

Protocolo para avaliar a quantidade de Carbono Azul em sedimento marinho e costeiro

Centro de Ciências do Mar do Algarve – Abril 2023

1. Objetivos

O objetivo deste exercício é calcular a quantidade de carbono orgânico (a que vamos chamar C_{ORG}) contido no sedimento superficial de habitats marinhos e costeiros.

Para isso temos de calcular 3 propriedades do sedimento:

- 1) a percentagem de matéria orgânica no sedimento, MO
- 2) a percentagem de carbono existente na matéria orgânica, C_{ORG}
- 3) a densidade do sedimento, DS

2. Trabalho de campo

2.1 Material

- Tabelas de maré para o local de amostragem
- 1 GPS ou telemóvel
- 1 amostrador de sedimento (seringa de 50 mL cortada na base, Figura 1)
- Sacos de plástico com fecho tipo zip-lock
- Marcador permanente
- Folhas de registo de campo (ver anexos)



Figura 1 – Seringa para amostrar sedimento, antes (em baixo) e depois de ser cortada (em cima).

2.2 Metodologia

1. Escolhe o momento do dia para realizares o trabalho de campo, quando a maré estiver vazia, de forma a teres um melhor acesso ao local de amostragem. Para saberes qual a melhor altura, terás de consultar a tabela de maré para o local de amostragem.
2. Quando chegas ao campo, a tua primeira tarefa é escolher um habitat para amostrar. Para poderes comparar a diferença entre o carbono azul de um habitat com vegetação e de um habitat sem vegetação, recomendamos que escolhas uma zona de sapal ou de ervas marinhas e outra zona perto dessa, com sedimento livre de vegetação.
3. Depois de escolheres o local, dirige-te para ele e prepara a tua folha de registo de campo. Começa por registar o dia e hora e identificar a vegetação existente. Regista também as coordenadas do local onde foram feitas as amostras. Podes

ver as coordenadas num GPS de mão ou mesmo de um telemóvel, numa aplicação como o *Google Maps*. Anota 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 a amostragem. Podes também documentar todo o processo com fotografias a partir do teu telemóvel ou mesmo com vídeos.

4. Agora que já tens a informação básica do local, deves escolher um código de identificação da amostra. Este código tem de ser único, ou seja, não podes ter duas amostras com o mesmo código. Podes usar o código que quiseres, mas é uma boa ideia usar um código que te ajude a perceber o que está na amostra. Por exemplo, se tens uma amostra de sedimento retirado numa pradaria de ervas marinhas, podes chamar-lhe “ervas”. Se tiveres várias amostras dentro das pradarias, podes usar números: “ervas 1”, “ervas 2”, etc.
5. Usa o marcador permanente para escrever o código num saco zip-lock, que vais usar para guardar a tua amostra. Agora estás prontos para amostrar o sedimento!

6. Retira o êmbolo da seringa e enterra a seringa até que esta esteja completamente enterrada e à face do sedimento. Toma atenção para que não fique água dentro da seringa. Agora, coloca novamente o êmbolo, mas não o empurres muito, só o suficiente para tapar a o orifício da seringa.



Figura 2 - Inserção da seringa no sedimento.

7. A seguir, puxa a seringa para fora do sedimento, mas com cuidado para que o sedimento não caia. Para facilitar esta parte, podes inclinar a seringa um pouco e até rodá-la para ajudar a retirar do sedimento.



Figura 3 - Remoção da seringa, com sedimento.

8. Empurra o sedimento para fora da seringa, até teres 50 mL no saco. Confirma que a tua amostra tem 50 mL. Se não tiver, repete o processo. Se sim, usa o êmbolo para empurrar o sedimento para o saco zip-lock. Repete a recolha de sedimento 4 vezes, até teres um total de 5 seringas de sedimento dentro do saco. Esta amostra final vai ter um volume de 250 mL (250 cm³).



Figura 4 - Amostra de sedimento a ser guardada no saco de amostragem.

9. Transporta as amostras para o laboratório e inicia os protocolos de laboratório. Caso não seja possível iniciar o protocolo no mesmo dia, as amostras podem ser congeladas até à data da análise.

3. Laboratório

3.1 Material

- Folhas de registo de laboratório (ver anexos)
- Luvas
- Marcador permanente
- 1 recipiente grande de alumínio ou plástico (Figura 5A)
- 1 recipiente pequeno de alumínio, que podes fazer com papel de alumínio ou usar formas de cozinha descartáveis (Figura 5B).
- 1 espátula (ou uma colher)
- Almofariz de cerâmica
- Balança
- Estufa
- Forno mufla
- Almofariz de cerâmica

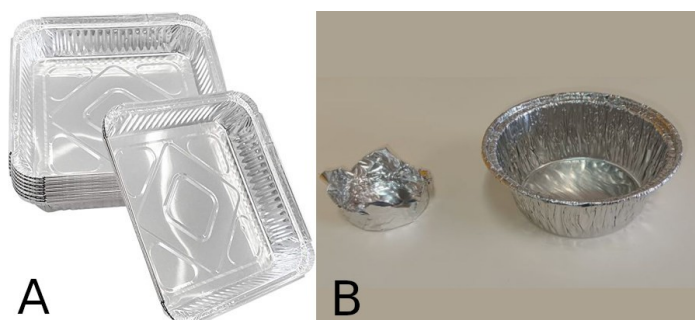


Figura 5 - Exemplo de recipientes de alumínio usados para processar as amostras. Na imagem A, recipientes de alumínio grandes. Na imagem B podes ver podes ver um recipiente feito com papel de alumínio (esquerda) e um recipiente pré-feito (forma de cozinha descartável, direita).

3.2 Metodologia

1. Coloca umas luvas e pega numa das tuas amostras. Começa por misturar o sedimento dentro do saco, de modo a homogeneizar a amostra. Podes “amassar” o sedimento através do saco e usar uma espátula de modo a misturá-lo o melhor que conseguires.
2. Pega no recipiente grande de alumínio (Figura 5A) e, usando o marcador permanente, escreve o código da amostra **por fora do recipiente**. Pesa o recipiente na balança e anota o peso na tua folha de registo, na coluna P1.
3. Coloca agora a totalidade da tua amostra nesse recipiente de alumínio. Tenta distribuí-la de modo a fazer uma camada o mais fina possível no fundo do recipiente (isto vai ajudar a amostra a secar mais rápido, no próximo passo). Depois, pesa o recipiente com a amostra e anota o peso na coluna P2.
4. Coloca a amostra numa estufa a 60°C durante 48 horas, de modo a secar a amostra (ou seja, para tirar o seu conteúdo em água).
5. Depois da amostra estar seca, volta a pesá-la e regista esse valor (que será o P3) na tabela de registo.
6. Escolhe um recipiente de alumínio mais pequeno que o anterior (Figura 2B). Pesa o recipiente e anota o peso na tua folha de registo, na coluna P4.
7. Separa aproximadamente 5 gramas da amostra seca e tritura-a muito bem num almofariz de cerâmica até o sedimento ficar muito uniforme. Depois, coloca a subamostra de 5g no recipiente pequeno e pesa-o. Regista o valor na coluna P5.

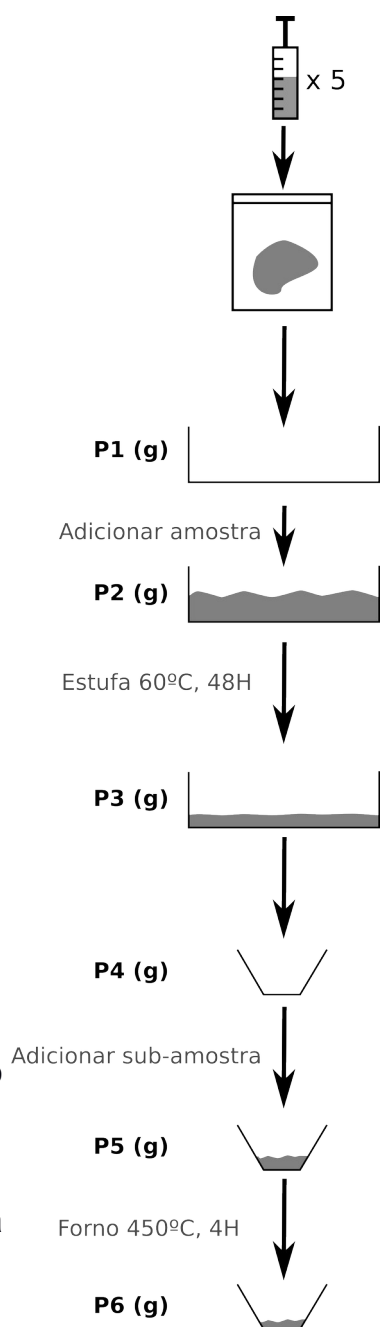


Figura 6 - Esquema sumário do processamento das amostras.

8. Coloca o recipiente pequeno no forno mufla. **Tem atenção, porque não identificámos a subamostra que está neste recipiente!** Durante a queima na mufla, o marcador permanente é destruído, por isso a melhor maneira de saberes que subamostra está em cada recipiente, é distribuir as amostras numa grelha (como um tabuleiro de xadrez, Figura 7) e anotar que amostra está em cada posição. Não te enganes, porque todo o trabalho até aqui pode ficar comprometido!



Figura 7 - Exemplo de uma grelha de identificação de amostras.

9. Liga o forno mufla a 450°C durante 4 horas. Durante este processo, a matéria orgânica contida no sedimento será queimada e libertada em forma gasosa de dióxido de carbono. O melhor é deixá-lo a trabalhar durante a noite, pois demora algum tempo a arrefecer.
10. Depois do forno atingir a temperatura ambiente, retira as subamostras e pesa-as. A partir do momento em que abres a estufa **tens de pesar as subamostras rapidamente para evitar que o sedimento se re-hidrate com a humidade do ar**. Este peso vai ser o P6.

4. Cálculos

1. Durante o trabalho de laboratório, podes ter reparado que pesámos sempre as nossas amostras em conjunto com o seu recipiente. Isto facilita-nos o trabalho no laboratório, mas também significa que não sabemos o peso da amostra sem o recipiente. Então, o nosso primeiro passo vai ser calcular o peso das amostras em diferentes fases, subtraindo o peso do recipiente usado:

$$\text{Peso húmido amostra (g)} = P2 - P1$$

$$\text{Peso seco amostra (g)} = P3 - P1$$

$$\text{Peso seco subamostra (g)} = P5 - P4$$

$$\text{Peso queimado subamostra (g)} = P6 - P4$$

2. Cálculo da percentagem de matéria orgânica, MO (%), nas subamostras:

$$MO(\%) = \frac{\text{Peso seco subamostra (g)} - \text{Peso queimado subamostra (g)}}{\text{Peso seco subamostra (g)}} \times 100$$

Como foram secas 5 subamostras de cada habitat, calcula a média de matéria orgânica e usa esse valor nos próximos cálculos.

3. Cálculo da percentagem de carbono orgânico, C_{org} (%), na amostra:

Dados recolhidos pelo grupo ALGAE do Centro de Ciências do Mar da Universidade do Algarve mostram que a matéria orgânica dos sedimentos de sapais e das ervas marinhas contém cerca de 31% carbono. Podes usar esta relação:

$$C_{org}(\%) = 0,31 \times MO(\%)$$

4. Para quantificar a quantidade de carbono orgânico no sedimento ($C_{ORG} \text{ g cm}^{-3}$), é necessário ter em conta a densidade do sedimento porque, o mesmo volume de sedimento pode ter quantidades de sedimento diferentes. A densidade do sedimento calcula-se através da seguinte fórmula:

$$\text{Densidade do sedimento (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Peso seco amostra (g)}}{\text{Volume amostrado (cm}^3\text{)}}$$

5. A densidade de carbono orgânico no sedimento em g cm^{-3} é então:

$$\text{Densidade de } C_{org} \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = \text{Densidade do sedimento} \times \frac{C_{org} (\%)}{100}$$

6. Para expressar a quantidade de carbono por unidade de superfície (stock) de sedimento (g m^{-2}):

$$\text{Stock de } C_{org} \text{ (g cm}^{-2}\text{)} = \text{Densidade de } C_{org} \text{ (g cm}^{-3}\text{)} \times 5 \text{ cm}$$

$$\text{Stock de } C_{org} \text{ (Mg ha)} = \text{Stock de } C_{org} \times 100$$

Ao multiplicar por 5 cm^3 obtemos o carbono que existe por cada centímetro quadrado da superfície do sedimento, considerando uma profundidade de 5 cm (a profundidade de amostragem), isto é, a quantidade de carbono que existe num paralelepípedo de um centímetro quadrado de superfície e 5 cm de profundidade.

Por fim, multiplicamos este valor por 100 para converter as unidades em megagramas (uma tonelada, ou 1 000 kg) por hectare.

ANEXOS

Folha de registo de campo

Nome do local:

Data de amostragem:

Coordenadas geográficas: Latitude:
Longitude:

Utilizador(es):

☐ *Sarcocornia fruticosa*

☐ *Sarcocornia perennis*

☐ *Spartina densiflora*

Espécie dominante: ☐ *Spartina maritima*

☐ *Zostera noltei*

☐ Sem vegetação

☐ Outra:

Código amostras sedimento:

Folha de laboratório e cálculos

[illegible]