



Co-funded by  
the European Union



UK Research  
and Innovation

Co-funded by the European Union under GA no. 101112869 – ECHO and UK Research and Innovation (UKRI) under the GA No. 10068004. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union, UKRI, or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union, UKRI nor the REA can be held responsible for them.



# FIELD PROTOCOLS

PORTUGUÊS



ECHO

# AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO SOLO

No ECHO, você avaliará a saúde do solo, concentrando-se em oito indicadores chave descritos no Plano de Implementação da Missão Solo, que o (a) ajudarão a entender melhor as respectivas condições. Esta seção fornece um guia passo a passo para a recolha correta de amostras, que serão usadas para avaliar todos os oito indicadores de saúde do solo. Designadamente, você recolherá informações para serem tratadas diretamente no campo ou para serem tratadas por meio de análises laboratoriais:

- 1. Presença de poluentes e nutrientes no solo**
- 2. Matéria orgânica do solo**
- 3. Estrutura do solo e textura do solo**
- 4. Biodiversidade do solo**
- 5. pH do solo**
- 6. Cobertura vegetal**
- 7. Heterogeneidade da paisagem**
- 8. Cobertura florestal**

Como cidadão cientista, você receberá o kit ECHO do seu Embaixador ECHO, projetado para recolher uma única amostra de solo, contendo todos os materiais necessários para tal, incluindo recipientes e instruções claras. O kit foi projetado para incluir tudo o que é necessário para analisar com precisão os indicadores de saúde do solo avaliados no ECHO, exceto um recipiente com uma pequena quantidade de água corrente, que você precisará trazer no dia da recolha e que servirá para a avaliação da textura do solo. Os vídeos mostrando todo o procedimento estão disponíveis em nosso canal no YouTube ECHO (<https://www.youtube.com/@ECHOsoilproject>). Além disso, você pode explorar informações detalhadas sobre os indicadores avaliados com o kit ECHO consultando as fichas informativas para cada indicador, que estão disponíveis para descarregar através do aplicação ECHO.



Conteúdo detalhado do kit ECHO:

1. Instruções de campo
2. Luvas de proteção;
3. Uma pá de metal;
4. Uma colher de madeira;
5. Um tubo plástico de 15 mL contendo água destilada;
6. Uma tira de papel;
7. Um tubo plástico de 5 mL contendo solução conservante\*;
8. Um pequeno saco plástico biodegradável;
9. Um saco plástico maior, biodegradável, com código QR.

**(\*) A solução de preservação não é prejudicial, sendo acompanhada por uma ficha técnica fornecida pela empresa responsável pela mesma. No entanto, manuseie o tubo com cuidado, use luvas e evite ingerir a solução. Mantenha o kit fora do alcance de crianças, para evitar ingestões acidentais.**

# PROTOSCOLOS DE CAMPO

No âmbito da Missão Solos e da sua prossecução, podem ser considerados vários métodos de análise do solo e respectivos indicadores; nas atividades do ECHO, porém, simplificaram-se e adaptaram-se ao uso dos cidadãos. Esta abordagem enfatiza o seu papel primordial na ciência cidadã e no envolvimento dos participantes mais jovens, que, com o apoio de adultos, podem acompanhar e compreender as atividades.

No âmbito do ECHO, os cidadãos recolherão dados diretamente, através de atividades no terreno, e indiretamente, contribuindo para as análises laboratoriais (fora do local), a fim de avaliar os indicadores descritos anteriormente.

Os protocolos detalhados nas secções seguintes destinam-se a orientar os cidadãos na avaliação da saúde do solo no local escolhido. Os protocolos de campo são um suplemento ao manual derivado de D2.3, fornecendo uma compreensão mais profunda da teoria por trás de cada protocolo para avaliar os oito indicadores de saúde do solo.





# ATIVIDADES NO LOCAL

## 1. SELEÇÃO DO LOCAL E DA HORA DE AMOSTRAGEM

Enquanto projeto de ciência cidadã, o ECHO permite que cada participante escolha de forma independente o seu local de amostragem. Se tiver dúvidas sobre a área que selecionou, não deverá hesitar em contactar a equipa ECHO ou o seu embaixador ECHO a fim de obter orientação.

Escolher o local de amostragem certo é crucial para garantir resultados precisos e significativos. Um local bem escolhido ajuda a captar as verdadeiras características do solo, reflete as condições locais e fornece dados valiosos para avaliar a saúde do solo de forma eficaz.

É melhor evitar a amostragem quando o solo está demasiado húmido, como p. ex. após chuvas intensas, ou demasiado seco, como durante as vagas de calor do verão. Em regiões mais frias, não faça amostras quando o solo está congelado e coberto de neve no inverno e geralmente saturado por água na primavera. Em vez disso, recomenda-se a recolha de amostras nos meses de verão para obter resultados mais representativos.

Tenha em atenção que um kit ECHO foi concebido para uma única amostragem completa. Os materiais no interior são limitados a uma amostragem.

Se recolher amostras de solo como um grupo de cidadãos cientistas, certifique-se de que:

1. Conclua uma amostragem, seguindo todos os passos necessários através da aplicação ECHO, antes de abrir outro kit.
2. É importante assegurar que a distância entre os pontos de amostragem seja de, pelo menos, 50 metros.

## CONSELHOS PRÁTICOS

Antes de extrair qualquer amostra de solo, certifique-se que tem a autorização necessária para o efeito, no local escolhido, no caso de não ser a sua própria propriedade. Se o local de amostragem for inacessível (por exemplo, devido a barreiras ou zonas restritas), não corra riscos e, em vez disso, escolha um local alternativo. Evite também a amostragem em ambientes frágeis (por exemplo, áreas legalmente protegidas) que são sensíveis a perturbações e vulneráveis à degradação.

## 2. COORDENADAS GPS

Depois de selecionar o seu local de amostragem, é importante registrar as coordenadas GPS, pois isso ajuda-nos a identificar o contexto e as características específicas da área, complementando os dados que irá recolher. Além disso, permite um melhor mapeamento da saúde do solo entre regiões, facilita comparações entre diferentes locais e garante a replicabilidade do estudo, no âmbito da criação de um mapa do solo gerado pela ciência cidadã.

As coordenadas GPS gravadas no mapa indicarão uma área, não um ponto exato. Se estiver numa área sem conexão com a internet, pode salvar as coordenadas offline. Se precisar de ajuda para registrar as suas coordenadas GPS, contacte-nos com antecedência ou contacte o seu Embaixador ECHO.

As suas coordenadas só serão partilhadas depois de ter dado autorização através da aplicação ECHO e só serão utilizadas durante a amostragem.



### 3. COBERTO VEGETAL, COBERTO FLORESTAL, HETEROGENEIDADE PAISAGÍSTICA

Descrever a vegetação, a cobertura florestal e a heterogeneidade da paisagem é essencial, pois fornece o contexto para a compreensão da saúde do solo e sua interação com os demais elementos do ambiente local. Essas informações ajudam a avaliar de que forma a utilização dos solos e a biodiversidade influenciam as condições do solo. Os dados adicionais recolhidos através da aplicação ECHO apoiam esta etapa, fornecendo informações valiosas para enriquecer a análise.

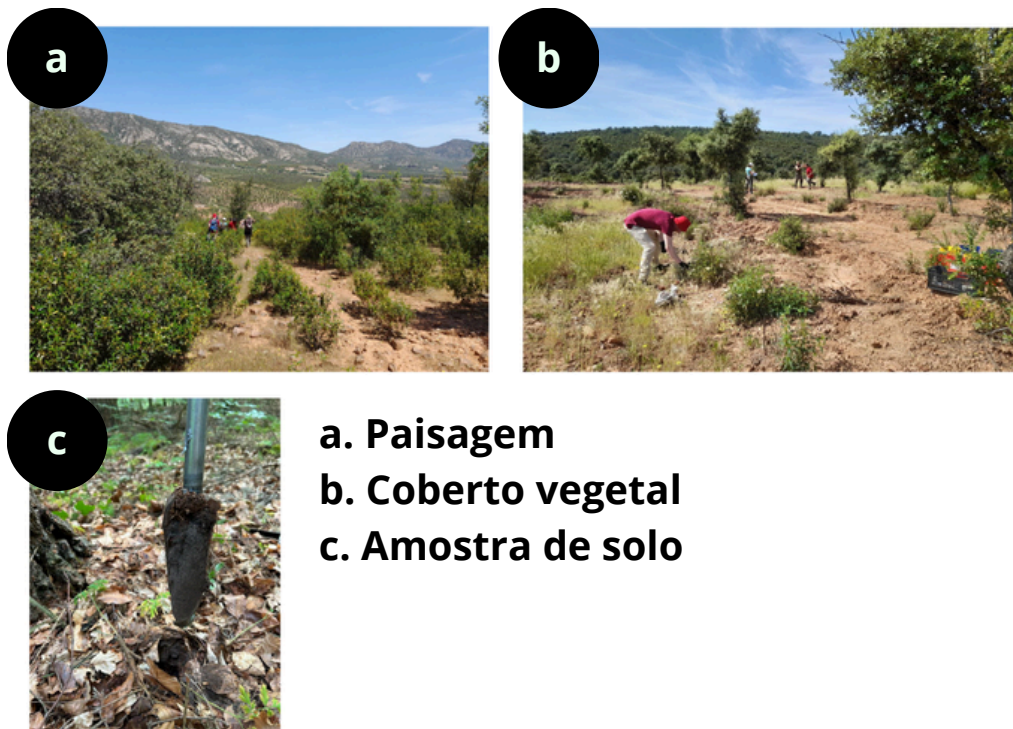
Tente tirar fotos claras e de alta qualidade que captem os arredores do local onde se encontra. Se tiver dúvidas sobre alguma coisa, não hesite em contactar-nos ou ao seu Embaixador ECHO para obter ajuda.

A aplicação ECHO pedirá autorização para aceder à sua câmara para que possa tirar as fotografias. Depois de dar permissão, o aplicativo usará apenas a câmara para amostragem, e as suas fotos serão compartilhadas apenas para esse fim.

Faça um primeiro reconhecimento pedestre do local, para identificar possíveis fontes de contaminação ou interrupções significativas, tais como estradas próximas, tráfego e instalações industriais. Além disso, se você tiver algum conhecimento prévio da área, inclua detalhes relevantes sobre locais de descarga de resíduos, atividades agrícolas, uso de pesticidas, águas armazenadas ou indicações de inundações recentes. Forneça qualquer outra informação que pareça pertinente e que possa ajudar a descrever a paisagem circundante, usando os comentários. Quanto mais completa for a informação, melhor será a avaliação futura.

As fotografias serão utilizadas para apoiar as avaliações ambientais e paisagísticas. Ajudam a avaliar a densidade e a saúde das espécies vegetais e documentam sinais de degradação ou erosão do solo. As fotos também ajudam a identificar a biodiversidade visível, analisar padrões de uso da terra e observar as atividades humanas na área. Além disso, contribuem para a criação de mapas visuais da paisagem e são úteis para comunicar descobertas através de relatórios e apresentações.

A **Figura 1** apresenta alguns exemplos de fotografias para carregar na aplicação ECHO.



*Figura 1: Exemplos de fotos para carregar no aplicativo ECHO. Crédito da foto: Federico Julián*



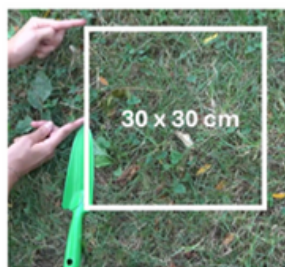
## 4. PROCESSO DE ESCAVAÇÃO DO SOLO

Existem várias orientações para a amostragem do solo. Por exemplo, as diretrizes do LUCAS recomendam a criação de uma amostra composta de solo misturando várias subamostras extraídas de diferentes locais dentro de uma área definida, a fim de criar uma única amostra média, fornecendo uma representação geral da área. Em contrapartida, o ECHO adota a abordagem de amostragem discreta do solo, que consiste em recolher o solo a partir de um único local específico, sem o misturar com outras amostras, representando as características únicas desse local exato e sendo útil para identificar a contaminação localizada ou avaliar a variabilidade numa zona.

No caso do ECHO, é importante seguir cuidadosamente este procedimento para preparar o local de amostragem e recolher o volume exato de solo necessário para a análise. Veja como proceder com a amostragem do solo (**Figura 2**):

1. Use a espátula para remover cuidadosamente a cama e/ou a camada superior do solo, incluindo grama densa, raízes, resíduos de vegetação e pedras. Se você encontrar raízes ou rochas no solo superficial que dificultem a escavação, sinta-se à vontade para se mover a alguns metros de distância\* e recolher a amostra de solo de um novo local.
2. Use a espátula para cavar um poço de solo de 30x30x30 cm. O comprimento da lâmina da espátula (excluindo a pega) é de 15 cm, por isso cave até uma profundidade de 30 cm medindo duas vezes o comprimento da lâmina. Retire o solo do buraco escavado e comece a avaliar os diferentes indicadores de saúde do solo.
3. Deixe todo o solo recolhido durante a escavação de um lado, sem o misturar. Tente manter a estrutura do solo intacta à medida que a recolhe, para a primeira análise da estrutura do solo.

(\*) Tenha sempre em mente que, ao recolher amostras de solo para o ECHO enquanto membro do grupo de cidadãos cientistas, a distância entre os locais de amostragem deve ser de, pelo menos, 50 metros.



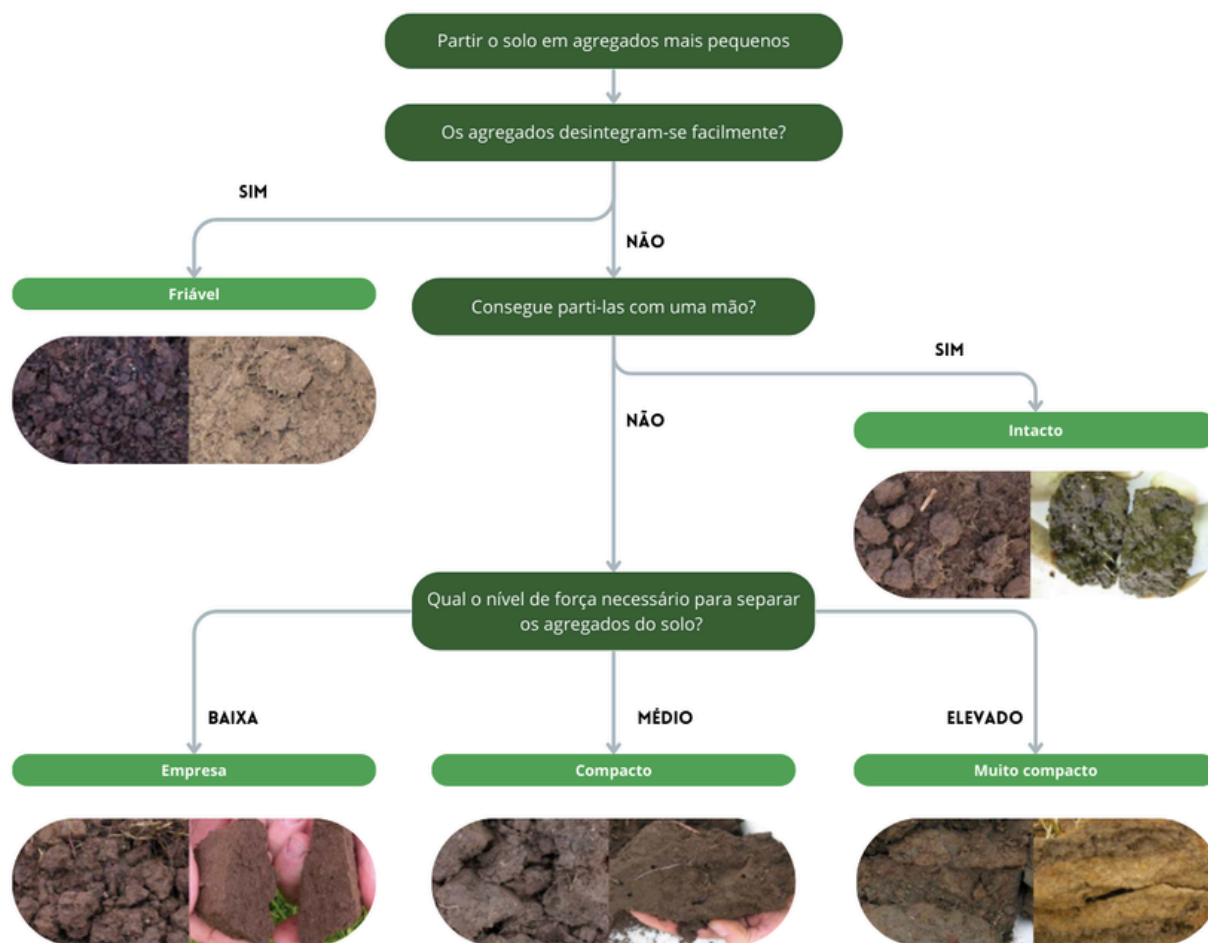
**Figura 2: Escavação do solo.**

## 5. ESTRUTURA DO SOLO

Usando o solo que você acabou de retirar do buraco escavado, de 30x30x30 cm, deverá realizar uma Avaliação Visual da Estrutura do Solo (Ball et al., 2007) (VESS) (**Figura 3**). O método VESS foi simplificado neste projeto para garantir que possa realizar o procedimento da maneira mais fácil e precisa possível, ajudando-o a avaliar a estrutura do solo de forma eficaz sem exigir conhecimentos avançados.

Como executar o método VESS:

1. A partir da amostra de solo deixada de um lado (ponto 2.4), abrir suavemente o bloco de solo;
2. Dividir o solo em agregados menores;
3. Avalie os agregados com as mãos:
4. Desmoronam facilmente?
5. Pode quebrá-los e separá-los com uma mão?
6. É necessária força para quebrá-los com uma mão?
7. É necessário um esforço considerável para quebrar agregados maiores?
8. Avaliar a estrutura do solo de acordo com a grelha VESS disponível na aplicação ECHO;
9. Registrar a estrutura do solo na aplicação ECHO.



**Figura 3: Grelha de referência para usar na avaliação visual da estrutura do solo (adaptado da Agriculture and Horticulture Development Board).**

## 6. BIODIVERSIDADE DO SOLO ATRAVÉS DA PRESENÇA DE MINHOCAS

No ECHO, avaliará a biodiversidade do solo no local através da contagem de minhocas, uma vez que a sua presença pode revelar muito sobre a estrutura e a qualidade do solo. No entanto, o número de minhocas só é relevante quando se identifica a espécie presente. Seguir o processo detalhadamente descrito abaixo ajuda a garantir uma contagem precisa de minhocas, preservando o solo para testes adicionais.

Guia pormenorizado para o ajudar na contagem de minhocas:

1. Colher a amostra de solo que já deixou de um lado (ponto 2.4) e separá-la cuidadosamente à mão.
2. Coloque as minhocas que encontrar na superfície do solo junto ao buraco. Esteja ciente de que algumas minhocas reagirão à luz e tentarão afastar-se (muito rapidamente!).
3. Conte as minhocas e registe o número na aplicação ECHO.
4. Devolva as minhocas ao solo.
5. Deixe de lado a amostra de solo que retirou do buraco para uma análise mais aprofundada.

Além disso, verifique a presença de outros animais, como lesmas, caracóis, aranhas, piolhos, milípedes, centopeias, besouros, formigas e toupeiras, e adicione esta informação à "Caixa de observação".

## 7. PRESENÇA DE POLUENTES

Inspecione visualmente o local de amostragem em busca de plástico, detritos metálicos e lixo. Procure fragmentos visíveis que possam estar na superfície ou embutidos no solo. Essas observações podem fornecer um contexto valioso para a compreensão das características do solo, uma vez que esses poluentes podem afetar significativamente a saúde do solo e a função do ecossistema e destacar a contaminação potencial que pode afetar os resultados da análise de sua amostra de solo.

Como observar a presença de poluentes:

1. Use o buraco que cavou para a amostra de solo para verificar se há fragmentos, como grandes pedaços de plástico ou metal, dentro do solo.
2. Observe os detritos visíveis e registre o número e a dimensão na aplicação ECHO.
3. Adicione outros comentários na aplicação ECHO que considere úteis para compreender possíveis fontes de contaminação.

## 8. MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

No ECHO, avaliará o teor de matéria orgânica do solo (MOS) comparando a cor do solo com uma tabela de cores fornecida através da aplicação ECHO (**Figura 4**). Esta tabela de cores é utilizada porque a cor do solo é um indicador fiável do teor de matéria orgânica, com solos mais escuros a conterem normalmente mais matéria orgânica.

Etapas para avaliar o conteúdo do MOS:

1. Misturar a amostra de solo recolhida.
2. Compare a amostra de solo com a tabela de cores disponível na aplicação ECHO.
3. Selecione o valor de conteúdo MOS correspondente na aplicação ECHO.
4. Nalguns locais de amostragem, a matéria orgânica do solo pode ser muito superior a 5% sem solo mineral a 30 cm de profundidade (por exemplo, turfeiras ou antigas turfeiras). O solo orgânico pode ser reconhecido pela intensa cor escura, composta por vegetação em decomposição e falta de areia, argila ou outros solos minerais. Os solos orgânicos diferem dos solos minerais pelas suas características biológicas e estruturais e não é possível definir a textura do solo. Assim, marque a caixa «Outros» na aplicação ECHO em vez de seleccionar um valor.



**Figura 4:** Carta de cores do solo para avaliar o seu conteúdo de matéria orgânica.



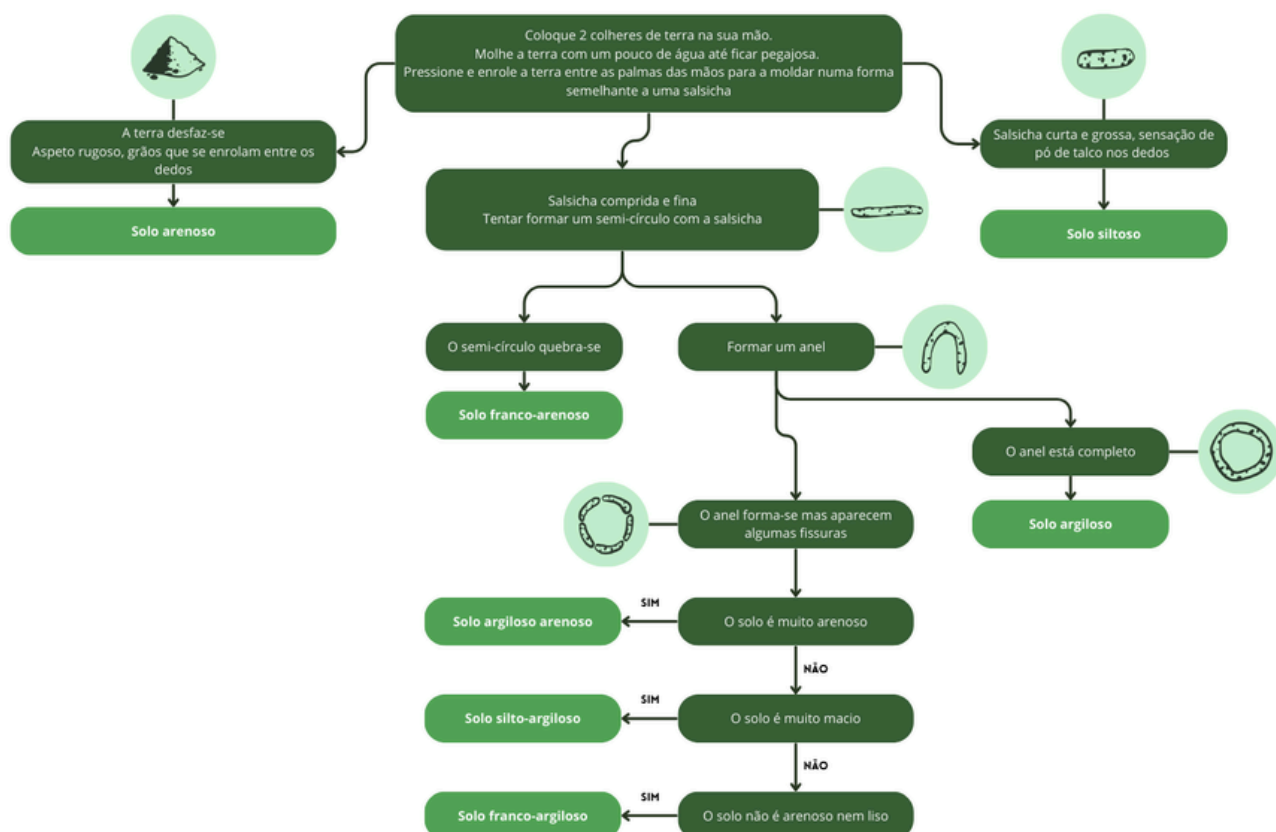
## 9. TEXTURA DO SOLO

No ECHO, você avaliará a textura do solo conduzindo o "método textura por sensação" (**Figura 5**), adaptado do guia de qualidade do solo do USDA. Este método permite-lhe estimar a textura do solo com base na sua sensação e consistência quando manuseado nas suas mãos.

Ao testar como o solo se comporta quando o humedece e manipula, pode classificá-lo como areia, silte, argila ou uma combinação destes, o que fornece informações importantes sobre a textura do solo e a sua capacidade de reter água e nutrientes.

Como efetuar o “método da textura pela sensação”:

1. Retire as plantas e raízes, depois desagregue e misture a amostra de solo previamente colhida no buraco escavado (30x30x30 cm), partindo-a em pedaços mais pequenos para garantir que está uniformemente misturada.
2. Siga o fluxograma de tomada de decisão previsto para as próximas etapas, também disponível na aplicação ECHO.
3. Registe a textura do solo na aplicação ECHO.



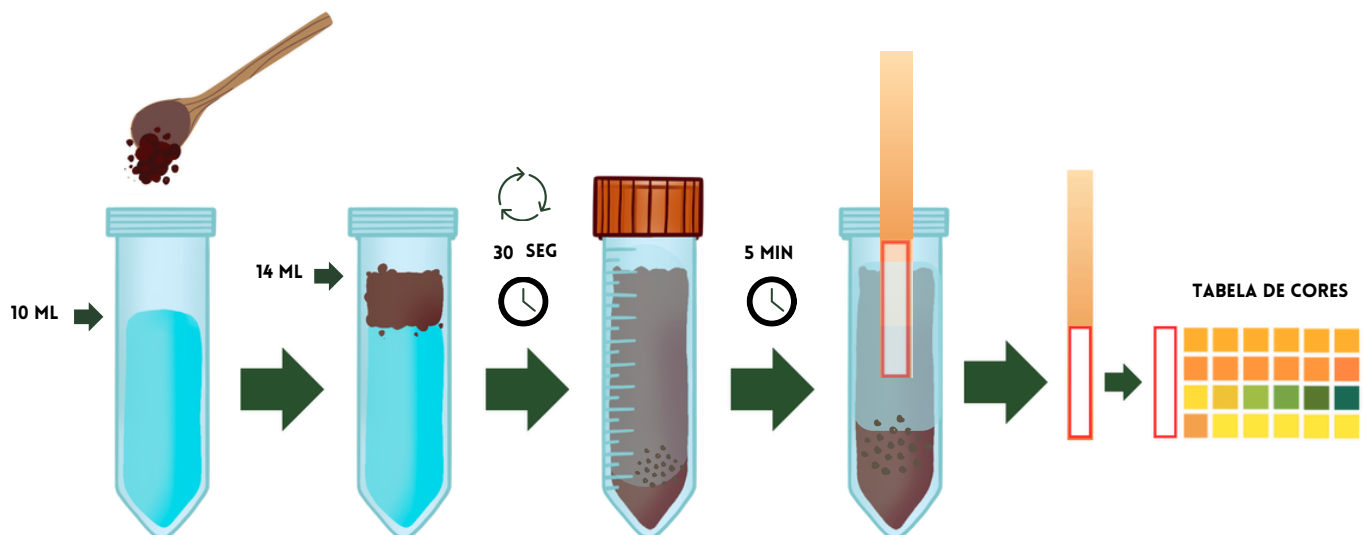
**Figura 5: Diagrama de fluxo para tomada de decisão para determinar o tipo de solo de acordo com o “método da textura ao toque” (modificado do guia de qualidade do solo do USDA).**

## 10. pH DO SOLO

Para medir o pH da sua amostra de solo com o kit de ferramentas ECHO, utilizará um método simplificado, que envolve a utilização de tiras de papel de pH (**Figura 6**). Essa abordagem é económica, fácil de usar e acessível para cidadãos cientistas, garantindo resultados confiáveis sem a necessidade de equipamentos complexos.

Como medir o pH do solo usando o método da tira de papel:

1. Usando a colher de pau, recolha a amostra de terra misturada e adicione-a ao tubo de plástico que está parcialmente cheio com água destilada, até que a mistura atinja 14 mL.
2. Feche o tubo com segurança e agite-o suavemente durante 30 segundos para garantir que o solo e a água destilada fiquem bem misturados.
3. Coloque o tubo na vertical, certificando-se de que não está inclinado, e deixe a mistura assentar durante 5 minutos.
4. Mergulhar a extremidade colorida da tira de papel de pH na solução durante 30 segundos.
5. Retire a tira de papel e compare a sua cor com a tabela de cores de pH disponível na aplicação ECHO.
6. Registe o valor do pH na aplicação ECHO.



*Figura 6: Fases do processo de medição do pH do solo.*

# ATIVIDADES LABORATORIAIS

Nem todos os indicadores do Plano de Implementação do Missão Solos podem ser simplificados para análise no local. Por conseguinte, necessitaremos que, em coordenação com os Embaixadores do solo e com o parceiro ECHO responsável por esta tarefa, as amostras sejam enviadas para os laboratórios do coordenador do ECHO (laboratório UNIBZ), o que nos permitirá realizar análises mais precisas utilizando equipamento laboratorial e conhecimentos especializados. Especificamente, o laboratório irá analisar as suas amostras de solo para dois indicadores: biodiversidade do solo (bactérias e fungos) e metais pesados. Para a biodiversidade do solo (bactérias e fungos), o solo deve ser colocado num recipiente de plástico com uma solução de preservação (ver 3.2.1). Para a análise de metais pesados, é suficiente que o solo esteja húmido no campo, colocando uma colher num saco de plástico (ver 3.2.2). A recolha e posterior envio das amostras são, assim, essenciais para o sucesso da avaliação do solo.

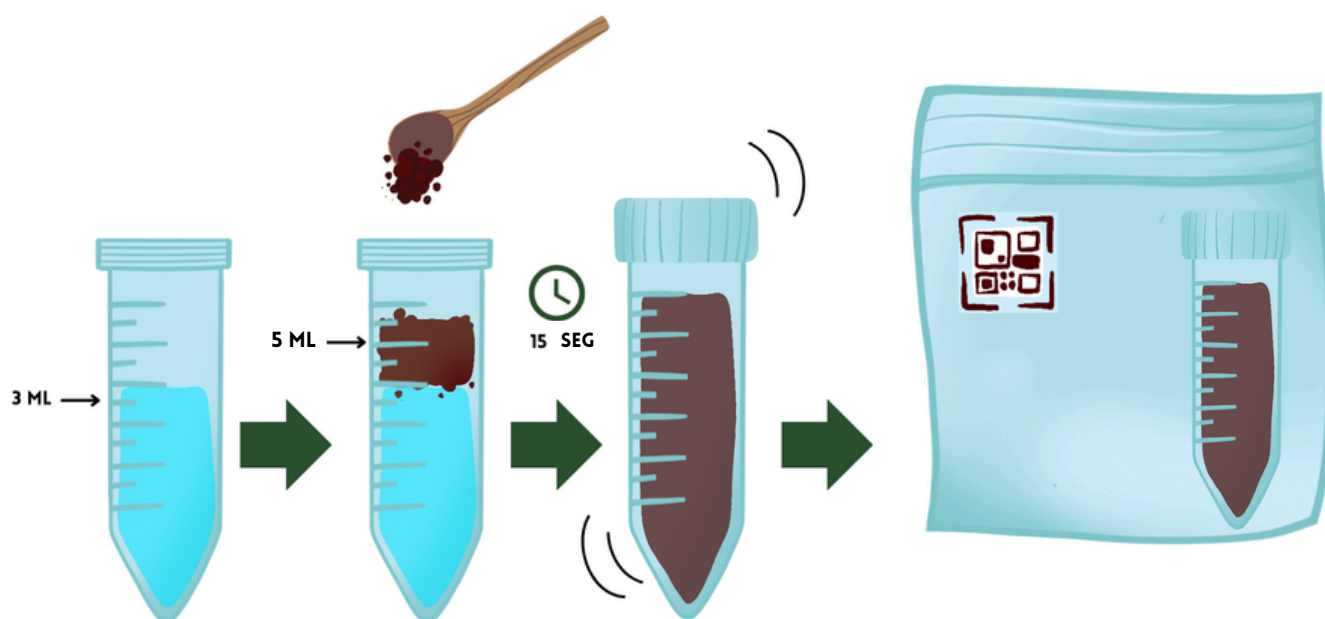


## 1. BIODIVERSIDADE DO SOLO EM TERMOS DE BACTÉRIAS E FUNGOS

A amostra de solo para análise da biodiversidade (bactérias e fungos) deve ser armazenada numa solução de preservação, para evitar a degradação durante o envio para os laboratórios UNIBZ, onde o DNA será extraído e a diversidade microbiana sequenciada. Esta solução garante que o DNA permanece intacto e viável para uma análise precisa. O tubo de plástico fornecido já contém esta solução e está pronto para ser preenchido com terra. A solução de preservação não é nociva e uma ficha técnica da empresa fornece informações completas sobre a mesma (disponível através da aplicação ECHO). No entanto, manuseie o tubo cuidadosamente, use luvas por motivos de segurança e evite beber a solução. Manter o kit fora do alcance de crianças não supervisionadas para evitar a ingestão acidental.

Como recolher uma amostra de solo para avaliação da biodiversidade do solo fora do local (**Figura 7**):

1. Coloque luvas e mantenha-as durante todo o procedimento, para sua segurança ao utilizar a solução de conservação e para evitar a contaminação da amostra.
2. Pegue no pequeno tubo de plástico que contém a solução de conservação.
3. Abra o tubo e use a colher de pau para recolher a terra misturada, enchendo o tubo até o topo, atingindo a mistura 5 mL.
4. Feche cuidadosamente o tubo e agite-o suavemente durante 15 segundos para misturar o solo com a solução de preservação, garantindo que todo o solo está em contacto com a solução.
5. Coloque o pequeno tubo de plástico no saco de plástico marcado com o código QR do seu kit de ferramentas.



**Figura 7: Procedimento para colher uma amostra de solo para avaliação de biodiversidade (fora do local de colheita).**

## 2. METAIS PESADOS E NUTRIENTES DO SOLO

Uma vez que o ECHO segue uma abordagem da ciência cidadã, não existe um método simples disponível para a avaliação in loco dos nutrientes do solo e dos metais pesados. Os metais pesados e os nutrientes essenciais das plantas são elementos que desempenham papéis significativos no ambiente e no crescimento das plantas, mas diferem nas suas funções e potenciais impactos nos organismos vivos.

Os nutrientes essenciais das plantas são elementos necessários para o seu crescimento e desenvolvimento. Estes nutrientes são divididos em macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, B, Mo, Cl, Ni). Enquanto os macronutrientes são necessários em grandes quantidades, os micronutrientes são necessários em quantidades residuais. Estes nutrientes suportam as funções essenciais das plantas, incluindo a fotossíntese, a divisão celular, a absorção de nutrientes e o metabolismo global. Eles são tipicamente não-tóxicos quando presentes em quantidades adequadas.

Por outro lado, os metais pesados são um grupo de elementos naturais que têm elevado peso atômico e densidade. Nos metais pesados podemos incluir os seguintes elementos: Arsénio (As), Cádmio (Cd), Cobalto (Co), Crómio (Cr), Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Níquel (Ni), Zinco (Zn). Os níveis excessivos de metais pesados nos solos podem prejudicar o crescimento das plantas e acumular-se na cadeia alimentar, colocando em risco a saúde humana e animal.

É por esta razão que precisamos de analisar estes elementos no nosso laboratório, onde os peritos do ECHO utilizarão uma técnica de fluorescência de micro-raios X ( $\mu$ XRF). Note-se que com o  $\mu$ XRF, os nutrientes B e N não podem ser medidos. A abordagem da ciência cidadã significa que os participantes ajudam a recolher dados, mas análises mais complexas requerem equipamento e conhecimentos especializados. Utilize o pequeno saco de plástico (aquele sem código QR) para recolher a amostra de solo para esta análise (**Figura 8**).



Como recolher a amostra de solo para avaliação laboratorial de metais pesados e nutrientes do solo:

1. Abra o pequeno saco de plástico e comece a recolher terra com a colher de pau;
2. Encha completamente o saco de plástico (6 colheres cheias de terra) e feche-o cuidadosamente;
3. Coloque o saco de plástico que contém a amostra de solo no saco de plástico maior que já contém o tubo de amostra para análise biológica, e marcado com o código QR, e sele o saco.

Uma vez chegada ao laboratório, o solo será seco em estufa a 105°C até se atingir o peso constante antes de ser analisado quanto à concentração total de metais pesados e nutrientes por fluorescência de raios X  $\mu$ .



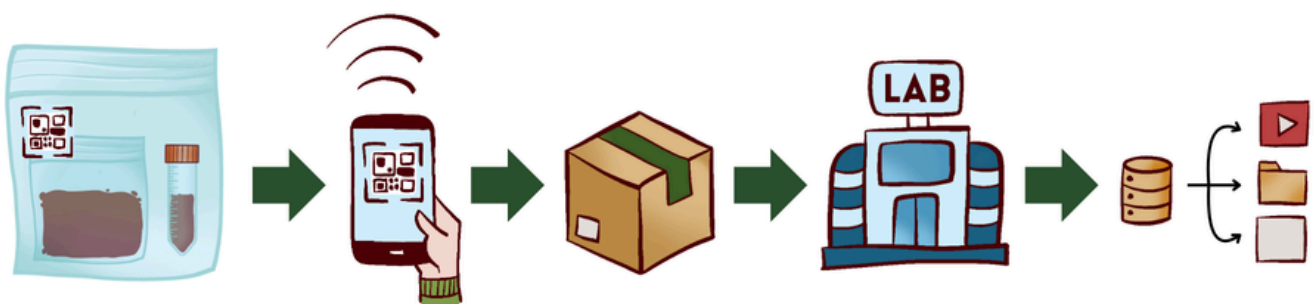
**Figura 8: Procedimento para colher uma amostra de solo para avaliação de metais pesados e nutrientes (fora do local de recolha).**

### 3. LIMPEZA DO LOCAL E ENVIO DE AMOSTRAS

Depois de ter recolhido as duas amostras de solo para análise laboratorial de indicadores (o tubo para a diversidade microbiana do solo e o saco de plástico para metais pesados e nutrientes) e colocadas dentro do saco plástico maior marcado com o código QR, estão prontas para serem enviadas para o laboratório para análise (**Figura 9**).

Para tal, agende uma reunião com o Embaixador ECHO mais próximo para entregar o saco que contém ambas as amostras. Para encontrar o Embaixador ECHO mais próximo, basta pesquisar na aplicação ECHO através da lista de Embaixadores disponível na sua área.

O Embaixador do ECHO digitalizará então o código QR no saco de plástico e planejará o envio para o laboratório UNIBZ, com os parceiros do ECHO. À chegada, os peritos do ECHO digitalizarão o código QR para confirmar a receção e prosseguir com os passos seguintes. A sua amostra receberá um código específico que lhe permite aceder aos seus resultados através do ECHOREPO. Os resultados estarão disponíveis assim que a análise estiver concluída. Usando este código, você pode aceder aos seus dados no ECHOREPO. Quando os resultados estiverem prontos, receberá instruções detalhadas sobre a forma de os recuperar.



*Figura 9: Processo de envio de amostras.*