação de continuidade, e a 10, para promoção de cultura participativa permanente e instalada institucionalmente.

Na terceira etapa é efetuada a determinação dos participantes. Este é um aspeto da maior importância e que obriga a operar escolhas de partida que se refletirão extensamente sobre todo o planeamento e sobre o significado dos resultados. Tal como vimos acima, a primeira escolha implica a distinção entre população representativa e população relevante e, em consequência, a consideração de universos diferentes e operações diferentes de seleção e de métodos de abordagem.

Excluindo-se trabalhar sobre a totalidade do universo, a extração de uma amostra representativa da população fez-se numa base territorial, pelo estatuto de residência e segundo caracterizadores sociológicos aplicáveis a todos os indivíduos. Tratando-se de população relevante, haveria que efetuar previamente os levantamentos e os procedimentos de análise qualitativa que permitam identificar as entidades interessadas (*stakeholders*), individuais ou não, cuja ação no território seja determinante e possa ser comparada e ordenada estruturalmente.

Uma composição de ambas será útil e deverá ser desenvolvida em etapas posteriores, mas para já, conta-se desde o início deste Projeto com o facto de todos os participantes serem entidades individuais com interesses distintos e integrações organizacionais e comunitárias diferentes. Apesar de implicar algum arbítrio, e para operacionalizar os procedimentos de constituição do grupo operacional, assumiu-se como “participante” neste Projeto qualquer residente nas freguesias abrangidas, no seu todo ou em parte, pelo território do PNRF e que responderam espontaneamente à “open call” para participar. Deste modo constituem um grupo diverso que, não sendo uma amostra estatisticamente representativa da população, pode ser comparado com o perfil geral do universo.

A quarta etapa está também pré-determinada no projeto e consiste da escolha do método de participação cidadã, o qual é no nosso caso o de “Ciência Cidadã”.

A quinta etapa assenta na escolha das ferramentas digitais que assegurem a partilha de informação e dos dados obtidos, não apenas entre o grupo participante e a coordenação, mas também com as comunidades residentes e *stakeholders*.

A sexta etapa destina-se à organização da estratégia de comunicação do projeto ao longo de todo o processo, desde a determinação do problema de partida e do objetivo, até à divulgação da progressão do seu plano de execução e ao acompanhamento da sua continuidade e ressonância (*follow up*).

A sétima etapa compreende a determinação do plano e calendário do projeto, os recursos necessários à sua execução, o quadro de parcerias envolvidas e a estratégia para assegurar o princípio de inclusão e integração, bem como as acessibilidades de todo o tipo aos participantes

e ainda estimular a interação colaborativa. Estes objetivos estão pré-determinados pela própria existência do Projeto.

A oitava etapa visa assegurar o reconhecimento e a gratificação de todas as participações e avaliar a satisfação dos participantes com a experiência e com as perspectivas futuras dela. Desde a autoria comum até à documentação da participação, passando por inquérito e recolha de testemunhos, a atribuição de um prémio e de diplomas, esta etapa remata o processo iniciado na terceira etapa e abre para a expansão, replicação e difusão da experiência, ou seja, o alargamento da sua ressonância a partir da motivação gerada entre os participantes.

A nona etapa tem por objetivo garantir a avaliação da qualidade do processo e das suas resultantes. Apoiado sobretudo nas instruções dadas durante os workshops e nas amostragens recolhidas em lugares georreferenciados, a qualidade técnica da execução do projeto tem nestes dois procedimentos os focos mais concentrados de avaliação. As fichas individuais dos participantes e a validação das amostras uma a uma, garantem a qualidade do procedimento e dos dados obtidos.

Por outro lado, a evolução do processo de participação cívica estende-se ao longo de todo o projeto e prolonga-se para além dele. Assenta na interação direta com os participantes e nas sessões conjuntas de encerramento do projeto, durante as quais será feito um balanço da experiência participativa e das suas perspectivas futuras.

A décima etapa, consiste em fixar um plano de ações tendo em vista promover que o projeto contribua para instalar entre os participantes, e propagar nas suas comunidades, uma efetiva cultura de participação cívica, permanente e progressivamente institucionalizada, no sentido de se tornar inerente a uma governança eficaz, informada, empenhada e colaborativa, ou seja, sustentável. Esta etapa pressupõe os resultados da

etapa 9 e requiere o lançamento de vias de continuidade do projeto, tanto em “follow up” dos seus “outcomes” como pela criação e articulação em rede com outras iniciativas distintas.

Fixadas as 10 etapas do processo de construção e planeamento do Projeto, passamos à descrição do modo como decorreu a sua execução e das adaptações que decorreram do seu confronto com as respetivas condições e contextos de aplicação.

CRIA(R)

Já gizado como “CRIA - Carbono da Ria”, deu início a fase do projeto que mediu o carbono orgânico nos sedimentos da Ria Formosa, envolvendo ativamente a população residente, enquanto esta adquire também conhecimento na temática do carbono para que possa no futuro apoiar políticas públicas e práticas sustentáveis de gestão costeira e a sua relação com as alterações climáticas. Foi aqui desenvolvido o logotipo do projeto, estímulo visual da ligação ao carbono, e desenhado o conceito base a comunicar.



Logotipo associado ao projeto “CRIA – Carbono da Ria” alusivo à fixação do Dióxido de Carbono livre na atmosfera nos sedimentos, sob a forma de carbono orgânico, evidenciando as cores transparentes e negras do carbono nas duas formas. Neste processo o “I” invoca a inovação e intervenção possível enquadrando naquilo que é a “criação” de condições para o desenvolvimento da aplicação desta solução baseada na natureza.

Convocação convidativa

O apelo à participação apoiou-se no lema “Não fiques na lama, conhece-a!” Em vez de evitar ou sofismar o delicado assunto da “lama”, pois que era preciso frequentá-la para executar as atividades de amostragem e ainda inverter o seu significado mais comum de substância repulsiva e perigosa, anteciparam-se as eventuais e compreensíveis retrações e abordou-se a lama de frente. O caminho escolhido para esta operação de comunicação inicial foi o da curiosidade científica como valor positivo. Daí a injunção “conhece-a!”.

Além disso, no horizonte da utilização desta fórmula estavam duas expectativas: Primeiro, a de ver deslocar-se progressivamente o sentido de “lama” para um reconhecimento da complexidade e significados dos sedimentos abrindo a passagem à preferência por esta designação e, segundo, sugerir a exploração criativa dessa conversão de sentido na linha da expressão utilizada por um dos participantes - “Dá lá aí lama!” - ou reparando na coincidência de em português as palavras “lama” e “alma”, parecendo semanticamente em extremo contrárias, se escreverem com as mesmas letras... Sugere-se assim que o conhecimento da lama prometerá talvez a revelação de uma alma - a daqueles lugares na sua identidade, como territórios de pertença e de dever de envolvimento participativo. A comunicação desenhou-se na base deste conceito inicial e orientador de todo o restante processo.

A sua implementação beneficiou do apoio da imprensa local e para esse apoio muito contou o prestígio associado à chancela da Fundação Calouste Gulbenkian.

O interesse suscitado pela criação de um prémio a atribuir por sorteio entre os participantes no final do projeto veio avivar a atenção dos destinatários que, na sua maioria, foram sendo alcançados sobretudo

por via das redes de interação e comunicação direta centradas nas instituições parceiras, mais do que pelos “mídia” e redes sociais.



Workshops realizados em (de cima para baixo): UF de Luz de Tavira e Sto. Estevão (com a presença de Dora Rebelo, investigadora do CRIA - Centro em Rede de Investigação em Antropologia - membro da equipa de avaliação externa da Gulbenkian); RTA - Região de Turismo do Algarve; idem; Biblioteca Municipal Mariano Gago, Olhão (sessão de encerramento).

Criar cientistas

Após a fase de convocação de “cientistas por um dia”, foram realizadas as sessões formativas com os agora voluntários. As sessões foram inicialmente marcadas para sete locais diferentes nas freguesias da Ria Formosa, distribuídas em oito sessões de acordo com o número de população a que se pretendia fazer chegar a formação. Decorreram duas sessões em Faro (União de freguesias: Biblioteca Municipal António Ramos Rosa e Região de Turismo do Algarve), uma na freguesia do Montenegro (Centro Náutico da Praia de Faro) duas em Olhão (Biblioteca Municipal Mariano Gago), uma em Tavira (Biblioteca Municipal Álvaro de Campos), uma em Almancil (Pavilhão Multiusos 25 de Abril) e uma em Cacela-Velha (Casa do pároco). Significa que das 12 freguesias em estudo não foram realizadas sessões formativas em cinco: (Luz de Tavira, Fuseta, Quelfes, Pechão, Cabanas de Tavira).

O envolvimento direto dos municípios na Comissão de Co-gestão do PNRF facilitou o agendamento destas sessões que decorreram todas em instalações municipais devidamente equipadas para a formação. Também esteve a cargo da Comissão de Co-gestão a divulgação das sessões de formação. Posteriormente foram agendadas duas sessões extra, uma na freguesia de Luz de Tavira (instalações da junta de freguesia) e outra na Ilha da Culatra (facilitada pela Associação de Moradores da Ilha da Culatra, decorreu nas instalações da Junta de Freguesia de Sé e São Pedro).

As sessões de formação foram desenhadas para atingir objetivos mistos. Se, por um lado, os voluntários precisavam ser meticulosamente instruídos sobre a metodologia de recolha de amostras de sedimento, por outro, era necessário esclarecer sobre um conjunto de aspetos dos serviços dos ecossistemas da Ria Formosa, entre eles, necessariamente,



Sessão extra na Ilha da Culatra (instalações da UF de Faro) com a participação especial do grupo das “Mulheres na Ria”, um projeto da Sciaena com a AMIC apoiado pela mesma iniciativa da Gulbenkian que apoiou também o CRIA. Uma sessão alegre e um exemplo de sinergia, amizade e colaboração entre ONG's.

o sequestro de carbono. Acima de tudo era necessário estabelecer, de forma definitiva, a ligação entre a lama e a lógica de funcionamento de todo o ecossistema.

Assim, as sessões consubstanciaram-se em dois momentos principais: um onde as partes que anteriormente aqui se abordaram – Ria Formosa, ciclo de carbono e ecossistemas costeiros vegetados – são apresentadas e explicadas com detalhe; um segundo momento onde é explicado como se executa a tarefa de recolher amostras, com todos os detalhes e complexidade.



A recolha e tratamento de amostras foi efetuada segundo o “Protocolo para Avaliar a Quantidade de Carbono Azul em Sedimento Marinho e Costeiro” desenvolvido e gentilmente cedido pelo CCMar (versão de abril de 2023) que pode ser dividido pela componente de trabalho de campo e de laboratório.

Apenas as atividades de campo para a recolha de amostras de sedimentos foram desempenhadas por equipas de cidadãos voluntários. O trabalho de laboratório para análise, processamento de amostras e tratamento de dados foi já realizado por pessoal habilitado para o efeito, com formação superior e experiência neste âmbito.

A cada voluntário, na sessão de formação, foi atribuído um kit com o material necessário para a recolha de amostras, a decorrer durante a maré vazia. Este é um fator fundamental, pois apenas nesta fase se consegue alcançar alguns dos ecossistemas de que se pretende recolher amostras, especialmente as pradarias marinhas. Durante a formação houve uma elucidação sobre as marés e a forma de consultar uma tabela de marés, neste caso as disponibilizadas pelo Instituto Hidrográfico, para decidir qual a melhor hora para “ir à maré”, regionalismo tão comum entre as gentes da borda d’água da Ria Formosa. Além do horário, foi explicado o conceito de “altura de maré”, fatores mais relevantes na tomada de decisão do agendamento das recolhas.

Os kits de amostragem distribuídos pelos voluntários continham, em um único saco: 1 seringa com êmbolo adaptada (fundo removido), 2 sacos tipo “zip-lock” pré-etiquetados, 1 marcador à prova de água, 2 pares de luvas de nitrilo, 1 saco “CRIA” com uma pequena toalha de microfibra reciclada a partir de PET de embalagens. Além do material fornecido foi explicado aos participantes qual o material pessoal que deveriam prever por si, abordando-se a roupa e calçado mais adequados

para as colheitas, proteção solar, alimentos e água e telemóvel com georreferenciação. Sobre este último fez também parte da preparação a explicação relativamente às funcionalidades de localização disponíveis nos telemóveis e aplicações gratuitas disponíveis para esse efeito. Incluiu-se ainda 1 ficha metodológica, 1 ficha de identificação pessoal e mini-inquérito, 1 ficha de campo e uma tabela de marés para o período de recolha de amostras.



Na ficha de identificação incluiu-se um breve inquérito tendo em vista compreender a afinidade dos voluntários com a Ria Formosa.

Protocolo para recolha de amostras para avaliar a quantidade de Carbono Azul em sedimento marinho e costeiro¹

1. Objetivos

O objetivo deste protocolo é o de recolher amostras de sedimento que permitam calcular a quantidade de carbono orgânico contido no sedimento superficial de habitats marinhos e costeiros calculando 3 propriedades do sedimento:

- 1) a percentagem de matéria orgânica no sedimento, MO;
- 2) a percentagem de carbono existente na matéria orgânica, CORG;
- 3) a densidade do sedimento, DS.

2. Trabalho de Campo

2.1 Material

Tabelas de maré para o local de amostragem

1 Folhas de registo de campo

1 Este protocolo de amostragem

1 GPS ou telemóvel

2 amostrador de sedimento (seringa de 50 mL cortada na base) 2 Saco de plástico com fecho tipo zip-lock

1 Marcador permanente

1 Saco CRIA com toalha de microfibra

2 pares de luvas

1 saco para documentos e descartáveis

¹ Protocolo desenvolvido pelo Centro de Ciências do Mar do Algarve

1

2.2 Metodologia

1. Escolher o momento do dia para realizar o trabalho de campo, quando a maré estiver vazia, de forma a ter um melhor acesso ao local de amostragem. Para saber qual a melhor altura, terá de consultar a tabela de maré fornecida para o local de amostragem.

2. Quando chegar ao campo, a primeira tarefa é escolher um habitat para amostrar. Para poder comparar a diferença entre o carbono azul de um habitat com vegetação e de um habitat sem vegetação, recomendamos que escolha uma zona de sapal ou de ervas marinhas e outra zona perto dessa, com sedimento livre de vegetação.

3. Preparar a folha de registo de campo. Comece por registar o dia e hora e identificar ou descrever a vegetação existente. Registe também as coordenadas do local onde foram feitas as amostras. Pode ver as coordenadas num GPS de mão ou mesmo de um telemóvel, numa aplicação como o Google Maps. Anotar na folha de registo de campo todas as informações relativas ao habitat, espécies identificadas, códigos das amostras, coordenadas dos locais de amostragem, e demais notas sobre o local e amostragem. Pode também documentar todo o processo com fotografias a partir do teu telemóvel ou mesmo com vídeos.

4. Identificar cada amostra com o código “nºtelemóvel A” e “nº telemóvel B”, ou seja, cada saco deve ter escrito com o marcador permanente o código: 9xx xxx xxx A ou 9xx xxx xxx B.

5. Retirar o êmbolo da seringa e enterrar a seringa até que esta esteja quase completamente enterrada e à face do sedimento. Tomar atenção para que não fique água dentro da seringa. Coloque novamente o êmbolo, mas sem o empurrar muito - só o suficiente para tapar o buraco da seringa.

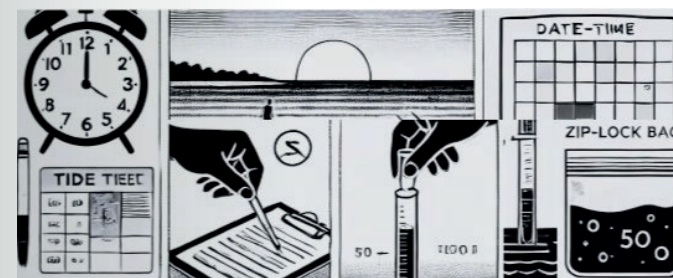
6. Puxar a seringa para fora do sedimento, com cuidado para que o sedimento não caia.

7. Empurrar o sedimento para fora da seringa, até ter 50 mL dentro da mesma. Confirmar que a amostra tem 50 mL. Se não tiver, repita o processo. Se sim, use o êmbolo para empurrar o sedimento para o saco zip-lock. Repita a recolha de sedimento 4 vezes, até ter um total de 5 seringas de sedimento dentro do saco.

8. Transporte as amostras para o laboratório ou local combinado com o formador. Enviar as fotos por whatsapp (ficam associadas ao nº de telefone) ou por email indicando no assunto CRIA – nº telefone.

Após o envio irá receber a informação sobre as sessões de apresentação do guia o diploma de voluntariado que lhe serão ambos entregues. Se não poder comparecer pode levantar depois.

A LAMA VAI SER ESTUDADA! OBRIGADO CIENTISTA!



2



FICHA DE CARACTERIZAÇÃO

Idade	Sexo
Escolaridade	
Profissão	
Nacionalidade	

DADOS CONTACTO

Nome	
Morada	
Freguesia	
Telefone	email

Os dados de contacto destinam-se ao envio de informação sobre a ação incluindo o convite para estar nas sessões de entrega do guia e diploma. Os dados recolhidos serão usados exclusivamente para tratamento estatístico segundo o RGPD e não serão divulgados por nenhum meio.

INQUÉRITO

Qual o seu lugar favorito da Ria Formosa?

Que atividades pratica na Ria Formosa?

Considera-se morador/a na Ria Formosa? Sim/Não, Porquê?

Declaro que tomei conhecimento dos objetivos e condições de participação no estudo "CRIA - Carbono da Ria". Autorizo que a minha fotografia seja utilizada na publicação "Guia do Carbono da Ria" e cedo os respetivos direitos para essa utilização à BlueZ C Institute. Autorizo que o meu primeiro e último nome constem na identificação dos cidadãos-cientistas participantes no estudo "CRIA - Carbono da Ria".

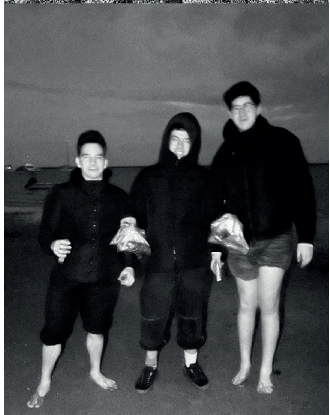
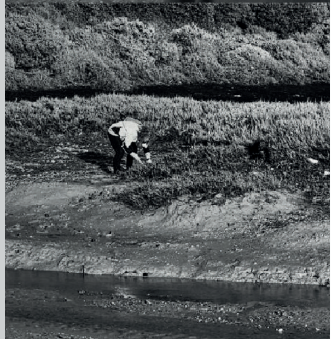
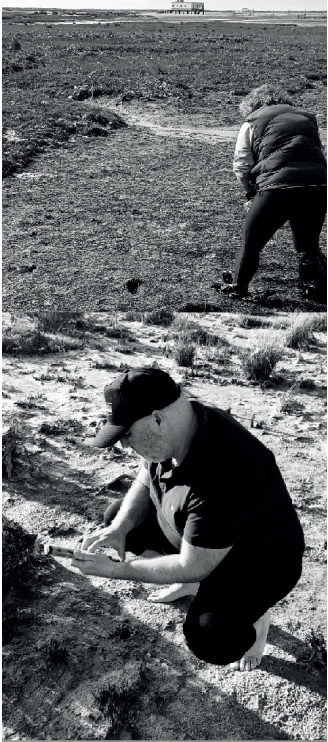
Data: ____/____/2025

Assinatura



DIA			MARES								ANOTAÇÕES
			1ª MARÉ		2ª MARÉ		3ª MARÉ		4ª MARÉ		
1 Sáb		▲ 7:33 ▼ 17:56	4:21	3,6 m ▲	10:20	0,4 m ▼	16:45	3,3 m ▲	22:32	0,6 m ▼	
2 Dom		▲ 7:32 ▼ 17:57	5:01	3,5 m ▲	11:02	0,5 m ▼	17:26	3,2 m ▲	23:15	0,7 m ▼	
3 Seg		▲ 7:31 ▼ 17:58	5:44	3,4 m ▲	11:47	0,7 m ▼	18:11	3,1 m ▲			
4 Ter		▲ 7:30 ▼ 17:59	0:04	0,9 m ▼	6:31	3,2 m ▲	12:37	0,9 m ▼	19:01	2,9 m ▲	
5 Qua		▲ 7:29 ▼ 18:00	1:00	1,1 m ▼	7:26	2,9 m ▲	13:37	1,2 m ▼	20:02	2,7 m ▲	
6 Qui		▲ 7:28 ▼ 18:02	2:13	1,3 m ▼	8:37	2,7 m ▲	14:53	1,4 m ▼	21:19	2,6 m ▲	
7 Sex		▲ 7:28 ▼ 18:03	3:43	1,4 m ▼	10:08	2,5 m ▲	16:18	1,5 m ▼	22:49	2,7 m ▲	
8 Sáb		▲ 7:27 ▼ 18:04	5:10	1,3 m ▼	11:38	2,6 m ▲	17:33	1,4 m ▼			
9 Dom		▲ 7:26 ▼ 18:05	0:06	2,9 m ▲	6:19	1,2 m ▼	12:44	2,8 m ▲	18:33	1,2 m ▼	
10 Seg		▲ 7:24 ▼ 18:06	1:03	3,1 m ▲	7:11	1,0 m ▼	13:35	2,9 m ▲	19:20	1,1 m ▼	
11 Ter		▲ 7:23 ▼ 18:07	1:49	3,3 m ▲	7:54	0,9 m ▼	14:16	3,1 m ▲	20:00	0,9 m ▼	
12 Qua		▲ 7:22 ▼ 18:08	2:30	3,4 m ▲	8:30	0,8 m ▼	14:53	3,2 m ▲	20:35	0,8 m ▼	
13 Qui		▲ 7:21 ▼ 18:09	3:06	3,5 m ▲	9:03	0,7 m ▼	15:28	3,2 m ▲	21:07	0,8 m ▼	
14 Sex		▲ 7:20 ▼ 18:10	3:41	3,5 m ▲	9:34	0,7 m ▼	16:00	3,2 m ▲	21:39	0,8 m ▼	
15 Sáb		▲ 7:19 ▼ 18:11	4:13	3,4 m ▲	10:04	0,7 m ▼	16:32	3,2 m ▲	22:11	0,8 m ▼	
16 Dom		▲ 7:18 ▼ 18:12	4:45	3,3 m ▲	10:34	0,8 m ▼	17:02	3,1 m ▲	22:43	0,9 m ▼	
17 Seg		▲ 7:17 ▼ 18:13	5:16	3,1 m ▲	11:05	1,0 m ▼	17:33	2,9 m ▲	23:17	1,0 m ▼	
18 Ter		▲ 7:15 ▼ 18:14	5:47	2,9 m ▲	11:38	1,1 m ▼	18:05	2,8 m ▲	23:54	1,2 m ▼	
19 Qua		▲ 7:14 ▼ 18:15	6:20	2,7 m ▲	12:16	1,3 m ▼	18:41	2,6 m ▲			
20 Qui		▲ 7:13 ▼ 18:16	0:38	1,4 m ▼	7:01	2,5 m ▲	13:03	1,5 m ▼	19:28	2,4 m ▲	
21 Sex		▲ 7:12 ▼ 18:17	1:39	1,6 m ▼	8:00	2,3 m ▲	14:12	1,7 m ▼	20:40	2,3 m ▲	
22 Sáb		▲ 7:10 ▼ 18:18	3:08	1,7 m ▼	9:38	2,2 m ▲	15:44	1,7 m ▼	22:24	2,4 m ▲	
23 Dom		▲ 7:09 ▼ 18:19	4:40	1,6 m ▼	11:19	2,3 m ▲	17:04	1,6 m ▼	23:46	2,6 m ▲	
24 Seg		▲ 7:08 ▼ 18:20	5:46	1,4 m ▼	12:23	2,6 m ▲	18:03	1,3 m ▼			
25 Ter		▲ 7:07 ▼ 18:21	0:40	2,9 m ▲	6:36	1,1 m ▼	13:09	2,9 m ▲	18:50	1,1 m ▼	
26 Qua		▲ 7:05 ▼ 18:22	1:24	3,2 m ▲	7:20	0,8 m ▼	13:49	3,1 m ▲	19:32	0,8 m ▼	
27 Qui		▲ 7:04 ▼ 18:23	2:03	3,4 m ▲	8:00	0,6 m ▼	14:27	3,3 m ▲	20:12	0,6 m ▼	
28 Sex		▲ 7:03 ▼ 18:24	2:42	3,6 m ▲	8:39	0,4 m ▼	15:05	3,5 m ▲	20:52	0,4 m ▼	

Tábua (ou tabela) de marés, neste caso para o mês de fevereiro de 2025. Aos participantes foi entregue uma tabela com as datas que interessavam, após a data da formação inicial. Fonte: <https://tabuademarkers.com>



Cientistas em ação

De ferramentas em punho, a cada cidadão foi dada a liberdade de se deslocar a um dos seus locais de eleição dentro dos limites da Ria Formosa, aquele a que mentalmente lhes ocorreu quando foram informados das características e valias das zonas vegetadas. Ou talvez tenham ido a outro lugar que não esse que guardam com apreço, não o querendo perturbar. Também ficamos a saber isso, para onde vão os habitantes da Ria Formosa afinal, quando ficaram a saber que estar na lama é uma preciosidade.

A tarefa, descrita em detalhe no protocolo anterior, levou cada um, livre e individualmente, a extrair cinco cilindros de sedimento de 50 ml cada em duas zonas distintas: com e sem vegetação. Neste caso, dados os tubos utilizados, correspondeu a uma altura de sedimento de 7 cm. Este foi um passo muito crítico dada a sua elevada complexidade. As amostras, identificadas e georreferenciadas, foram então levadas pelos cientistas até um dos pontos intermédios de recolha, armazenadas e transportadas em frio até ao laboratório.



Nome do Cientista:	
Data de amostragem:	__/__/2025 Hora: __h__m
Coordenadas geográficas:	Latitude: Longitude:
Nome do Local:	
Descrição do Local A	☐ Plantas de <i>Sapal</i> ☐ Ervas Marinhas ☐ Culturas (<i>ameijoas, ostras, etc</i>) ☐ Zona de Embarcações ☐ Sem vegetação ☐ Outra:
Descrição do Local B	☐ Plantas de <i>Sapal</i> ☐ Ervas Marinhas ☐ Culturas (<i>ameijoas, ostras, etc</i>) ☐ Zona de Embarcações ☐ Sem vegetação ☐ Outra:
Código das amostras:	9 _____ A 9 _____ B

Para a realização do trabalho laboratorial, foi inicialmente reunido o material necessário, nomeadamente: folhas de registo, luvas descartáveis, marcador permanente, recipientes de alumínio (um de maiores dimensões e outro mais pequeno, ambos descartáveis), uma espátula (ou colher), almofariz de cerâmica, balança de precisão, estufa e forno mufla.

De seguida, procedeu-se à homogeneização da amostra, ainda no interior do saco, utilizando as mãos com luvas e uma espátula, de forma a garantir a uniformidade do sedimento.

O recipiente de alumínio de maiores dimensões foi devidamente identificado com o código da amostra utilizando o marcador permanente. Este recipiente vazio foi pesado, tendo o valor sido registado na folha de dados como P1. Posteriormente, a totalidade da amostra foi transferida para o recipiente, distribuindo-se o material de forma a obter uma camada o mais fina possível no fundo, facilitando o processo de secagem. O recipiente contendo a amostra foi novamente pesado, sendo este valor registado como P2.

A amostra foi então colocada numa estufa, com temperatura controlada a 60 °C, durante um período de 48 horas, com o objetivo de eliminar toda a água presente no sedimento. Após este período, a amostra seca foi pesada novamente, e o valor obtido foi registado como P3.

Procedeu-se, então, à preparação de uma subamostra. Para tal, utilizou-se um recipiente de alumínio de menores dimensões, que foi previamente pesado (P4). Foram separadas aproximadamente 5 gramas da amostra seca, as quais foram trituradas num almofariz de cerâmica até se obter um sedimento com textura uniforme. Esta subamostra foi colocada no recipiente pequeno e pesada, registando-se o valor obtido como P5.

A subamostra foi, posteriormente, preparada para incineração no forno mufla. Devido à previsível destruição da identificação por marcador

durante a exposição a altas temperaturas, os recipientes foram organizados numa grelha (semelhante a um tabuleiro de xadrez), permitindo a associação correta de cada subamostra à respetiva posição. Este esquema de organização foi cuidadosamente registado.

O forno mufla foi programado para atingir 450 °C e mantido nessa temperatura durante 4 horas, com o objetivo de eliminar a matéria orgânica do sedimento, a qual é convertida em dióxido de carbono.

Após o arrefecimento completo do forno até à temperatura ambiente, as subamostras foram rapidamente retiradas e pesadas, minimizando a reabsorção de humidade atmosférica. O valor final de peso foi registado como P6.

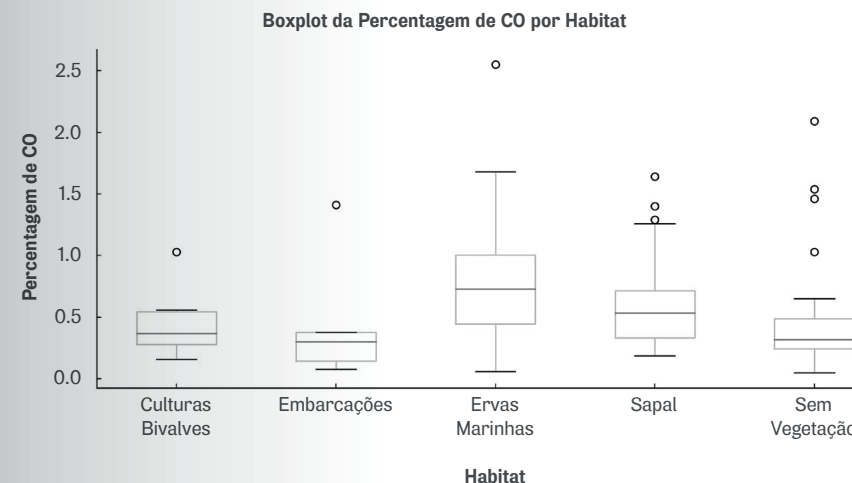
Após o processamento laboratorial das amostras de sedimento, torna-se necessário aplicar uma série de cálculos que permitem quantificar a quantidade de matéria orgânica presente, bem como estimar o teor de carbono orgânico associado. Estes parâmetros são fundamentais para avaliar a qualidade ecológica dos sedimentos e o seu papel como reservatórios de carbono nos ecossistemas costeiros, como sapais e pradarias marinhas.

A metodologia baseia-se em diferenças de peso medidas em várias fases do tratamento laboratorial (amostra húmida, seca e após incineração), permitindo assim determinar, de forma indireta, a quantidade de matéria orgânica presente nas amostras. Posteriormente, com base em dados de referência, é estimada a fração de carbono orgânico contida nessa matéria orgânica. Além disso, é necessário considerar a densidade dos sedimentos, pois a mesma quantidade de carbono pode estar distribuída de forma diferente dependendo da compactação ou granulometria do solo. Por esse motivo, os cálculos incluem também a determinação da densidade do sedimento seco e a conversão dos resultados para unidades normalizadas

de área (g/cm^2 e Mg/ha), facilitando comparações entre diferentes habitats ou estudos. Um guia de cálculo apresenta, de forma organizada e passo a passo, as fórmulas utilizadas para cada cálculo, permitindo a aplicação consistente dos mesmos a todas as amostras analisadas (consultar o apêndice técnico).

O que nos revelaram os sedimentos

A análise dos sedimentos revelou uma clara variação espacial na percentagem de carbono orgânico (CO) entre os diferentes habitats analisados. Os dados obtidos mostram que os habitats vegetados, nomeadamente os sapais e as pradarias de ervas marinhas, acumulam significativamente mais CO nos seus sedimentos do que os habitats desprovidos de vegetação ou com forte influência antropogénica, como as zonas de cultura de bivalves, áreas sem vegetação e regiões associadas ao trânsito de embarcações. Após a exclusão de um valor atípico com uma muito elevada concentração em carbono orgânico (possivelmente associado a poluição), os testes estatísticos aplicados (teste t de Student e teste de Mann-Whitney) confirmaram uma diferença significativa entre estes dois grupos ecológicos.

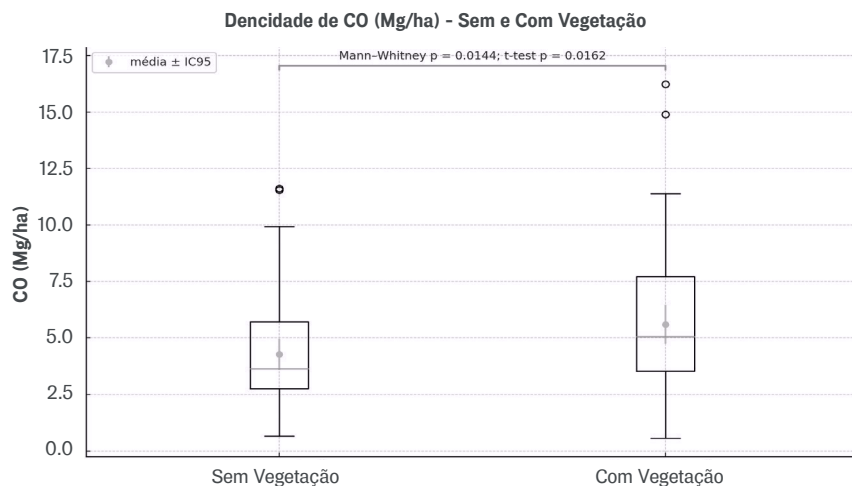


Caixa de bigodes (boxplot) dos resultados obtidos para cada um dos tipos de área amostrada pelos cientistas-cidadãos, evidenciando as diferenças encontradas entre ecossistemas. Um *boxplot* mostra a distribuição dos dados com base na mediana, quartis e valores extremos. A caixa representa os 50% centrais dos dados, os bigodes mostram a variação fora da caixa, e os pontos isolados indicam *outliers*.

Assim, a presença de vegetação parece estar diretamente relacionada com o aumento da deposição e retenção de carbono orgânico no sedimento, um fenómeno consistente com a literatura sobre o papel das plantas costeiras na modulação da dinâmica biogeoquímica dos ecossistemas aquáticos.

O carbono orgânico sedimentar nos habitats vegetados reflete, em grande medida, a elevada produtividade primária destas comunidades e a sua capacidade de reduzir a energia hidrodinâmica local, o que favorece a sedimentação de partículas finas e matéria orgânica. Além disso, a presença de raízes e rizomas cria microambientes anóxicos no sedimento, reduzindo a taxa de degradação do carbono e promovendo o seu sequestro a longo prazo. Em contraste, os habitats sem vegetação ou sujeitos a perturbações físicas, como as

áreas de aquacultura ou navegação, tendem a ter menor estabilização sedimentar e maior taxa de resuspensão e oxidação do CO, resultando numa menor capacidade de retenção de carbono e na libertação de dióxido de carbono para a atmosfera.



Densidade de carbono orgânico (CO, Mg/ha) das amostras sem vegetação e com vegetação recolhidas pelos voluntários na Ria Formosa. O boxplot mostra mediana (linha), Q1–Q3 (caixa), bigodes = $1,5 \times \text{IQR}$ e outliers (pontos); os marcadores sobrepostos indicam média $\pm$ IC95. Observa-se maior CO no grupo com vegetação; a diferença é estatisticamente significativa (Mann–Whitney p = 0,014; t-test de Welch p = 0,016).

O que significam os resultados

Um momento marcante deste projeto ocorreu com a entrega das primeiras amostras para análise. Os participantes fizeram acompanhar esse momento por fotografias e mensagens que deram a imagem clara do impacto positivo que a experiência acabava de ter sobre eles e a esperança na sua disponibilidade para desenvolvimentos futuros.

O número de amostras válidas entregues é muito revelador da compenetração e sentido de responsabilidade que cada um dos voluntários colocou na sua tarefa. Sublinhe-se que os participantes foram realizar as amostragens sem acompanhamento da coordenação do projeto, munidos apenas das instruções que receberam durante os “workshops”. O número de amostras validadas manifesta bem que esse acompanhamento não era necessário e permitiu colocar num plano de grande autonomia de iniciativa o trabalho realizado pelos participantes. Foram poucas as desistências e, num único caso, uma participante manifestou receio pela sua segurança pessoal.

Os resultados obtidos têm implicações ecológicas e climáticas significativas. A maior concentração de carbono orgânico nos sedimentos de habitats vegetados reforça o papel crítico destes sistemas na regulação do ciclo global do carbono. Em particular, sapais e pradarias marinhas atuam como importantes sumidouros de carbono, chamado de “carbono azul”, contribuindo para a mitigação das alterações climáticas através do sequestro a longo prazo de CO em compartimentos sedimentares relativamente estáveis. Por outro lado, os habitats alterados por ação antrópica, além de apresentarem menores níveis de CO, podem transformar-se em fontes líquidas de carbono, agravando o balanço de emissões nos ecossistemas costeiros.

Os resultados sublinham a urgência de preservar e restaurar habitats vegetados como estratégia fundamental de gestão costeira e de política climática, alinhada com os objetivos internacionais de conservação e de descarbonização.

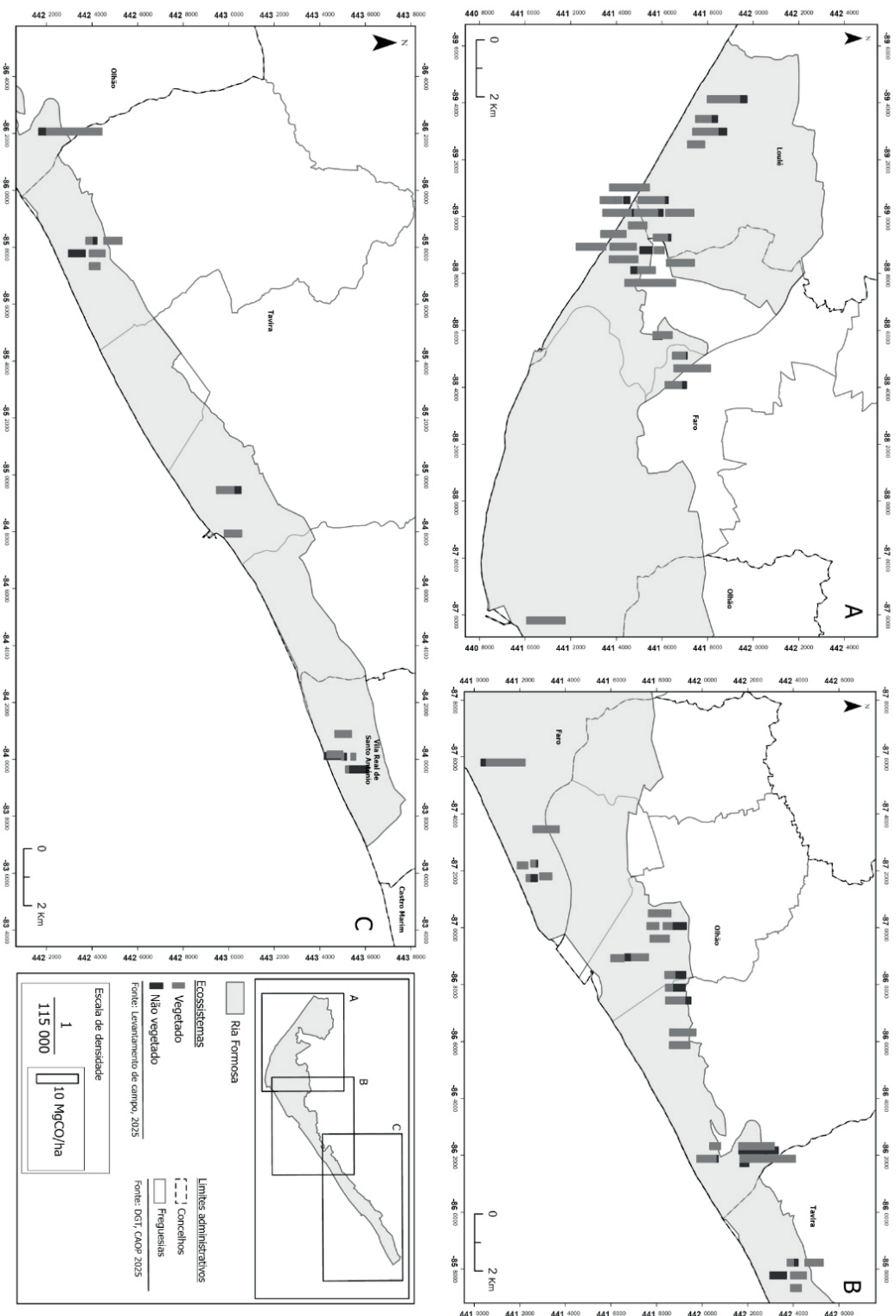
Testemunhos dos Participantes

Na ficha de participação, entre outros elementos, estava previsto um campo para expor a experiência da vivência na Ria Formosa. Nesses textos surgem, com frequência, referências a esta nova via de interesse que o projeto veio inaugurar. Também na interação por mensagem, surgem vários testemunhos que revelam a descoberta territorial e ambiental que o projeto facultou.

“Todas estas extensões palustres foram, tanto quanto sei, lugares repulsivos aos quais recorreram populações marginais ou muito pobres. A lama é talvez a expressão máxima desta repulsa e com este projeto ela é valorizada invertendo-se totalmente o significado tradicional e profundamente inscrito na sensibilidade das pessoas. Esta transformação radical foi claramente operada na assistência durante “os workshops”. À beleza natural da Ria junta-se agora, não só um elemento que lhe parecia adverso, como, também um motivo de interesse que a crise climática colocou no centro das preocupações e das responsabilidades de cada um”.

LUGARES: Quando questionados pelos seus lugares favoritos, os participantes manifestam a sua preferência com destaque para a Ilha da Culatra e a Ilha da Armona, ambas frequentemente referidas pela sua tranquilidade, beleza natural e ligação íntima à Ria Formosa. Cacela Velha surge como outro local de eleição, com várias referências, por vezes acompanhada de Fábrica e Manta Rota, sublinhando o encanto histórico e paisagístico da região. Faro também foi bastante mencionado, incluindo a praia de Faro, a marina, a barrinha, e áreas próximas como o Ludo e Quinta de Marim. Uma resposta de um recém-chegado dizia:

Representação georreferenciada dos resultados obtidos ao longo da Ria Formosa. As colunas representam o teor de carbono orgânico depositado (CO em megagramas por hectare), para ecossistemas vegetados e não vegetados, evidenciando as diferenças



“A Ria da Praia de Faro. Também não conheço muito”, sinalizando o interesse em descobrir mais. A Quinta do Lago aparece frequentemente, isolada ou associada a zonas adjacentes como Ancão, o aeroporto e o Ludo, revelando-se uma área bastante visitada. Já Cabanas e Tavira foram lembradas pela sua beleza típica algarvia, assim como locais mais específicos como Praia do Barril, Quatro-Águas e Torre de Aires. A Fuseta (ou Fuzeta) também teve lugar nas respostas, com menções ao Moinho de Maré e à Ria, reforçando o fascínio pelos canais e espelhos de água. Alguns participantes mostraram curiosidade ou indecisão, com comentários como “ainda estou a descobrir” ou “difícil escolher um”, o que demonstra a diversidade e riqueza desta região algarvia.

PRÁTICAS: Quanto às atividades realizadas pelos participantes na zona da Ria Formosa elas refletem uma forte ligação à natureza, à tranquilidade e ao ritmo das marés. A caminhada, em diferentes formas — sozinha, em família, com crianças, ou associada ao passeio e contemplação da paisagem — destaca-se como uma das práticas mais comuns. Muitas pessoas também a associam ao lazer, à observação da natureza, ao birdwatching e até à escrita criativa, sublinhando uma experiência sensorial e introspetiva com o lugar.

A praia é outra atividade amplamente mencionada, seja para descanso, natação, desporto, snorkelling ou simplesmente contemplação. Está presente em quase todas as respostas, direta ou indiretamente, mostrando-se como um espaço multifuncional: lazer, contacto com a natureza, e até rotina de bem-estar, com pessoas a referirem que tomam banho no mar todos os dias, independentemente da estação.

Outras práticas incluem pesca, tanto profissional (mariscadores, aquacultura, viveiristas) quanto lúdica, e atividades náuticas leves, como caiaque, canoagem, paddle e remo. Também há quem associe a sua

presença na Ria Formosa a outro tipo de trabalhos como a conservação ambiental, a recolha de lixo, a gestão de apoios de praia ou educação ambiental com crianças.

Foram registadas também algumas atividades pontuais, como fotografia, andar de bicicleta, correr, jogar futebol, ou até apanhar conchas. Um número menor de pessoas mencionou desportos de grupo como voleibol de praia, além de outras experiências como a vela.

Interessante é a reflexão sobre o que já não se faz: uma pessoa menciona que, há décadas, fazia praia também do lado da ria, mas que hoje isso não é mais possível devido à intensiva travessia de barcos, sugerindo uma transformação do espaço que reduziu o uso recreativo direto da ria em certas áreas. Outras indicam que não praticam nenhuma atividade na Ria Formosa, apesar de valorizarem o ambiente. Curiosamente nenhuma mencionou a navegação, uma possível ilustração dos equívocos alojados na retórica do Portugal marítimo.

A ligação por via profissional ou cultural é também manifestada por aqueles que trabalham na Ria em atividades como mariscagem, turismo, educação ambiental ou desenvolvem atividades criativas associadas ao lugar. Mesmo quando o trabalho principal é em terra, a ligação emocional e funcional à Ria permanece: “é onde eu sou eu própria”.

IDENTIFICAÇÕES: A maioria dos participantes sente-se, naturalmente, um morador da Ria. A esta questão associou-se um “porquê?” Com base nas respostas apresentadas, é possível identificar um forte sentido de pertença à Ria Formosa, sustentado por diferentes dimensões afetivas, geográficas e de vivência quotidiana.

A maioria identifica-se como moradora por viver nas proximidades da Ria, seja desde sempre (“vivo aqui desde que nasci”), seja por ter crescido perto dela ou por estar a menos de um quilómetro. Mesmo quem não vive

exatamente dentro da área do limite da Ria, mas numa das suas freguesias, reconhece a sua presença constante no quotidiano — por exemplo, observar a paisagem da janela ou ouvir as aves marinhas ao acordar.

Muitos consideram-se moradores pelo uso regular da Ria Formosa para lazer, contemplação, praia, passeios, observação da natureza ou desporto. Há uma apropriação afetiva e funcional do espaço, traduzida em frases como: “porque usufruo dela”, “cresci com passeios em família pela zona da Ria”, ou “faço parte, tento usufruir e cuidar deste lugar”.

Vários participantes associam a Ria a um sentido de identidade, dizendo que ela “faz parte daquilo que sou”, “faz parte do meu lar” ou “é como se fosse a minha casa”. A Ria é descrita como algo que moldou experiências de vida, desde a infância até à idade adulta, criando laços que vão para além da morada física.

RESPONSABILIDADE: Este conjunto de respostas revela por parte dos voluntários uma valorização profunda da paisagem natural, das práticas sustentáveis e da vivência tranquila, num equilíbrio entre o usufruto e o respeito pelo lugar. Talvez por isso tenham sido tão espontaneamente voluntários?

Há também um grupo significativo que vê a sua condição de morador como responsabilidade ecológica. Falam da necessidade de proteger a Ria, os seus ecossistemas, e de agir localmente para garantir o futuro do território. Frases como “todos devemos zelar pela sua proteção” ou “é urgente preservar os seus ecossistemas” refletem um compromisso ético com o lugar e, desesperadamente, uma perceção de que não estamos num caminho seguro. Há uma diferença entre estes que aqui estão e os que chegam cá todos os anos por uma temporada?

E depois de terem ido à lama, bem-sucedidos no seu propósito de colaborarem com a ciência, foram claros na manifestação da realização

peçoal que a concretização da árdua tarefa lhes trouxe. Foram claros na apresentação das dificuldades: “choveu muito”, “fica escuro depressa ao fim do dia, tem de ser noutra maré”, “a seringa estragou-se”, “fiquei todo molhado”, “enterrei-me até aos joelhos”. Mas, transversalmente, um “valeu a pena!”. Receberam-se dezenas de fotografias e mensagens e até de capturas de ecrã das publicações nas redes sociais que alguns voluntários fizeram durante a atividade. Muitos responderam ao desafio de tirar uma “selfie”.

“Olá, muito bom dia! Tenho muitas fotos, vou enviar, foi uma experiência engraçada. As amostras vão ser levadas hoje para o ponto de recolha. Agradeço pela Experiência.”

“Boa tarde! Vou recolher amostras de sedimentos (e tirar fotografias) amanhã de manhã (quinta-feira) às Quatro-águas. Deixarei na biblioteca amanhã de manhã também. Obrigada!”

“Boa noite! Estou preocupada pelo incumprimento do calendário do projeto Cria Carbono da Ria. Durante a semana não consegui, primeiro pelo horário da maré, depois pela instabilidade do tempo e terceiro adoeci. Estou a programar-me para amanhã (10h) mas há previsão de chuva. Que faço? Há prorrogação de prazo? Obrigada.”

O Futuro do CRIA e da Ciência Cidadã

O CRIA nasceu como Projeto de Ciência Cidadã Inclusiva em parceria com a Comissão de Cogestão do Parque Natural da Ria Formosa (PNRF) com o objetivo de efetuar metodicamente a medição do nível de retenção de Carbono Orgânico (CO) nos sedimentos do sapal da Ria Formosa (RF) tendo em vista a sua avaliação como serviço do ecossistema e a mobilização participativa da população residente para a sua implicação ativa no conhecimento e no cuidado dos valores ambientais da Ria Formosa.

Esses seus dois objetivos foram claramente alcançados e deixam agora uma intenção para o futuro, a de não deixar sem consequência ou continuidade ambos os objetivos iniciais alcançados. Isto deverá acontecer na forma de um novo projeto a propor na sequência da avaliação deste e das lições a retirar da sua experiência.

Ao longo da sua realização o projeto defrontou-se com obstáculos que obrigaram a adaptações e deixaram recomendações para futuros desenvolvimentos num quadro de maior envergadura e ambição que possa dar respostas às expectativas que gerou nos meios sociais que desafiou à participação.

Este futuro projeto deverá mobilizar um maior número de participantes e ter o objetivo de realizar um maior número de amostras, numa extensão territorial mais vasta, mais distribuída e mais regularmente repetida tendo em vista instalar um processo de monitorização regular do CO nos sedimentos.

Para além do serviço de captura de carbono orgânico nos sedimentos, novos indicadores do valor ambiental do PNRF deverão ser da mesma forma explorados e integrados numa cultura pública de ciência participativa e ambientalmente empenhada incentivando formas regulares de envolvimento e participação das populações no conhecimento científico dos valores ambientais do PNRF, das ameaças a que eles estão sujeitos, da proteção que lhes pode ser dada e das formas de governança que melhor se adequam a esses objetivos.

Para isso, deverão ser associados mais parceiros, entre eles alguns que nesta experiência se revelaram particularmente dinâmicos, tais como as equipas dos Centros Ciência Viva e as das Bibliotecas Públicas Municipais. Também mais associações locais, ONGA's e ainda projetos pedagógicos desenvolvidos em Agrupamentos de Escolas do ensino básico e secundário

como os integrados no Plano Nacional das Artes ou no Programa “Saber Fazer” da Estratégia Nacional do Saber Fazer Portugal.

Igualmente se deverá aprofundar o conhecimento das populações envolvidas a diversas escalas do território e das figuras dos seus vínculos, identidades e interesses na Ria. O projeto CRIA explorou 21 indicadores de caracterização da população residente nas freguesias abrangidas pelo PNRF, mas devido à própria envergadura do projeto e dado o objetivo operacional de seleção dos participantes voluntários, apenas se consideraram 4: concentração territorial; idade; género e escolaridade.

Além da população das freguesias, o novo projeto deverá aprofundar o conhecimento de toda a população implicada no PNRF. Para isso terá de se explorar mais tanto a residente dentro dos limites do parque como aquela que até residindo longe, o frequenta de modo significativo, especialmente quanto aos diferentes tipos de ligações estabelecidas com o território. Os inquéritos por pergunta aberta lançados nas fichas individuais dos participantes permitiram reconhecer algumas figuras de vinculação à Ria e tanto a comunicação regular como observações directas indicaram diversas cadeias de stakeholders que deverão ser melhor conhecidas para apurar a estrutura da população relevante com vista a futuras mobilizações participativas.

O novo projeto deverá dotar-se de Planos de Comunicação desenvolvidos e dotados dos meios de resposta às suas exigências. Haverá que assegurar a sua continuidade e ritmo em todas as etapas a começar no apelo à participação, através de contactos diretos insistentes e contextualizados junto dos meios sociais onde novos participantes poderão surgir. Trata-se de uma medida que não pode ser improvisada no momento em que se nota a sua falta, e que deixa uma recomendação estratégica para o planeamento de desenvolvimentos futuros.

Haverá igualmente que garantir a execução do Plano de Comunicação na íntegra, incluindo a sua monitorização, dadas as fortes interferências mediáticas, sobretudo pela publicidade comercial. A comunicação de conteúdos científicos deverá estender-se para lá das oficinas de formação e sublinhar a importância da curiosidade e do método na busca de conhecimento bem como da prudência perante as incertezas. Importa “educar” para a ciência e fazê-lo na responsabilização cívica pelos valores comuns do território.

O futuro do CRIA é o da Ciência Cidadã como figura de participação cívica e de sustentabilidade ambiental. A experiência deste primeiro projeto lança-o ao seu próprio futuro.

Não só carbono orgânico as lamas guardam e revelam, mas também um segredo de encontros, descobertas e futuros, segredo que foi capaz de juntar pessoas em redor dos trabalhos da ciência, em espírito de colaboração e a vontade comum de criar saberes para uma sustentabilidade lúcida e humana.



Certificado de Participação

Certifica-se que

frequentou a sessão de formação "CRIA - Carbono da Ria", realizado no âmbito do Programa Iniciativa de Participação Climática da Fundação Calouste Gulbenkian em 6 de Março de 2025 que decorreu na Biblioteca Municipal António Ramos Rosa, Faro. Certifica-se ainda que após a formação recebida realizou com sucesso uma ação de ciência cidadã, em regime de voluntariado, consubstanciada na recolha de amostras de sedimento da Ria Formosa que foram validadas cientificamente.

A Coordenadora

(Claudia Sil)

Promotores



Financiador



MAIS

Agradecimentos

Este projeto não seria possível sem o apoio financeiro do programa “Iniciativa de Participação Climática” da Fundação Calouste Gulbenkian a quem agradecemos, reconhecidos. Um agradecimento especial à Sara Pais que ultrapassou, em larga medida, aquilo que é esperado da representação condigna de uma instituição e condução de um propósito.

Com grande estima e reconhecimento pelo esforço e entusiasmo, agradecemos aos cientistas-cidadãos, novos porta-vozes da sustentabilidade:

Alexandre Pereira	Diogo Pereira
Alice Teixeira	Eda Carpa
Ana Gonçalves	Elsa Vaz
Ana Valadas Grilo	Ema Mendonça
Ana Raquel Grilo	Fátima Lopes
António Carmo	Genoveva Faísca
Artur Pudim	Gonçalo Francisco
Bárbara Freitas	Guilherme Francisco
Borislav Bankou	Guilherme Pereira
Brígida Luís	Igor Ventura
Carla Pacheco	Inês Salvador
Carlos Simões	Inês Silva
Cecília Mendonça	Isabel Leal
Cláudia Encarnação	Jelena Babajeva
Dinis Santo	Jennifer Jett

Klaus Wiemers	Pedro Monteiro
Leonardo Guerreiro	Pedro Nogueira
Lucas Lopes	Raquel Silva
Ludgero Faleiro	Rita Pestana
Luís Fontinha	Rui d'Orey
Maria Augusta Carvalho	Salvador Silveira
Maria José Mestre	Sandra Godinho
Maria Madalena Conceição	Sílvia Padinha
Madalena Guerreiro	Susana Farinha
Mafalda Almeida	Susana Marreiros
Mara Soares	Telma Teles
Marta Silva	Teresa Palaré
Micaela Soares	Triana Lopez
Neuza Francisco	Vanda Bonzinho
Nuno Alves	Vanda Nunes
Nuno Bernardo	Vanda Palma
Nuno Carmona	Vera Corvo
Paulo Baptista	Zaida Espírito Santo
Paulo Quirino	

Agradecemos ainda às entidades que colaboraram neste projeto, abnegadamente:

AMIC - Associação dos Moradores da Ilha da Culatra,
em particular à Sílvia Padinha
Bar da Biblioteca Municipal Tavira
Bar do Pavilhão Multiusos 25 de Abril em Almancil
CCMAR – Centro de Ciências do Mar,
em particular à Giulia Bocelli
Centro de Ciência Viva de Faro,
em particular à Teresa Palaré
Centro de Ciência Viva de Tavira,
em particular ao João Afonso
Junta de Freguesia da Luz de Tavira
Sciaena - Associação de Ciências Marinhas e Cooperação,
em particular à Valentina Muñoz
União de Freguesias de Faro (Sé e São Pedro)

E aos amigos,

Eurico Loureiro, que nos “emprestou” as suas inigualáveis habilidades em georreferenciação.

Pedro Prista, que esteve presente em praticamente todas as sessões como observador voluntário, transmitindo-nos as suas acutilantes e experientes reflexões.

ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

O projeto “CRIA – Carbono da Ria” é um exemplo prático de implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) à escala local, demonstrando como ciência, cidadania e política ambiental podem convergir para gerar conhecimento e ação transformadora. Ao promover educação científica acessível, mobilizar os cidadãos para a ação climática e valorizar os ecossistemas costeiros como infraestruturas naturais, o projeto contribui para uma gestão ambiental mais integrada e participativa.

Além disso, o CRIA fomenta a justiça ecológica e o empoderamento das comunidades, inserindo-se numa lógica de governança inclusiva e de colaboração institucional e territorial, fundamentais para lidar com as urgências ambientais e sociais que os territórios costeiros enfrentam.

O projeto CRIA promove mais destacadamente 7 dos 17 ODS, em três graus de cobertura dos focos de incidência de cada um. Em primeiro grau, contam-se os ODS 4, 13, 14, 16 e 17. Em segundo grau o ODS 15, e em terceiro grau o ODS 6.

1º Grau

ODS 4 – Educação de Qualidade

Promove-se a literacia científica e a capacitação dos cidadãos através de atividades de ciência cidadã, oficinas formativas e participação ativa na investigação.

ODS 13 – Ação Climática

Explicita-se o papel dos ecossistemas costeiros como sumidouros de carbono e na mitigação das alterações climáticas através do sequestro de carbono azul.

ODS 14 – Vida na Água

Foca-se na conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros (pradarias marinhas, sapais, zonas húmidas), essenciais para a biodiversidade, a pesca sustentável e a resiliência climática.

ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes

Incorpora práticas de governança participativa e inclusão da população local nos processos de gestão ambiental, promovendo transparência, participação e corresponsabilidade.

ODS 17 – Parcerias para a Implementação dos Objetivos

Evidencia a articulação entre cientistas, instituições públicas, ONGs, autarquias e a população e a sua importância na colaboração multissetorial para enfrentar desafios complexos.

2º Grau

ODS 15 – Vida Terrestre

O projeto aborda, embora centrado no meio aquático, ecossistemas entremarés (ou intertidais) e costeiros que fazem a ponte entre ambientes marinhos e terrestres, protegendo espécies vegetais e animais ameaçadas.

3º Grau

ODS 6 – Água Potável e Saneamento

Demonstra-se com a preocupação com a qualidade da água, sedimentos e conservação dos habitats costeiros (como sapais) se liga à proteção dos recursos hídricos e à sua gestão sustentável. Estas zonas são bio indicadoras do estado dos seus efluentes e suas depuradoras naturais. Elas desempenham um papel importante na qualidade das

águas costeiras, e daí na dos recursos alimentares que nela têm origem, bem como na sua segurança sanitária para usos balneares.



Glossário

Alteração climática

Mudança significativa e duradoura nos padrões do clima global ou regional, atribuída em grande parte às atividades humanas que aumentam a concentração de gases de efeito estufa, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento. (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2021*)

Carbono azul

Carbono capturado e armazenado por ecossistemas marinhos e costeiros, como mangal, sapal e pradaria marinha. Estes sistemas acumulam carbono de forma eficiente nos sedimentos anóxicos, sendo considerados importantes sumidouros de carbono. (*Nellemann, C. et al. (2009). Blue Carbon. UNEP, GRID-Arendal*).

Carbono orgânico

Forma de carbono presente em compostos derivados de organismos vivos ou mortos, fundamental na composição da matéria orgânica do solo e sedimento. A sua acumulação nos ecossistemas costeiros contribui para o sequestro de carbono de longo prazo. (*Lehmann, J. & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. Nature, 528(7580), 60–68*).

Ciência cidadã

Envolvimento ativo da população em projetos de investigação científica, contribuindo com dados, (*European Citizen Science Association – ECSA, 2015. Ten Principles of Citizen Science*).

Ecossistema

Unidade funcional composta por comunidades de organismos e o ambiente físico com o qual interagem, formando fluxos de energia e ciclos de matéria. (Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of Ecology*).

Governança participativa

Abordagem de gestão que integra cidadãos e organizações da sociedade civil na definição de políticas públicas, promovendo legitimidade, transparência e corresponsabilidade. (OECD (2022). *Guidelines for Citizen Participation Processes*).

Halófitas

Planta adaptada a ambientes salinos, comum em zonas entremarés como sapais. Possui mecanismos fisiológicos especializados para lidar com elevada salinidade. (Flowers, T.J., & Colmer, T.D. (2008). *Salinity tolerance in halophytes*. *New Phytologist*, 179(4), 945–963).

Lama (ver também “sedimento”)

Matriz sedimentar fina, rica em matéria orgânica, encontrada em ambientes aquáticos de baixa energia. Tem papel crucial no sequestro de carbono e no suporte à biodiversidade bentónica. (Aller, R.C. (1998). *Mobile deltaic and continental shelf muds as suboxic, fluidized bed reactors*. *Marine Chemistry*, 61(3-4), 143–155).

Parque Natural

Categoria de área protegida com o objetivo de preservar ecossistemas naturais, mantendo o equilíbrio entre conservação, usos sustentáveis e valores culturais locais. (International Union for Conservation of Nature – IUCN, *Protected Area Categories System*).

Pradaria marinha

Ecossistema subaquático dominado por fanerógamas marinhas que crescem em substratos sedimentares pouco profundos. Estes habitats estabilizam o sedimento, suportam elevada biodiversidade e funcionam como sumidouros de carbono. (Orth, R.J. et al. (2006). *A Global Crisis for Seagrass Ecosystems*. *BioScience*, 56(12), 987–996).

Ria Formosa

Sistema lagunar costeiro localizado no Algarve (Portugal), classificado como Parque Natural. Apresenta elevada diversidade biológica, sendo reconhecido internacionalmente pelas convenções Ramsar e Natura 2000. (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF).

Sapal

Ecossistema vegetado por plantas halófitas em zonas entremarés. Desempenha funções de berçário, retenção de nutrientes, estabilização costeira e sequestro de carbono. (Mitsch, W.J., & Gosselink, J.G. (2015). *Wetlands* (5th ed.). Wiley.).

Sedimento (ver também “lama”)

Material particulado depositado por processos hidrodinâmicos. Em ambientes costeiros, os sedimentos funcionam como repositórios de matéria orgânica e são fundamentais para o ciclo biogeoquímico do carbono. (Boudreau, B.P. (1999). *Diagenetic models and their implementation*. Springer).

Sequestro de carbono

Processo natural ou tecnológico que remove dióxido de carbono da atmosfera e o armazena de forma segura em reservatórios, como solos, oceanos ou sedimentos costeiros (IPCC *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage* (2005)).

Stakeholder

Pessoa, grupo ou entidade com interesse legítimo ou impacto direto num projeto ou território. A sua participação é fundamental para a construção de processos participativos eficazes. (Freeman, R.E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*).

Outras Fontes e Leituras Sugeridas

Ciência cidadã, participação e métodos

ECSA — European Citizen Science Association. (2015). *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin: ECSA. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>.

European Commission. (2020). Best Practices in Citizen Science for Environmental Monitoring (SWD(2020) 149). Brussels. UNIC European University

Heigl, F., Kieslinger, B., Paul, K. T., Uhlik, J., & Dörler, D. (2019). Toward an international definition of citizen science. *PNAS*, 116(17), 8089–8092. <https://doi.org/10.1073/pnas.1903393116>. *PNAS*

Luís, C. (2022). Ciência cidadã ao longo do tempo. *Revista de Ciência Elementar*, 10(3), 043. <https://doi.org/10.24927/rce2022.043>.

OECD. (2022). *OECD Guidelines for Citizen Participation Processes*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f765caf6-en>.

Pettibone, L., Vohland, K., Bonn, A., Richter, A., Bauhus, W., Behrisch, B., Ziegler, D. (2016). *Citizen science for all: A guide for citizen science practitioners*. Bürger schaffen Wissen (GEWISS). Leipzig/Berlin: iDiv; UFZ; BBIB; MfN. (Eng. ed.).

SerranoSanz, F., HolocherErtl, T., Kieslinger, B., Sanz García, F., & Silva, C. G. (2014). *White Paper on Citizen Science for Europe*. Societize Consortium/European Commission. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/societize_white_paper_on_citizen_science.pdf

Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, T., Wiggins, A., Jordan, R., ... Bonney, R. (2012). Public Participation in Scientific Research: A framework for deliberate design. *Ecology and Society*, 17(2), 29. <https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229>. Semantic Scholar

Vaughn, L. M., & Jacquez, F. (2020). Participatory research methods

— Choice points in the research process. *Journal of Participatory Research Methods*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.35844/001c.13244>.

Vohland, K., et al. (Eds.). (2021). *The Science of Citizen Science*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4>.

Cogestão em áreas protegidas (Portugal)

Comissão de Cogestão do Parque Natural da Ria Formosa. (2024). Plano de Cogestão do Parque Natural da Ria Formosa 2024–2027. Faro: Comissão de Cogestão do PNR / AMAL – Comunidade Intermunicipal do Algarve / ICNF. (Aprovado em 1 de março de 2024.) www.amal.pt

Proposta de Plano de Cogestão 2024–2027 (versão submetida a consulta pública, 29 nov. 2023) www.amal.pt

(idem, relatório de Ponderação da Consulta Pública (31 jan. 2024).

Portugal. (2019, 21 de agosto). DecretoLei n.º 116/2019: Define o modelo de cogestão das áreas protegidas. Diário da República.

https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/116-2019-124097546?utm_source=chatgpt.com

Carbono azul e ecossistemas costeiros

Duarte, C. M., Middelburg, J. J., & Caraco, N. (2005). Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.5194/bg212005>

Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 201–219.

<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.005>

Macreadie, P. I., Anton, A., Raven, J. A., Beaumont, N., Connolly, R. M., Friess, D. A., ... Duarte, C. M. (2019). The future of blue carbon science. *Nature Communications*, 10, 3998. <https://doi.org/10.1038/s4146701911693w>

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley. (ISBN 9781118670683).

Santos, R., Ito, P., & de los Santos, C. B. (Eds.). (2023). *Projeto Carbono Azul — Relatório Científico I*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (ISBN 9789898380456).

<https://gulbenkian.pt/publications/relatorio-cientifico-ii-os-10-principais-ecossistemas-de-carbono-azul-em-portugal-continental/>

Santos, R., Ito, P., & de los Santos, C. B. (Eds.). (2023). *Projeto Carbono Azul — Relatório Científico II*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. (ISBN 978-989-8380-46-3).

Participação cívica (base teórica)

TheissMorse, E., & Hibbing, J. R. (2005). Citizenship and civic engagement. *Annual Review of Political Science*, 8, 227–249. <https://doi.org/10.1146/annurev.polisci.8.082103.104829>.

GalendeSánchez, E., & Sorman, A. H. (2021). From consultation toward coproduction in science and policy: A critical systematic review of participatory climate and energy initiatives. *Energy Research & Social Science*, 73, 101907. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101907>.



Apêndice Técnico

Guia de Cálculo da Matéria Orgânica (MO) e do Carbono Orgânico (CO) em Sedimentos

1.1 Peso húmido (g) Fórmula: $P2 - P1$

P1 (recipiente grande vazio): _____ g; P2 (com amostra húmida): _____ g; Peso húmido: _____ g

1.2 Peso seco (g) Fórmula: $P3 - P1$

P3 (com amostra seca): _____ g Peso seco: _____ g

1.3 Peso seco da subamostra (g) Fórmula: $P5 - P4$

P4 (recipiente pequeno vazio): _____ g; P5 (com subamostra seca): _____ g

Peso seco subamostra: _____ g

1.4 Peso queimado da subamostra (g) Fórmula: $P6 - P4$

P6 (com subamostra queimada): _____ g; Peso queimado: _____ g

2. Percentagem de Matéria Orgânica (MO%)

Fórmula: $\frac{((\text{Peso seco subamostra} - \text{Peso queimado}) / \text{Peso seco subamostra}) \times 100}{}$

MO% = _____ %

Repetir para 5 subamostras:

MO1: _____ MO2: _____ MO3: _____ MO4: _____ MO5: _____

MO média: _____ %

3. Percentagem de Carbono Orgânico (CO%)

Fórmula: $0.31 \times \text{MO média\%}$

CO = _____ %

Nota: Considerou-se a estimativa utilizada pelo CCMAR para o teor médio em CO na MO de 31%

4. Densidade do Sedimento Seco

Fórmula: $\frac{\text{Peso seco da amostra}}{\text{Volume amostrado}}$

Peso seco: _____ g Volume: _____ cm³

Densidade: _____ g/cm³

5. Densidade de Carbono Orgânico

Fórmula: $\text{Densidade do sedimento} \times (\text{CO\%} / 100)$

Densidade CO: _____ g/cm³

6. Stock de Carbono Orgânico

6.1 Por cm² (7 cm profundidade) Fórmula: $\text{Densidade CO} \times 7$

Stock CO (g/cm²): _____

Nota: o valor de 7 cm é foi para este caso concreto. Para casa "core" é necessário medir a altura em causa.

6.2 Por hectare (Mg/ha) Fórmula: $\text{Stock CO (g/cm}^2\text{)} \times 100$

Stock CO (Mg/ha): _____