

Subprotocolo 4: Monitoramento de Árvores

Inclui a alocação de parcelas de monitoramento e monitoramento de árvores em campo, adequados para o estabelecimento do ano de base e monitoramento de todos os métodos de restauração, incluindo regeneração natural e cálculos subsequentes de taxas de sobrevivência. Também fornece orientação opcional para avaliação do estoque de carbono.

Fornecer dados de campo para o indicador de impacto A: número de árvores restauradas (sobreviventes e aglomeradas) após 5 anos; Indicador 1.2: número de árvores regenerando naturalmente por área sob restauração; e Indicador 1.5: porcentagem (%) de sobrevivência de árvores plantadas após 5 anos.

Os resultados gerados a partir desta análise serão comparados com os dados de sensoriamento remoto de árvores (subprotocolo 1) que só funciona em árvores de tamanho visível pelo sensoriamento remoto. Enquanto esse monitoramento de árvores de campo é feito apenas em uma área amostral por hectare, o sensoriamento remoto de árvores é feito com muito mais amostras distribuídas por toda a área em restauração. As informações de ambas as metodologias serão úteis para informar o número final de árvores restauradas para o Programa.

Criado por Starry Sprenkle-Hyppolite, Danielle Celentano, Leon Theron, Isabel Hillman e Elise Harrigan, da CI, com referências aos protocolos de monitoramento listados na seção Referência.

Dados coletados pelos desenvolvedores do projeto e submetidos ao IMP. Análises concluídas pela equipe de monitoramento global. Obrigatório em todos os projetos.

Isonção de responsabilidade: É extremamente desafiador alcançar um conjunto genérico de requisitos de monitoramento que possa ser distribuído por todos os sítios possíveis do Programa PPC. O que se segue é uma orientação para o conjunto mínimo de requisitos para o Programa PPC. Se você gostaria de adicionar um monitoramento mais rigoroso além do que está estabelecido aqui, você é encorajado a fazê-lo entrando em contato com a equipe de monitoramento global do CI ou WRI.

Orientação para usuários

Este subprotocolo foi desenvolvido para fornecer clareza sobre a alocação de parcelas de monitoramento em sítios de restauração e monitoramento de árvores baseado em campo (incluindo monitoramento da regeneração natural) para *desenvolvedores de projetos*. O monitoramento da regeneração natural não é necessário para projetos que consistem exclusivamente em plantio de árvores. No entanto, recomendamos que os projetos de plantio de árvores monitorem a regeneração natural adicional às suas mudas plantadas, a fim de mensurar o número total de árvores restauradas em seu projeto, mesmo que este método não tenha sido mencionado explicitamente entre os métodos escolhidos nas metas do projeto.

Este protocolo também descreve o processamento de dados concluído sobre os dados resultantes pela equipe de monitoramento global.

Os dados coletados nas parcelas de monitoramento, seguindo este procedimento, serão utilizados para extrapolar os dados para toda a área restaurada, com base na fração do sítio que foi medida diretamente nas parcelas de monitoramento. Por isso, é de extrema importância que as parcelas de monitoramento capturem áreas médias representativas da área restaurada (potencialmente com

necessidade de estratificação, se houver grandes diferenças). Também é essencial que haja um número adequado de parcelas de monitoramento. A orientação para isso é fornecida nas seções a seguir.

Este protocolo inclui tanto o monitoramento mínimo necessário para atender aos requisitos do Programa PPC, bem como diretrizes opcionais adicionais para monitoramento mais intensivo para projetos que buscam estimar o carbono sequestrado. Observe que o monitoramento adicional da vegetação sugerido aqui, por si só, não será suficiente para permitir o crédito de carbono, e o crédito de carbono não é possível em todas as áreas em que o PPC trabalha. Há muitas outras etapas nesse processo, incluindo o envio de Documentos de Planejamento do Projeto mais detalhados, análises do ano de base e análise de adicionalidade e vazamento. As diretrizes completas para isso ainda estão em desenvolvimento (esperado até o final de 2022).

O monitoramento de árvores baseado em campo é projetado para informar e conectar-se ao monitoramento de sensoriamento remoto, coberto no subprotocolo 1.

Tempo e frequência de monitoramento:

O monitoramento de áreas restauradas deve consistir em um ano de base (para documentar as árvores existentes antes ou no momento do plantio), Ano 2,5 e Ano 5, mas se o tempo e os recursos permitirem, poderá ser monitorado todos os anos. Esse monitoramento não substitui o gerenciamento do sítio que pode precisar ocorrer com mais frequência.

Importância do monitoramento de árvores

O monitoramento de árvores nos permite calcular a diversidade geral e a riqueza de espécies de árvores plantadas e em regeneração (regenerantes) em sítios de restauração. Esse monitoramento ajudará a informar potenciais manejos adaptativos, especialmente em situações em que as espécies arbóreas plantadas têm baixas taxas de sobrevivência e é necessário aprender sobre espécies mais apropriadas. Quaisquer aprendizados devem ser transferidos para a seleção de espécies para futuros plantios de enriquecimento.

METODOLOGIA

Assumimos que o sítio, ou 'área restaurada', já está definido por um *shapefile* SIG e as informações básicas do sítio foram enviadas no relatório de estabelecimento.

Os procedimentos a seguir devem ser seguidos para garantir a coleta de dados adequada.

Definição de áreas restauradas por metodologia de restauração: Em geral, uma área definida como 'área restaurada' terá um único método de restauração (ou uma combinação designada de métodos) aplicado de **forma consistente em todo o sítio**. Se este não for o caso e diferentes métodos de restauração forem usados em diferentes partes de uma área restaurada, polígonos separados dentro de um *shapefile* são criados para as áreas com os diferentes métodos (ou combinação de métodos). O exemplo mais fácil para ilustrar isto é se o sítio for dividido ao meio, com um método de um lado e outro do outro, como em um desenho experimental para testar métodos diferentes (ver Figura 1). Cada uma dessas áreas precisaria ser tratada separadamente para monitoramento: o protocolo de monitoramento descrito abaixo se aplicaria a cada uma dessas áreas restauradas subdivididas, separadamente.

Estratificação: Se a área restaurada tiver uma diversidade significativa de topografia, vegetação, histórico de uso da terra, perturbação etc., que possa impactar significativamente no sucesso da restauração, os implementadores devem estratificar as parcelas de monitoramento para representar e capturar essas diferenças (Figura 1). Por exemplo, se metade do terreno tem uma inclinação muito forte e metade é plana, as parcelas devem ser randomizadas dentro da metade inclinada e da metade plana. Isto pode ser especialmente importante se houver vários tipos de vegetação (ou seja, solo nu *versus* gramínea *versus* crescimento secundário) na área. Os implementadores precisam definir as diferentes zonas e garantir que as parcelas de monitoramento sejam colocadas nessas zonas. Esta estratificação, ou zoneamento, deve ser anotada nas informações da parcela de monitoramento. Isso é especialmente importante se o desenvolvedor estiver planejando fazer estimativas de carbono para a área restaurada.

Estratificação no contexto da conformidade com o padrão de carbono: Agrupar tipos de vegetação semelhantes com base na biomassa, composição de espécies, tipo de solo e estrutura ajuda a reduzir a variação geral e reduz a incerteza. As imagens de satélite são mais frequentemente usadas na primeira abordagem da estratificação e podem ser posteriormente refinadas combinadas com mapas topográficos e amostragem inicial de campo.

A área de restauração planejada pode ser classificada primeiro usando as imagens de satélite disponíveis mais recentemente e de alta resolução disponíveis e a área pode ser classificada com base na cobertura do dossel, embora a classificação da cobertura do dossel possa ser difícil para florestas esparsas e degradadas. Os ajustes podem ser feitos após uma pesquisa de campo experimental.

Deve-se notar, porém, que a estratificação não é essencial para a verificação de carbono, mas reduz a incerteza e evita deduções de confiança. Os verificadores não examinarão detalhadamente a estratificação real, a menos que um projeto específico tenha motivos para distinguir cuidadosamente as classes de cobertura da terra. Os verificadores se concentrarão nos níveis de incerteza (variação) de cada estrato.

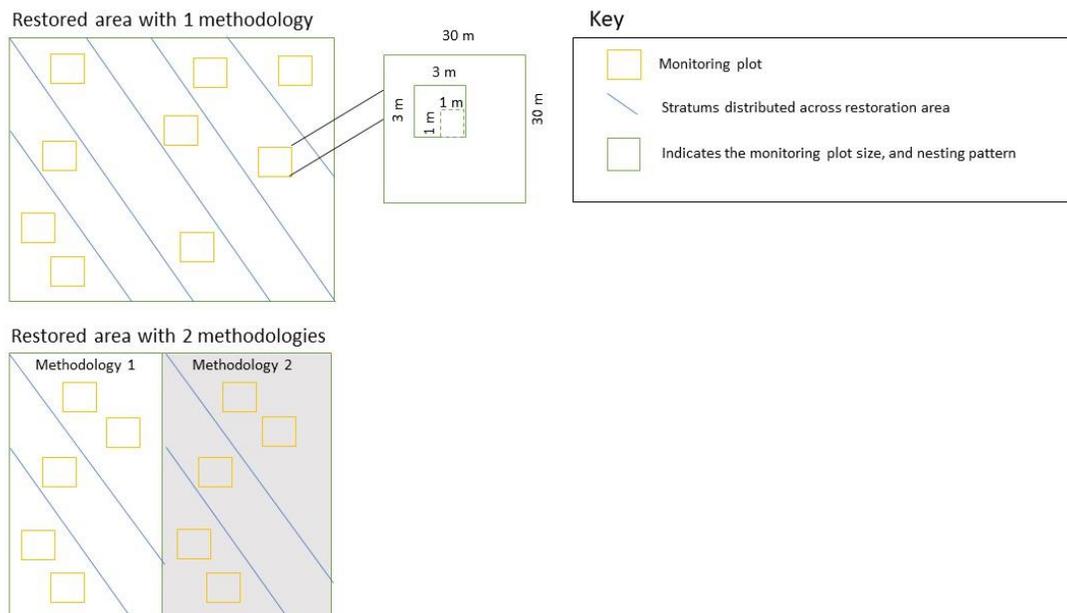


Figura 1. Áreas restauradas usando uma ou duas metodologias de restauração.

Determinação do número de parcelas de monitoramento de acordo com o tamanho da área restaurada em hectares para áreas restauradas (sítios)

Para garantir uma amostragem adequada para a extrapolação dos dados, é de extrema importância que haja um número adequado de parcelas de monitoramento. O número de parcelas de monitoramento necessárias é baseado no tamanho da área restaurada e varia se o desenvolvedor está ou não buscando uma estimativa de carbono baseada em campo (opcional). Propomos um método simples baseado em área para determinar o número de parcelas de monitoramento que também define o mínimo necessário, na Tabela 1. Implementadores que gostariam de usar um método mais técnico para determinar a taxa de amostragem correta, por exemplo, utilizando seu próprio conhecimento de variância esperada para realizar uma análise de poder, são bem-vindos a fazê-lo. Se for utilizado um método mais técnico, a equipe de monitoramento global deve analisá-lo e aprová-lo. O número de parcelas de monitoramento não pode ser inferior ao mínimo exigido (Tabela 1), a menos que o método seja aprovado e o número de parcelas acordado com a equipe global de monitoramento.

Tabela 1: Número mínimo de parcelas de monitoramento com base no tamanho da área restaurada (em hectares).

Área Restaurada (ha) = A	Número de parcelas (mínimo padrão PPC)
$A \leq 50$	1 por hectare
$A > 50 \leq 100$	1 parcela por ha para os primeiros 50 ha. 1 parcela a cada 2 ha para áreas maiores do que 50 ha e menores do que 100 ha.
$A > 100$	1 parcela a cada ha para os primeiros 50 ha.

	<p>1 parcela a cada 2 ha para áreas maiores do que 50 ha e menores do que 100 ha.</p> <p>1 parcela a cada 5 ha para áreas maiores do que 100 ha.</p>
--	--

Determinação do número de parcelas por estrato para projetos de carbono

Para verificação de carbono, a densidade de amostragem é determinada pelo nível de incerteza¹ desejado. Se a incerteza exceder 10%, as deduções de confiança terão que ser aplicadas aos valores de carbono: o ano de base deve ser ajustada para cima e o estoque de carbono do projeto para baixo (consulte [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](#)).

A seguinte ferramenta de A/R do Método de Desenvolvimento Limpo (CDM) descreve como calcular o número de parcelas por estrato: [CDM AR \(unfccc.int\)](#)

A empresa Winrock tem uma ferramenta de planilha que pode ser usada para calcular o número de parcelas por estrato [Winrock Sample Plot Calculator Spreadsheet Tool](#) e também pode ser usado para obter estimativas de custo de amostragem.

Determinar a localização das parcelas de monitoramento dentro da área restaurada

Localização e orientação:

Cada canto da parcela de monitoramento deve ser registrado usando um dispositivo GPS.

Distribuição de parcelas:

As parcelas de amostragem devem ser distribuídas uniformemente pelo sítio (ou seja, não podem ser agrupadas em uma ou duas extremidades/bordas do sítio). Você pode imaginar uma grade de um hectare quadrado espalhada pelo sítio, e uma parcela deve ser colocada em cada hectare quadrado (por exemplo, para sítios de até 50 ha).

A localização das parcelas de monitoramento deve ser aleatória, dentro da grade de hectares quadrados. Todas as parcelas devem ser orientadas de modo que suas bordas percorram os eixos norte-sul e leste-oeste.

Para determinar onde as parcelas devem ser colocadas, os pontos centrais das parcelas, chamados de “centróides de plotagem”, podem ser gerados no ArcGIS usando a ferramenta “Fishnet” com espaçamento de 30 metros e informando ao programa para escolher aleatoriamente os locais dos centróides. Alternativamente, você pode usar um gerador de números aleatórios como um cronômetro para determinar o número de passos ou metros de distância das bordas do sítio em que uma parcela deve ser colocada.

Algumas correções podem ser necessárias para a alocação aleatória. Por exemplo, a distribuição das parcelas também deve levar em conta quaisquer estratos presentes no sítio. Por exemplo, se seu sítio não tem vegetação em 30% de sua área e algum crescimento secundário em 70%, esses são dois

¹ A incerteza está no valor médio de um parâmetro estimado igual ao erro padrão estimado da média expandida para um nível de confiança de 90% dividido pelo valor médio, expresso em porcentagem.

estratos vegetativos diferentes. Você pode precisar quebrar a regra de posicionamento aleatório para algumas parcelas para garantir que a fração correta esteja em cada estrato.

Suas parcelas de monitoramento devem ter a mesma distribuição dentro dos estratos: 30% de suas parcelas de monitoramento de árvores devem cair na área sem vegetação, ou estrato, enquanto os outros 70% caem na área de crescimento secundário, ou estrato. Se você tiver vários estratos em uma pequena área restaurada e o número de estratos vegetativos exceder o número de hectares sendo restaurados, você precisará exceder o requisito mínimo de monitoramento de 1/ha, para garantir alguma cobertura de monitoramento em cada estrato (ou seja, 2 parcelas seriam necessários em 1 ha com 2 estratos vegetativos).

Finalmente, as parcelas também não devem ser colocadas a menos de 5 metros do limite do sítio de restauração, para evitar efeitos de borda.

Descrição do Lote de Monitoramento:

Todas as parcelas de monitoramento são de 30m x 30m, onde são registradas todas as espécies arbóreas de grande porte (> 10 cm de Diâmetro à Altura do Peito – DAP). Dentro de cada estrato, para cada hectare de área restaurada, a parcela de 30m x 30m conterá 1 ou 2 parcelas aninhadas menores, uma de 3m x 3m (9m²) e, dentro dessa, uma parcela opcional de 1m x 1m (1m²), para o monitoramento de árvores menores, conforme descrito na seção abaixo (ilustrado na Figura 2). A localização das subparcelas que consistem nas parcelas de 3m x 3m e 1m x 1m são randomizadas dentro da parcela permanente de 30m x 30m na primeira vez, mas depois devem permanecer permanentes.

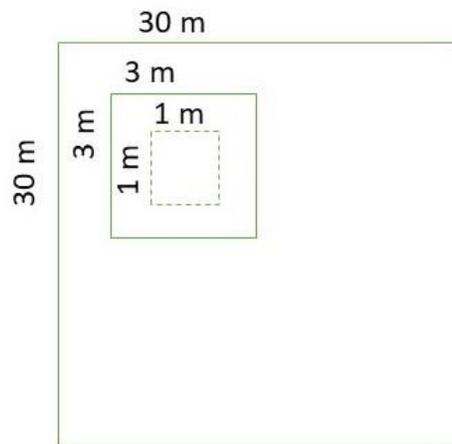


Figura 2: Arranjos de parcelas de monitoramento aninhadas de tamanhos grandes 30m x 30m (900m²), médios 3m x 3m (9m²), e pequenos opcionais de 1m x 1m (1m²).

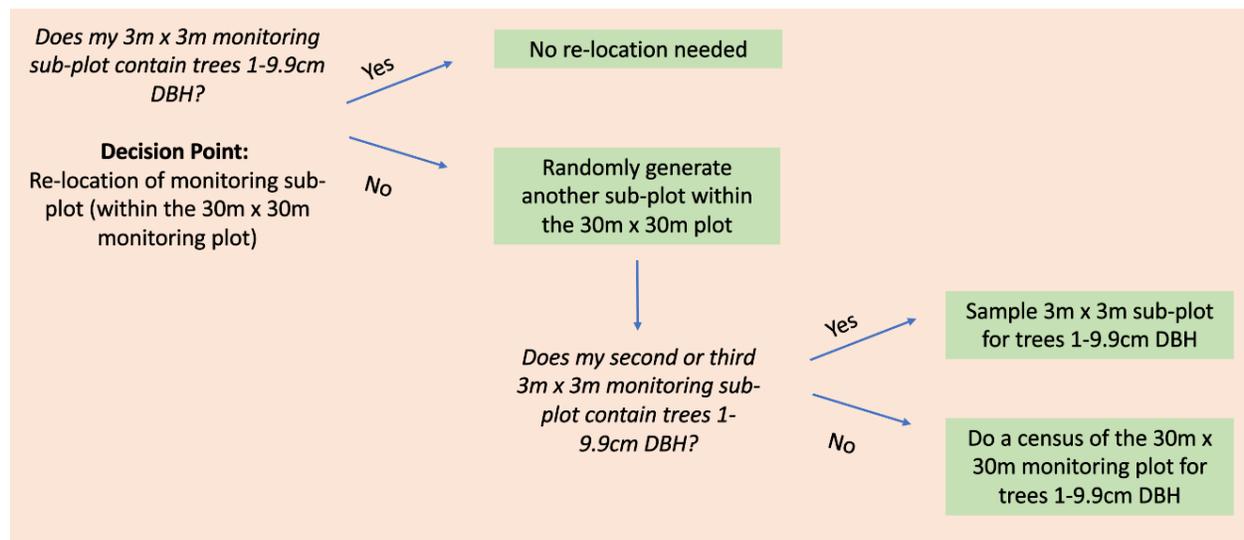
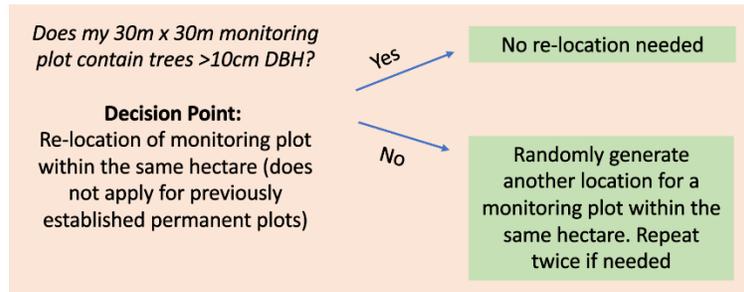
Modificações para Parcelas Vazias:

Se não houver árvores > 10 cm de DAP encontradas na parcela inicial de 30 x 30 m, então essa parcela deve ser contada como 'vazia' e uma nova parcela selecionada em um novo local aleatório dentro da mesma área de amostragem de 1 ha. Isso pode ser feito duas vezes. Se forem encontradas 2 parcelas vazias adicionais, então, a 3ª parcela deve ser monitorada, mesmo que esteja vazia. O fato de haver 2

parcelas vazias registradas antes da alocação da parcela deve ser observado, pois será fatorado na extrapolação dos dados.

Se esta 3ª parcela também estiver desprovida de árvores > 10 cm DAP, isso pode ser observado na folha de dados. A parcela aninhada de 3m x 3m deve então ser verificada para árvores de 1-9,9 cm. Se não houver nenhum, então, a parcela aninhada também deve ser contada como vazia e uma nova parcela selecionada em um novo local aleatório dentro da parcela de 30x30 m. Novamente, isso pode ser feito duas vezes. Se forem encontradas 2 parcelas vazias adicionais, então, uma contagem completa do censo da classe de tamanho de 1-9,9 cm deve ser feita em toda a parcela de 30m x 30m.

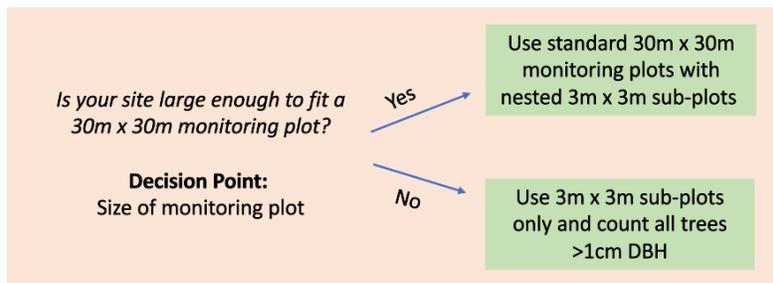
Se, pelo contrário, houver árvores > 10 cm DAP encontradas na parcela inicial de 30m x 30m, mas não houver árvores de 1 a 9,9 cm na parcela de 30m x 30m, o mesmo procedimento acima deverá ser aplicado: a parcela aninhada também deve ser contada como vazia e uma nova parcela selecionada em um novo local aleatório dentro da parcela de 30m x 30m. Novamente, se 2 parcelas vazias adicionais forem encontradas, uma contagem completa do censo da classe de tamanho de 1-9,9 cm deve ser feita em toda a parcela de 30m x 30m.



Modificação para sítios menores que 30m de largura

Se um sítio de restauração inteiro for menor que 30m de largura e, portanto, uma parcela de monitoramento de árvores de 30m x 30m não couber no sítio, essa restrição deve ser indicada na folha de dados e uma subparcela de 3m x 3m ainda deve ser usada. Neste cenário, todas as árvores >1cm DAP

dentro da parcela de 3m x 3m devem ser registradas na folha de dados. O número de parcelas de 3m x 3m deve corresponder ao número de parcelas descrito na Tabela 1.



Parcelas Permanentes e Não Permanentes

Parcelas de monitoramento permanente onde o mesmo local é monitorado toda vez que os dados são coletados são recomendadas se o foco for a pesquisa científica, ou quando o financiamento for de bancos ou órgãos oficiais (PACTO, 2013), ou se o projeto buscar credenciamento em um dos os padrões de carbono. Uma combinação de parcelas permanentes e parcelas não permanentes (onde o local é randomizado a cada vez) também é aceitável – **mas um mínimo de 50% de parcelas permanentes deve ser mantido** (PACTO, 2013).

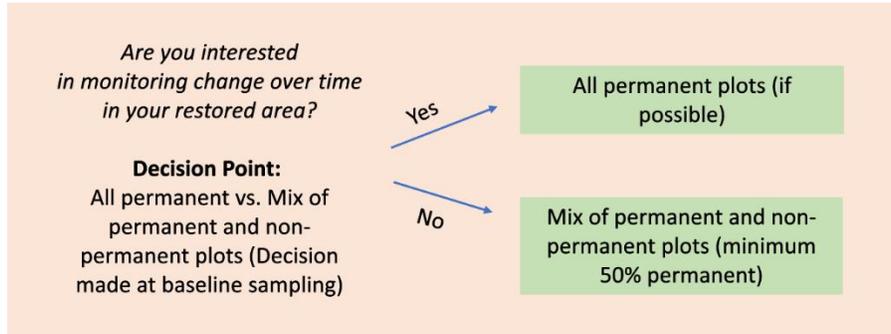
As localizações das grandes parcelas de monitoramento (30m x 30m) serão selecionadas aleatoriamente dentro da área do projeto para coleta de dados do ano de base. Subsequentemente, se algumas parcelas não permanentes forem desejadas, então metade das parcelas grandes ainda deve permanecer como parcelas permanentes, e a outra metade será re-aleatorizada a cada coleta de dados (Ano 2,5 e ano 5 ou mais frequentemente se mais monitoramentos serão feitos). Se houver apenas uma parcela ou um número ímpar de parcelas, a parcela deve ser permanente.

Cada parcela permanente deve ser georreferenciada com pontos de referência no solo (estacas de madeira, tubos de ferro, vergalhões ou tubos PVC) a 1,2 m de altura (PACTO, 2013) e pontos de canto e centróides GPS registrados juntamente com a margem de erro do dispositivo. Os pontos de canto do GPS e os centróides das parcelas não permanentes também serão registrados no momento do monitoramento, mas não precisam ser marcados com pontos de referência. Cada parcela também deve ser indicada como permanente ou não permanente na coleta de dados para evitar re-randomização acidental de parcelas permanentes. Se a parcela for aninhada e permanente, os cantos das parcelas aninhadas (3m x 3m e 1m x 1m) também devem ser georreferenciados com pontos de referência, mas apenas o centróide é registrado usando o GPS.

Todas as parcelas aninhadas (3m x 3m e 1m x 1m) também devem ter descrições de suas localizações dentro da parcela maior (30m x 30m). Em áreas com muita atividade humana onde existe o risco de que marcas visíveis possam ser tomadas, as parcelas podem ser monumentais (demarcadas permanentemente) alocando uma estaca de metal no solo que pode ser encontrada novamente com um detector de metais.

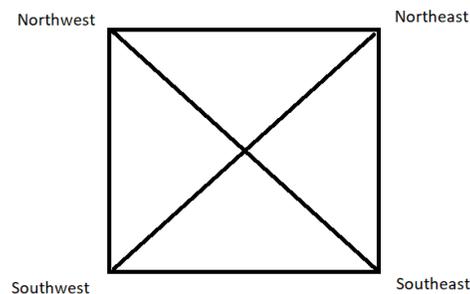
O número de árvores que foram plantadas em cada parcela de monitoramento **permanente** como parte da intervenção de restauração (independentemente de seu DAP e desagregado por espécie) deve ser

registrado nas informações do ano de base. A localização das árvores plantadas em parcelas de monitoramento permanente deve ser documentada com cuidado extra (possivelmente com um desenho de suas localizações dentro da parcela, ou pelo menos observando seu espaçamento e padrão de plantio), para permitir o monitoramento de árvores de acompanhamento e cálculos de taxa de sobrevivência.



Coleta de dados e ferramentas:

Fotos: Quatro (4) fotos georreferenciadas também devem ser tiradas de cada canto da parcela de 30m x 30m, olhando para o interior da parcela. O canto de onde as fotos são tiradas deve ser o canto que oferece a melhor visão geral do terreno (contabilizando a inclinação, vegetação existente, etc.) e deve ser anotado (NW, NE, SW, SE – conforme anotado nas coordenadas GPS). Por exemplo, se as fotos estão sendo tiradas do canto NW no diagrama de plotagem abaixo, uma foto teria linha SE, apontando para o centro da parcela.



Em cada parcela de amostragem de monitoramento, **contagens das árvores/mudas por espécie de árvore** devem ser registradas para diferentes classes de tamanho seguindo as instruções abaixo. O diâmetro à altura do peito da árvore (DAP) e altura também podem ser registrados, mas é opcional, se o desenvolvedor desejar fazer estimativas de carbono baseadas em campo.

Nas parcelas de 30m x 30m são contadas todas as árvores grandes (> 10cm DAP) por espécie de árvore. DAP e altura podem ser opcionalmente registrados para cada árvore individual. No aninhado de 3m x 3m (9m²) todas as árvores/mudas de tamanho médio (diâmetros 1 – 9,9 cm DAP) por espécie de árvore são registradas. DAP e altura também podem ser registrados para cada árvore individual, mas são opcionais.

A menor parcela aninhado é completamente opcional. A parcela 1m x 1m dá uma indicação das árvores emergentes e muito jovens no sítio e pode ser útil para projetar a densidade futura de árvores, mas os indivíduos da menor classe de tamanho (<1 cm DAP) não serão incluídos na contagem de árvores ou estimativas de carbono. Na menor parcela aninhada, 1m x 1m (1m²) todas as mudas de árvores (<1 cm DAP) serão contadas e identificadas para espécie ou morfoespécie tanto quanto possível (sem medidas de altura ou DAP para esta pequena categoria, adaptado de Celentano et al., 2020). Os dados devem ser registrados seguindo o modelo do Formulário 1 do Anexo 1, que será feito usando o aplicativo de coleta de dados da plataforma integrada de monitoramento.

Quando este protocolo é seguido no período do ano de base, é importante observar a presença de árvores existentes nos sítios de restauração (dentro das parcelas de monitoramento). Essas árvores não serão contadas como árvores restauradas pelo projeto, pois já estavam presentes. O número de árvores na parcela de amostragem será extrapolado para a área total restaurada. Portanto, se houver partes da parcela com mais árvores já presentes no período do ano de base é importante seguir um bom procedimento de estratificação com base no tipo de vegetação (ou seja, com árvores *versus* sem árvores) para gerar uma extrapolação precisa com a área restaurada.

Protocolos de medição:

- (Opcional) Diâmetro à altura do peito (DAP): Use uma fita métrica florestal para medição do DAP, sendo o diâmetro à altura do peito (1,3 m) ao redor do caule ou tronco da árvore. Registre em unidades métricas;
 - Se as hastes bifurcaram abaixo de 1,3m, o DAP deve ser retirado de todas as hastes acima de 1,3m (PACTO, 2013);
- (Opcional) Altura: Use um clinômetro para mudas ou regenerantes. Quando muito pequenos para o uso de um clinômetro, use uma vara de medição. Observe que, para a certificação de carbono, a altura às vezes é um registro opcional, depende do modelo alométrico usado;
- As espécies também devem ser registradas para certificação de carbono, novamente para aplicar os modelos alométricos específicos de espécies corretos (há muitos modelos genéricos).

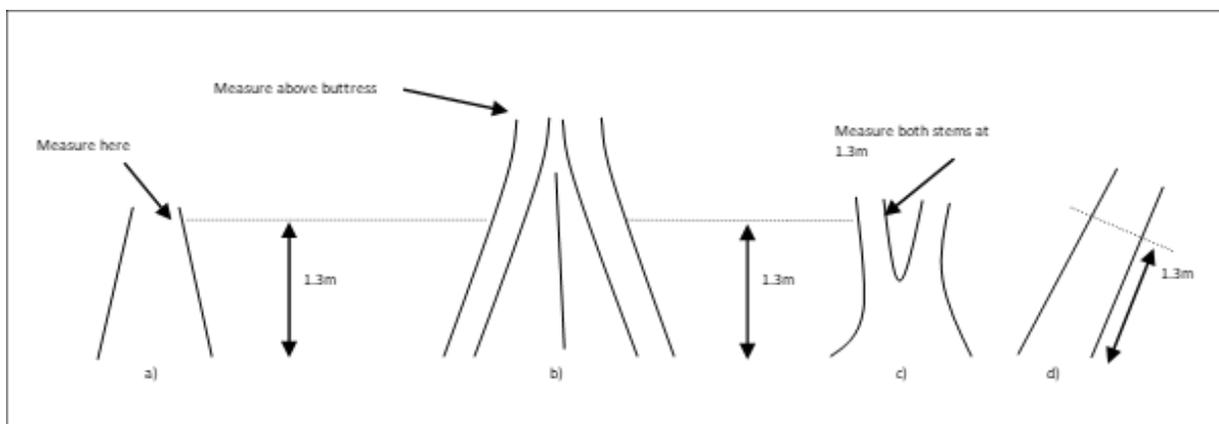


Figura 5. Posição de medição para vários troncos diferentes: **a)** tronco único e reto, **b)** tronco com sapopema, medido acima da sapopema, **c)** tronco que bifurca abaixo de 1,3m e **d)** uma árvore inclinada.

Como distinguir uma árvore de regeneração natural de uma árvore plantada/semada

Em parcelas onde ocorrem plantio direto e regeneração natural, pode ser um desafio distinguir as árvores plantadas das árvores de regeneração natural. O desenvolvedor pode ter escolhido marcar as árvores plantadas ou marcar suas posições, por exemplo, com uma estaca, mas estas marcações podem ser perdidas, danificadas ou até roubadas durante toda a duração do monitoramento.

O conhecimento histórico dos padrões de plantio utilizados (ou seja, se era uma grade, qual era o espaçamento da grade, e/ou qual era a orientação (N/S/E/W) e espaçamento das linhas) será essencial para ajudar nesta tarefa de distinguir entre uma árvore plantada/semada e uma árvore em regeneração natural.

Em geral, uma árvore é provavelmente da regeneração natural (ou seja, não plantada) quando qualquer uma das três condições a seguir se aplica:

- 1) está localizada fora de uma linha de plantio ou posição de grade conhecida;
- 2) tem um tamanho obviamente diferente (maior ou menor, sugerindo mais de um ano de diferença de idade) do que o intervalo observado de tamanhos das árvores plantadas/semadas; ou
- 3) não consta na lista de espécies de árvores plantadas/semadas (PACTO, 2013)

Embora possa ser difícil distinguir entre árvores plantadas e árvores regeneradas naturalmente, um mecanismo localizado para julgar quais árvores estão plantadas e quais estão regenerando naturalmente auxilia na contagem do número total de árvores restauradas (Indicador de impacto A).

Se um método diferente para distinguir árvores for usado em suas parcelas, ele deve ser compartilhado para discussão em PPCMonitoring@conservation.org

Determinando quando uma árvore é da “regeneração natural”

As mudas em regeneração natural devem atingir uma idade verificável de mais de 1 ano, ou um limite de tamanho equivalente, especificado regionalmente, para serem contadas como 'restauradas' no relatório ao PPC. Um tamanho limite mínimo absoluto deve ser de 1 cm DAP, ou seja, árvores que atendam ao requisito de monitoramento na parcela aninhada “média” de 3m x 3m.

As contagens individuais de árvores menores em regeneração das parcelas aninhadas de 1m x 1m são indicativas do banco de sementes e da biodiversidade, mas as árvores nessa classe de tamanho não serão contadas como “restauradas” ou “regeneradas” no ano 5. Observamos que o procedimento de monitoramento de campo provavelmente permitirá uma melhor detecção da classe de tamanho “médio” de mudas, que pode não ser detectável por sensoriamento remoto.

Relatórios:

As fichas de dados são fornecidas no anexo para seu uso para coletar, registrar e acompanhar a duração do projeto. Os dados devem ser relatados para cada parcela de monitoramento.

Processamento de dados (a ser feito pela equipe de monitoramento global a partir dos dados de monitoramento de parcela enviados):

Para extrapolar o Indicador de impacto A: Nº de árvores restauradas (sobreviventes e aglomeradas) após 5 anos, Indicador 1.2: Nº de árvores regenerando naturalmente por área em restauração e

Indicador 1.5: % de sobrevivência de árvores plantadas, os dados do monitoramento ano 5 serão comparados com os dados do ano de base.

Para obter A: % de árvores restauradas (sobreviventes e aglomeradas) após 5 anos e Indicador 1.2: % de árvores em regeneração natural por área sob restauração – tanto potencialmente desagregadas por espécie quanto por origem (pré-existente, plantada, regenerada naturalmente) requer várias etapas para cada grupo desagregado:

1. Cálculo das taxas de amostragem por estrato:

A área monitorada em cada estrato (incluindo o número de parcelas 'vazias', se for o caso) será dividida pela área total restaurada naquele estrato para se obter a razão amostral para o estrato. Se nenhum estrato foi definido então a área total monitorada pode ser dividida pela área total restaurada para obter a razão de amostragem. Consulte a tabela 1 para a taxa de amostragem mínima.

2. Extrapolações dentro de cada parcela de monitoramento:

Se for seguido o protocolo aninhado regular, o número de árvores médias com DAP > 1cm observado na parcela de 3m x 3m (9m²) será extrapolado para a parcela de 30m² multiplicando por (30/9). Este número será somado ao número total de árvores grandes com DAP > 10cm que foram observadas diretamente na parcela de 30m² para obter a extrapolação total de árvores para a parcela de monitoramento.

Se houver 1-2 parcelas 'vazias', mas depois uma parcela 3m x 3m bem sucedida, o fator de multiplicação diminuirá (30/18 para 1 parcela vazia, 30/27 para 2). Se houver 3 parcelas vazias, resultando em um censo da parcela 30m x 30m, então o número censitário pode ser usado diretamente como o número de árvores na parcela de monitoramento.

Como iremos posteriormente subtrair o número de árvores contadas no ano de base, todas as árvores, exceto as árvores que se sabe terem sido plantadas devem ser incluídas nesses cálculos (ou seja, incluindo árvores que potencialmente já estavam no sítio no ano de base).

3. Extrapolações para área restaurada:

As extrapolações do total de árvores para cada parcela de monitoramento serão somadas dentro de cada estrato e multiplicadas pela razão 1/amostragem, para extrapolar o total de árvores para o estrato. Se nenhum estrato foi definido, então, as extrapolações do total de árvores para cada parcela de monitoramento podem ser somadas e multiplicadas pela razão 1/amostragem.

1. Por fim, a extrapolação do total de árvores presentes durante o monitoramento do ano de base deve ser subtraída da extrapolação total de árvores naturalmente regeneradas presentes no período de monitoramento (não incluindo as árvores plantadas), para obter o número de árvores naturalmente regeneradas (indicador 1.2).

Calculando a taxa de sobrevivência:

A taxa de sobrevivência no ano 5 será calculada usando esta equação simples:

Taxa de sobrevivência dentro da parcela = (% de árvores plantadas vivas em parcelas de 30m x 30m no ano 5** / % de árvores plantadas em parcelas de 30m x 30m no ano 0) * 100.

*** pode ser feito com um censo completo da parcela de 30m x 30m para árvores plantadas, no ano 5 ou extrapolando o número de árvores plantadas e vivas a partir do número encontrado na parcela de 3m x 3m, proporcionalmente.*

As taxas de sobrevivência dentro de cada parcela de monitoramento serão calculadas em média para produzir a taxa de sobrevivência geral para o sítio.

Dados adicionais que podem ser gerados por sítio com esses dados:

(Se registrado): Tamanho médio (DAP e/ou altura) das árvores, desagregado por espécie.

Calculando o teor de carbono:

Há muitas maneiras de calcular os estoques de carbono previamente. Em projetos florestais, os dados de Incremento Médio Anual e os Fatores de Expansão da Biomassa são normalmente usados, obtendo os dados de gráficos de crescimento locais ou simplesmente usando os padrões do IPCC. Para projetos de regeneração natural, os dados sobre rebrota podem ser obtidos de literatura adequada.

Para cálculos posteriores, o primeiro passo é selecionar uma equação alométrica apropriada.

Globalometree é uma fonte global de equações <http://www.globalometree.org/>

É importante certificar-se de que as equações alométricas usadas sejam conservadoras se não forem específicas do sítio e revisadas por pares. Equações genéricas não específicas geralmente funcionam bem em certos tipos de floresta. Certifique-se de que qualquer equação escolhida seja aplicada dentro de seus limites, por exemplo, se uma equação específica foi desenvolvida para DAP entre 5 e 55cm ela não pode ser aplicada para árvores com DAP acima de 55 ou abaixo de 5 cm.

A seguinte metodologia de MDL pode ser usada para calcular os estoques de carbono [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](https://www.unfccc.int/publications/2014/04/14-ar-am-tool-14-v4.2.pdf).

Observe que mesmo que todos os procedimentos acima sejam seguidos, este procedimento por si só não tornará um projeto elegível para emitir créditos de carbono. Existem outras etapas importantes relacionadas à concepção e verificação do projeto, seguindo os padrões de carbono autorizados, que são necessários para isso.

Referências:

Celentano, D., Rousseau, G. X., Paixão, L. S., Lourenço, F., Cardozo, E. G., Rodrigues, T. O., E Silva, H. R., Medina, J., de Sousa, T. M. C., Rocha, A. E., & de Oliveira Reis, F. (2020). Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. *Agroforestry Systems*, 94(5), 1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00496-4>

Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48(6), 716–730. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

Chazdon, R. L. (2013). Making Tropical Succession and Landscape Reforestation Successful. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 649–658. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817340>

FAO. 2019. Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration (ANR) – A practical manual. Bangkok. 52 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

PACTO. (2013). PACTO Pela Restauração da Mata Atlântica. Atlantic Forest Restoration Pact. <https://www.pactomataatlantica.org.br>

Anexo 1. Descrição do Formulário de Coleta de Dados

Tabela detalhando as informações coletadas durante o monitoramento de árvores. Os itens destacados em cinza são opcionais. Os dados são coletados usando o KoboToolbox, que pode ser acessado no IMP.

Informações gerais			
Dados coletados	Opções	Tipo de dados	Notas
Data		Data	
País		Selecione uma da lista	
Nome da Organização		Selecione uma da lista	
ID do sítio		Selecione um da lista	
Período de amostragem	Ano 0 (ano de base), Ano 2,5, Ano 5, outro	Selecione um da lista	
Tipo do sítio	Controle, restauração	Selecione um da lista	
Hora de início da coleta dos dados		Hora	
Hora de término da coleta dos dados		Hora	
Informações da parcela			
ID da parcela		Texto	
Tipo da parcela	Controle, restauração	Selecione uma da lista	Toda restauração deveria procurar por regeneração natural
Estrato		Texto	NA se for apenas 1 estrato; se for múltiplo na área restaurada então corresponda com estratos identificados em formulário de estabelecimento do sítio
Sistema de coordenadas utilizadas		Texto	
Canto noroeste da parcela (30x30)		Coordenada GPS	
Margem de erro do dispositivo (Canto NW)			Incluído automaticamente no KoboToolbox

KoboToolbox			
Canto nordeste da parcela (30x30)		Coordenada GPS	
Margem de erro do dispositivo (Canto NE)			Incluído automaticamente no KoboToolbox
KoboToolbox			
Canto sudeste da parcela (30x30)		Coordenada GPS	
Margem de erro do dispositivo (Canto SE)			Incluído automaticamente no KoboToolbox
KoboToolbox			
Canto sudoeste da parcela (30x30)		Coordenada GPS	
Margem de erro do dispositivo (Canto SW)			Incluído automaticamente no KoboToolbox
4 fotos georreferenciadas de NW, NE, SE e SW linhas de visão (em protocolo de monitoramento das árvores) – especificar canto		Envio de imagem + texto (canto escolhido)	As fotos devem ser tiradas de cada canto da parcela voltado para dentro da parcela e ampliadas para cobrir o máximo possível da parcela
Árvores em Parcelas de 30m X 30m Todas as árvores > 10cm DAP por espécie e tipo devem ser registradas. <i>* Observe que as medidas de DAP e altura não são necessárias, apenas uma contagem por classe de tamanho, desagregada por espécie e tipo</i>			
Contagem de árvores (>10 cm DAP)	Desagregado por espécies e tipo (regenerando naturalmente, plantada por seu projeto, já presente antes do projeto, desconhecido)	Inteiro + espécie + selecionar uma da lista (tipo)	Se estiver usando esta folha para a coleta dos dados, repita esta linha para cada espécie e tipo. Ex: espécie A, contagem de 2, e regenerando naturalmente Espécie A, contagem de 3, plantada pelo seu projeto
Contagem de árvores PLANTADAS (somente árvores menores que 10cm DAP)	Desagregado por espécies	Inteiro + espécie	Se estiver usando esta folha para a coleta dos dados, repita esta linha para cada espécie Ex: espécie A, contagem de 2

Notas		Texto	
Árvores em parcelas de 3m X 3m Nas subparcelas aninhadas de 3m x 3m todas as árvores com diâmetro entre 1 – 9,9 cm DAP são registradas. <i>* Observe que as medidas de DAP e altura não são necessárias, apenas uma contagem por classe de tamanho, desagregada por espécie e tipo.</i>			
Número de reamostragens necessários para a subparcela de 3m x de 3m	0, 1, 2	Selecione uma da lista	Uma reamostragem (realocação da subparcela dentro da parcela de 30m x 30m) ocorre se não houver árvores com 1 - 9,9 cm DAP na subparcela.
Contagem de árvores (1 - 9,9 cm DAP)	Desagregado por espécies e tipo (regenerando naturalmente, plantada por seu projeto, já presente antes do projeto, desconhecido)	Inteiro + espécie + selecionar uma da lista (tipo)	Se estiver usando esta folha para a coleta de dados, repita esta linha paracada espécie e tipo. Ex: espécie A, contagem de 2, e regenerando naturalmente. Espécie A, contagem de 3, plantada pelo seu projeto.
Notes		Texto	
Centróide		Coordenada GPS	
Descrição da localização da parcela de 30 m x de 30 m		Texto	
(Opcional) Fotos Adicionais			
Mudas em Parcelas de 1m x 1m Na menor parcela estabelecida, 1m x 1m (1m ²) todas as mudas (regenerantes) (<1 cm DAP) serão registradas. Neste tamanho, é importante distinguir entre árvores e arbustos.			
(Opcional) Contagem de mudas (< 1cm DAP)	Desagregar por espécie e tipos (regenerando naturalmente, plantado, desconhecido)	Inteiro + espécie + selecionar uma da lista (tipo)	
(Opcional) Centróide		Coordenada GPS	
(Opcional) Descrição da localização dentro da parcela de 3m x 3m		Texto	
Informações Adicionais			
(Opcional) Envio de arquivo		Envio de arquivo	

<p>Circunstância especial: O sítio de restauração é muito pequeno para caber em um terreno de 30m x 30m.</p> <p>Neste cenário, uma subparcela de 3m x 3m é amostrada. Uma contagem de árvores > 1cm DAP é realizada.</p>			
Contagem de árvores (> 1cm DAP).	Desagregado por espécie e tipo (regeneração natural, plantada pelo seu projeto, já presentes antes do projeto, desconhecido).	Inteiro + espécie + selecione um da lista (tipo).	Se estiver usando esta folha para coleta de dados, repita esta linha para cada espécie e tipo. Ex: espécie A, contagem de 2, e regeneração natural Espécie A, contagem de 3, plantada pelo seu projeto.
Notas		Texto	
Centróide		Coordenada GPS	
Descrição da localização da parcela de 30 m x de 30 m		Texto	
(Opcional) Fotos adicionais			

<p>Circunstância especial: a subparcela é reamostrada 3 vezes e ainda não contém árvores de DAP entre 1 e 9,9cm.</p> <p>Neste cenário, um censo da parcela de 30m x 30m é feito para árvores com DAP entre 1 e 9,9cm, além de árvores com DAP > 10cm. Separadamente, quaisquer árvores PLANTADAS dentro da parcela que não tenham DAP >1cm também devem ser registradas.</p>			
Contagem de árvores DAP entre (1 e 9,9cm).	Desagregado por espécie e tipo (regeneração natural, plantada pelo seu projeto, já presentes antes do projeto, desconhecido).	Inteiro + espécie + selecione um da lista (tipo).	
Notas		Texto	
(Opcional) Fotos adicionais			