

# SUMÁRIO

O QUE É MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO?	3
POR QUE PRECISAMOS MONITORAR E AVALIAR?	3
Evidência de impacto e transparência	3
Valide suas hipóteses	3
Aprendizagem e gestão adaptativa	3
NOSSO QUADRO HOLÍSTICO	4
RESUMO	4
ANTES DE COMEÇAR	6
ETAPAS DA RESTAURAÇÃO	7
INDICADORES DE RESTAURAÇÃO	8
Principais Indicadores de Impacto	8
Indicadores de impacto específicos ao contexto	9
PROJETO DE AMOSTRAGEM	9
O processo	10
TEMPO E FREQUÊNCIA	11
Sequência de atividades de monitoramento	12
DOCUMENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RESULTADOS	12
DEFININDO O CONTEXTO PARA A RESTAURAÇÃO	13
Fotos antes e depois	14
Extensão da restauração	14
Conectividade de habitat	14
Mudança na cobertura do solo	15
SAÚDE DO SOLO	16
Indicador 1: Textura do solo	16
Indicador 2: Estrutura do solo e estabilidade agregada	18
Indicador 3: Solo superficial	21
Indicador 4: Taxa de decomposição do saquinho de chá	22
Indicador 5: Níveis de sedimentos no solo	24
Indicador 6: Compactação do solo	25
<b>(a) Teste de Penetrômetro</b>	25
<b>(b) Teste de densidade aparente (e teor de umidade do solo)</b>	26
Indicador 7: Percolação e retenção de água	27
<b>(a) Teste de Capacidade de Retenção de Água (WHC)</b>	29
<b>(b) Teste de infiltração de água no solo</b>	30
Indicador 8: pH	30

Indicador 9: Atividade biológica no solo	31
Indicador 10: Fauna do solo	33
BIODIVERSIDADE	34
Indicador 11: Diversidade da Fauna	34
Indicador 12: Diversidade da Flora	38
CLIMA (MITIGAÇÃO)	39
Indicador 13: Diferenciais de temperatura	39
Indicador 14: Taxas de evapotranspiração	40
Indicador 15: Conteúdo de matéria orgânica (SOM) e carbono (SOC) do solo	41
Indicador 16: Captura de carbono acima do solo	45
PRODUTIVIDADE DO ECOSISTEMA	46
Indicador 17: Serviços Ecossistêmicos	46
Evidência de impacto e transparência	48
Validar hipóteses	48
Aprendizagem e gestão adaptativa	48
APÊNDICE 1: EXEMPLOS DE CARACTERÍSTICAS DE PAISAGEM COMO CRITÉRIOS PARA PROJETO DE AMOSTRA	49
APÊNDICE 2: PROJETO DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIA ESTRATIFICADA	50
APÊNDICE 3: PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO E PROJETO	51
APÊNDICE 4: DIÁRIO DE NATUREZA	52
GLOSSÁRIO DE CONCEITOS CHAVE	55
REFERÊNCIAS	58

## O QUE É MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO?

Monitoramento é a coleta contínua de dados dentro de um período de tempo fixo. Por exemplo, um prazo padrão para monitoramento é de um ano, com a base de dados criada no início do ano, antes de qualquer uma das atividades do projeto ter sido implementada. Em seguida, é feito um exercício de monitoramento “intermediário”, onde os dados são recolhidos 12 e 36 meses mais tarde. Finalmente, os dados de “5 anos” são recolhidos no final do ciclo de monitoramento.

Avaliação é a análise dos dados coletados ao longo do tempo. Uma vez recebidos todos os dados, é hora de comparar os dados iniciais com os dados intermédios e, em última análise, os dados finais (por exemplo, de 5 anos) de cada ciclo de monitoramento. Este processo ajuda-o a avaliar como os ecossistemas e as pessoas estão a mudar para melhor.

## POR QUE PRECISAMOS MONITORAR E AVALIAR?

O Monitoramento e Avaliação (M&A) requer tempo e energia que poderiam ser atribuídos de outra forma para ajudar as atividades de restauração no terreno. Portanto, é pertinente perguntar por que é um investimento inteligente e necessário dos nossos recursos. Dentre muitas, destacam-se três boas razões pelas quais vale a pena investir em M&A:

### Evidência de impacto e transparência

Esta estrutura foi desenhada para mostrar a transformação ecológica e social que ocorre dentro e em torno dos projetos de restauração de ecossistemas. Assim que tivermos provas do impacto do nosso trabalho, poderemos partilhar casos e histórias comprovadas com o mundo, o que aumentará a nossa legitimidade e credibilidade e aumentará a nossa base de apoio e renda. A elaboração de relatórios sobre o progresso da restauração dos ecossistemas é fundamental para envolver as pessoas que tomam as decisões políticas, parceiros, proprietários de terras e doadores.

### Valide suas hipóteses

Um dos objetivos deste guia é ajudá-lo a mergulhar em suas próprias suposições e na ecologia de seu local específico. O monitoramento ajuda-nos assim a pesquisar hipóteses específicas ou modelos conceituais<sup>1</sup> e a compreender como as nossas atividades de restauração afetam os ecossistemas com os quais trabalhamos.

### Aprendizagem e gestão adaptativa

Bons dados apoiam a melhoria contínua do trabalho no terreno através de uma gestão adaptativa. Embora a maioria dos casos seja altamente complexa e exija

---

<sup>1</sup>Você pode encontrar mais informações sobre 'modelos conceituais' no glossário de conceitos-chave

soluções específicas ao contexto, boas práticas podem ser aprendidas (e partilhadas) com outros locais com características e/ou pressões semelhantes.

## NOSSO QUADRO HOLÍSTICO

Criamos este quadro com a contribuição de vários membros da nossa equipe, parceiros do ERC, voluntários e grandes pensadores na área da restauração de ecossistemas. Inspirados no livro de Satish Kumar <sup>2</sup>, projetamos uma estrutura holística baseada em três componentes principais da restauração de ecossistemas: **Solo**, cobrindo a transformação ecológica que ocorre no terreno; **Alma**, refletindo mudanças nas atitudes e no comportamento das pessoas; **Sociedade**, relativa ao impacto positivo nas sociedades humanas e nas economias ligadas à natureza degradada dos ecossistemas que as rodeiam.

Este documento apresenta o '**Solo**' ou a dimensão ecológica do nosso quadro, centrando-se na comunidade de organismos vivos em conjunto com o seu ambiente. Esses componentes bióticos e abióticos interagem como ecossistemas através de ciclos de nutrientes, fluxos de energia e outros ciclos de feedback <sup>3</sup>. Acompanhar as mudanças ao nível de vários atributos ecológicos ajuda a compreender como estes interagem entre si, o que é essencial para promover relações que melhorem a vida e tornar-se eficaz na restauração dos ecossistemas.

## RESUMO

Conforme mostrado na tabela abaixo, a primeira coluna inclui resultados possíveis (e desejáveis) da restauração; a segunda inclui indicadores ou atributos, que mostram se os respectivos resultados são alcançados; a terceira coluna apresenta os métodos/testes utilizados para qualificar/quantificar a mudança nos indicadores e a última coluna apresenta o momento ideal para a coleta de dados.

---

<sup>2</sup> Kumar, S. (2013). *Solo, alma, sociedade: uma nova trindade para o nosso tempo*. Lewes: Leaping Hare Press.

<sup>3</sup>Para mais informações, consulte 'ciclos de feedback' no glossário

Tabela 1 Resumo dos resultados/indicadores incluídos no Quadro

Resultados	Indicadores	Métodos	Quando
Textura do solo melhorada	Textura do solo	Teste de jarra de solo	n / D
Melhor estrutura/consistência do solo	Pontuação da estrutura do solo Pontuação de estabilidade agregada	Soltar e quebrar Teste de hidratação do solo	n / D
Aumento da camada superficial do solo	Comprimento da camada superficial do solo	Perfil do solo	Primavera
Aumento da taxa de decomposição do solo	Peso dos saquinhos de chá enterrados	Teste de composição de chá	n / D
Diminuição dos níveis de erosão do solo	Níveis de sedimentos do solo	Teste de acumulação de solo	Primavera
Diminuição dos níveis de compactação do solo	Níveis PSI Densidade aparente	Teste de penetrômetro Teste de densidade aparente	Primavera
Maior disponibilidade de água	%WHC Hora da água infiltrar	Teste de capacidade de retenção de água Teste de infiltração de água	Primavera
Melhor pH do solo	PH do solo	teste de pH	n / D
Atividade biológica melhorada no solo	Fungos/bactérias microbianas Número de minhocas	microbiômetro Teste de minhocas	Primavera
Aumentar a biodiversidade do solo	Fauna do solo	Funil DIY Tullgren	Primavera
Aumento da biodiversidade	Diversidade da fauna Diversidade da flora	Pesquisa em quadrante Teste noturno de insetos Quadrado de planta	Primavera
Diferenciais de temperatura reduzidos	Diferenciais de temperatura	Registradores de dados	n / D
Evapotranspiração reduzida	Taxas de evapotranspiração	Atmômetros DIY	Primavera
Aumento do teor de matéria orgânica	% Conteúdo de matéria orgânica do solo	Teste de laboratório de perda na ignição	Primavera

		Cor do solo	
Aumento de carbono na biomassa	Armazenamento de carbono em biomassa	Imagens NDVI/satélite	n / D
Melhor produtividade do ecossistema	Serviços de ecossistemas	n / D	n / D

## ANTES DE VOCÊ COMEÇAR

O monitoramento é uma forma vital de aprender sobre o que está acontecendo em seu terreno. Cada local de restauração é único e está em diferentes estágios de desenvolvimento, mas estas são algumas coisas que você precisa considerar antes de começar a coletar dados.

Primeiro, é necessário familiarizar-se com o ecossistema onde a restauração está (ou estará) sendo feita e com o tipo de questões que o projeto de restauração irá abordar, incluindo as pressões do ecossistema ou os fatores de degradação. O recolhimento para base de dados é muito útil nesta fase, pois informa os objetivos de restauração, planejamento e processos de concepção. Além disso, é uma boa prática pesquisar ecossistemas saudáveis e em grande parte não deteriorados ou “locais de referência” durante a criação da base de dados.

Tendo estabelecido um *Modelo de Restauração (e/ou Plano de Restauração)* específico para aquele contexto, é possível definir quais áreas e/ou técnicas de restauração serão monitoradas ao longo do tempo. Especificamente, você pode definir os diferentes lotes de amostragem (ou seja, locais exatos em seu terreno onde você irá coletar os dados; consulte “Desenho de amostragem”). Finalmente, o recolhimento de dados ao longo do tempo irá ajudar a você mesmo e ao público em geral a compreender se o que está sendo feito nestas áreas está funcionando ou não.

Por exemplo, você está em uma área com pouca vegetação e que apresenta sinais de erosão do solo. Como seria de esperar, os seus dados de referência mostram baixos níveis de solo superficial/matéria orgânica/vegetação em comparação com um local vizinho não degradado. Assim, você começa a planejar intervenções de restauração (por exemplo, corretivos do solo; adubação verde) para atingir seus objetivos de restauração (por exemplo, aumentar a camada superficial do solo e a diversidade de plantas). Em seguida, você seleciona lotes de amostragem representativas e específicas dentro da área que deseja restaurar, bem como dentro do local não degradado. Depois de coletar os dados de referência do(s) local(is), você repete o exercício ao longo do tempo para saber se as práticas (por exemplo, pastoreio holístico) que você implementou estão contribuindo para seus objetivos de restauração.

Em suma, o monitoramento da restauração dos ecossistemas começa com uma avaliação de base, idealmente realizada na fase de “planejamento” (ver secção seguinte). Se já estiver na fase de “fazer”, é importante considerar registros/tendências históricas e, se possível, recolher dados de referência/controle de locais vizinhos que se assemelhem à condição pré-restauração do ecossistema que está sendo restaurado.

Em qualquer caso, é crucial documentar quais abordagens de restauração foram implementadas ou serão implementadas, incluindo um mapa do local (físico ou digital) mostrando cada uma das diferentes áreas e abordagens de restauração do projeto. Estas condições tornam o exercício de monitoramento mais útil e significativo ao longo do tempo.

## ETAPAS DA RESTAURAÇÃO

Como mencionado anteriormente, a tarefa de monitoramento depende do estágio em que se encontra o seu projeto de restauração.

Na fase de **planejamento**, você se familiariza com o contexto social e ecológico mais amplo do seu projeto de restauração enquanto explora os tipos de questões e desafios que deseja abordar. Além de desenvolver diagramas do(s) local(is) de restauração em relação aos terrenos ao redor, os dados devem ser coletados como parte de um “inventário de base” para documentar elementos bióticos e abióticos, causas de degradação e o potencial de recuperação natural (Gann et al., 2019). Por sua vez, este processo pode informar uma visão conjunta de restauração para o seu projeto e a formulação de objetivos claros, específicos e mensuráveis. Finalmente, o seu 'Projeto/Plano de Restauração' inclui os *procedimentos* associados a esses objetivos, as atividades de restauração que você implementará e onde elas serão implementadas – incluindo atividades de monitoramento. (Veja também o Apêndice 3 para uma visão geral das boas práticas e elementos para a *Restauração fase de planejamento*)

A fase de **execução** da restauração manifesta-se em diversos formatos, mas normalmente envolve a cooperação entre líderes do ERC, voluntários, comunidades locais e outras partes interessadas relevantes (por exemplo, agricultores, institutos de investigação, organizações parceiras). Sabendo quais objetivos e abordagens/áreas de restauração você está interessado em acompanhar, recomendamos usar este guia para monitoramento contínuo, para verificar se você está no caminho certo e para contabilizar resultados inesperados.

Na da fase **revisão**, os gestores dos projetos de restauração podem utilizar os seus dados e processos de avaliação para fazer uma gestão adaptativa e melhorar os seus “Projetos/Planos de Restauração” em conformidade com aquilo que foi constatado. Nesta fase, os projetos de restauração são capazes de partilhar e disseminar as lições aprendidas com uma comunidade global de restauração de ecossistemas.



Figura 1 Jornada restaurativa adaptativa

## INDICADORES DE RESTAURAÇÃO

Geralmente, o nosso conselho é monitorar os principais indicadores de impacto listados abaixo e priorizar indicadores específicos do contexto com base nas metas do projeto de restauração e nos recursos disponíveis para monitoramento. Em vez de tentar medir o maior número possível de indicadores a partir da compensação, o nosso conselho é incluir gradualmente outros indicadores. Isto ajuda a garantir que os planos de M&A sejam realistas e continuados a longo prazo.

### Principais indicadores de impacto

Incluímos a vasta diversidade de ecossistemas e resultados associados a iniciativas individuais de ERC/restauração. No entanto, como mencionado acima, temos como objetivo demonstrar o impacto do movimento ERC global, o que é mais fácil de dizer do que fazer... Trabalhar com um conjunto de indicadores-chave de impacto ajuda no processo de agregação, comparação e partilha de dados de locais de restauração em todo o mundo e ao longo do tempo. Os principais indicadores de impacto do ERC são:

- Taxa de sucesso após 1 ano de plantio (culturas perenes, arbustos e/ou árvores)
- Fotos antes e depois
- Área de restauração
- Taxa de sobrevivência de árvores (% da contagem de árvores madeiras ou usando o mapeador de árvores.)
- Biodiversidade (flora E/OU fauna)
- Matéria orgânica do solo e conteúdo de carbono

- Compactação do solo OU infiltração de água

## Indicadores de impacto específicos ao contexto

Reconhecendo que cada ecossistema é complexo e único, o nosso conselho é considerar um conjunto de resultados e indicadores específicos do local, que podem incluir - mas não precisam de se restringir a<sup>4</sup>- aqueles incluídos no quadro. Recomendamos considerar as restrições de M&A para informar como selecionar os indicadores para monitorar a restauração do ecossistema<sup>5</sup>. Reconhecendo os objetivos de longo prazo típicos dos esforços de restauração, é sensato considerar o tempo, o esforço, a experiência e a tecnologia necessários para monitorar os diferentes indicadores de restauração dos ecossistemas. Por exemplo, iniciativas/projetos de restauração que são financeiramente limitados têm maior probabilidade de dar prioridade a sistemas de monitoramento acessíveis. Outras considerações ou questões surgem em relação aos próprios atributos ecológicos: que dados estão disponíveis? Estes indicadores ecológicos são abrangentes na representação dos resultados de restauração desejados do projeto?

## PROJETO DE AMOSTRAGEM

Os ecologistas e qualquer pessoa que trabalhe com estatística reconheceram há muito tempo a dificuldade de pesquisar populações e ecossistemas inteiros. Projetos de amostragem bem definidos são fundamentais para avaliar mudanças nos elementos e relações que caracterizam a condição geral de um local ou ecossistema. A amostragem adequada é fundamental porque queremos que as nossas amostras sejam representativas das áreas que iremos monitorar e para analisar (comparar e agregar) dados em vários locais de restauração de ecossistemas. Abaixo explicamos como definir lotes de monitoramento e pontos de amostragem.

No nosso contexto, uma Zona refere-se a uma área específica que você espera restaurar e monitorar ao longo do tempo. Os pontos ou lotes de amostragem são os locais exatos de onde coletamos os dados, selecionados para representar cada uma dessas zonas. Os lotes/pontos de amostragem devem, portanto, permanecer acessíveis durante todo o processo de restauração do ecossistema.

---

<sup>4</sup>Por exemplo, medir as concentrações de certos elementos no solo pode ser um bom exercício para um projeto que pretenda remediar um local contaminado.

<sup>5</sup>Poderá fazê-lo classificando os indicadores ecológicos aqui propostos com base em diferentes critérios de avaliação. Excelente orientação sobre como fazer isso é oferecida no Capítulo 3 de *O caminho para a restauração: um guia para identificar prioridades e indicadores para monitorar a restauração florestal e paisagística* (Buckingham et al., 2019).

## O processo

Se estiver fazendo um estudo de base, escolha pelo menos 10 pontos de amostragem no local que pretende restaurar (sobre os quais a infra-estrutura não será construída). Se você já está “fazendo” restauração, veja abaixo uma lista de considerações importantes para a definição de zonas. Geralmente, mais pontos de amostragem significam dados/resultados mais significativos. No entanto, isso também significa que serão necessários mais tempo e recursos para o monitoramento. Assim, recomendamos monitorar primeiro um pequeno número de zonas e pontos de amostragem e adicionalmente coletar dados para os restantes.

Se houver 10 zonas, selecione as 5 mais importantes e defina pelo menos 2 pontos de amostragem em cada uma. Nos anos seguintes poderá fazer o mesmo para as zonas restantes ou aumentar o número de pontos de amostragem dentro das áreas que está monitorizando.

### Definindo zonas de monitoramento<sup>6</sup>

Alguns fatores devem ser considerados ao estabelecer quais áreas específicas serão monitoradas. Elas serão específicas de cada local, mas a nossa recomendação é definir zonas com base no seguinte:

- 1) Diferentes abordagens de restauração/'tratamentos experimentais' (incluindo locais de controle para representar uma abordagem de “não fazer nada”)
- 2) Locais de referência<sup>7</sup> (dentro de áreas praticamente não degradadas/conservadas que podem representar o(s) ecossistema(s) desejado(s))
- 3) Locais de referência ou de controle<sup>8</sup>, especialmente quando faltam inventários de referência; lotes de terras vizinhas representam a condição de pré-restauração de um ecossistema, bem como a mudança de cenário, seguindo uma abordagem de manter as práticas como de costume.

---

<sup>6</sup>Se estiver trabalhando com uma abordagem de restauração específica, as características da paisagem devem ser consideradas na definição de diferentes zonas de monitoramento (incluindo locais de controle e de referência). Quando as atividades de restauração são implementadas sem um plano de restauração, aconselhamos a definição de zonas de acordo com as abordagens de restauração que estão sendo experimentadas, ao lado de pelo menos uma área de controle. Independentemente do tamanho do projeto e dos recursos de M&A, o zoneamento é crucial para poder monitorar eficazmente os esforços de restauração e as mudanças (inesperadas) ao longo do tempo. Para fins de documentação, é útil criar rótulos para cada uma de suas unidades de monitoramento (por exemplo, usando as 3 primeiras letras da descrição de suas zonas; GRA para Pastoreio; CON para Controle; etc.)

<sup>7</sup>ecossistema (s) -alvo do projeto ; veja também glossário.

<sup>8</sup>Linha de base contra a qual o progresso do trabalho de restauração é estudado através de comparação.

- 4) Diferentes características do terreno<sup>9</sup> (por exemplo, tipo de solo, altitude, níveis de humidade) para incorporar os efeitos do terreno na definição de zonas para monitoramento

### Definir pontos de amostragem (ou apenas amostras)<sup>10</sup>

Os pontos de amostragem devem ser representativos das zonas e acessíveis ao longo dos anos. Alguns projetos de restauração não dispõem dos recursos necessários para trabalhar com muitos pontos de amostragem. Nosso conselho é focar em tantos pontos de amostragem (por zona) quanto puderem acompanhar de forma realista (veja também a seção “Resumo”). Além do número e tamanho das zonas, o número de pontos de amostragem seleccionados depende da capacidade disponível para monitoramento. Ao definir pontos de amostragem, marque-os fisicamente (usando pedaços de madeira e etiquetas) e digitalmente, registrando suas geocoordenadas na folha de registro e representando-as nos polígonos/mapa digital do local do projeto.

## TEMPO E FREQUÊNCIA

A recuperação de uma condição degradada para uma condição restaurada é um processo de longo prazo. Portanto, podemos perguntar: quando – e com que frequência – devemos coletar dados?

Adotar um **calendário** consistente é fundamental para garantir a harmonização, permitindo a agregação e a comparação de dados ao longo do tempo e em diferentes locais do ecossistema.

Aconselhamos a coleta de dados ecológicos na Primavera, quando as sementes e os animais saem da dormência de Inverno e iniciam as suas atividades reprodutivas e de aninhamento. Em ecossistemas não temperados, impulsionados pela estação chuvosa e com uma primavera menos definida, sugerimos monitoramento durante ou no final das estações chuvosas.

- Período DC 1 (Hemisfério N. e região tropical do Sul): abril/maio
- Período DC 2 (Hemisfério Sul e região tropical Norte): outubro/novembro

As bases de dados representam um “ponto de partida” ou pano de fundo contra o qual a mudança pode ser medida no tempo. Se as atividades de restauração de ecossistemas já estiverem sendo implementadas, então os dados podem ser coletados a partir de um local semelhante ao modo como a área de restauração estava a ser gerida antes do início dos trabalhos de restauração. Em outras palavras, aconselhamos a coleta de dados de “locais de referência” para

---

<sup>9</sup>O Apêndice 1 inclui um conjunto de perguntas que foi desenvolvido para ajudar os profissionais a compreender os processos de formação do solo e a estudar a paisagem que estão tentando restaurar

<sup>10</sup>O Apêndice 2 demonstra a popular estratégia de Design de Amostragem Aleatória Estratificada.

representar as condições pré-restauração (ver também 3) em 'Desenho de Amostragem')

Em termos de **frequência de coleta de dados**, depende de você a regularidade com que realiza esses testes, mas recomendamos que isso aconteça pelo menos 3 vezes (por exemplo, a0, a1 e a5) no primeiro ciclo de restauração de 5 anos. A frequência apropriada também depende (a) dos indicadores específicos (alguns atributos ecológicos têm uma taxa de mudança mais rápida, enquanto outros variam lentamente) e (b) das condições naturais de um ecossistema (por exemplo, padrões sazonais e climáticos). (Geralmente, a mudança ocorre mais rapidamente em ecossistemas tropicais quentes/húmidos do que em regiões mais temperadas ou boreais). Mais detalhes sobre o calendário e a frequência da coleta de dados estão incluídos na descrição dos indicadores e métodos associados.

Recomendamos que os projetos de restauração utilizem dados e relatórios de M&A dos primeiros 5 anos, para reavaliar/atualizar a sua visão, avaliar os objetivos do projeto e adaptar a gestão em conformidade. Dependendo do grau de recuperação alcançado e dos recursos garantidos para M&A, aconselhamos alargar os esforços de monitoramento a longo prazo (por exemplo, coleta de dados a cada 3 ou 5 anos, durante 15 anos).

### Sequência de atividades de monitoramento

Planejar a sequência das atividades de monitoramento (antes da coleta de dados no terreno) contribui para uma alocação mais eficiente dos recursos de monitoramento. Isto é útil porque alguns métodos envolvem etapas semelhantes (por exemplo, escavação para os testes de “Estrutura do solo e estabilidade agregada” e para o “Teste de minhocas”). Segue abaixo uma sequência (proposta por ex-voluntários do ERC) para a realização dos testes nos diferentes pontos de amostragem:

*Drop & Shatter - Jar - Solo superficial - Minhoca - Abrandamento - Matéria orgânica do solo - pH...*

## DOCUMENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RESULTADOS

As boas práticas de monitoramento contribuem para uma compreensão holística de ecossistemas complexos e ajudam os profissionais a compreender qual é ou poderia ser o seu lugar dentro desses ecossistemas. Além da coleta de dados ao longo do tempo, o sucesso da M&A depende de dados bem documentados e de relatórios sobre as conclusões.

Conforme descrito acima, os locais de amostragem serão utilizados para estudar o impacto dos esforços de restauração. Assumimos que, até certo ponto, os dados podem ser explicados por intervenções humanas/de restauração (tais como correções do solo), mas as mudanças de cenários anteriores (por exemplo, devido a factores abióticos) e espontâneas/'naturais' também desempenham um papel importante. Portanto, é fundamental documentar os dados ecológicos de forma rigorosa e considerar uma série de factores e variáveis (bióticos e abióticos).

Conjuntos de dados de restauração abrangentes e bem documentados facilitam o estudo dos efeitos individuais e de interação de diferentes variáveis, levando a uma melhor compreensão da *situação ecológica local*, e práticas de restauração de ecossistemas mais bem informadas. A documentação apropriada também facilita a disseminação de abordagens eficazes de restauração.

Por exemplo, é importante descrever exatamente onde e quando as medições ocorrem, especialmente se assumirmos que diferentes pessoas irão recolher dados ao longo dos anos. Criamos fichas de registo e modelos de relatórios de M&A (encontre-os na [plataforma ERC Knowledge Exchange](#)). Abaixo está uma visão geral passo a passo de como registrar e compartilhar descobertas:

### *1. Registre coordenadas geográficas e fatores ambientais*

Utilizando a folha de registo fornecida pela fundação ERC, registre as coordenadas geográficas exatas dos seus locais de amostragem para cada indicador monitorado. (Alguns smartphones têm a funcionalidade de tirar fotos georreferenciadas, o que significa que você não precisa depender de aplicativos adicionais de smartphone ou receptores GPS). Acompanhe quaisquer fatores ambientais ou eventos incomuns que chamem a sua atenção em relação à temperatura, luz, salinidade, proximidade de poluentes e assim por diante, usando uma coluna de “notas” na folha de registro ou um diário de M&A.

### *2. Envie os dados para o banco de dados ERC de acesso aberto*

Se você não estiver registrando seus dados diretamente em nosso banco de dados aberto ou (planilha on-line), reserve um tempo para pelo menos copiar os dados da sua planilha física para uma digital. De preferência, faça isso o mais rápido possível enquanto suas observações e quaisquer encontros inesperados estiverem “frescos”.

### *3. Avalie e comunique os resultados*

Depois de coletados todos os dados, é hora de avaliar os resultados. Observar os dados, avaliar tendências e obter insights é o que chamamos de “avaliação”. Os relatórios de avaliação podem ser compartilhados com os doadores para comprovar a eficácia do nosso trabalho. Nossa recomendação é que você escreva um relatório de base depois de ter coletado os dados ecológicos iniciais, resumindo suas descobertas e como elas irão informar como você restaurará sua terra (incluindo uma descrição de seus objetivos e/ou locais de referência). Nos anos subsequentes, você poderá comparar e analisar os dados coletados em relação aos valores de referência, controles e locais de referência. Propomos que os coletores de dados e os líderes de projetos de restauração produzam juntos um relatório ao final de cada ciclo de monitoramento.

## **DEFININDO O CONTEXTO PARA A RESTAURAÇÃO**

Esta seção destaca elementos-chave para mapear o contexto ecossocial dos projetos de restauração. Nosso conselho é documentá-los como parte de um inventário de base e/ou plano de restauração, que pode ser compartilhado com as partes interessadas relevantes e através dos canais de comunicação do projeto.

## Fotos antes e depois

Uma das maneiras mais fáceis e atraentes de demonstrar mudanças nos ecossistemas é tirar fotos do antes e depois das áreas em restauração. As melhores imagens de antes e depois são tiradas com drones. Se você não tiver acesso a um drone<sup>11</sup>, use o 'Método de Fotografia de Ponto Fixo' descrito abaixo, onde você tira fotos do local a partir do(s) mesmo(s) ponto(s) ao longo do tempo.

### Método:

1. Marque pontos específicos em sua(s) zona(s) com pedaços de madeira ou bandeiras etiquetadas. (Se possível, marque também a altura em que você tirará a foto com a câmera do seu smartphone)
2. A partir desses pontos, tire uma foto da(s) zona(s) OU se você tiver um drone, use o marcador como referência ao tirar fotos aéreas
3. Mantenha os marcadores no lugar e tire novamente uma foto do(s) mesmo(s) local(is) e ângulo um ano depois.
4. Armazene essas fotografias no banco de dados do ERC (e na pasta digital cloud/drive) e envie-as para [hello@erc.earth](mailto:hello@erc.earth)

## Extensão da restauração

Já que os ganhos provenientes da restauração dos ecossistemas são mais elevados em grande escala, a extensão da restauração é um elemento importante da restauração dos ecossistemas. (Observe que o ERC acolhe e apoia projetos de qualquer dimensão).

### Método

1. Desenhe polígono(s) da área em restauração (dentro do seu próprio local de restauração ou além da cerca onde você contribui para a restauração de outros locais) e a área potencial de restauração (isto é, área onde você sabe que a restauração pode acontecer mesmo se não existirem planos formais ou acordos de propriedade; por exemplo, pense em terras vizinhas públicas ou privadas que você acha que podem ser alocadas para restauração em um esforço colaborativo para estabelecer corredores de vida selvagem, replicar o que você está fazendo em seu local, ou talvez onde você possa estar fazendo trabalho de consultoria de restauração).
2. Algumas plataformas (por exemplo Restor, MyMaps) podem gerar automaticamente a extensão ou área (m<sup>2</sup> ou ha) que você está interessado em analisar,
3. Registre a extensão da área em restauração e a área potencial de restauração (m<sup>2</sup> ou ha) e a data

## Conectividade de habitat

Na restauração dos ecossistemas, os processos de recuperação natural desempenham um papel importante e devem ser facilitados. Muitas vezes, os processos de recuperação e a resiliência dos ecossistemas dependem da conectividade do habitat (por exemplo, para dispersão de sementes, fornecimento

---

<sup>11</sup>Você pode entrar em contato com [hello@erc.earth](mailto:hello@erc.earth) para obter imagens de drone acessíveis do(s) seu(s) terreno(s).

de abrigo para a fauna, etc.). Portanto, nosso conselho é medir a distância mais próxima entre trechos de habitat dentro e ao redor dos locais do seu projeto.

### **Método**

1. Identifique e descreva o(s) tipo(s) específico(s) de habitat que você deseja ver em recuperação no(s) seu(s) local(is) de restauração (isso pode incluir sistemas agroflorestais complexos baseados em princípios de sucessão ecológica e onde a intervenção humana futura é reduzida; não deve incluir áreas agrícolas, assentamentos humanos, onde a intervenção humana é alta.)
2. Usando mapas regionais e/ou imagens de satélite, meça a distância entre trechos do habitat específico dentro da área do projeto e/ou entre o projeto e a paisagem mais ampla ou o ambiente aquático
3. Calcule e registre a distância média entre trechos desse habitat

### **Mudança de cobertura do solo**

A restauração eficaz dos ecossistemas anda de mãos dadas com a compreensão das pressões sobre o funcionamento dos ecossistemas e a biodiversidade associada. Tendo em vista que as alterações prejudiciais na cobertura do solo contribuem para a degradação do ecossistema terrestre e para a perda de biodiversidade, o rastreamento da cobertura do solo é de importância crucial. Ajuda a compreender o que aconteceu antes das suas intervenções, bem como quais são as tendências na terras que o rodeiam.

### **Método**

A descoberta da cobertura do solo é um processo complexo que envolve a detecção da refletância de diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético com sensores montados em satélite, que por sua vez precisam de algoritmos “treinados” e dados terrestres para calibração. Hoje, as imagens de satélite de código aberto (por exemplo, de satélites como o Sentinel II) facilitam a avaliação rápida das alterações na cobertura do solo. Algumas plataformas podem gerar automaticamente as classes de cobertura do solo da área que você deseja monitorar. Normalmente, as imagens de satélite gratuitas têm uma resolução espacial que varia entre 10m-60m (pixels iguais ou maiores que 100m<sup>2</sup>). Dependendo desta resolução, você poderá identificar as classes específicas de cobertura da terra pré-degradação ou pré-pré-restauração da(s) área(s) em que você está interessado. Através de imagens de satélite de diferentes marcos no tempo, você pode ver mudanças na extensão destas classes de cobertura do solo. Considerando os polígonos do(s) seu(s) local(is) de restauração, registre as mudanças nas classes de cobertura do solo (% de aumento/diminuição) anualmente em sua folha de registro.

**Ferramentas e plataformas digitais gratuitas** para ajudar a monitorar as mudanças na cobertura do solo:

- <https://restor.eco/>
- <https://openlandmap.org/>
- <http://earthmonitor.org/>
- [www.globalforestwatch.org/map/](http://www.globalforestwatch.org/map/)
- <http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/index.php>
- <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>
- [http://trends.earth/docs/en/about/data\\_sources.html](http://trends.earth/docs/en/about/data_sources.html)
- <https://www.oneearth.org/navigator/>

# SAÚDE DO SOLO

## Indicador 1: Textura do solo

Tal como acontece com a maioria dos atributos físicos dos solos, a textura do solo é mais um indicador informativo do que algo que queremos mudar. É claro que isto também pode ser monitorado ao longo do tempo se pretendermos efetuar mudanças em termos de textura do solo, mas precisamos estar conscientes da (lenta) taxa de mudança esperada.

### **Meio de verificação: teste de frasco do solo<sup>12</sup>**

#### **Por que**

O teste de frasco do solo estabelece a proporção de argila, sedimentos e areia dos seus solos, o que é fundamental para compreender a retenção de água e nutrientes nos seus solos. Por exemplo, os solos ricos em argila tendem a reter bem a água e os nutrientes, mas também são mais susceptíveis à compactação e ao encharcamento em condições húmidas, ou à “cozedura” em condições secas. Solos arenosos costumam ter uma estrutura mais estável e geralmente não retêm muito bem água e nutrientes.

#### **Resultados**

Solos arenosos contêm partículas ou grãos grandes e permitem fácil desenvolvimento/penetração das raízes, mas não retêm água/nutrientes por muito tempo.

Solos sedimentados contêm partículas de tamanho médio e retêm bem água, nutrientes e raízes. No entanto, os solos sedimentados são facilmente arrastados pelo escoamento superficial e/ou podem tornar-se compactados.

Os solos argilosos têm partículas muito pequenas - plaquetas - com uma elevada relação área-massa superficial, o que significa que os solos argilosos podem reter água e nutrientes muito bem, talvez demasiadamente algumas vezes... Muito bem, porque podem formar 'painéis duros' quando secam e/ou ficam fortemente compactados quando molhados, o que dificulta a penetração das raízes e até mesmo de ferramentas de jardim.

Frequentemente descritos como os “melhores solos de jardim”, os solos argilosos são constituídos por uma mistura de 30-50% de areia, 30-50% de lodo e 20-30% de argila, com 5 a 10% de matéria orgânica.<sup>13</sup>

#### **Materiais necessários**

- Jarra de vidro
- Cronômetro
- Água
- Régua/fita métrica
- Marcador de ponta fina

---

<sup>12</sup>Adaptado do *Manual de Teste de Solo de Pesquisa em Permacultura*

<sup>13</sup>Conforme descrito em “Teaming with Microbes: The Organic Gardener's Guide to the Soil Food Web” por Lowenfels & Lewis (2010)

## Método

1. Marque seu (s) frasco (s) de vidro na metade do volume total e, em seguida, divida cada metade em dois (você deve terminar com 4 marcas em  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{4}{4}$  da capacidade do frasco)
2. Remova uma fatia vertical de solo aprox. 30 cm de profundidade de cada ponto de amostragem
3. Remova quaisquer pedras grandes ou matéria orgânica e quebre todos os pedaços
4. Encha metade do(s) frasco(s) com terra
5. Usando os dedos, pressione a terra o máximo possível para reduzir o espaço dos poros e o nível da terra na lateral do frasco com uma caneta
6. Encha o(s) frasco(s) até a marca  $\frac{3}{4}$  com água e agite vigorosamente por 3 minutos até que a terra fique suspensa na água
7. Coloque o(s) frasco(s) em uma superfície nivelada onde possa ficar quieto por pelo menos um dia e **inicie o cronômetro**
8. Após 1 minuto marque na lateral do frasco o nível de partículas depositadas no fundo – este é o volume de areia na(s) amostra(s)
9. Após 2 horas, marque na lateral do frasco o nível de partículas sedimentadas – este é o volume de lodo na(s) amostra(s).
10. Depois que a água estiver limpa (isso pode levar mais de 24 horas), marque na lateral da jarra o nível de partículas – este é o volume de argila na(s) amostra(s)
11. Usando uma régua/fita métrica, use as distâncias no frasco para calcular as proporções relativas de areia, silte e argila na(s) amostra(s) de solo
12. Usando o triângulo de textura do solo abaixo, determine o(s) tipo(s) de solo com o qual você está trabalhando
13. Registre seus resultados

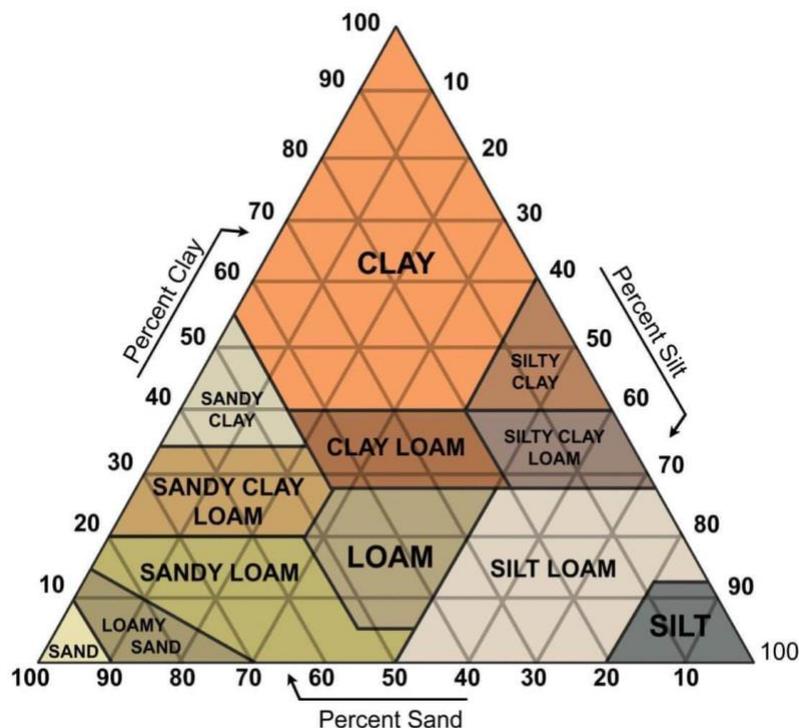


Figura 1 Triângulo para classificação do solo por textura

## Indicador 2: Estrutura do solo e estabilidade agregada

Como indicador físico, a estrutura do solo e a estabilidade agregada tendem a estar correlacionadas com a capacidade do solo de fornecer água e ar para as raízes e a biota do solo.

### **Meio de Verificação (1): Soltar e quebrar<sup>14</sup>**

#### **Por que**

A estrutura do solo regula a aeração do solo e as taxas de troca gasosa, o movimento e armazenamento de água, a temperatura do solo, a penetração e o desenvolvimento das raízes, o ciclo de nutrientes e a resistência à degradação estrutural e à erosão. É um fator vital para a germinação e eclosão das sementes, produtividade e qualidade da biomassa.

#### **Resultados**

Uma boa estrutura significa que as raízes das plantas podem explorar um volume maior de solo, nutrientes e água. Por outro lado, uma má estrutura aumenta a probabilidade de alagamentos, escoamento/erosão superficial e problemas de drenagem, limitando assim a quantidade de nutrientes e água disponíveis para o crescimento das plantas e outras (micro)formas de vida.

Normalmente, você pode melhorar a estrutura do solo incorporando matéria orgânica em seus solos. Se você estiver lidando com uma 'panela rasa', plantar raízes como batatas pode ajudar. Para problemas de compactação mais profundos, você pode considerar não fazer nada ou cultivar uma vez para soltar o solo e, posteriormente, adotar práticas de conservação do solo e, novamente, adicionar matéria orgânica.

#### **Materiais necessários**

- Recipiente firme (pode ser um balde/caixa de plástico)
- Pá de jardim
- Saco plástico grande e transparente

#### **Método**

1. Em cada ponto de amostragem, remova primeiro a camada superficial de 0-5 cm do solo que contém os sistemas radiculares densos, sem afetar o solo por baixo
2. Remova um cubo de 20x20x20cm de solo superficial com a pá
3. Solte a amostra de solo no máximo três vezes de uma altura de um metro (altura da cintura) sobre a base firme do seu recipiente. Se torrões grandes se romperem após a primeira ou segunda queda, deixe-os cair separadamente novamente uma ou duas vezes. Se um torrão se quebrar em pequenas unidades após a primeira ou segunda queda, não será necessário deilá-lo novamente. Não deixe cair nenhum pedaço de terra mais de três vezes

---

<sup>14</sup> Adaptado de

<http://adlib.everysite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?id=000HK277ZX.0HDED9M9K7GFQ02>

4. Separe cada torrão manualmente ao longo de quaisquer planos de fratura ou fissuras expostas.
5. Transfira a terra para um saco plástico grande
6. Mova as partes mais grossas para uma extremidade e as mais finas para a outra extremidade para obter uma medida da distribuição do tamanho do pedaço. Compare a sua distribuição de pedaços com as três fotografias abaixo.



2 = BOM

1 = MODERADO

0 = RUIM

- Bom estado (2): Boa distribuição de pedaços mais finos sem torrões significativos.
- Condição moderada (1): O solo contém proporções significativas de torrões grossos e firmes e pedaços finos e friáveis.
- Mau estado (0): Solo dominado por torrões extremamente grossos e muito firmes, com muito poucos pedaços mais finos

### **Meios de Verificação (2): Teste de hidratação do solo**

Nota: o teste de hidratação não é muito eficaz em solos com alto teor de argila.

#### **Por que**

A hidratação é um teste simples que diz algo sobre a estabilidade dos pedaços do solo, resistência à erosão e/ou suscetibilidade a problemas de alagamento. A hidratação ocorre quando grandes pedaços de solo secos ao ar (>3-5 mm) se decompõem em micropedaços menores (<0,25mm) quando subitamente imersos em água)

#### **Resultados**

Geralmente, os solos com alta MOS não murcham (desmoronam) facilmente quando molhados. Em outras palavras, quanto mais matéria orgânica – um componente que mantém as partículas unidas nos solos – mais lentamente o solo se decompõe. Você deve buscar uma pontuação de 1 para cada uma de suas zonas.

### **Materiais necessários**

- Folha de malha de 1 cm
- Garrafas/frascos de vidro (um para cada zona que você estará pesquisando)
- Água

### **Método**

1. Encha o(s) frasco(s) com água
2. 'Pendure' um pedaço da malha dentro / no topo de cada frasco (para evitar que a terra afunde diretamente no fundo)
3. Pegue um pedaço de solo seco ao ar (4-6 cm de diâmetro) de cada zona (se você realizou o teste de inspeção visual, selecione três pedaços de solo do tamanho de uma ervilha de cada fatia/zona de solo)
4. Coloque diferentes fragmentos de solo em diferentes malhas/frascos
5. Observe o fragmento de solo por 10 minutos
6. Dê uma pontuação para cada zona:

1= Hidratação completa/má condição (o pedaço se decompõe completamente em grãos de areia)

2= Abrandamento parcial/condição moderada (o pedaço quebra, mas alguns permanecem intactos no topo)

3= Sem hidratação/boas condições (sem alteração, a água está limpa)

## Referências

-<https://www.isqaper-is.eu/soil-quality/visual-soil-assessment/73-soil-slaking-test-soil-stability>

-

<http://soilquality.org/indicators/slaking.html>

## Indicador 3: Solo superficial

### **Meio de Verificação: Profundidade da camada superficial do solo**

#### **Por que**

A regeneração natural e a sucessão ecológica assistida dependem do cultivo de solos saudáveis. Sustentando múltiplas espécies de plantas e animais em cascatas tróficas complexas, os solos férteis constituem a base de ecossistemas resilientes e biodiversos. Medir a espessura das camadas de serrapilheira e solo superficial (ou matéria orgânica) informa se o seu solo está sendo nutrido ou afetado negativamente por certas intervenções.

#### **Resultados**

Ao subtrair as medições anteriores\* do solo superficial das suas próprias medições, você será capaz de avaliar se certas intervenções estão ajudando a crescer (se o valor for positivo) ou a perder o solo superficial (se negativo). Evidentemente, a magnitude do valor diz algo sobre a taxa que o solo superficial está crescendo ou desaparecendo.

\*da linha de base ou do estudo do ano passado

#### **Materiais necessários**

- Pá
- Fita métrica

#### **Método**

1. Em cada ponto de amostragem, cave um buraco com pelo menos 50 cm de profundidade, se possível (ou até que o solo mude de cor, de tons mais escuros onde as raízes crescem para um subsolo mais claro com pouca/nenhuma massa de raízes)
2. Se você não conseguir atingir facilmente essa profundidade, anote na folha de dados
3. Meça a espessura da camada superficial do solo (cm) em cada um dos furos, desde a superfície até a borda com o subsolo
4. Calcule a profundidade média do solo superficial para cada zona
5. Registre esses valores (em cm) na folha de registro e em qual das faixas se enquadra: muito raso (VS) = <15 cm; raso (S) = 15-30cm; moderadamente profundo (MD) = 30-50cm; profundo (D) = > 50cm)

6. Repita o processo todos os anos (cavando buracos a cerca de um metro de distância das marcas, para evitar cavar onde o solo foi movido em medições anteriores)

### Referências adicionais

Se você deseja saber mais profundamente o que está acontecendo em seu solo, recomendamos examinar o perfil do seu solo conforme descrito em outro lugar:

- [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706e/x6706e02.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706e/x6706e02.htm)
- <http://www.sciencepartners.info/smsp/module03/FieldProtocolSoils.pdf>
- [https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2\\_054308](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054308)
- <https://doityourselfforestryblog.wordpress.com/2016/05/27/what-are-the-Different-soil-horizons/>

### Indicador 4: Taxa de decomposição do saquinho de chá

#### **Meio de verificação: 'Composição do chá'<sup>15</sup>**

*Nota: entre em contato com [hello@erc.earth](mailto:hello@erc.earth) se desejar solicitar saquinhos de chá para este teste*

#### **Por que**

Avaliar como o “lixo” se decompõe nos solos é um método comum usado para analisar a função do solo, como a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. O 'Teste de composição do chá' é um método simples, barato e padronizado que utiliza saquinhos de chá comercialmente disponíveis (verde e roibos) como “sacos de lixo” pré-fabricados. Idealmente, este teste é realizado no início de junho em locais localizados no Hemisfério Norte, ou em novembro/dezembro para locais no Hemisfério Sul. O peso restante dos saquinhos de chá é medido em 4 momentos diferentes - 3 meses após enterrá-lo e, a seguir, 1, 2 e 3 anos após o enterramento.

#### **Resultados**

Com este método conseguimos calcular a % de chá que se decompõe em cada zona. A taxa de decomposição diz algo sobre a biologia e a ciclo de nutrientes do solo. Além das entradas de carbono provenientes da vegetação, as taxas de decomposição são essências para prever se os solos perderão ou ganharão carbono numa mudança de clima. Ao comparar os resultados entre zonas ou mesmo locais inteiros, a gestão das intervenções de restauração dos ecossistemas pode ser adaptada em conformidade. No futuro, esses dados poderão contribuir para uma base de dados global e para a investigação sobre a “composição do chá” do solo.

#### **Materiais necessários**

- 8 varas/postes de metal por zona
- 16 saquinhos de chá verde Lipton (nº EAN: 8 722700 188438) por zona

---

<sup>15</sup>Fonte: [www.teacomposition.org/wp-content/uploads/2019/05/TeaComposition-protocol\\_GLORIA\\_final.pdf](http://www.teacomposition.org/wp-content/uploads/2019/05/TeaComposition-protocol_GLORIA_final.pdf) ; Para obter mais informações básicas sobre a Iniciativa TeaComposition, visite: [www.teacomposition.org](http://www.teacomposition.org)

- 16 saquinhos de chá Lipton Rooibos (EAN nº: 8 722700 188438) por zona
- Caneta à prova d'água para etiquetar saquinhos de chá
- Sacos zip-lock, tupperware ou qualquer outro(s) recipiente(s) à prova d'água com tampa
- Balanças
- Pá pequena
- Fita métrica

### **Método**

1. Selecione duas áreas de amostragem representativas de pelo menos 1m<sup>2</sup>, com declive suave (evitando locais muito íngremes/planos ao longo do declive) dentro de cada zona
2. Marque fisicamente essas áreas usando gravetos/postes de metal/pedras coloridas para que você possa encontrá-las facilmente
3. Registre a altitude e as coordenadas GPS dessas áreas e, se possível, o tipo de solo
4. Rotule os saquinhos de chá com um código identificador único que representa o número dos saquinhos de chá (1-16), o tipo de chá, as zonas que você está estudando e a área de amostragem que você está estudando (ou seja, 1 ou 2); por exemplo: 2GRCOM1 = segundo saquinho de chá verde enterrado na 'área tratada com composto' na área de amostragem 1.
5. Pesar os saquinhos de chá antes do enterro (de preferência com 4 casas decimais) e registrar o peso
6. Coloque os saquinhos de chá em um saco zip-lock ou caixa (tupperware) até o enterro
7. Observe a data de início da incubação/enterro do chá
8. Usando barbante e pregos, marque 4 linhas em cada área de amostragem (cada uma com 40 cm de comprimento, com 10 cm entre linhas)
9. Cave cuidadosamente 4 buracos (aproximadamente a cada 10 cm, com pelo menos 5 cm de profundidade) ao longo de cada linha, criando um bolso para os saquinhos de chá.
10. Em cada linha, enterre 2 saquinhos de chá verde + 2 rooibos com cerca de 5 cm de profundidade ou em camada de solo mineral, certificando-se de que os códigos identificadores nas etiquetas estejam visíveis na superfície
11. Planeje as datas de recolhimento ou pontos de amostragem em seu calendário (3, 12, 24 e 36 meses após o enterro)

### Recolhimento de saquinhos de chá...

12. Coletar 2 sacos de chá verde e 2 sacos de chá Rooibos (evitando puxar a corda e levantar o solo para recuperar os sacos de chá) de cada parcela (uma linha de 'incubação' por ponto de amostragem)
13. Isto leva a 4 sacos de chá verde e Rooibos recolhidos por ponto de amostragem e zona
14. Limpe os saquinhos de chá das raízes, terra, etc. (cuidado para não danificar o saquinho/perder o chá!) e observe se o saquinho foi danificado ou encontrado na superfície
15. Coloque cada saquinho de chá em um saco/caixa zip lock, verificando o rótulo (se estiver faltando, reconstrua com base no número do saco anterior/seguinte na linha)
16. Seque os saquinhos de chá a 70 graus por 48 horas

17. Determine o peso do saquinho de chá vazio e anote o peso
18. Registre os resultados na planilha de dados
19. Repita o procedimento após 12, 24 e 36 meses.

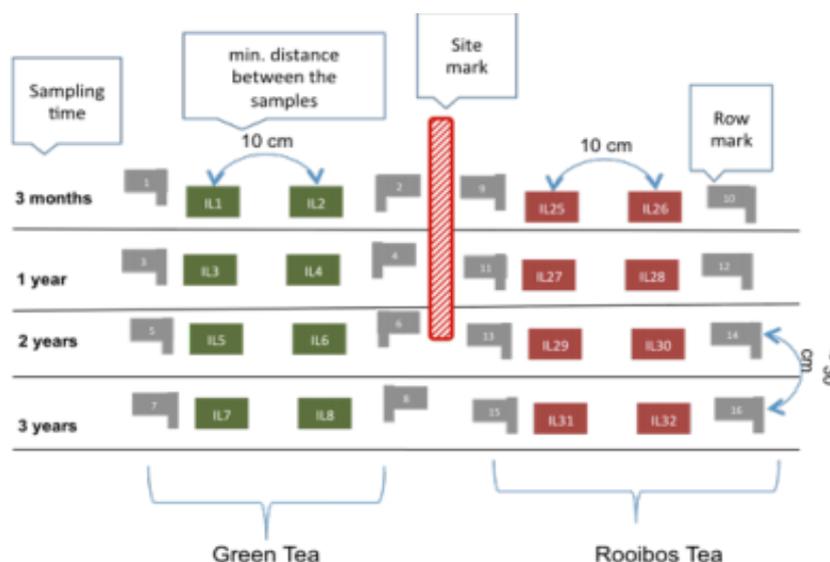


Figura 3: Projeto de amostragem do TeaComposition <sup>4</sup>

(SAMPLING TIME - tempo de amostragem / MIN DISTANCE BETWEEN THE SAMPLES - distância mínima entre as amostras / SITE MARK - marcação do local - ROW MARK - marcação da fileira/linha / MONTHS - meses / YEAR - ano / GREEN TEA - chá verde)

### Indicador 5: Níveis de sedimentos no solo

#### **Meio de Verificação: Teste de Acumulação no Solo**

Este é o indicador que mostra que houve acumulação de solo, e não perda, graças ao uso de práticas regenerativas. O meio de verificar isso é chamado de Teste de Acumulação no Solo, com as instruções abaixo:

#### **Por que**

O uso industrial moderno da terra é uma das principais causas da erosão do solo. Quando a vegetação do solo é removida, a camada superficial do solo fértil fica solta e pode ser facilmente levada pelo vento ou levada pela chuva. Ao inverter esta tendência, o solo pode realmente ser acumulado em vez de perdido.

#### **Resultados**

Tomando a diferença média de altura entre os pontos específicos da sua zona e multiplicando-a pelo tamanho da área do seu lote, obtém-se um valor estimado para a quantidade de solo que foi acumulado (ou perdido) no seu terreno (expresso como uma unidade de volume). Você pode então estimar esses valores para todas as áreas que deseja pesquisar e registrar a média anual de acumulação de solo em cada zona.

#### **Materiais necessários**

- Hastes roscadas de 1 metro (adquiridas em sua loja de ferragens local)

- Tinta spray

### **Método**

1. Em cada ponto de amostragem, empurre seu pedaço de ferro até a metade do chão (então, se o ferro tiver 1 metro, empurre-o no chão com 50 cm de profundidade), para que ele fique lá com segurança e não se mova sozinho
2. Pinte com spray o nível em que o ferro penetra no solo
3. Retorne aos pedaços de ferro um ano depois e marque o nível atual do solo
4. Registre as coordenadas de cada local onde as hastes roscadas foram instaladas

### Indicador 6: Compactação do solo

Esse é o indicador que mostra que há uma diminuição na compactação do solo na sua área.

**Meios de Verificação:** Sugerimos 2 meios diferentes de verificar isso. O mais fácil é o chamado **(a) teste de penetrômetro**, mas se você não tiver um penetrômetro execute a alternativa **(b) teste de densidade aparente** (para o qual você precisará de um forno de micro-ondas).

### **Por que**

A compactação do solo restringe enormemente a capacidade de crescimento das plantas, pois as suas raízes lutam para penetrar no solo e a água e o oxigênio lutam para alcançá-las. Medir a compactação do seu solo permitirá que você verifique se o que você planta conseguirá sobreviver ou se é necessário fazer mais descompactação. A compactação do solo é causada pela remoção da vegetação da terra e é uma das principais causas da desertificação.

### **(a) Teste de Penetrômetro**

**Materiais necessários:** penetrômetro

### **Método**

1. Em cada ponto de amostragem, empurre o penetrômetro para baixo até que ele leia acima de 300 psi
2. Registre a profundidade (a >300 psi) como o “nível superior” da sua camada de compactação
3. Diminua a pressão, mas continue pressionando o penetrômetro até que valores psi abaixo de 300 psi sejam encontrados
4. Registre a segunda profundidade/nível (em <300 psi) (ou seja, parte inferior da “camada de compactação”)
5. Repita isso várias vezes dentro de cada zona/unidade de monitoramento

### **Resultados**

Para cada zona que você está estudando, se a resistência do penetrômetro

- nunca excede 300 psi, não há compactação significativa que restrinja os sistemas radiculares

- excede 300 psi, mas nunca cai abaixo de 300 psi, isso indica uma camada de compactação profunda, que provavelmente será problemática para sistemas radiculares e pode exigir atividades de subsolagem

<b>% de pontos de amostragem em que &gt;300 psi nos 40 cm superiores</b>	<b>classificação de compactação</b>	<b>subsolo recomendado</b>
<30	Pouco ou nenhum	Não
30-50	Pouco	Não
50-75	Moderado	Sim
>75	Forte	Sim

### **(b) Teste de densidade aparente (e teor de umidade do solo)**

#### **Materiais necessários**

- Espátula de jardim
- Faca de lâmina plana
- Saco selável e marcador
- Balança (0,01g preciso)
- Lata
- Régua ou fita métrica
- Um martelo/marreta e um bloco de madeira para cravar na argola
- Forno de micro-ondas

#### **Método**

1. Selecione 1 ponto por zona - se estes tiverem sido definidos no ano passado, afaste-se 2 passos do anterior
2. Marque esses pontos com números, letras ou nomes fisicamente (marcação), no mapa do terreno e na folha de dados para que você possa voltar a eles posteriormente
3. Remova a parte superior / inferior da lata para ficar com um tubo de metal
4. Empurre a lata firmemente no solo (com um pedaço de madeira/martelo) até que esteja  $\frac{2}{3}$  dentro
5. Meça o diâmetro do anel e depois metade dele para obter o raio
6. Para determinar a profundidade exata em que a lata penetrou no solo, meça a altura do topo da lata até a superfície do solo quatro vezes com espaçamento uniforme e registre a média, subtraia isso da altura total da lata para obter a profundidade que a lata foi para o solo
7. Registre os valores das etapas 6 e 7 em sua planilha de dados
8. Cave ao redor e remova o anel com uma espátula por baixo, evitando a perda de solo
9. Coloque a amostra inteira no saco e etiquete
10. Repita isso para cada zona que você deseja estudar
11. Registre o peso da(s) sua(s) amostra(s) de solo úmido (subtraia o saco ou recipiente que fica no topo da balança)

12. Para secar, coloque a(s) amostra(s) de solo no micro-ondas e por 2 ou mais ciclos de 4 minutos na potência máxima. Abra a porta do microondas por 1 min entre os ciclos para permitir a ventilação. (Para determinar se o solo está seco, pese a amostra e registre o seu peso após cada ciclo de 4 minutos. Quando o seu peso não muda após um ciclo de secagem, então está seco.)
13. Meça o peso da sua amostra de solo seco e registre-o na sua folha de dados
14. Calcule a densidade aparente usando as fórmulas da sua folha de dados (veja abaixo; você também pode calcular o teor de água e a porosidade do seu solo!)

$$\text{Teor de água no solo (g/g)} = \frac{\text{peso do solo úmido} - \text{peso do solo seco}}{\text{peso do solo seco no forno}}$$

$$\text{Densidade aparente do solo (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{peso seco do solo no forno (g)}}{\text{volume de solo (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Porosidade do solo (\%)} = 1 - \left( \frac{\text{densidade do solo}}{2,65} \right)$$

**Os resultados:** Seguir este protocolo de forma sistemática dá uma indicação de quão solto ou compacto é o seu solo. Maior densidade aparente significa que há pouca porosidade e, portanto, alta compactação.

### Indicador 7: Percolação e retenção de água

**Meio de Verificação:** Este é o indicador que mostra que há mais água retida no solo do que antes do início da restauração. O **(a) Teste de capacidade de retenção de água** é bom se você tiver um forno que possa funcionar por 24 horas e uma escala sensível, mas se você estiver procurando um meio mais fácil/rápido de avaliar a hidrologia do seu solo, faça o **(b) Teste de infiltração de água**.

#### **Por que**

Solos saudáveis retêm e infiltram água, enquanto solos insalubres não. A umidade do solo é a base para a fotossíntese e o funcionamento do ecossistema. A WHC (teste de capacidade de retenção de água) normalmente aumenta com a matéria orgânica e o teor de carbono. Meça o WHC antes, durante e depois do processo de restauração para acompanhar as alterações.

Se não conseguir fazer o teste WHC, a medição da infiltração do seu solo diz algo sobre o “comportamento de esponja” do seu solo, bem como sobre outras funções ecológicas de armazenamento e conservação de água.

Os resultados de (um ou ambos) destes testes poderão orientar futuras práticas de gestão do solo, de modo a promover a infiltração de água e reduzir a perda de água por escoamento e/ou evaporação.

#### **Resultados (WHC e teste de infiltração)**

Uma pequena capacidade de retenção de água ou uma longa infiltração de água pode indicar a presença de uma camada dura/alta compactação do solo e/ou uma pequena percentagem de matéria orgânica do solo. (Em geral, os solos ricos em argila e rasos drenam mais lentamente do que os solos arenosos e profundos). Isto

também pode levar a maiores riscos de escoamento superficial com chuvas fortes. Obtemos, portanto, uma melhor compreensão da saúde do solo, bem como uma visão sobre quais estratégias priorizar. A repetição dos testes durante todo o processo de restauração mostra se os trabalhos de restauração foram bem-sucedidos.

## (a) Teste de capacidade de retenção de água (WHC)

### Materiais necessários

- Filtro de café
- Elástico de borracha
- Lata/cilindro aberto (ambas as extremidades removidas)
- 50 gramas de amostras de solo seco em forno (etiquetadas de acordo - incluindo zona, data)
- Forno de cozinha/microondas que atinge 105 graus C

### Método:

1. Pegue uma amostra composta de solo de cada zona e rotule adequadamente
2. Usando o forno: Asse o solo em um forno a 105°C por 24 horas até que a água evapore, deixe esfriar. Usando o microondas: Coloque a(s) amostra(s) de solo no microondas por 2 ou mais ciclos de 4 minutos na potência máxima. Abra a porta do microondas por 1 min entre os ciclos para permitir a ventilação. (Para determinar se o solo está seco, pese a amostra e registre o seu peso após cada ciclo de 4 minutos. Quando o seu peso não muda após um ciclo de secagem, então está seco)
3. Coloque o filtro de papel na extremidade da lata com um elástico.
4. Umedeça levemente o filtro de papel na ponta da lata e pese; (registre o peso, R)
5. Coloque a terra seca no forno (105 graus C) na lata e pese novamente. (novamente, registre este peso, S)
6. Coloque a lata (filtro de papel para baixo) em água, de modo que a metade inferior fique imersa
7. Deixe agir por 14-16 horas (ou durante a noite).
8. Após esse tempo, retire da água, transferindo para uma grade onde possa escorrer por aproximadamente 30 minutos.
9. Seque a superfície da lata, seque uma vez (5 segundos) e pese (grave "WS")
10. Calcule a capacidade de retenção de água (CRA) da amostra de solo usando a equação  **$CRA = 100 \times (WS-S)/S$** , onde
  - WHC: Capacidade de retenção de água (massa de água retida por 100g de solo seco (mL))
  - S: Peso do solo seco (g)
  - WS: Solo + água adicionada (g)

## **(b) Teste de infiltração de água no solo**

### **Materiais necessários**

- Trenó de mão e bloco de madeira
- Lata de comida vazia ou forma de bolo sem fundo
- Marcador
- Filme plástico
- Frasco de 500ml
- Água
- Cronômetro

### **Método**

1. Remova a parte superior / inferior da lata ou então você ficará com um tubo de metal
2. Selecione aleatoriamente um local de amostra por zona
3. Marque esses pontos com números, letras ou nomes (por exemplo, infl), tanto fisicamente (por exemplo, usando marcadores) quanto no mapa do local, para que você possa voltar a eles novamente para fazer medições subsequentes
4. Defina uma área de 1x1 m de solo da vegetação e molhe-a lentamente e durante várias horas com água até ficar saturada (de preferência após um evento de chuva substancial com previsão clara para os próximos três dias)
5. Limpar área de amostragem/aparar vegetação
6. Insira o tubo de metal no solo até a metade
7. Se o solo estiver úmido ou próximo da capacidade de campo, vá para o passo 8; Se o solo estiver seco, despeje 500 mL de água dentro do anel e espere até que a superfície fique exposta
8. Inicie o cronômetro enquanto despeja 500 mL de água o mais suavemente possível na lata
9. Pare o tempo quando a água estiver infiltrada (quando a superfície estiver apenas brilhando em vez de submersa). Se o solo estiver irregular, conte o tempo até que metade da superfície esteja exposta e brilhando.
10. Registrar contagens de tempo para cada um dos locais de amostra/áreas de gerenciamento na planilha de dados

## Indicador 8: pH

### **Meio de verificação: teste de cor de pH (ou sonda)**

Este indicador pode ser testado com papel de teste de pH (papel tornassol), que é barato e facilmente disponível online, em farmácias, escolas de química do ensino médio, etc.

### **Por que**

Estabelecer a acidez/alcalinidade do seu solo leva a informações úteis sobre as necessidades do seu solo e o potencial de cultivo de plantas, vegetais ou mesmo árvores saudáveis.

## Resultados

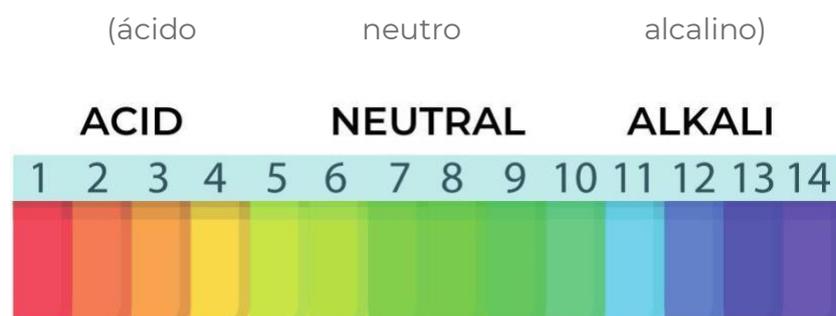
A maioria das plantas precisa de um pH entre 6 e 7,5 para crescer bem, mas algumas preferem solos mais ácidos ou alcalinos. Isso deve ajudá-lo a refletir sobre o que gostaria de cultivar ou como gostaria de alimentar seu solo.

## Materiais necessários

- Saco ou caixa para misturar terra
- Papel e gráfico de pH
- Xícara
- Água

## Método (faixa colorida)

1. Misture solo de pelo menos 3 pontos representando cada uma das zonas que existem no seu terreno
2. Encha seu copo  $\frac{2}{3}$  com terra
3. Adicione água ao copo para que o solo fique coberto
4. Mexa bem por 1 minuto
5. Mergulhe completamente a tira de pH na solução do solo por 3 segundos
6. Remova a tira e enxágue rapidamente com água (da mesma fonte usada na solução)
7. Segure o papel de pH contra a luz e compare a cor com a tabela de cores abaixo
8. Identifique e registre o valor do pH na folha de dados
9. Repita o procedimento para as outras zonas



## Indicador 9: Atividade biológica no solo

### **Meio de verificação: teste de minhoca**

Nota: O teste de minhoca não é adequado para todos os ecossistemas. Por favor, entre em contato se quiser nos ajudar a desenvolver testes alternativos para esses casos.

Este é o indicador que reflete a atividade biológica como um componente essencial da construção do solo, da ciclagem de nutrientes e muito mais.

### **Por que**

Estabelecer o número de minhocas presentes no seu solo é um indicador substituto da atividade biológica do solo. Essas criaturas importantes ajudam na decomposição de resíduos orgânicos e criam canais que melhoram a infiltração e agregação (devido à escavação das minhocas).

### **Resultados**

O número total de minhocas presentes nos locais de amostragem dá uma indicação aproximada das funções ecológicas, como a ciclagem de nutrientes, a estrutura do solo e a fertilidade.

### **Materiais necessários**

- 2 litros de água da torneira
- Espátula ou pá manual
- Frasco/recipiente grande para coleta e limpeza de minhocas
- Solução de mostarda (2 colheres de sopa de mostarda em pó em 2 litros de água)

### **Método**

1. Selecione aleatoriamente um local de amostra por área de gerenciamento
2. Rotule esses pontos com números, letras ou nomes tanto fisicamente (por exemplo, usando marcadores) quanto no mapa do local para que você possa voltar a eles novamente para fazer medições subsequentes
3. Meça um lote quadrado de 30x30 cm (NOTA: evite pegar amostras onde as populações de minhocas possam ser afetadas, ou seja, cobertura morta ou pilhas de composto).
4. Cave 30 cm com espátula/pá manual, minimizando os danos às minhocas...
5. Conte o número de minhocas (coloque-as contra um fundo de cor clara para ajudar a localizá-las)
6. Adicione solução de mostarda ao buraco e espere que as minhocas profundas apareçam (geralmente em 5 minutos).
7. Conte o número de minhocas que escavam profundamente e adicione 3 para obter o total de # minhocas
8. Registre contagens anuais para cada uma das zonas/locais de amostra na folha de dados
9. Lave as minhocas em água e devolva-as ao solo.

## Indicador 10: Fauna do solo

### **Meio de verificação: funil de Tullgren<sup>16</sup>**

#### **Por que**

Os ecossistemas do solo abrigam diferentes animais, na sua maioria “residentes permanentes”, mas também alguns “ocupantes temporários”. Os animais do solo são engenheiros, participantes ativos na gênese do seu próprio habitat. A composição de espécies, diversidade, quantidade e função dos animais do solo mudam com os diferentes tipos de solo. No entanto, os principais grupos representados são praticamente os mesmos. Esperamos que este teste o ajude a estudar a biodiversidade do solo e a densidade populacional de uma forma fácil, barata, divertida e envolvente.

#### **Materiais necessários**

- Sacos zip-loc para amostras de solo
- 1 funil
- Folha de malha de 1 cm (pode ser a mesma usada para o teste de hidratação do solo)
- 1 pote de geléia/recipiente coletor com laterais escorregadias
- Lenço umedecido (para colocar no fundo do pote)
- Luminária de mesa (incandescente, que produz calor)

#### **Método**

1. Identifique uma sacola para cada zona que você vai estudar
2. Colete 1kg de amostra(s) de solo (entre 0-20cm de profundidade) da(s) área(s) que deseja estudar e coloque no(s) respectivo(s) saco(s)
3. Depois, no interior, coloque a malha ao centro do funil e coloque um lenço de papel húmido no fundo do seu frasco/recipiente de coleta de insetos
4. Coloque o funil com malha acima do frasco/recipiente de coleta de insetos
5. Pegue um punhado de sua amostra de solo e coloque dentro do funil
6. Posicione a luz de forma que brilhe no solo dentro do funil

*Durante um período de 16 a 22 horas, insetos, ácaros e outros invertebrados presentes no solo descem gradualmente, longe da luz e do calor, caindo em seu recipiente. A extração máxima da microfauna do solo pode ser registrada após um período de 16 a 22 horas de aquecimento contínuo em faixas de temperatura entre 35,1°C e 35,2°C (Bano e Roy, 2016).*

7. Registre o número de organismos e classifique-os de acordo com seu tamanho (veja abaixo)
8. Devolva os insetos ao seu habitat
9. Repita este procedimento para cada amostra de solo

#### **Resultados**

- i. Microfauna : organismos cujo tamanho corporal está entre 20-200 µm. Apenas um grupo, os protozoários, é encontrado inteiramente nesta categoria; entre outros, pequenos ácaros, nemátodos, rotíferos, tardígrados e crustáceos copépodes estão todos dentro do limite superior.

---

<sup>16</sup>Adaptado de <https://www.isqaper-is.eu/soil-quality/visual-soil-assessment/225-soil-fauna>

- ii. Mesofauna: organismos cujo tamanho corporal está entre 200 µm-2 mm. Os microartrópodes, como ácaros e colêmbolos, são os principais representantes desse grupo, que também inclui nematóides, rotíferos, tardígrados, pequenos araneídeos, pseudoescorpiões, opiliones, enquitraeídeos, larvas de insetos, pequenos isópodes e miriápodes.
- iii. Macrofauna: organismos cujo tamanho está entre 2-20 mm. Esta categoria inclui certas minhocas, gastrópodes, isópodes, miriápodes, alguns araneídeos e a maioria dos insetos.
- iv. Megafauna: organismos cujo tamanho excede 20 mm. Os membros desta categoria incluem invertebrados de grande porte (minhocas, caracóis, miriápodes) e vertebrados (insetívoros, pequenos roedores, répteis e anfíbios).

## BIODIVERSIDADE

### Indicador 11: Diversidade da Fauna

A restauração de ecossistemas é uma receita para melhores habitats. Medir as mudanças na biodiversidade ajuda a aumentar o apoio a este trabalho numa altura em que muitas populações de vida selvagem estão em rápido declínio. Além do diário de natureza (ver anexo 4), propomos duas formas de monitorar a diversidade da fauna:

#### **a) Levantamento do quadrante da vida selvagem**

##### **Por que**

Para avaliar de maneira eficaz as mudanças na biodiversidade no seu ecossistema, precisamos coletar dados de forma planejada. Isto nos ajudará a investigar como a biodiversidade responde às mudanças de habitat ao longo do tempo. Esta pesquisa em quadrante permitirá que você faça isso de uma forma divertida e envolvente.

Um quadrante é simplesmente um lote ou área aproximadamente quadrada que é demarcada em um pedaço de terreno para identificá-lo como uma área para pesquisar a vida selvagem. A primeira etapa é identificar pelo menos um quadrante em seu terreno que você deseja pesquisar. Quantos quadrantes você deseja pesquisar dependerá de quanto esforço e de quantas pessoas você terá para fazer as pesquisas. Se você tiver apenas algumas pessoas e algumas horas de sobra, recomendamos 3 quadrantes. Se você tiver uma equipe maior de 5 a 6 pessoas ou mais de 3 horas de sobra, recomendamos de 5 a 8 quadrantes.

O quadrado deve idealmente ter no mínimo 10m por 10m, mas não há tamanho máximo. O tamanho do quadrado depende de quais características do habitat você deseja incluir nele. Por exemplo; se quiser incluir uma seção de riacho ou lagoa, você pode querer aumentar o seu quadrante (20 x 20 m). Se você tem árvores e deseja incluí-las no quadrante, talvez ainda maior (50 x 50 m).

**Método** (NOTA: isso será diferente com um aplicativo ou formulário baseado na web)

1. Marque os 4 cantos do quadrante com postes ou estacas no solo para permitir fácil identificação do quadrante para outros topógrafos. Lembre-se **de que o quadrante permanecerá no mesmo local por quantos anos você desejar pesquisá-lo.**
2. Antes de iniciar sua pesquisa registre os seguintes dados em sua ficha técnica (ou aplicativo): Data; Nome do Projeto; ID do quadrante; Número da pesquisa; Clima Atual e se possível Temperatura; Número de pessoas participantes da pesquisa; Hora de início
3. Defina sua trajetória e os pontos inicial/final do levantamento (por exemplo, você pode querer sempre usar o canto sudeste e terminar no noroeste)
4. Percorra o quadrante do ponto inicial ao ponto final
5. Ao encontrar uma espécie de interesse, registre sua identidade da melhor maneira possível <sup>17</sup>. Se você souber o nome comum ou nome científico, registre-o.
6. Às vezes, você pode não ser capaz de identificar completamente uma espécie, então, nesses casos, faça o melhor que puder – por exemplo, você pode ser capaz de dizer que um pássaro que está olhando é um corvo, mas não sabe que espécie de corvo é. . Registre quantas exemplos iguais você vê através apenas de uma contagem. por exemplo

---

<sup>17</sup>Com tantas espécies de pássaros, insetos e mamíferos, pode ser um pouco cansativo começar a identificar as espécies que você encontra. Lembre-se, estamos interessados em todas as espécies que são vistas em seus locais. Comunidades online como iNaturalist, BugGuide.net, Project Noah e What's That Bug têm fotos de uma infinidade de espécies já identificadas e permitem que os usuários enviem suas próprias fotos para identificação por uma comunidade de especialistas. Aplicativos de telefone como Merlin, Picture This e Google Lens podem ser extremamente úteis para fins de identificação.

Data	Projeto	Quadrad o	Enquet e	Clima	Temp eratur a C	Pesso as	Tem po	Corvo	Besouro	Rato	Lagart o	Cobra
19.04.21	ERC	1	1	Ensolar ado	18	5	09:00	1	5	1	0	0
19.04.21	ERC	2	1	Ensolar ado	18	4	10:00	0	3	0	0	0
19.04.21	ERC	3	1	Ensolar ado	18	4	11:00	2	0	0	3	0
19.04.21	ERC	4	1	Ensolar ado	18	5	11h30	1	0	0	0	1
19.04.21	ERC	5	1	Ensolar ado	18	2	12:00	0	0	0	0	0

7. Quando você encontrar a próxima espécie interessante, registre na próxima linha da folha de dados.
8. Mantenha uma contagem do número de cada espécie que encontrar. Cada espécie encontrada deve aparecer apenas uma vez numa linha com o número total de animais, em vez de uma linha separada para cada animal encontrado.
9. Quando você chegar ao final da pesquisa, registre o horário de término.

## **b) Insetos noturnos**

### **Por que**

Muitas espécies desempenharão papéis importantes no ecossistema, como polinizadores ou espécies que ajudam no controle de pragas/pestes. Como um simples substituto da biodiversidade, os insetos noturnos são um grupo útil para avaliar porque não é necessário procurá-los ativamente. Em vez disso, você pode apenas esperar por eles enquanto os insetos noturnos são atraídos pela luz.

Quanto maior for a qualidade da restauração do ecossistema, mais insetos noturnos você poderá ver. Isto é provavelmente verdade para o número de espécies presentes (diversidade) e também para o número de indivíduos dessas espécies (abundância).

## Resultados

As fotografias da superfície completa serão utilizadas para calcular quanta área “branca” permanece após 2 horas. Com o tempo, você pode esperar que a quantidade de superfície “branca” diminua à medida que a qualidade do habitat melhora.

## Materiais necessários

- Lanterna de cabeça (para chegar e sair do local)
- Fonte de luz
- Uma superfície vertical de cor clara (2x1,5m) para iluminar
- Varal/corda/corda e estacas para pendurar seu lençol
- Câmera ou celular com função de câmera

## Método

1. Selecione um local de amostragem por zona que você deseja pesquisar, longe de outras luzes artificiais e, se possível, dentro do quadrante usado para o levantamento do quadrante
2. (Certifique-se de que os diferentes locais de amostra estejam separados por no mínimo dois campos de futebol para evitar atrair insetos de outras áreas. Se o seu local não for maior que dois campos de futebol, um teste está ok.
3. Marque os locais fisicamente e no mapa do terreno (digital)
4. Selecione uma noite seca e sem vento
5. Encontre ou configure uma superfície vertical de pelo menos 2x1,5m nas áreas que deseja pesquisar (se estiver usando um lençol, você pode fazer isso prendendo a corda a duas árvores ou postes e pendurando o lençol sobre a corda. Alternativamente, pendure o seu lençol sobre um galho ou cerca.)
6. Uma hora após o pôr do sol (você pode verificar isso em seu aplicativo de previsão do tempo), acenda a luz para iluminar toda a superfície por 2 horas (dependendo da sua situação e do equipamento que você está usando, pode ser necessário ajustar o posição da fonte de luz para maximizar a quantidade de superfície iluminada)
7. Registrar data/hora da pesquisa
8. Ao final de 2 horas tire uma fotografia de toda a superfície.
9. Observe com mais detalhes os insetos em sua superfície e tire fotos das espécies interessantes que você vê. Você pode se surpreender com quantas espécies aparecem. Por que não ver quantos você consegue identificar usando recursos como o iNaturalist (veja a nota abaixo sobre identificação).
10. Envie essas fotos para a equipe ERC para análise
11. Repita o teste em outras áreas conforme necessário. Se você estiver fazendo este teste em vários locais, não há problema em fazê-lo em noites diferentes

## Indicador 12: Diversidade da flora

### **Meio de verificação: método quadrado**

#### **Por que**

Acompanhar as mudanças na diversidade das plantas ao longo do tempo pode lhe dizer se as suas intervenções (ou a ausência delas) estão atraindo espécies e aumentando a resiliência e a complexidade globais destes ecossistemas. Você espera ver uma diversidade maior de plantas em seu local do que a encontrada em sua pesquisa de base. A avaliação da riqueza e abundância de espécies (nativas e invasoras) indica se estamos promovendo com sucesso as “espécies-alvo” desejadas no ecossistema.

#### **Materiais necessário**

- Uma moldura/quadrado de 1m<sup>2</sup> (pode ser de madeira ou pregos amarrados com barbante, qualquer outro material que você achar adequado para usar; também pode ser um bambolê, desde que você conheça sua área e esteja sempre o mesmo instrumento!)
- Uma câmera/smartphone
- Um guia de identificação de plantas para sua região
- Varetas de marcação (podem ser pequenas pedras coloridas, pequenas bandeiras, etc.)
- (Fita métrica se estiver fazendo o método quadrado ao longo de uma transecção)

#### **Método**

1. Explore enciclopédias de plantas/recursos botânicos locais para ajudar no levantamento da flora
2. Colocar o 1m<sup>2</sup> dentro das diferentes zonas (evitando áreas de produção agrícola onde é provável que ocorra capinagem ou mesmo aração); se possível, faça isso dentro do quadrante usado para o levantamento do quadrante da vida selvagem
3. Marque fisicamente os cantos de cada quadrante (por exemplo, usando marcadores) e as coordenadas do seu centróide no mapa do local do projeto
4. Tire uma foto de cada quadrante
5. Identifique os nomes das espécies que você encontrou em cada quadrante e atribua rótulos exclusivos àquelas que você não consegue identificar (use, portanto, guias locais de identificação de plantas ou aplicativos de telefone como o plantnet); se possível, classifique cada espécie como “nativa”, “invasiva” e/ou “desconhecida/outra”)
6. Conte o número de espécies de plantas distintas que você pode ver dentro do quadrante (esta é a “ **riqueza de espécies** por m<sup>2</sup>”)
7. Em cada quadrante, faça uma estimativa visual da % da área do quadrante coberta pelas 3-5 espécies mais dominantes e da % de solo nu (é assim que você avalia a “ **abundância de espécies**”)
8. Registre os valores na folha de dados

(Opcional)

9. Se você quiser estudar a relação entre outras variáveis ecológicas (por exemplo, umidade), pesquise seu quadrante de flora ao longo de transecções com um gradiente de umidade ou elevação.

## CLIMA (MITIGAÇÃO)

### Indicador 13: Diferenciais de temperatura

#### **Meios de Verificação: Medições de temperatura**

##### **Por que**

A temperatura é um fator crucial na transformação ecológica, regulando os processos fisiológicos e metabólicos das espécies vegetais e animais (por exemplo, transpiração, fotossíntese, germinação, respiração). Sabemos que os seres vivos prosperam nas chamadas faixas de temperatura ótimas – nem muito frias, nem muito quentes. Geralmente, a fotossíntese para a 40 °C nos ecossistemas temperados e a 50 °C nos trópicos, enquanto a atividade metabólica é baixa abaixo de 0 °C e acima de 40 °C.

Por outro lado, as mudanças de temperatura influenciam outros sistemas, como o ciclo da água, os padrões de precipitação e/ou o (micro)clima geral. Portanto, é importante acompanhar como a temperatura está mudando durante a restauração do ecossistema.

Um método para fazer isso é descrito abaixo, mas pode ser tão simples quanto registrar manualmente as medições da temperatura da superfície em cada estação (estações secas e chuvosas nos trópicos), em cada zona. O que importa é coletar dados sobre temperatura de forma consistente, registrando medições dos mesmos locais ao longo do tempo para posterior interpretação.

##### **Resultados**

Monitorar como a temperatura muda em diferentes locais e alturas ajuda você a compreender os fluxos de energia. Se você for capaz de reduzir os diferenciais de temperatura com suas intervenções (por exemplo, temperatura máxima da superfície do local de restauração < controlar a temperatura máxima da superfície do local em dias quentes; temperaturas mínimas do local de restauração > controlar a temperatura mínima da superfície do local em dias frios), você sabe que provavelmente está ajudando com o processo de homeostase dentro/ao redor do seu ecossistema. Em outras palavras, estamos promovendo um ecossistema que é mais resiliente a eventos climáticos repentinos e choques climáticos.

**Materiais necessários:** Registradores de dados ou termômetros

##### **Método**

1. Identifique locais para instalar registradores de dados na(s) zona(s) que você deseja estudar (de preferência incluindo pelo menos um local de controle)
2. Instalar registradores de dados
3. Garanta o registro contínuo de temperaturas mínimas/máximas, bem como a data/hora de gravação, coordenadas geográficas, zona e altura

#### Indicador 14: Taxas de evapotranspiração

#### **Meio de verificação: atmômetro (faça você mesmo)**<sup>18</sup>

##### **Por que**

Evapotranspiração é a água perdida através da transpiração das plantas e da evaporação do solo e das plantas, um processo chave do ciclo hidrológico que merece a devida atenção especialmente em zonas áridas e semiáridas. Existem muitas maneiras de medir as taxas de evapotranspiração, incluindo o método bem estabelecido de balanço hídrico do solo, usando métodos/atmômetros micrometeorológicos e até mesmo modelos computacionais ou técnicas de sensoriamento remoto (Feddes & Lenselink, 1994). Medir a evapotranspiração ajuda a estudar microclimas e pode informar estratégias de irrigação eficientes. Para este indicador, propomos a criação de um atmômetro caseiro, visto que os atmômetros profissionais são bastante caros.

##### **Materiais necessários**

- Garrafa de 1 litro com tampa
- 1 CD/DVD indesejado
- Tecido absorvente (por exemplo, roupas íntimas velhas ou jeans)
- 3 cliques de papel
- Cola
- Elástico de borracha
- Régua ou fita métrica

##### **Fazendo um atmômetro**

1. Faça um furo de 15 mm no centro da tampa da garrafa
2. Cole o disco na parte superior da tampa, alinhando o orifício central do CD/DVD com o orifício da tampa
3. Corte um pedaço circular de pano apenas para cobrir o disco
4. Corte três tiras estreitas (~15 mm) de tecido cerca de 6,5 cm a 7,5 cm mais longas que a altura da garrafa
5. Quando a cola secar, enrosque a tampa com o disco anexado no frasco
6. Passe as três tiras de pano pelo buraco na tampa da garrafa até chegarem ao fundo da garrafa
7. Coloque as partes expostas das tiras no disco e corte-as até a borda do disco
8. Organize as tiras de tecido de forma que fiquem distribuídas uniformemente no disco
9. Coloque o círculo de pano no disco e prenda-o e as tiras no lugar usando os cliques de papel

---

<sup>18</sup>Adaptado de <https://xperimentia.com/2012/09/01/a-homemade-atmometer/>

10. Desaperte cuidadosamente a tampa da garrafa e encha-a com água até que a água esteja perto do topo do lado reto da garrafa. É uma boa ideia umedecer também o pano na parte superior
11. Recoloque a tampa da garrafa e pronto

### **Método**

1. Registre a data, hora e coordenadas de cada medição
2. Marque o nível inicial da água colocando um elástico ao redor da garrafa nesse nível
3. Ajuste o elástico se você reabastecer a garrafa ou iniciar novas medições
4. Faça uma leitura em cada zona - incluindo uma 'área de referência' não cultivada/alterada - que você deseja estudar medindo a distância do elástico até o novo nível da água
5. Para comparar as taxas de evapotranspiração entre diferentes formas de uso da terra, repita o processo em diferentes zonas
6. Para avaliar como suas intervenções estão afetando a taxa de evapotranspiração ao longo do tempo, repita o teste todos os anos ou a cada dois anos na mesma data/hora e locais georreferenciados

### **Resultados**

Altas taxas de evapotranspiração geralmente significam que a água pode ser um recurso limitante para o crescimento das plantas. Tais conhecimentos podem informar os requisitos de irrigação e estimular a adoção de certas práticas de conservação da água (por exemplo, aumentar a quantidade de cobertura morta/solo).

### Indicador 15: Conteúdo de matéria orgânica (MOS) e carbono (SOC) do solo<sup>19</sup>

Este é o indicador que mostra como o conteúdo de matéria orgânica e carbono do seu solo muda ao longo do tempo, com formas específicas de uso da terra e/ou intervenções de restauração. A maneira mais precisa de medir isso é com o teste de laboratório “Perda na ignição”. No entanto, se você não tiver acesso a um laboratório, poderá obter uma indicação geral de como o MOS/SOC está mudando usando o “teste de cor do solo”

---

<sup>19</sup>O conteúdo de matéria orgânica/carbono do solo também é um bom indicador de “SAÚDE DO SOLO”

## Por que

Se quisermos saber por que a matéria orgânica do solo (MOS) é importante, devemos saber o que significa MOS. A MOS é a base para solos férteis, ecossistemas terrestres saudáveis e clima: um componente complexo do solo composto por tecidos microbianos, vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição (Stockmann et al, 2013). É também o maior reservatório terrestre de carbono orgânico (SOC) (Liang et al, 20200), armazenando quase três vezes mais carbono do que a biomassa acima do solo, o dobro da atmosfera e ainda mais do que a atmosfera e a vegetação combinadas (Eswaran et al. , 1993). Assim, o aumento da matéria orgânica do solo também aumenta o carbono orgânico, razão pela qual a restauração dos ecossistemas ajuda a mitigar as alterações climáticas. Por sua vez, mostrar que o carbono está sendo retido no solo é um sinal poderoso para o mundo de que esta é uma solução na qual vale a pena investir.

Além do carbono, a matéria orgânica é um depósito crucial de nutrientes e um importante contribuinte para a formação e estabilidade de pedaço, desempenhando um papel central no funcionamento do ecossistema para todos os tipos de solo (arenoso, argiloso, e todos os demais). A MOS influencia a fertilidade<sup>20</sup> e a produtividade associada (primária ou agrícola), a trafegabilidade do solo<sup>21</sup> e a hidrologia (taxas de infiltração/escoamento e regimes de inundação) (He et al, 2012; Hatten & Liles, 2019), bem como a manutenção do pH e, talvez o mais importante, a manutenção dos organismos em decomposição bem alimentados... Ou seja, promovendo um ciclo constante de nutrientes. Assim, o aumento dos níveis de MOS influencia outros resultados relacionados com o solo, tais como a diminuição da densidade aparente, o aumento da capacidade de retenção de água, a infiltração e a proliferação de raízes (Hillel & Hatfield, 2005).

## **Meios de verificação (I): Teste de laboratório de perda por ignição**

### **Materiais necessários**

- 1 pá
- 1 balde limpo
- 1 saco Ziploc limpo para guardar a amostra

### **Método**

*(se você tiver protocolos específicos de laboratório, ignore os métodos/procedimentos abaixo)*

1. Determine e prepare os locais das subamostras que você irá coletar: Devem ser escolhidos pelo menos cinco a dez locais que representem a zona que você deseja estudar, por exemplo, no topo, no meio e na base de uma encosta; ou locais dispersos em um campo, pasto ou canteiro de jardim. Evite amostragem em áreas irregulares e fronteiriças.
2. Em cada uma das zonas selecionadas, pegue duas subamostras de solo separadas por 5 m e misture as subamostras em uma amostra em um saco ziploc.
3. Remova qualquer resíduo ou material vegetal acima da superfície do solo.

---

<sup>20</sup>A MOS contém quase todo o N do solo e normalmente a maior parte da CTC

<sup>21</sup>definida como a capacidade do solo de suportar o tráfego agrícola sem degradar os solos e os ecossistemas

4. Use a pá para cavar um pequeno buraco no centro da área preparada, com cerca de 20 centímetros de profundidade. Do lado do buraco, pegue uma fatia vertical e retangular de solo, com 15 centímetros de profundidade e 5 centímetros de espessura. Remova qualquer solo extra para obter uma “fatia de solo” mais ou menos uniforme com 15 centímetros de profundidade, 5 centímetros de espessura e a largura da pá. Tente garantir que a fatia represente os 15 centímetros superiores com representação igual em toda a profundidade da amostra. Coloque a fatia de terra no balde limpo.
5. Repita o procedimento de amostragem em cada local escolhido para esta área e combine o solo no balde. Quebre o solo e misture bem as subamostras no balde.
6. Assim que o solo estiver suficientemente misturado, pegue uma quantidade necessária ao laboratório para análise (especifique que deseja medir a matéria orgânica do solo (MOS) usando o teste de perda por ignição e transfira para o saco ziplock limpo para transferir para o laboratório (0,7 litros de solo devem ser suficientes).

### **Procedimentos de laboratório**

- 1) Cozimento de amostras de solo: 24 horas a 105°C
- 2) Pese o recipiente.
- 3) Pesar aproximadamente 15 a 20 g de cada amostra cozida e colocar no recipiente. Garanta uma identificação adequada
- 4) Coloque o recipiente no forno após a pesagem.
- 5) Queime a ~550oC por 3 horas.
- 6) Depois de resfriado a ~150oC, coloque o recipiente no dessecador, deixe esfriar por 30 minutos e depois pese.

### **Cálculos**

$$\text{MOS (\%)} = \left[ \frac{(\text{massa seca } 105^{\circ}\text{C}) - (\text{massa seca } 550^{\circ}\text{C})}{(\text{massa seca } 105^{\circ}\text{C})} \right] * 100$$

### **Resultados**

Depois de receber os resultados do laboratório, você receberá uma porcentagem de matéria orgânica/carbono do solo encontrada na amostra que enviou. Solos saudáveis têm cerca de 6% de conteúdo de carbono orgânico. Solos degradados têm 1-2%. Para descobrir quanto carbono orgânico você tem no solo, multiplique o número por 0,58. A resposta lhe dará a quantidade de carbono orgânico no seu solo (Ponce-Hernandez et al, 2004). Além disso, os dados do laboratório podem ser usados para calibrar ou validar estimativas SOC com base em imagens de satélite e relações matemáticas.

## Meio de Verificação (2): Teste de Cor do Solo<sup>22</sup>

### Materiais necessários

- 1 pá
- Sacos zip-lock para transportar amostras de solo

### O método

1. Pegue uma amostra de solo úmido de uma área não cultivada/não alterada, coloque-a em um saco e identifique-a como 'amostra de referência'
2. Pegue uma amostra de solo úmido da área que deseja estudar, coloque-a em um saco e identifique-a com 'amostra (código da zona)' (inclua também um número, caso você esteja fazendo vários levantamentos dentro da mesma zona)
3. Usando as três fotografias abaixo, compare a mudança relativa na cor do solo entre um punhado de solo da 'amostra de referência' e outro punhado de solo da zona que você está monitorando
4. Registre as pontuações em sua planilha de dados
5. Repita o processo em todas as zonas que deseja monitorar

### Os resultados



- *Bom estado (2)*: Solo superficial de cor escura não muito diferente do de referência.

- *Condição moderada (1)*: A cor da camada superficial do solo é um pouco mais pálida que a de referência

- *Mau estado (0)*: A cor do solo tornou-se significativamente mais pálida em comparação com a referência

---

<sup>22</sup>Adaptado de

<http://adlib.everysite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?id=000HK277ZX.0HDEDH0VOJKFO1P>  
; Se você deseja obter informações mais (precisas) sobre as cores do solo, nosso conselho é obter a “tabela de cores do solo de Munsell”

## Referências adicionais

- [http://vro.agriculture.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/soilhealth\\_prac\\_soil\\_colour\\_pdf/\\$FILE/PracNote\\_Colour.pdf](http://vro.agriculture.vic.gov.au/dpi/vro/vrosite.nsf/pages/soilhealth_prac_soil_colour_pdf/$FILE/PracNote_Colour.pdf)

## Indicador 16: Captura de carbono acima do solo

Este é o indicador que mostra quanto carbono está sendo armazenado na biomassa viva dos locais de restauração. Não podemos (ainda) recomendar um método específico “amigo da ciência para os cidadãos” que possa ser utilizado em diferentes tipos de ecossistemas, para quantificar o carbono acima do solo. No entanto, há uma série de organizações que podem ajudar projetos individuais a quantificar e verificar os seus estoques de carbono (consulte [esta página](#) para obter mais informações sobre a certificação de créditos de carbono).

Alternativamente, há uma longa lista de experimentos e estudos de caso focados na medição da captura de carbono acima do solo em campo. Por exemplo, é possível calcular o carbono armazenado por ano (tonelada/ha/ano), utilizando as chamadas equações alométricas. Estas equações específicas do ecossistema/local requerem dados que muitas vezes são obtidos através do levantamento de quadrantes (por exemplo, 10x10 m, ou o mesmo usado para o indicador 11), recuperando uma lista das espécies específicas presentes nesses quadrantes, o número de indivíduos de cada espécie (ou seja, número de árvores ou arbustos da mesma espécie presentes em cada quadrante), valores de Diâmetro à Altura do Peito (ou seja, diâmetro de uma árvore a aproximadamente 130cm de altura), Densidade da Madeira (g/cm<sup>3</sup>) e Altura (cm). Através de análise estatística, estes dados podem então ser usados para estimar valores de biomassa (ton/ha) de locais de restauração maiores. Alternativamente, a biomassa acima do solo (ton/ha) pode ser estimada usando índices de vegetação derivados de imagens de satélite, tais como Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Vegetação Melhorado (EVI), e valores de Produtividade Primária Líquida. Mais uma vez, esta biomassa total pode posteriormente ser utilizada para calcular o stock de carbono acima do solo. Situmorang et al (2016) apresenta um entre muitos estudos de caso que seguem tais abordagens para calcular os estoques de carbono acima do solo (tanto no campo como remotamente através de imagens de satélite).

Dada a experiência científica e os desafios envolvidos na abordagem acima descrita, o nosso conselho é trabalhar com estimativas dos estoques de carbono acima do solo a partir de modelos baseados em técnicas de sensoriamento remoto de última geração (que integram índices como o NDVI enquanto melhorando continuamente a resolução e a precisão) e o aprendizado de máquina associado. Por exemplo, o movimento ERC está se associando à Restor, uma plataforma que espera ser capaz de monitorar diferentes tipos de ecossistemas e até espécies presentes em locais em restauração através de sensoriamento remoto, e integrar essas variáveis em modelos (cada vez mais robustos) para prever quanto carbono está se acumulando na biomassa viva. Se você estiver interessado em ajudar a avançar neste campo, os locais de restauração do seu projeto poderão funcionar

como áreas experimentais! (Entre em contato conosco pelo e-mail [hello@erc.earth](mailto:hello@erc.earth) para obter mais informações).

## PRODUTIVIDADE DO ECOSISTEMA

### Indicador 17: Serviços Ecossistêmicos

*Este indicador é relevante para projetos de restauração onde ocorre a produção (regenerativa) de bens/serviços. A definição de produtividade está normalmente – mas não necessariamente – associada aos benefícios econômicos decorrentes da restauração dos ecossistemas.*

### **Meios de Verificação (1): Quantificação de Serviços Ecossistêmicos**

#### **O porquê**

O monitoramento dos rendimentos ajuda você a acompanhar as mudanças na produtividade da sua terra. Na agricultura, o rendimento da colheita ou 'produção agrícola' é uma medida tanto do rendimento de uma cultura por unidade de área (cultivada) como da geração de sementes da própria planta (por exemplo, se três grãos são colhidos para cada grão semeado, o rendimento resultante é 1:3). Um rendimento de 1:3 é considerado pelos agrônomos como o mínimo necessário para sustentar a vida humana. Uma em cada 3 sementes deve ser reservada para a próxima época de plantação, as outras 2 devem ser consumidas pelo(s) produtor(es) ou divididas – uma para humanos, outra para gado. Além da produção agrícola, você pode estar interessado em monitorar a produção de madeira ou a renda gerada através de atividades turísticas.

## Os resultados

A diminuição do rendimento das colheitas pode ser um sinal de que os seus solos estão ficando esgotados, enquanto práticas eficazes de restauração do solo são susceptíveis de melhorar os seus rendimentos. Em grande medida, o significado dos seus resultados depende dos seus objetivos de restauração e modelos de produção. Os resultados deste teste são particularmente informativos quando analisados juntamente com outros atributos ecológicos.

produtos	Tipo de Produto	Superfície ocupada (ha)	Total Colheita (kg/ano) ou Volume (m <sup>3</sup> /ano)	Rendimento (kg/ha/ano ou m <sup>3</sup> /ha/ano ou \$/ano)	Participação média no preço final (%)
		(onde aplicável)	(onde aplicável)		(onde aplicável)

**Método** (para quantificar a produção de alimentos como 'serviço de abastecimento')

1. Determine quais 'produtos' você deseja monitorar ao longo do tempo e classifique-os de acordo (por exemplo, como 'culturas anuais', 'culturas/ervas perenes', 'produtos de origem animal', 'madeira', etc.)  
*(Embora esperemos ver diversos (agro)ecossistemas, talvez você só possa/tenha interesse em monitorar um ou dois produtos, que desempenham um papel fundamental como serviço ecossistêmico de "provisionamento".)*
2. Determine a área de superfície usada para produzir cada um desses "produtos" em hectares
3. Registrar data e peso de cada colheita dos respectivos produtos no 'caderno de colheita'
4. Some os valores dos pesos para obter a colheita total no final de cada ano para culturas anuais ou no final dos seus ciclos de cultivo-colheita (por exemplo, madeira)
5. Calcule o rendimento da colheita em kg/ha
6. Carregue os dados em sua planilha de registro

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos que este guia lhe forneça as informações e ferramentas necessárias para recolher dados e, ao mesmo tempo, envolver a comunidade local e outras partes interessadas relevantes. É nossa ambição mostrar ao mundo como a restauração popular ajuda a aumentar a biodiversidade, melhorar os ciclos da água, capturar carbono, construir comunidades, desenvolver meios de subsistência baseados na restauração e aumentar as competências e o conhecimento.

Olhando para o futuro, é importante reconhecer as principais considerações e limitações deste quadro. Eles estão incluídos abaixo, de acordo com “POR QUE PRECISAMOS MONITORAR E AVALIAR?” - consulte a página 4.

### Evidência de impacto e transparência

Embora este quadro ajude a monitorar o impacto dos trabalhos de restauração (e a reportar o progresso aos doadores), a restauração dos ecossistemas é complexa e as causas da mudança geralmente não podem ser isoladas. Em outras palavras, é praticamente impossível provar até que ponto o impacto foi causado por uma agência/organização individual (por exemplo, as próprias iniciativas do ERC, parceiros, doadores (in)diretos, etc.).

### Validar hipóteses

A coleta de dados (confiáveis) ajuda os profissionais da restauração a validar as suas hipóteses e práticas de restauração associadas, ao mesmo tempo que contribui para a investigação global sobre os desafios sociais. No entanto, a qualidade dos dados depende em grande parte do rigor com que as metodologias são implementadas, especialmente se um determinado projeto se baseia em dados de diferentes coletores ao longo do tempo.

### Aprendizagem e gestão adaptativa

Conjuntos de dados robustos de M&A podem informar o planejamento da restauração, o projeto e/ou as práticas de gestão adaptativa no nível do projeto. Para difundir essas lições com a rede ERC e futuras iniciativas de restauração, é importante partilhar resultados inesperados, bem como histórias de sucesso.

## APÊNDICE 1: EXEMPLOS DE CARACTERÍSTICAS DE TERRENOS COMO CRITÉRIOS PARA PROJETO DE AMOSTRAGEM

Formulamos um conjunto de perguntas que podem ajudá-lo a navegar pelas diferentes camadas da sua paisagem, conforme descrito abaixo.

- **De onde vem o solo?** (Qual é a litologia e o material original do solo)
- **Como o solo é formado?** (Poderia ser através de processos de intemperismo físicos (por exemplo, desintegração devido a diferenças de temperatura e assim por diante), químicos (reações químicas) e biológicos (relacionados à vida).
- **Para que foi utilizado o solo?** (Qual era o uso tradicional da terra?)
- **Que tipo de relevo existe?** (Por exemplo colinas baixas, vales de rios, etc.)
- **Como é o gradiente da água?** (Observe a hidrologia do local, algumas áreas têm mais ou menos água que outras)
- **Qual é a orientação das diferentes áreas nos seus locais de restauração?** (Considere a orientação solar e a exposição ao vento)

## APÊNDICE 2: PROJETO DE AMOSTRAGEM ALEATÓRIA ESTRATIFICADA

Você está experimentando múltiplas abordagens para a restauração florestal em um terreno de 4.000 m<sup>2</sup> que foi usado para agricultura intensiva no passado. Antes de expandir o seu trabalho para o resto da área do projeto, você espera aprender o que funciona melhor no seu contexto; portanto, você está planejando:

a) aplicar alterações no TOPSOIL e plantar árvores (recuperação 'moderadamente assistida'<sup>23</sup>)

Área (Zon-Topo) = 2000m<sup>2</sup>

b) criar recursos de HABITAT para atrair dispersores de sementes ('recuperação levemente assistida')

Área (Zon-Hab) = 1500m<sup>2</sup>

c) controle, ou seja, “não fazer nada” além de monitorar ('recuperação natural')

Área (Zon-Con) = 500m<sup>2</sup>

d) coletar dados para indicadores de M&A do local de REFERÊNCIA (por exemplo, floresta nativa)

Área (Zon-Ref) = 500m<sup>2</sup>

Dentro de cada uma destas áreas, poderá diferenciar entre diferentes tipos de solos (por exemplo, ricos em argila, arenosos), tipos de floresta (decídua, perene) e/ou povoamentos de diferentes idades. Eles podem então ser sobrepostos em um arquivo poligonal ou em imagens aéreas<sup>24</sup>. Tudo isto ajuda a fornecer resultados mais precisos e úteis à crescente comunidade de restauradores ecológicos.

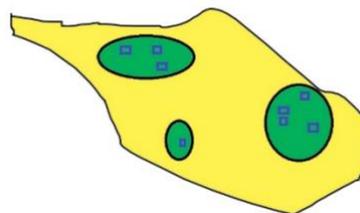
Agora, vamos supor que as áreas a, b e c sejam as unidades que monitoraremos ao longo do tempo (e d foi usado para obter valores alvo durante o inventário de linha de base). Sabemos que o tamanho de (a) é 4x maior que (c) e (b) = 3x maior (c). Amostragem probabilística significa que, se você coletar 5 amostras para (c), deverá coletar 5 x 4 = 20 amostras para (a) e 5 x 3 = 15 amostras para (b).

Gráfico de amostragem aleatória estratificada em que

Amarelo = área total do projeto

Verde = zonas/unidades amostrais/estratos do projeto

Azul = locais de amostragem/amostras



do

<sup>23</sup>Chazdon et al, 2021

<sup>24</sup>Imagens aéreas recentes revelam algo sobre as diferentes formas de atividades atuais de uso e restauração da terra. Imagens aéreas antigas poderiam fornecer cenários de referência/base de dados e ajudar a localizar locais de controle para monitoramento. Se for pertinente, entre em contato com um especialista em GIS do conselho consultivo do ERC, Michiel Damen/michiieldamen@icloud.com, que pode ajudá-lo a analisar as imagens aéreas dos seus locais.

## APÊNDICE 3: PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO E DESIGN

Na fase de Planejamento e Design de um projeto de restauração de ecossistemas e como parte do seu **plano de restauração**, recomendamos incluir os seguintes elementos <sup>25</sup>:

- 1) **Contexto ecossocial** <sup>26</sup>, incluindo
  - a) diagramas/mapas do projeto em relação à paisagem circundante ou ao ambiente aquático; conectividade (potencial) entre habitats e local de restauração;
  - b) análise de stakeholders, estratégias de engajamento; e
  - c) segurança de posse do terreno (garantir que o terreno não regreda a um estado degradado)
- 2) **Inventário de linha de base** <sup>27</sup>, documentação
  - a) elementos bióticos (por exemplo, levantamento de espécies nativas, ruderais, não nativas, ameaçadas e invasoras persistentes) e abióticos (por exemplo, condições de riachos ou solos, usando fotografias e outros meios);
  - b) as causas <sup>28</sup>, intensidade e extensão da degradação, bem como barreiras à recuperação natural <sup>29</sup>; e
  - c) o potencial de recuperação natural após a remoção das causas de degradação, incluindo quais elementos (a) bióticos estão faltando e precisam ser reintegrados
- 3) **Visão, objetivos e/ou ecossistema(s) de referência (nativo) associado** (s)
- 4) **Projeto de restauração** no espaço e no tempo, incluindo uma descrição de
  - a) Abordagens/atividades de restauração e logística envolvidas (para alcançar (3))
  - b) Sistema de M&A (incluindo logística/recursos envolvidos, estratégias de gestão adaptativas e, se relevante, modelos conceituais, questões de pesquisa, hipóteses testificáveis, etc.)

---

<sup>25</sup>Adaptado dos *Padrões de Prática para Planejamento e Implementação de Projetos de Restauração Ecológica* (Gann et al, 2019)

<sup>26</sup>É importante reconhecer (e permanecer sensível) ao comportamento dinâmico de sistemas ecossociais complexos e em constante mudança, onde ocorrem os esforços de restauração de ecossistemas

<sup>27</sup>Para obter mais orientações, consulte a Seção 3 (1.4) e o Princípio 5 das Normas (Gann et al, 2019)

<sup>28</sup>Para obter uma taxonomia de ameaças padrão, consulte a classificação de ameaças de padrões abertos

<sup>29</sup>por exemplo, pressões humanas, substratos inadequados, falta de recursos, ausência (ou alteração) de nichos, nichos, herbivoria, competição, falta de propágulos

## APÊNDICE 4: DIÁRIO DA NATUREZA

Para começar a estudar a natureza e a biodiversidade em todo o movimento ERC global, precisamos recolher informações e dados regularmente para descobrir o que está ativo na sua iniciativa individual de restauração.

Uma das maneiras mais fáceis de começar a fazer isso é com um Diário da Natureza. Este é um registro contínuo de encontros com a natureza que você observa durante sua experiência de restauração.

Os dados que contribuem para o diário podem consistir numa combinação de observações de animais encontrados, bem como de sinais de animais. Os sinais dos animais podem incluir chamados, rastros, trilhas, fezes, penas e pele muda de répteis.

As informações registradas devem incluir o máximo de detalhes que você puder fornecer. No entanto, mesmo os mínimos detalhes podem ajudar a construir uma imagem do que está acontecendo nos locais de restauração. Muitas vezes não é possível registrar todos os campos sugeridos no formulário abaixo, ou você pode não se lembrar de tudo sobre o seu encontro. Preencha o máximo do formulário para cada encontro que você tiver.

### **Notas sobre coleta de dados**

As anotações podem ser feitas de várias maneiras, escolha algo que funcione para sua situação. Você pode imprimir o formulário abaixo e levá-lo para campo ou usar um aplicativo de gravação de voz no seu celular e gravar seu encontro dessa forma. Ter um quadro negro ou quadro branco numa área comum onde as pessoas possam adicionar os seus avistamentos recentes é uma excelente forma de partilhar o que as pessoas têm visto com a comunidade local e incentiva o envolvimento voluntário.

### **Notas sobre identificação**

Com tantas espécies de pássaros, insetos e mamíferos, pode ser um pouco cansativo começar a identificar as espécies que você encontra. Lembre-se, estamos interessados em todas as espécies que são vistas na sua iniciativa ERC.

Comunidades online como iNaturalist , BugGuide.net , Project Noah e What's That Bug têm fotos de uma infinidade de espécies já identificadas e permitem que os usuários enviem suas próprias fotos para identificação por uma comunidade de especialistas. Aplicativos de telefone como Merlin , Picture This e Google Lens podem ser extremamente úteis para fins de identificação.

Um modelo para registrar seus encontros é descrito abaixo:

<b>Nome ERC</b>	O nome da iniciativa ERC
<b>Data</b>	A data da observação
<b>Tempo</b>	O momento da observação
<b>Nome do observador</b>	O nome dos observadores
<b>Nome da espécie</b>	O nome comum ou local da espécie observada (se conhecido)
<b>Nome Científico (se conhecido)</b>	O nome científico da espécie (se conhecido)
<b>Localização no ERC</b>	Onde foi feita a observação no local do ERC, existem pontos de referência identificáveis, por exemplo: "perto de... caixas de compostagem, uma árvore conhecida, um edifício específico, um campo com nome, um lago ou rio.
<b>Descrição do encontro</b>	Descreva com o máximo de detalhes possível o que você viu. Isso pode incluir onde o animal estava quando você o viu (por exemplo, folha, caule, tronco de árvore, na serapilheira, no solo descoberto ou na água). Se estava em uma planta e você sabe o nome da planta, registre também.
<b>Comportamento</b>	Descreva o que o animal estava fazendo quando você o viu, por exemplo, alimentando-se, escalando, acasalando, dormindo, voando, etc.
<b>Vegetação próxima</b>	Descreva a vegetação próxima, que culturas estão a ser cultivadas na área de observação?
<b>Clima e temperatura</b>	Qual era o clima no momento da observação (por exemplo, sol, nublado, chuva fraca, chuva forte, etc.). Se tiver condições de levar (celular), registre a temperatura.
<b>Número de indivíduos</b>	Quantos indivíduos da espécie você viu neste encontro?
<b>Certeza (certa, provável, insegura)</b>	Você tem certeza de que identificou corretamente a espécie? Se você não tiver certeza da identificação ou não conseguir identificar a espécie, forneça o máximo de detalhes sobre a aparência do animal na seção de notas. Lembre-se de incluir o tipo de animal (por exemplo, pássaro, mamífero, lagarto, etc.), as cores que você viu e uma estimativa do tamanho.
<b>Método de observação</b>	

	Como você fez a observação? Você viu fisicamente, usou binóculos, foi uma pegada, um som, uma excreção, uma pena?
<b>Notas (por exemplo, sexo, estágio de vida)</b>	Houve alguma outra coisa que você notou que possa ser do seu interesse? Você poderia dizer o sexo ou o estágio de vida do animal, por exemplo, bebê ou adulto? Qualquer informação sobre a aparência do animal caso você não tenha conseguido identificá-lo (veja o campo Certeza acima).
<b>Localização GPS</b>	Se você tiver uma máquina GPS, registre a localização do GPS aqui.

## GLOSSÁRIO DE CONCEITOS CHAVE

- **Gestão adaptativa:** 'uma abordagem intencional para tomar decisões e ajustes em resposta a novas informações e mudanças no contexto' (USAID 2018)
- **Linha de base :** o ponto de partida documentado do seu projeto de restauração, atuando como controle contra o qual o progresso ou impacto é medido; embora menos confiáveis, **os «locais de controle»** também podem funcionar como referências de base/pontos de partida
- **Iniciativa ERC:** refere-se a um projeto de restauração (semi)permanente que envolve a participação pública.
- **Modelos conceituais:** como acontece com qualquer modelo, os modelos conceituais nos ajudam a simplificar (eco)sistemas complexos. Não são estatísticos ou preditivos e não tentam explicar todos os processos e relações possíveis. Bons modelos conceituais contêm apenas as informações relevantes. No contexto da restauração dos ecossistemas, ilustram os impactos assumidos e/ou hipotéticos da gestão e de outros fatores sobre o estado dos ecossistemas. Por exemplo, se a sua pergunta é “como aumentar a retenção de água?”, uma hipótese incluída no seu modelo conceitual poderia ser “a aplicação de cobertura morta aumenta a retenção de água”. Você então escolheria indicadores/método(s) para ajudá-lo a verificar sua hipótese (por exemplo, teste de capacidade de retenção de água). Com base nos resultados de seus experimentos, você começa a entender quais práticas restauram os sistemas de água. Para mais informações e aplicações práticas de modelos conceituais, recomendamos a consulta do trabalho de Bestelmayer et al (2017)
- **Folha de dados :** refere-se ao local onde você pode registrar os dados que está coletando.
- **Ecossistema:** uma área geográfica onde uma comunidade ou grupo de organismos vivos (por exemplo, plantas, animais) interagem entre si e o seu ambiente físico/químico (por exemplo, terrenos e clima) para formar um microcosmos de vida.
- **Restauração Ecológica :** é 'uma estratégia de gestão prática que restaura processos ecológicos para manter a composição, estrutura e função do ecossistema.' (Apfelbaum & Chapman 1997) .
- **Restauração de Ecossistemas:** 'O processo de deter e reverter a degradação, resultando na melhoria dos serviços ecossistêmicos e na recuperação da biodiversidade. A restauração do ecossistema abrange uma ampla gama de práticas, dependendo das condições locais e da escolha da sociedade' (ONU, 2019)
- **Comunidades de Restauração de Ecossistemas (ERCs):** são locais para pessoas de todo o mundo participarem na restauração de ecossistemas;

laboratórios vivos onde técnicas eficazes de restauração de ecossistemas são desenvolvidas e difundidas através de experiências práticas e educação.

- **Avaliação:** análise dos dados coletados durante o período de monitoramento em relação às metas/resultados estabelecidos
- **Ciclos de feedback** são fundamentais no pensamento sistêmico e nos ajudam a compreender as complexidades. Um ciclo de feedback negativo é “estabilizador”, aquele que tende a equilibrar ou abrandar um processo, enquanto um feedback positivo é “reforçador”, encorajando o sistema a continuar numa direção. Os ciclos de feedback negativo incluem interações predador-presa (à medida que as populações de presas aumentam (+), a população de predadores come bem e cresce, até que haja muitos predadores e a população de presas diminua (-)). Os ciclos de feedback positivo são frequentemente descritos como 'ciclos viciosos ou virtuosos', pois dois processos se reforçam mutuamente, como quando a disponibilidade de água apoia o crescimento das plantas (+) e mais plantas (através de maior infiltração de água e taxas de evapotranspiração decrescentes) aumentam a água disponível para apoiar as plantas a crescerem. O feedback positivo também pode ter 2 “desvantagens”, como quando a desflorestação leva à diminuição da biomassa, a mais solos nus e ao escoamento de nutrientes e a menores quantidades de biomassa que podem crescer nesses solos.  
Vários feedbacks podem interagir ao mesmo tempo. Isto é o que está implícito na ideia de que as alterações humanas podem empurrar o sistema da Terra para além de limiares críticos ou “pontos de inflexão” para estados qualitativamente diferentes (por exemplo, alterações climáticas irreversíveis), de modo que, num determinado momento no tempo, uma pequena alteração pode ter efeitos de longo prazo ou mesmo consequências irreversíveis para um sistema, ou seja, “quando pequenas coisas podem fazer uma grande diferença”. Através da restauração dos ecossistemas, acreditamos que podemos promover um feedback positivo que afirme a vida e aumente a resiliência do nosso ecossistema global.
- **Indicadores** : são pistas ou sinais que nos dizem se os resultados estão sendo alcançados.
- **Uso ou gestão da terra:** refere-se aos arranjos, atividades e insumos humanos que produzem, alteram ou mantêm certos tipos de cobertura da terra (UNCCD 2016).
- **Meios de verificação:** são os diferentes testes usados para medir os resultados
- **Monitoramento:** é o processo sistemático de coleta de dados dentro de um determinado período de tempo
- **Resultados:** são os objetivos que esperamos alcançar e melhorar através da restauração

- **Sensoriamento Remoto:** É a coleta de dados de observação da Terra a partir de satélites, aeronaves ou outras fontes remotas
- **Ecosistemas/locais de referência:** representam a condição (aproximada) do ecossistema onde a restauração é visada, caso a degradação tivesse sido menos significativa ou nem tivesse ocorrido (Gann et al, 2019)
- **Restauração:** '(...) um processo que visa recuperar a funcionalidade ecológica e melhorar o bem-estar humano em paisagens degradadas' (Buckingham et al, 2019).'
- **Local de amostragem:** aqui definido de forma ampla como os locais específicos onde ocorre a coleta de dados ecológicos ao longo do tempo; deve ser representativo de uma determinada zona.
- **Padronização:** no nosso contexto, é o processo de implementação/desenvolvimento de normas com base num amplo consenso (científico). As metodologias padronizadas contribuem para a interoperabilidade dos dados e ajudam a garantir a repetibilidade e a qualidade das medições.
- **Zona(s):** referem-se às diferentes áreas/locais dentro do local geral do projeto, conforme definido no design do local. Os critérios utilizados para designar cada zona irão variar de acordo com o projeto de restauração - podem basear-se nas diferentes formas de gestão (por exemplo, pastoreio, cobertura morta), tipos de ecossistemas (por exemplo, florestas, zonas húmidas), altitudes, distância da área comum, etc.

## REFERÊNCIAS

- Apfelbaum, SI e Chapman, KA (1997). Restauração ecológica: uma abordagem prática. *Gestão de Ecossistemas: Aplicações para Recursos Florestais e de Vida Selvagem Sustentáveis*. Imprensa da Universidade de Yale, New Haven, CT, 301-322.
- Bano, Rm, Roy S. (2016). Extração de Microartrópodes do Solo: Um extrator de funis Berlese-Tullgren de baixo custo.
- Bestelmeyer BT et al. (2017) Modelos de Estado e Transição: Teoria, Aplicações e Desafios. In: Briske D. (eds) *Rangeland Systems*. Série Springer sobre Gestão Ambiental. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2_9)
- Buckingham, K., Ray, S., Granizo, CG, Toh, L., Stolle, F., Zoveda, F., ... & Brandt, J. (2019). O caminho para a restauração: um guia para identificar prioridades e indicadores para monitorar a restauração florestal e paisagística. *Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas e Instituto de Recursos Mundiais*, 70.
- Eswaran, H., Van Den Berg, E., & Reich, P. (1993). Carbono orgânico nos solos do mundo. *Jornal da Sociedade de Ciências do Solo da América*, 57(1), 192-194.
- Feddes, RA e Lenselink, KR (1994). 5 Evapotranspiração.
- Gann, GD, McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, CR, Jonson, J., ... e Dixon, KW (2019). Princípios e padrões internacionais para a prática da restauração ecológica. *Ecologia da Restauração*. 27 (S1): S1-S46., 27(S1), S1-S46
- Hatten, J. e Liles, G. (2019). Um 'equilíbrio saudável – O papel das propriedades físicas e químicas na manutenção do funcionamento do solo florestal num mundo em mudança. Em *Desenvolvimentos na Ciência do Solo* (Vol. 36, pp. 373-396). Elsevier.
- Ele, S., He, Z., Yang, X., & Baligar, VC (2012). Mecanismos de absorção e hiperacumulação de níquel pelas plantas e implicações na remediação do solo. *Avanços na agronomia*, 117, 117-189.
- Hillel, D. e Hatfield, JL (Eds.). (2005). *Enciclopédia de Solos no Meio Ambiente* (Vol. 3). Amsterdã: Elsevier
- Correndo, S. e Zhao, M. (2019). MOD17A3HGF MODIS/Terra produção primária líquida preenchida anualmente L4 rede SIN global de 500m V006. NASA EOSDIS terrestre processa DAAC.
- Situmorang, JP, Sugianto, S. e Darusman, D. (2016). Estimativa de estoques de carbono usando o índice de vegetação EVI e NDVI na floresta de produção do subdistrito de Lembah Seulawah, Aceh, Indonésia. *Aceh Jornal Internacional de Ciência e Tecnologia*, 5(3), 126-139.
- Stockmann, U., Adams, MA, Crawford, JW, Field, DJ, Henakaarchchi, N., Jenkins, Zimmermann, M. (2013). Os conhecimentos, as incógnitas conhecidas e as incógnitas do sequestro de carbono orgânico do solo. *Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente*, 164, 80-99
- Kaestner, M., Miltner, A., & Liang, C. (2019, janeiro). Necromassa microbiana na matéria orgânica do solo (MOS) e seu impacto nos processos e propriedades do solo. Em *Resumos de Pesquisa Geofísica* (Vol. 21)
- Liang, C., Kästner, M., & Joergensen, RG (2020). Necromassa microbiana em ascensão: o foco crescente em seu papel no desenvolvimento da matéria orgânica do solo.
- NRCS, U. (2015). Folhas de indicadores de qualidade do solo
- Ponce-Hernandez, R., Koochafkan, P., & Antoine, J. (2004). Avaliação dos estoques de carbono e modelagem de cenários ganha-ganha de sequestro de carbono

por meio de mudanças no uso da terra (Vol. 1). Organização de Alimentos e Agricultura.

- UNCCD (Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação). 2016. “Degradação da Terra”. Centro de Conhecimento da UNCCD.
- USAID (Agência dos Estados Unidos para Ajuda Internacional). 2018. “O que é Gestão Adaptativa?” Laboratório de Aprendizagem da USAID.