
2ª EDIÇÃO
GUIA
de
SEMEADURA
DIRETA
PARA RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS, SAVANAS E CAMPOS
CAMINHOS da SEMENTE

AUTORES

Matheus Rezende de Mesquita Correia
Henrique Aguiar de Oliveira
Edézio Carlos Santos Silva Miranda
Maria Eduarda Camargo
Beatriz Moraes Murer
Eduardo Malta Campos Filho
Daniel Luis Mascia Vieira
Danielle Celentano
Maxmiller Cardoso Ferreira
Laura Barcellos Antoniazzi
Aline Cristina Ferragutti
Ana Wiederhecker
Isabel Belloni Schmidt
Alexandre Sampaio

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Matheus Rezende de Mesquita Correia
Henrique Aguiar de Oliveira

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Mariana de Souza Waechter Bastos
Henrique de Souza Vieira

IMAGEM DE CAPA

Mariana de Souza Waechter Bastos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Guia de semeadura direta [livro eletrônico] : para restauração de florestas, savanas e campos / [coordenação editorial Matheus Rezende de Mesquita Correia, Henrique Aguiar]. -- 2. ed. -- São Paulo : ISA - Instituto Socioambiental, 2026.
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-88037-34-8

1. Agricultura familiar 2. Amazônia - Aspectos ambientais 3. Biomas - Brasil - Regiões 4. Cerrado - Brasil 5. Insumos agrícolas 6. Mata Atlântica (Brasil) - Preservação 7. Plantio (Agricultura) 8. Plantio (Cultivo de plantas) 9. Sementes I. Correia, Matheus Rezende de Mesquita. II. Aguiar, Henrique.

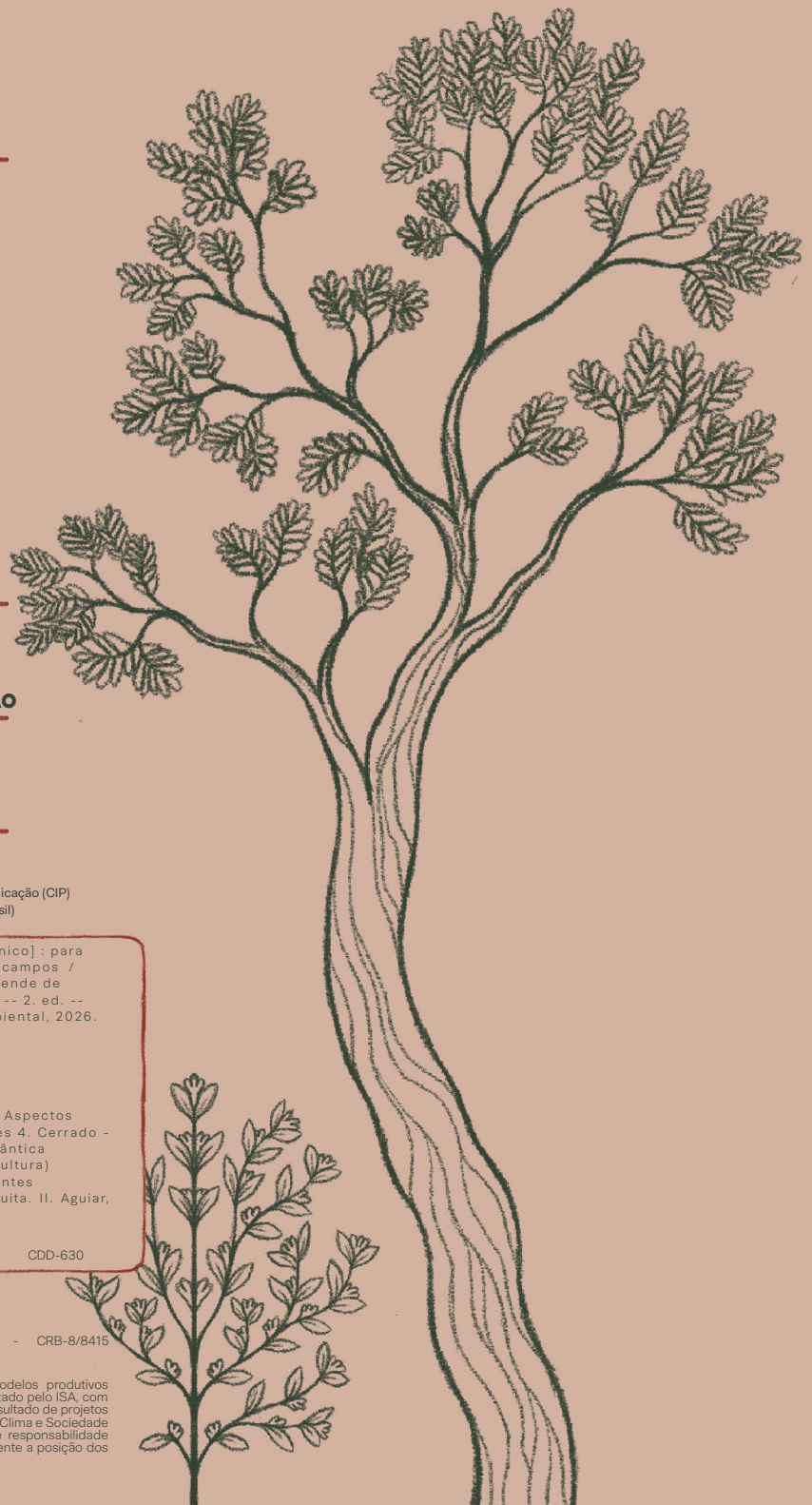
26-365707.1 CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1.Agricultura familiar 630

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB-8/8415

Esta publicação é um produto do projeto 'Modelos produtivos biodiversos para restauração da Amazônia', realizado pelo ISA, com o financiamento da União Europeia. Também é resultado de projetos apoiados pela Fundação Good Energies, Instituto Clima e Sociedade e Fundo Bezos para a Terra. O conteúdo é de responsabilidade exclusiva dos autores, e não reflete necessariamente a posição dos financiadores.





2ª EDIÇÃO

GUIA de SEMEADURA DIRETA

PARA RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS, SAVANAS E CAMPOS

CAMINHOS DA SEMENTE

NOVIDADES DA 2ª EDIÇÃO

ESTA NOVA EDIÇÃO DO GUIA DA SEMEADURA DIRETA TRAZ UMA SÉRIE DE ATUALIZAÇÕES E APRIMORAMENTOS, FRUTO DE APRENDIZADOS ACUMULADOS NOS ÚLTIMOS ANOS, CONTRIBUIÇÕES DE PARCEIROS E NOVAS EXPERIÊNCIAS DE CAMPO.

ENTRE AS PRINCIPAIS NOVIDADES, DESTACAMOS:

- Inclusão de uma chave de tomada de decisão para auxiliar no planejamento e escolha de estratégias de restauração ecológica.
- Quadros com experiências inovadoras de implementação da semeadura direta, reunindo diferentes contextos e aprendizados práticos.
- Atualização de imagens, esquemas e diagramas em todas as seções do guia.
- Modelo de sucessão e fases de ocupação da muvuca para florestas, savanas e campos, com definição de densidades mínimas esperadas para cada fase da sucessão, considerando exclusivamente as espécies nativas:
- FLORESTAS:
  - Fase 1a (até 4 anos): nativas herbáceas, arbustivas e trepadeiras;
  - Fase 1b (até 4 anos): exóticas herbáceas e arbustivas para adubação verde e produção agrícola que ocupam o topo da vegetação até 4 anos;
  - Fase 2 (5 a 20 anos): lenhosas (árvores) que ocupam o topo da vegetação entre 5 e 20 anos;
  - Fase 3 (21 a 100 anos): lenhosas (árvores) que ocupam o topo da vegetação entre 20 e 100 anos;
  - Fase 4 (mais de 100 anos): lenhosas (árvores) que ocupam o topo da vegetação a partir de 100 anos.

- SAVANAS E CAMPOS: quatro grupos ecológicos principais, que coexistem em diferentes graus de participação nas quatro fases de ocupação ao longo do processo:
  - (i) espécies anuais ou de ciclo curto;
  - (ii) espécies semiperenes ou perenes;
  - (iii) espécies semiperenes ou perenes de crescimento rápido a moderado;
  - (iv) espécies perenes de crescimento lento.

PARA AS ESPÉCIES DE ADUBAÇÃO VERDE E AGRÍCOLAS, OS VALORES DE REFERÊNCIA SEGUEM BASEADOS NA QUANTIDADE POR HECTARE (KG/HA), E NÃO POR COBERTURA EM M².

- Inserção de novos quadros práticos com orientações específicas sobre o cálculo da muvuca, mistura de sementes e regulagem da distribuição em semeadura mecanizada.
- Inclusão de indicações de onde adquirir sementes nativas.
- Acesso direto à calculadora da muvuca, ferramenta que auxilia no dimensionamento da quantidade de sementes na muvuca.
  - Nesta nova versão, a calculadora foi aprimorada e passa a incluir uma distinção entre algumas fitofisionomias florestais, savânicas e campestres, o que permite um direcionamento mais adequado durante o cálculo. Além disso, incorporamos abas de referências práticas com os dados que têm sido utilizados atualmente pela Iniciativa Caminhos da Semente.



ÍNDICE

INTRODUÇÃO 10

01 DIAGNÓSTICO DE ÁREA 12
- Vegetação original e potencial da área 13
- Potencial de regeneração natural 14
- Objetivos e recursos disponíveis 17
- O que a legislação permite 17

02 PLANEJAMENTO 18
- A. Escolha da forma de semeadura 19
- I. Semeadura a lanço 19
- II. Semeadura em linhas 20
- III. Semeadura em covetas 21
- Diagrama de Planejamento 22

03 SELEÇÃO DE ESPÉCIES 24
- Espécies e suas características 26

04 QUANTIDADE DE SEMENTES 32
- A. Cálculo das sementes 33
- B. Sugestão de sementes para a restauração de florestas 40
- C. Sugestão de sementes para a restauração de savanas e campos 41
- D. Aquisição de sementes pelo Redário 43

05 EXECUÇÃO 46
- A. Aceiro e cercamento 47
- B. Técnicas de manejo e conservação do solo 47
- C. Controle de plantas indesejadas 48
- D. Preparo do solo 51
- I. Semeadura a lanço 51
- II. Semeadura em linhas 52
- III. Semeadura em covetas 53
- E. Semeadura 55
- I. Semeadura a lanço 56
- II. Semeadura em linhas 60
- III. Semeadura em covetas 64

06 MONITORAMENTO 66
- a. Monitoramento para o manejo 67
- b.Monitoramento para certificação da recomposição da vegetação nativa 68

07 MANEJO 70
- Controle de formigas 71
- Controle de plantas indesejadas 71
- I. Semeadura a lanço 72
- II. Semeadura em linhas ou covetas 73
- Adensamento/enriquecimento 74

08 CUSTOS 78

09 MATERIAIS DE APOIO NO SITE DA INICIATIVA CAMINHOS DA SEMENTE 100

10 PARA SABER MAIS 104

CRÉDITOS DAS IMAGENS 124

INTRODUÇÃO

A semeadura direta tem se expandido como método de recomposição da vegetação nativa. Seus resultados demonstram sucesso ecológico e custos reduzidos para grandes áreas que demandam intervenção em área total. Além disso, por ser um método baseado em grandes quantidades de sementes, tem possibilidade de gerar trabalho e renda para comunidades locais, com atividades de produção e comercialização das sementes.

À medida em que a semeadura direta é usada, novos aprendizados são incorporados e seu desempenho melhora. Esta nova versão do guia, é fruto de experiências desenvolvidas e testadas ao longo de 20 anos, enriquecidas nos últimos cinco anos, em diferentes tipos de vegetação, solo e clima. O guia auxilia o restaurador a tomar decisões adequadas, de acordo com o seu contexto.

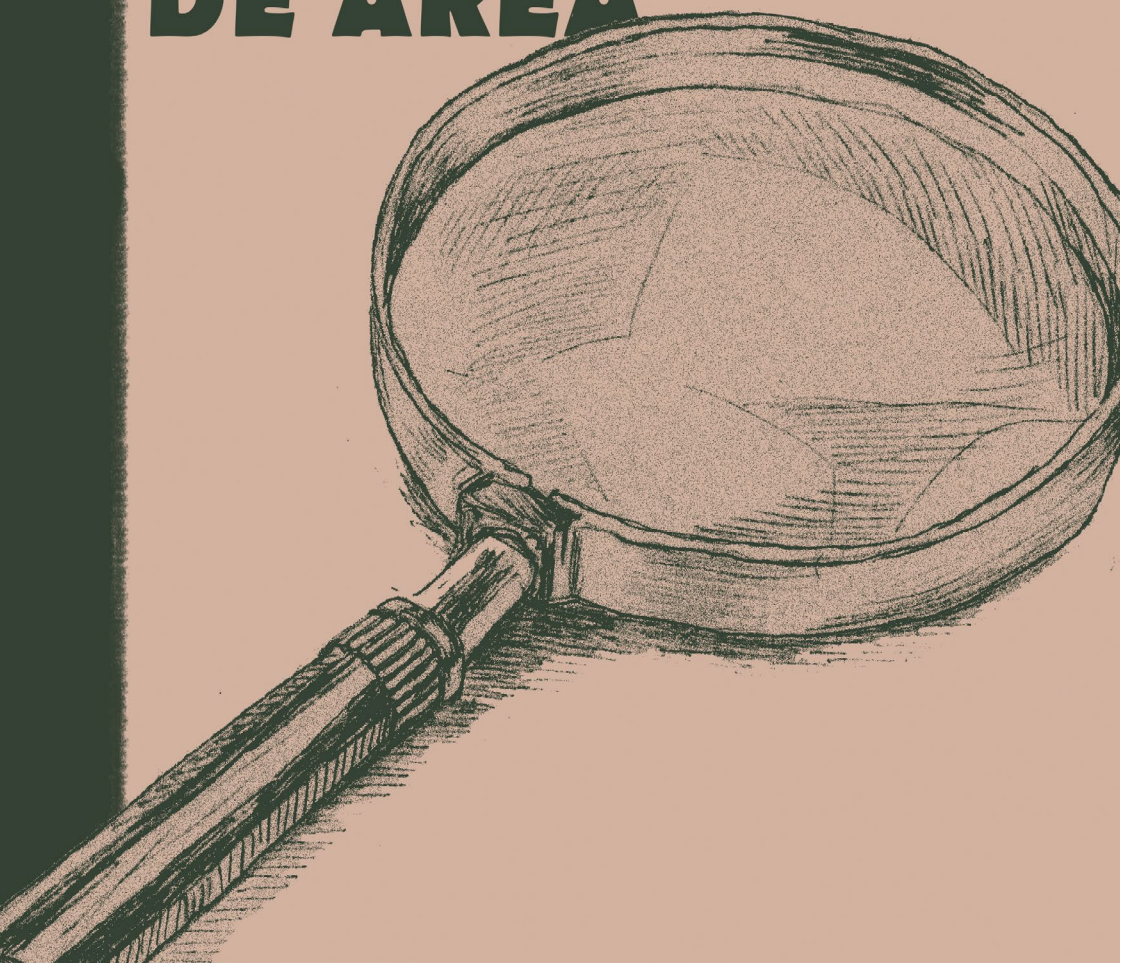
A evolução e o aperfeiçoamento de um método culminam na estruturação de um sistema de restauração, assim como diversos sistemas de cultivo agrícolas e florestais. Sistemas ou modelos de produção, ou de restauração, não devem ser seguidos à risca, pois há variações de clima, relevo, solo, ecologia, aspectos sociais e tecnológicos, que exigem adaptações. Entretanto, os modelos servem para reflexão, inspiração, adaptação ou reaplicação.

Com muita satisfação trazemos neste guia métodos de semeadura direta para restauração ecológica. São apresentadas as etapas necessárias para a semeadura direta (Figura 1), estratégias para a restauração de florestas (fisionomias florestais nos biomas brasileiros) e para restauração de savanas e campos e alternativas para lidar com desafios comuns enfrentados no campo, além de inovações e aprendizados práticos que vêm sendo testados e aprimorados com o uso da semeadura direta em diferentes regiões do Brasil. Bom plantio!

Figura 1: Etapas da restauração com a semeadura direta, do diagnóstico até monitoramento para aprovação.



1. DIAGNÓSTICO DE ÁREA



VEGETAÇÃO ORIGINAL E POTENCIAL DA ÁREA

Por meio de mapas, entrevistas com moradores locais e visitas à área, identificamos textura, fertilidade e profundidade do solo, vegetação original (antes da sua degradação ou conversão em áreas agrícolas ou pastagem), quais os fatores de degradação e qual o tipo e nível de degradação das áreas que o planejamento da restauração deve buscar resolver. O objetivo da restauração é alcançar a estrutura e o funcionamento da vegetação original ou potencial da área. Se a APP (Área de Preservação Permanente) ou Reserva Legal era originalmente coberta por um campo nativo, certamente é mais indicado restaurar um campo do que uma floresta ali, respeitando a fitofisionomia original da área.

Plantar vegetação florestal em áreas originais de savanas e campos, e vice-versa, gera resultados ruins, uma vez que árvores de floresta não crescem bem em solos de savanas e campos e plantas de savanas e campos enfrentam forte competição com capins exóticos em solos de florestas. Além de remar a favor da natureza local, restaurar a vegetação original contribui para a biodiversidade própria de cada ecossistema, e para a recuperação de serviços ecossistêmicos próprios de cada vegetação, respeitando o balanço hídrico adequado para a região.

Quando o ambiente foi alterado, por exemplo com drenos para baixar o lençol freático, com fertilização e correção dos solos, ou com perda de solo superficial, a vegetação potencial pode ser diferente da vegetação original. Nesses casos, será preciso avaliar o custo-benefício da restauração de um ou outro tipo de vegetação. A vegetação potencial determina as espécies adaptadas àquelas condições e os métodos possíveis de serem utilizados. Assim, podemos escolher as espécies mais apropriadas para cada bioma e fitofisionomia.

POTENCIAL DE REGENERAÇÃO NATURAL

Avaliamos a cobertura vegetal atual, identificamos se há plantas nativas e invasoras, e principalmente, se plantas nativas ocupam mais espaço na área ao longo de dois ou três anos. Áreas com potencial de regeneração natural devem ser manejadas e adensadas, enquanto áreas sem potencial de regeneração natural devem ser plantadas em área total (Figura 2).



Figura 2: Áreas com baixo (a), médio (b) e alto potencial de regeneração (c).

Para avaliar o potencial de regeneração, podemos contar os regenerantes (que são as árvores e arbustos que recém germinaram ou rebrotaram de raízes e tocos) com valores entre 15 e 30 cm de altura e ainda menor de 2 m (tamanho que conseguimos enxergar facilmente e as plantas já alcançaram idade e porte em que são difíceis de morrer) e recontar um e dois anos depois. Utilizamos uma área definida, pois nos interessa o número de regenerantes por hectar (ha), ou por 100 m^2, por exemplo. Se o número de regenerantes aumentar em mais de 10% ao ano, é possível que sua área vá se regenerar naturalmente. Se não pudermos observar ao longo de dois anos, podemos considerar que se uma área já tem 3.000 regenerantes por ha, é possível que ela não precise de intervenção (veja Quadro 1).



QUADRO 1

Potencial de regeneração natural:

Podemos ter 3.000 regenerantes pequenos, estagnados no solo compactado e decidirmos passar a grade, pois eles podem rebrotar, outros germinar e crescer e podemos semear. Mas podemos ter 1.000 regenerantes grandes, que acabaram de chegar e podem aumentar rapidamente. Então seria somente deixar a área sem mais intervenções. Por isso, observar a progressão é melhor que o valor atual. Com mudas teríamos de 1.666 a 2.500 árvores. Então, se tivermos mais que isso (3mil), podemos concluir com folga que a natureza pode fazer mais do que poderíamos fazer.

Tão importante quanto a densidade de regenerantes é a cobertura do solo por vegetação nativa, em comparação ao solo exposto ou ocupado por espécies indesejadas, como capins exóticos. Esse indicador tem relevância especial para formações campestres e savânicas, pois envolve não apenas as árvores, mas também capins nativos, ervas e arbustos que compõem os estratos herbáceo e arbustivo da vegetação. Mesmo no caso das árvores, ao

se observar a cobertura, estamos considerando o tamanho das plantas e seu crescimento, e não somente a quantidade de plantas. A cobertura pode ser observada com fotografias feitas nos mesmos pontos anualmente, ou com a interceptação de pontos em uma trena ou na ponta da bota (neste método fazemos caminhadas transversais ao longo da área e a cada passo anotamos a vegetação que cobre o solo, ou se há solo exposto. Então transformamos os valores em porcentagem). **Veja também a seção de Monitoramento**. Se a área a ser recuperada era cultivada ou o pasto era roçado, é recomendado esperar dois anos para fazer a observação da regeneração natural. Porém, há o risco de nesse tempo a área ser infestada por um capim ou outra planta infestante muito mais agressiva do que a cultura que estava ali. Nesse caso, vale aproveitar o momento em que o solo está preparado, seja após o cultivo agrícola ou a roçada do pasto, para fazer o plantio, evitando que gramíneas exóticas e espécies invasoras voltem a dominar a área. Sabemos que áreas muito extensas e sem remanescentes de vegetação nativa em distância de quilômetros, cultivadas com alta intensificação, não vão prosperar sem plantio. Sabemos também que para as savanas e campos, o potencial de regeneração natural está na rebrota de plantas que sobrevivem mesmo em pastagens antigas. Se essas raízes não existem mais ali, não podemos esperar que a vegetação nativa regenere. Nesses casos temos que plantar.

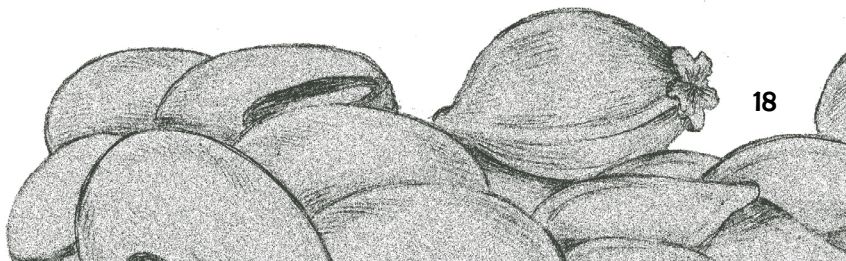


OBJETIVOS E RECURSOS DISPONÍVEIS

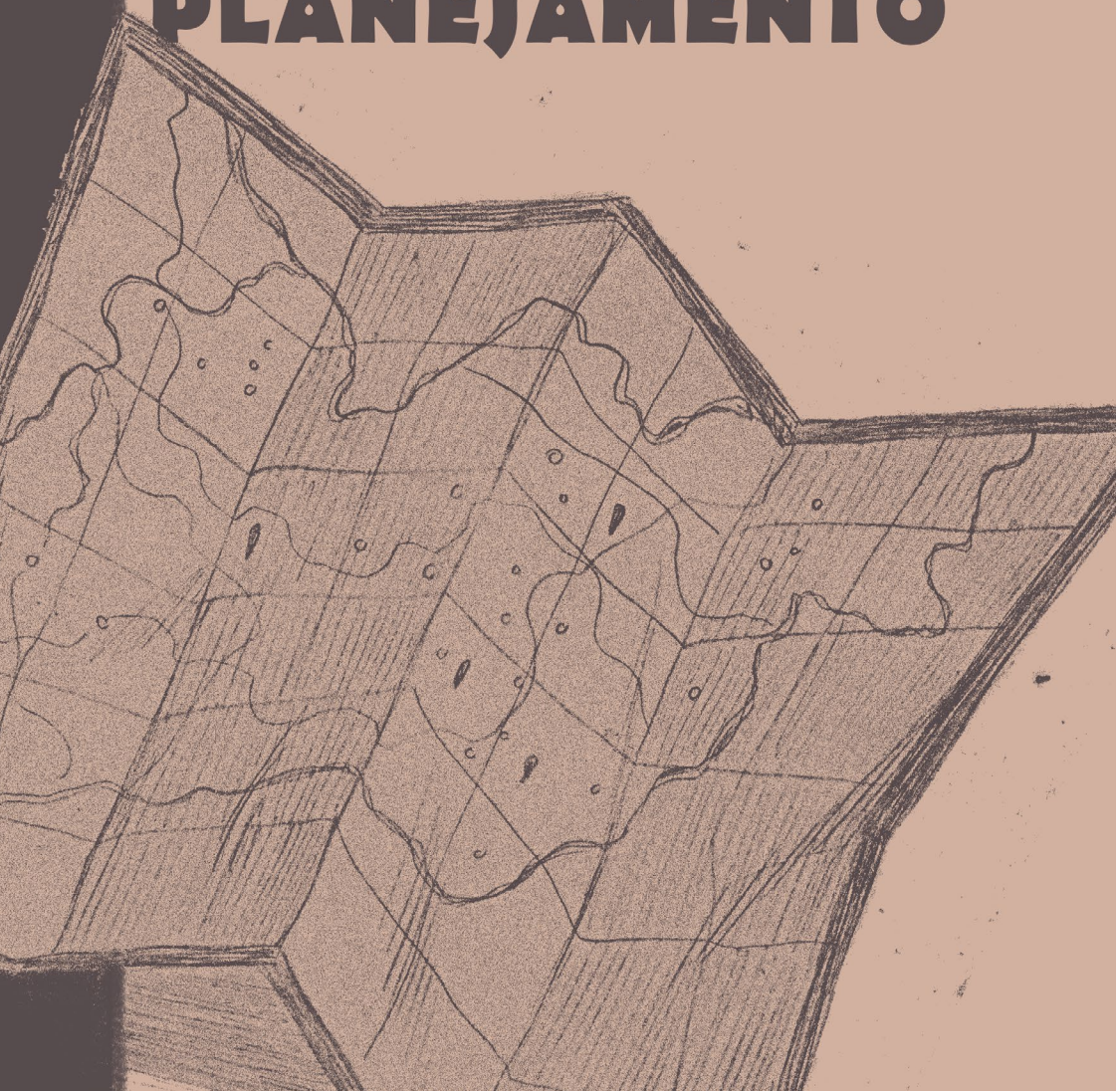
O proprietário e/ou parceiro pode optar por restaurar com baixo custo, ou com alto investimento, podendo escolher modelos produtivos com retorno econômico, como os sistemas agroflorestais (SAFs) e os sistemas agrocerratenses (SACEs). Ou seja, a restauração vai depender do grau de degradação, do ambiente e do objetivo da restauração. A propriedade ou comunidade pode ter disponível máquinas que possibilitam aumentar a escala da restauração utilizando pouca mão de obra, ou ter muita mão de obra e nenhuma máquina.

O QUE A LEGISLAÇÃO PERMITE

A legislação é bem flexível quanto a estratégia de restauração ecológica permitida; desde regeneração natural até o plantio em área total com diferentes métodos. Para Reservas Legais e APP de propriedades menores de quatro módulos fiscais é possível utilizar espécies exóticas perenes, com cobertura ocupando até 50% da área, desde que intercaladas com espécies nativas. A legislação não proíbe que se usem espécies exóticas de ciclo curto (como as agrícolas), em qualquer proporção, que auxiliem no processo de recomposição da vegetação nativa.



2. PLANEJAMENTO



ESCOLHA DA FORMA DE SEMEADURA

Para planejar o plantio, precisamos escolher o método que mais se adeque às condições da área a ser restaurada e aos recursos disponíveis. Para isso, nos baseamos no diagnóstico da área.

Uma vez definida a estratégia de intervenção, a semeadura direta pode ser realizada por meio de três formas de semeadura principais:

I. Semeadura a lanço

A semeadura a lanço dispõe as sementes de forma a ocupar todo o solo, sem entrelinhas (Figura 3). A semeadura mecanizada é feita com equipamento dispersor de sementes e adubo, tipo semeadora / adubadora pendular ou a disco, ou calcareadeira de esteira. A semeadura a lanço manual é eficaz e não eleva significativamente os custos.

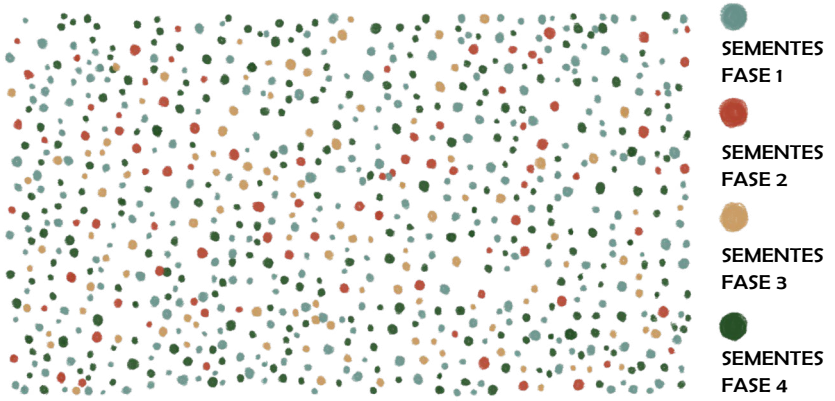


Figura 3: Esquema de distribuição de sementes das quatro fases sucessionais, no plantio a lanço, em área total. As características das fases sucessionais e suas espécies dominantes estão descritas na seção Seleção de Espécies.

II. Semeadura em linhas

É indicado tanto para áreas totalmente mecanizáveis e/ou com pouca possibilidade de mecanização ou áreas suavemente inclinadas. Pode ser feito em áreas com baixo potencial de regeneração natural, fazendo linhas contínuas em toda a área (Figura 4), e também em áreas com médio potencial, para adensar ou enriquecer, escolhendo onde serão feitas as linhas, de forma que não prejudique as plantas regenerantes.



Figura 4: Esquema de distribuição de sementes das quatro fases, em linhas. As características das fases sucessionais e suas espécies dominantes estão descritas na seção Seleção de Espécies.

III. Semeadura em covetas

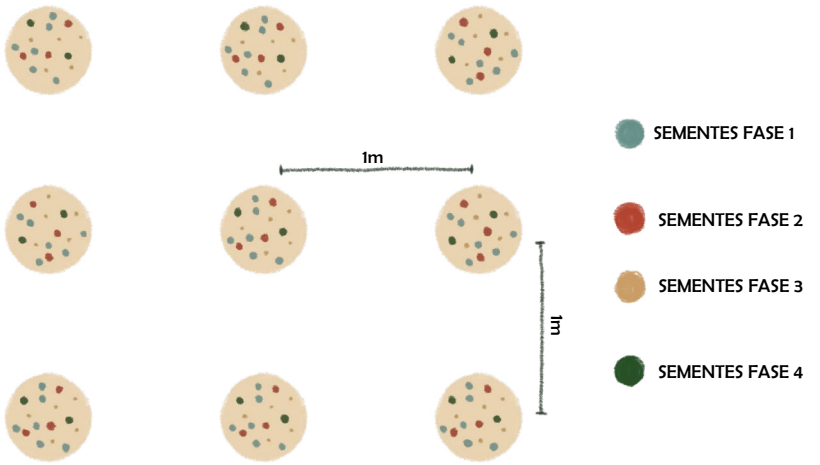
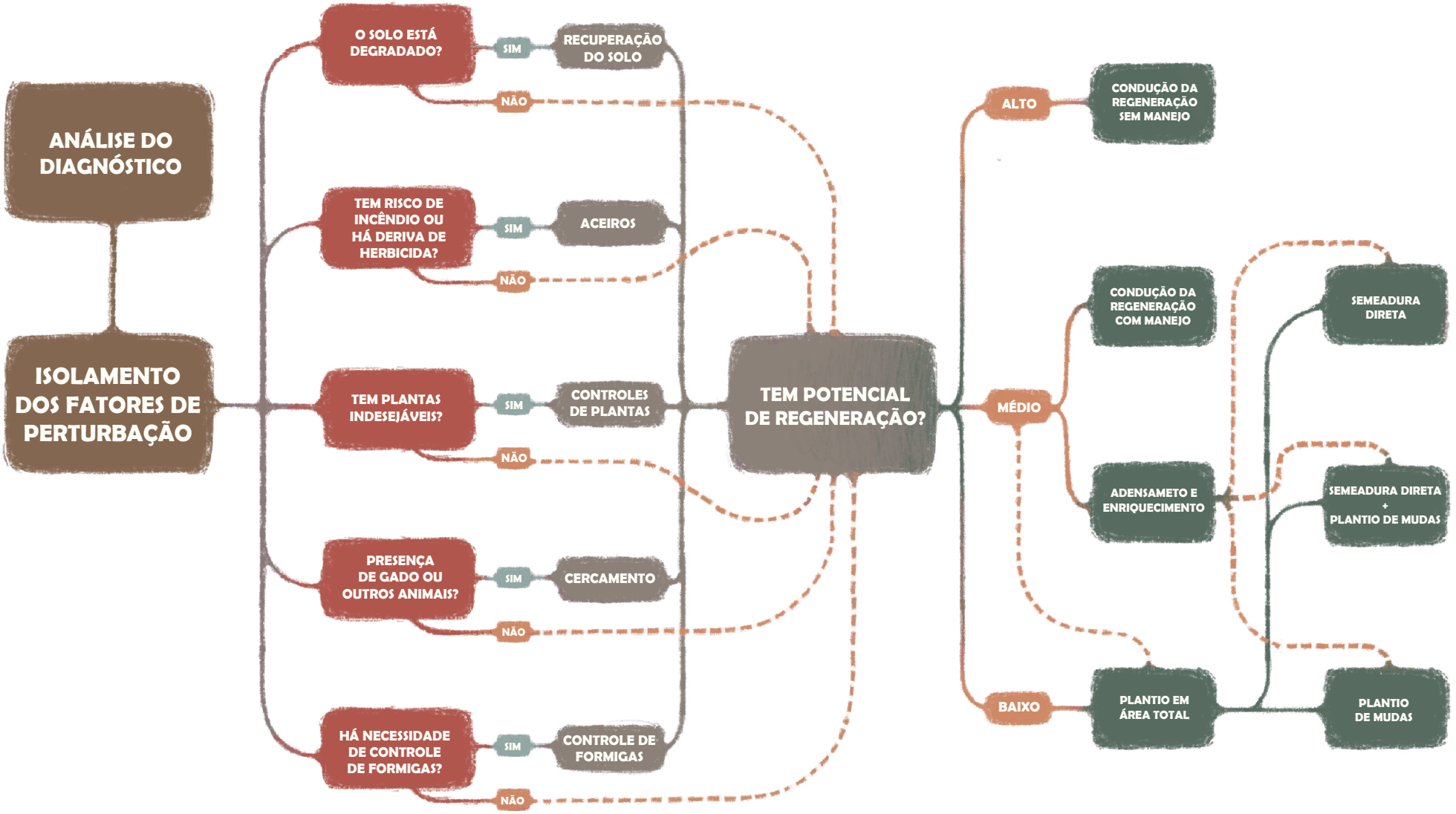


Figura 5: Esquema do plantio em covetas, usando sementes das quatro fases, em covetas. As características das fases sucessionais e suas espécies dominantes estão descritas na seção Seleção de Espécies.

O plantio em covetas é indicado para terrenos inclinados, com tocos ou área de brejo, feito com pouca possibilidade de mecanização. Pode ser feita também em terrenos planos (Figura 5). Covetas podem ser usadas para adensar ou enriquecer áreas com média resiliência, onde há regeneração, pois o preparo e plantio localizados nas covetas não prejudicam as plantas regenerantes.

DIAGRAMA DE PLANEJAMENTO



3.

SELEÇÃO DE ESPÉCIES



O essencial do método de semeadura direta, assim como o plantio de mudas, é que sejam usadas espécies com diferentes ciclos de vida (ou estágios sucessionais). Nos últimos anos, em plantios de mudas tem sido empregada a semeadura espécies agrícolas como feijão guandu (*Cajanus cajan*), com ciclo de vida de três anos, nas entrelinhas das mudas para cobrir o solo e reduzir a infestação de gramíneas exóticas. Na semeadura direta em ambientes florestais, tem se utilizado mais estágios sucessionais, como ervas, arbustos e árvores que tem o seu ciclo até seis meses, até quatro anos, até dez anos, e árvores com o seu ciclo durando décadas ou séculos. Categorizamos em quatro fases de ocupação, com espécies características de cada uma, considerando suas formas e ciclos de vida diferentes (Figura 6).

Diferentemente da sucessão ecológica em florestas, onde os grupos ecológicos se substituem de forma gradativa, em áreas abertas (savanas e campos) esses grupos tendem a coexistir no mesmo espaço e tempo. Nestes ambientes, a restauração deve considerar quatro grupos ecológicos principais, que coexistem em diferentes graus de participação nas quatro fases de ocupação ao longo do processo: (i) espécies anuais ou de ciclo curto; (ii) espécies semiperenes ou perenes; (iii) espécies semiperenes ou perenes de crescimento rápido a moderado; e (iv) espécies perenes de crescimento lento (Veja Figuras 6 e 7).

Nesse contexto, os grupos ecológicos ocorrem simultaneamente ao longo de todo o processo e, em cada um deles, independentemente da fase de ocupação, estão presentes espécies de diferentes formas de vida — como ervas, capins, arbustos, subarbustos, trepadeiras e árvores — cuja proporção e dominância variam sobretudo em função da capacidade de suporte do ambiente. Os grupos coexistem, mas existe uma diferença de abundância e uma substituição ao longo do tempo. As espécies de crescimento rápido diminuem e as de crescimento lento aumentam.

Esta proporção de diferentes formas de vida é outro fator essencial a ser considerado. Ecossistemas de referência com maior representatividade do componente lenhoso, como o cerrado denso, deverão apresentar nos processos de restauração, uma maior proporção de árvores e arbustos entre as espécies selecionadas. Em contrapartida, formações mais abertas, como o cerrado ralo, o campo sujo, campo limpo e campos úmidos, requerem composições em que predominam espécies herbáceas, sem deixar de contemplar, em ambas as situações, os diferentes ciclos de vida e formas de crescimento das espécies utilizadas.

ESPÉCIES E SUAS CARACTERÍSTICAS

Precisamos saber quais espécies típicas de cada fase sucessional estão disponíveis, de forma a termos a proporção desejada e uma alta densidade de representantes de grupos ecológicos daquela fitofisionomia.

A Iniciativa Caminhos da Semente tem uma lista com 792 espécies da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, e suas características para a semeadura direta.

Acesse em:

https://www.caminhosdasemente.org.br/especies.

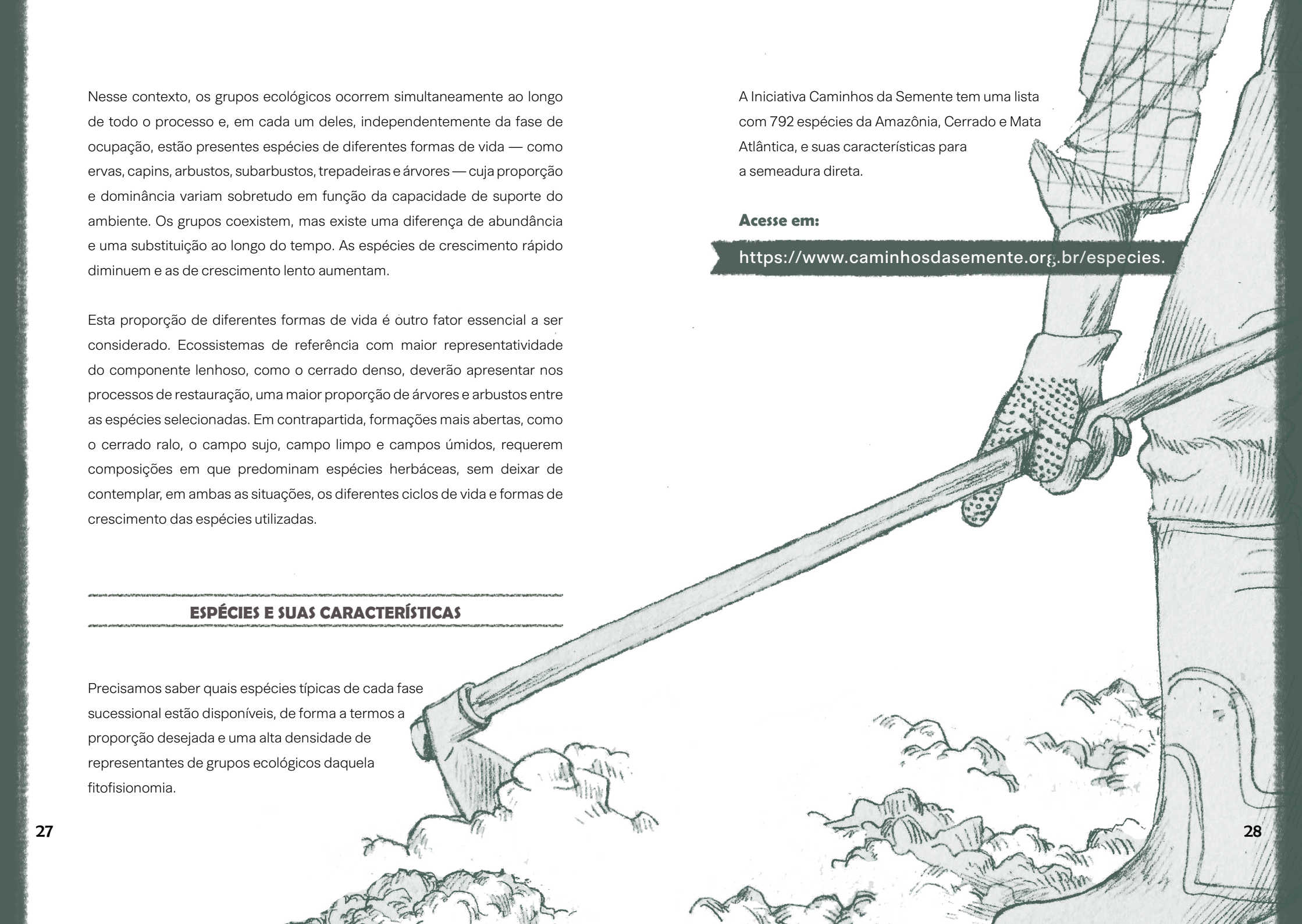




Figura 6: Modelo conceitual que ilustra a semeadura direta para a restauração de florestas, detalhando a composição de espécies sucessionais em quatro fases diferentes que dominam a cobertura vegetal ao longo do tempo.

FASE	FASE SUCESSIONAL	EXEMPLOS DE ESPÉCIES	OCUPAÇÃO	DENSIDADE MÍNIMA DESEJADA POR FASE	MÍNIMO DE ESPÉCIES
1	1 a 4 anos	Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), abóbora (*Cucurbita spp.*), milho (*Zea mays*), crotalárias (*Crotalaria spp.*), gergelim (*Sesamum indicum*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*)	Espécies agrícolas ou de adubação verde anuais e semiperenes, capazes de cobrir o solo nos primeiros meses, e permanecer até o quarto ano	foco em 100% de cobertura do solo (15 a 22 kg/ha)	3 a 8 espécies
		Fedegosos (*Senna spp.*), assa-peixe (*Vernonanthura polyanthes*), juás e jurubebas (*Solanum spp.*)	Espécies herbáceas e arbustivas nativas, que dominam do início do segundo ano até o fim do quarto ano.	4.000 ind/ha	≥ 5 espécies
2	5 a 20 anos	Carvoeiro (Tachigali spp.), urucum (Bixa orellana), crindiúva (Trema micranthum), caju (Anacardium occidentale). mamoninha (Mabea fistulifera), mutamba (Guazuma ulmifolia), lobeiras (Solanum spp.)	Espécies de árvores que dominam do início do quinto até 20 anos.	3.000 ind/ha	≥ 15 espécies
3	21 a 100 anos	Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), angicos (*Anadenanthera sp*), muricis (*Byrsonima cydoniifolia*), monjoleiro (*Senegalia spp.*), jacarandá (*Machaerium spp.*), saboneteira (*Sapindus saponaria*)	Espécies de árvores que consolidarão a estrutura da vegetação ao longo das décadas seguintes.	2.000 ind/ha	≥ 10 espécies
4	Maior que 100 anos	Paineiras (*Ceiba spp.*), jatobás (*Hymenaea spp.*), aroeira (*Astronium urundeuva*), gonçalo alves (*Astronium fraxinifolium*), copaíba (*Copaifera sp.*), canafístula (*Peltophorum dubium*)	Espécies tardias que duram mais de 100 anos.	1.000 ind/ha	≥ 10 espécies

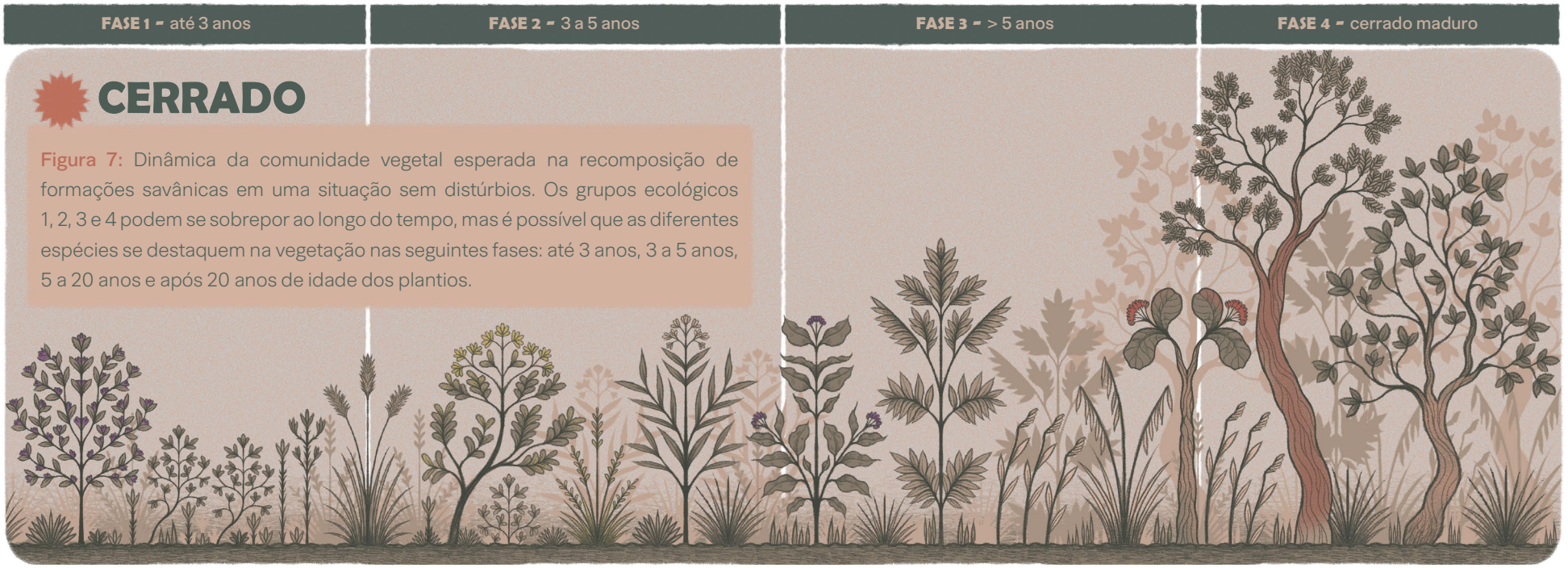
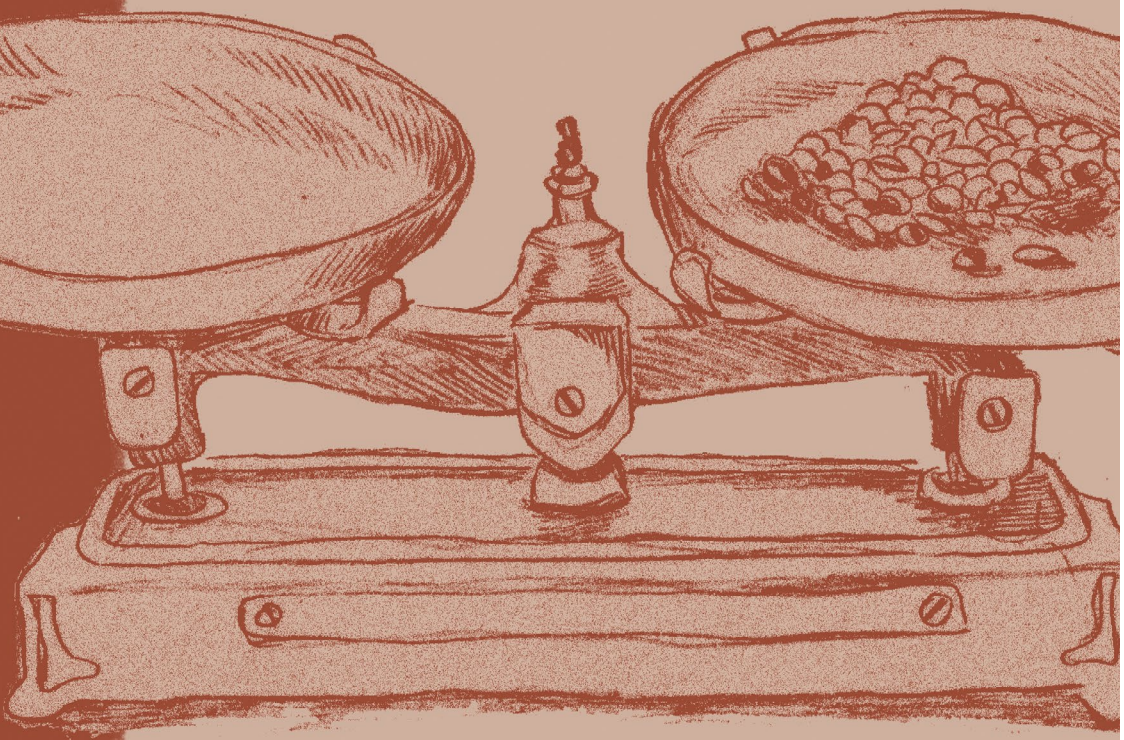


Figura 7: Dinâmica da comunidade vegetal esperada na recomposição de formações savânicas em uma situação sem distúrbios. Os grupos ecológicos 1, 2, 3 e 4 podem se sobrepor ao longo do tempo, mas é possível que as diferentes espécies se destaquem na vegetação nas seguintes fases: até 3 anos, 3 a 5 anos, 5 a 20 anos e após 20 anos de idade dos plantios.

FASE	FASE SUCESSIONAL	EXEMPLOS DE ESPÉCIES	OCUPAÇÃO
1	Até 3 anos	Gramínea: Andropogon nativo (*Andropogon fastigiatus*). Subarbustos: amargoso (*Lepidaploa aurea*), estilosantes (*Stylosanthes spp.*).	Gramíneas anuais e subarbustos de ciclo curto, ambos de crescimento rápido, estabelecem uma cobertura vegetal completa no local. Sua função é prevenir a erosão e ocupar espaço que poderia estar disponível para gramíneas invasoras de crescimento rápido.
2	3-5 anos	Gramíneas: capim rabo-de-burro (*Aristida. riparia*), capim roxo (*Schizachyrium sanguineum*), capim peba (*Andropogon bicornis*). arbustos e árvores: macela (*Achyrocline satureioides*), casiruba (*Senna rugosa*), assa-peixes (*Vernonanthura spp.*), lobeiras (*Solanum spp.*), carvoeiros (*Tachigali spp.*).	Gramíneas perenes de crescimento rápido passam a dominar a comunidad,junto com arbustos e árvores de ciclo curto e crescimento rápido em menor proporção. Gramíneas perenes de rápido crescimento são essenciais para manter uma cobertura dominante estável de espécies nativas, enquanto gramíneas, arbustos e árvores de classes sucessionaisposteriores estão se desenvolvendo.
3	>5 anos	Esta classe compartilha espécies da Fase 2 com espécies de cerrado maduro, típicas da Fase 4.	Plantas da Classe 2 compartilham seu domínio com gramíneas perenes de crescimento lento. Arbustos e árvores de crescimento lento são estabelecidos em alta densidade, mas ainda têm uma baixa contribuição para a cobertura vegetal em qualquer estrato.
4	Cerrado maduro	Gramíneas: capim flexinha (*Echinolaena inflexa*) e capim-agreste (*Trachypogon spicatus*), capim brinco-de-princesa, (*Loudetiopsis chrysothrix*), capim colonião-nativo (*Axonopus barbigerus*). Árvores e arbustos dessa classe são carobinha *(Jacaranda ulei*), cajuí (*Anacardium humile*), pequi (*Caryocar brasiliense*), vinhático (*Plathymenia reticulata*), pau terra (*Qualea grandiflora*).	Gramíneas perenes de crescimento lento dominam os estratos herbáceos. Arbustos/árvores de crescimento lento cobrem os estratos de arbustos e árvores em 3 a 70%.

4. QUANTIDADE DE SEMENTES



A. CÁLCULO DAS SEMENTES

Para calcular a quantidade ideal de sementes por hectare, adotamos como base as fases sucessionais da restauração ecológica. Cada fase corresponde a um grupo de espécies com funções ecológicas e arquiteturas distintas, que dominam a área em momentos diferentes ao longo do tempo.

O cálculo considera cinco aspectos principais:

- Cobertura ou densidade mínima desejada de plantas por fase;
- Diversidade mínima de espécies por fase, garantindo múltiplas funções ecológicas;
- Taxa de estabelecimento (proporção de sementes que efetivamente germinam e se tornam plântulas até o fim da segunda estação chuvosa (16 meses). Como é feito o cálculo?
  - Para espécies de árvores e arbustos, considera-se o número de plantas estabelecidas até o fim da segunda estação chuvosa.
  - Para espécies agrícolas e herbáceas, considera-se a área de solo coberta no estágio em que a espécie domina utilizando uma faixa de kg/ha de referência.

QUADRO 2

Em áreas florestais, é comum utilizar entre **3 a 8 espécies de adubação verde**, com aplicação de aproximadamente **15 a 22 kg/ha de sementes**, em locais com preparo adequado do solo. Quando a área não está bem preparada — como em casos de presença significativa de capins invasores ou acúmulo de biomassa não incorporada, recomenda-se aumentar a quantidade para 28 a 35 kg/ha, visando uma melhor cobertura inicial. Dentre as espécies de adubação verde, recomenda-se o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e a crotalária (*Crotalaria spp.*) para promover uma cobertura eficaz nos primeiros seis meses após o plantio. Para cobertura mais duradoura, especialmente a partir do primeiro ano, o feijão-guandu é considerado uma espécie estratégica, por sua rusticidade, capacidade de fixação de nitrogênio e arquitetura favorável ao sombreamento do solo.

Já em áreas de savanas e campos, a cobertura de solo costuma incluir gramíneas nativas (como capins) e outras formas de vida (ervas, ciperáceas, subarbustos e arbustos.). A densidade de semeadura (kg/ha) pode variar significativamente, sendo influenciada tanto pelo grau de degradação da área e pela presença de espécies exóticas, quanto, principalmente, pelo tipo de beneficiamento das sementes. Isso porque a quantidade de palhada (cascas, palhas ou outras estruturas leves) interfere diretamente no peso final da mistura. Em geral, utiliza-se para cobertura de solo, **entre 20 a 60 kg/ha de gramíneas e 8 a 30kg/ha de herbáceas e arbustos**, com uma composição que inclua, preferencialmente, **ao menos 10 espécies de cada grupo**, ou ajustada conforme a fitofisionomia e as características da região a ser restaurada.

A densidade de semeadura é ajustada levando em conta as perdas naturais e as taxas de estabelecimento em campo, que podem variar bastante entre <1% a >80% a depender de cada espécie.

A viabilidade das sementes nativas é avaliada em laboratórios especializados, mas a disponibilidade limitada desses laboratórios no Brasil e o tempo necessário para a obtenção dos resultados, frequentemente de vários meses, representam um desafio importante para a cadeia de sementes. Diferentemente das espécies agrícolas, cujos padrões de germinação e estabelecimento já são bem estabelecidos, as sementes nativas apresentam grande diversidade de estratégias ecológicas e fisiológicas. Essas diferenças incluem dormência fisiológica ou física, sensibilidade à luz, alternância de temperatura, exigências de umidade, dependência de escarificação natural ou de interações com a microbiota do solo, entre outros fatores. A falta de protocolos padronizados e a complexidade desses comportamentos dificultam a interpretação de resultados, a comparação entre lotes e a previsão do desempenho em campo.

A consolidação de dados confiáveis sobre percentuais de estabelecimento das espécies nativas em campo ainda é limitada. A obtenção dessas informações depende de monitoramentos contínuos e de longo prazo, que são pouco frequentes, e os resultados podem variar amplamente em função de fatores ambientais como preparo do solo, competição com gramíneas exóticas, regimes de fogo, pressão de herbivoria e características específicas de cada local de plantio. Além disso, a elevada variabilidade ecológica das espécies torna o desempenho observado em laboratório muitas vezes não representativo do que ocorre em campo. Por isso, em muitos casos, recorre-se às taxas de germinação laboratoriais como referência inicial para a composição das muvucas, tanto em áreas de florestas quanto em savanas e campos, reconhecendo que, embora não representem o estabelecimento

real, oferecem um ponto de partida útil para o planejamento. Grande parte das informações atualmente disponíveis provém de estudos realizados no Brasil Central, e compreender o comportamento dessas espécies em outras regiões ainda exige novas investigações para incorporar particularidades regionais e fortalecer a base de conhecimento da restauração ecológica.

As taxas médias de estabelecimento de algumas espécies estão disponíveis na lista de espécies da Iniciativa Caminhos da Semente.

Com base nesses dados, é possível calcular:

- Número de sementes por metro quadrado (lanço);
- Número de sementes por metro linear (linhas);
- Número de sementes por covetas.

Esses valores são convertidos para sementes por hectare e, posteriormente, em quilogramas por hectare (kg/ha), utilizando a taxa de sementes por quilo fornecida pelo fornecedor ou pela base de dados da Caminhos da Semente.

A quantidade de sementes deve ser ajustada de acordo com o método utilizado:

- A lanço: 100% da quantidade estimada;
- Em linhas: 70% da quantidade a lanço;
- Por covetas: 50% da quantidade a lanço.

QUADRO 3

Calculadora de Muvuca:

Para facilitar o processo, desenvolvemos a Calculadora de Muvuca, que compila todas as informações necessárias para calcular as sementes por hectare. A ferramenta está organizada por fitofisionomias (florestais e savânicas) e contém listas de espécies recomendadas e suas quantidades. Ela permite ajustes manuais conforme a disponibilidade de sementes e estratégia do restaurador(a).

Você pode utilizar como base as planilhas de referência da Caminhos da Semente, mas é importante lembrar que:

- A diversidade de espécies disponíveis cresce continuamente nas redes de sementes. Não se limite às listas padrões. Explore novas possibilidades, teste e adapte-se à realidade local do seu projeto. A calculadora de muvuca é uma ferramenta independente do Guia e passa por atualizações frequentes, especialmente na inclusão de novas fitofisionomias e aprimoramentos de cálculo. Por isso, fique atento às atualizações e às novas versões que serão disponibilizadas futuramente.

- Nesta planilha, o cálculo das fases 1, 2, 3 e 4 é feito de modo a orientar a proporção entre espécies de diferentes formas de vida ao longo da restauração.

ACESSE A CALCULADORA DE MUVUCA PELO QR CODE



Os valores de referência aqui apresentados baseiam-se exclusivamente em fitofisionomias florestais, considerando a densidade mínima de 10.000 plântulas lenhosas por hectare ao final da segunda estação chuvosa após a semeadura. É importante considerar que a densidade inicial tende a reduzir com o tempo, até atingir valores próximos aos previstos pela legislação. Por isso, recomenda-se iniciar com densidades mais altas, evitando que o plantio fique aquém do necessário para uma boa cobertura e estabelecimento das espécies. Escolhemos as espécies e preenchemos a coluna "kg/ha", que já será calculada para compreender quantas plântulas/ha podem surgir.

- Fase 1: 4.000 plântulas/ha
- Fase 2: 3.000 plântulas/ha
- Fase 3: 2.000 plântulas/ha
- Fase 4: 1.000 plântulas/ha

Vale lembrar que as espécies de adubação verde e agrícolas da fase 1 não são contabilizadas na amostragem da densidade (ind/ha).

Para áreas abertas, como savanas e campos, o principal indicador a ser considerado no cálculo da muvuca é a cobertura do solo em todas as fases de ocupação, uma vez que o sucesso da restauração depende de alcançar uma cobertura contínua por vegetação nativa. Os indivíduos lenhosos em savanas e campos apresentam densidades de referência menores que as observadas em áreas florestais, variando conforme a fitofisionomia savânica ou campestre, mas seguem o mesmo método de cálculo utilizado para fitofisionomias florestais, apenas com valores de densidade reduzidos.

A restauração dessas áreas exige compreender as características locais e considerar o tempo de cobertura proporcionado pelas espécies de gramíneas, herbáceas, arbustos e árvores nativas disponíveis para o plantio. Inclua na composição do estrato herbáceo espécies de capins, ervas, arbustos e árvores nativas com diferentes ciclos de vida e formas de crescimento, de modo a assegurar proteção do solo e favorecer a sustentabilidade e a resiliência da restauração.

Estes valores de referência são importantes para ter um direcionamento do planejamento da muvuca, mas também como referência ao realizar o monitoramento pós-plantio. Veja no tópico **06 "Monitoramento"** mais sobre.

QUADRO 4

Cálculo de sementes para restauração com semeadura direta - Exemplo para árvores:

Para sabermos quantas sementes precisamos plantar para termos 100 plantas de jatobás-do-cerrado por hectare com um ano de idade, dividimos 100 pela proporção de estabelecimento (ou rendimento). O jatobá-do-cerrado tem 50% de estabelecimento (rendimento de 0,5). Basta dividir 100 por 0,5, e teremos que será necessário semear 200 sementes. Consultando o número de sementes/kg, sabemos que em um quilo há aproximadamente 200 sementes. Então para ter 200 sementes, precisaremos 1 kg de sementes.



QUADRO 5

Cálculo de sementes para cobertura de solo na restauração com semeadura direta:

Exemplo para adubação verde (anuais e semiperenes) e espécies agrícolas. Escolhemos feijão-de-porco, gergelim, crotalária e abóbora para semear.



330g/ha de gergelim
=10 sementes/m^2* 0,70
=7 plântulas/m^2 .



33g/ha de feijão-de-porco
=2,67 sementes/m^2* 0,75
=2 plântulas/m^2 .



170g/ha de crotalária
=2,67 sementes/m^2* 0,75
=2 plântulas/m^2 .



100g/ha de abóbora
=0,14 sementes/m^2* 0,70
=0,1 plântulas/m^2 .

SOLO 100% COBERTO



QUADRO 6

Cálculo de sementes para cobertura de solo na restauração com semeadura direta:

Exemplo para capins e outras ervas. Para ilustrar a cobertura do solo em áreas abertas, foram selecionadas algumas espécies como exemplo. No entanto, é importante ressaltar que outras espécies devem ser incorporadas conforme a fitofisionomia da área e a representatividade do estrato herbáceo na vegetação local, de modo a alcançar a densidade e a diversidade desejadas de espécies nativas por hectare.

Capins nativos
20 a 60kg/ha



Echinolaena inflexiva



Trachypogon spicatus



Loudetiopsis chrysothrix



Hyparrhenia bracteata

Herbáceas
e arbustos nativos
8 a 30kg/ha



Achyrocline satureoides



Lepidaploa aurea



Stylosanthes capitata



Chromolaena maximiliani

SOLO 100% COBERTO



QUADRO 7

Aumentar bastante a densidade de plantio de todas as espécies se as condições não forem ótimas:

Consideramos que existe variabilidade no estabelecimento e crescimento, dependendo do local da restauração. Onde chove menos, há mais veranicos, formigas cortadeiras e baixa fertilidade, devemos semear em maior quantidade. Entretanto, em áreas onde a fertilidade do solo é alta e chove bastante, devemos cuidar para que as plantas de uma fase sucessional não abafem as plantas das próximas fases que plantamos. Se verificarmos que há um sombreamento muito forte das plantas de uma fase sucessional, precisamos desbastar. Devemos considerar também que as sementes que compramos ou beneficiamos variam quanto à porcentagem de impureza, contendo mais ou menos sementes danificadas, malformadas, partes de frutos não retirados completamente, e que são contabilizados no peso final do lote. Por fim, há muita variabilidade no estabelecimento em função do método de plantio. Um solo perfeitamente preparado, com sementes enterradas com precisão, proporcionará um sucesso de estabelecimento duas ou três vezes maior que sementes lançadas em solo com torrões e incorporadas de modo a ficarem expostas ou muito enterradas.

Nota: no plantio em covetas, a porcentagem de estabelecimento pode ser maior, pois essa forma de plantio proporciona maior domínio sobre a profundidade de semeadura.



B. SEMENTES FORNECIDAS PELO REDÁRIO

As sementes de espécies arbóreas nativas e de adubação verde são os principais insumos da semeadura. Sua qualidade, diversidade e germinabilidade comprometem diretamente o sucesso da restauração ecológica. Sendo assim, a aquisição de sementes de qualidade e procedência é uma atividade essencial na cadeia da restauração.

O Redário é uma articulação entre redes e grupos coletores de sementes, em sua maioria de base comunitária, formalizadas por meio de associações, cooperativas e outras figuras jurídicas de populações tradicionais indígenas, quilombolas, outros povos, comunidades tradicionais e pequenos agricultores localizadas em todo Brasil, que visa a estruturação da base da cadeia de restauração em larga escala. Por meio de relações de cooperação desenvolvidas continuamente, a articulação busca melhorar o ecossistema de negócios da semente nativa apoiando sua produção com acompanhamento e capacitação técnica, logística, comercial e de gestão dos grupos, a fim de impulsionar o mercado e viabilizar as melhores sementes para a recomposição de cada projeto e dos ecossistemas.

A solicitação de sementes via Redário é feita através do site https://redario.org.br/, onde também é possível saber quais as redes e grupos que o compõem, onde estão localizados, conhecer melhor a iniciativa e as instituições parceiras. No campo "sementes/potencial e encomenda" é possível obter a lista de espécies disponíveis no momento e através do preenchimento de um formulário com informações detalhadas sobre seu projeto de restauração. Sua encomenda é enviada à equipe responsável que entrará em contato em poucos dias com informações sobre sua demanda.

A coleta de sementes nativas ocorre ao longo de todo o ano, conforme o período de frutificação de cada espécie. De modo geral, a coleta das espécies arbóreas é mais intensa a partir do segundo semestre, enquanto as gramíneas e herbáceas nativas do Cerrado são predominantemente coletadas no primeiro semestre do ano. Nesse período, os coletores manejam, separam e enviam as sementes para o Redário. Após o recebimento das sementes é verificado sua identificação, limpeza e qualidade, e feita a homogeneização, separação e envio dos pedidos aos clientes.

Antes de iniciar a coleta, os coletores usam sua experiência e conhecimento da natureza para estimar a quantidade de sementes que conseguirão coletar e vender. Chamamos esse processo de "potencial de coleta". Por isso, quanto antes a demanda for comunicada ao Redário, maior a capacidade de planejamento das redes e, consequentemente, melhor será a entrega das sementes.

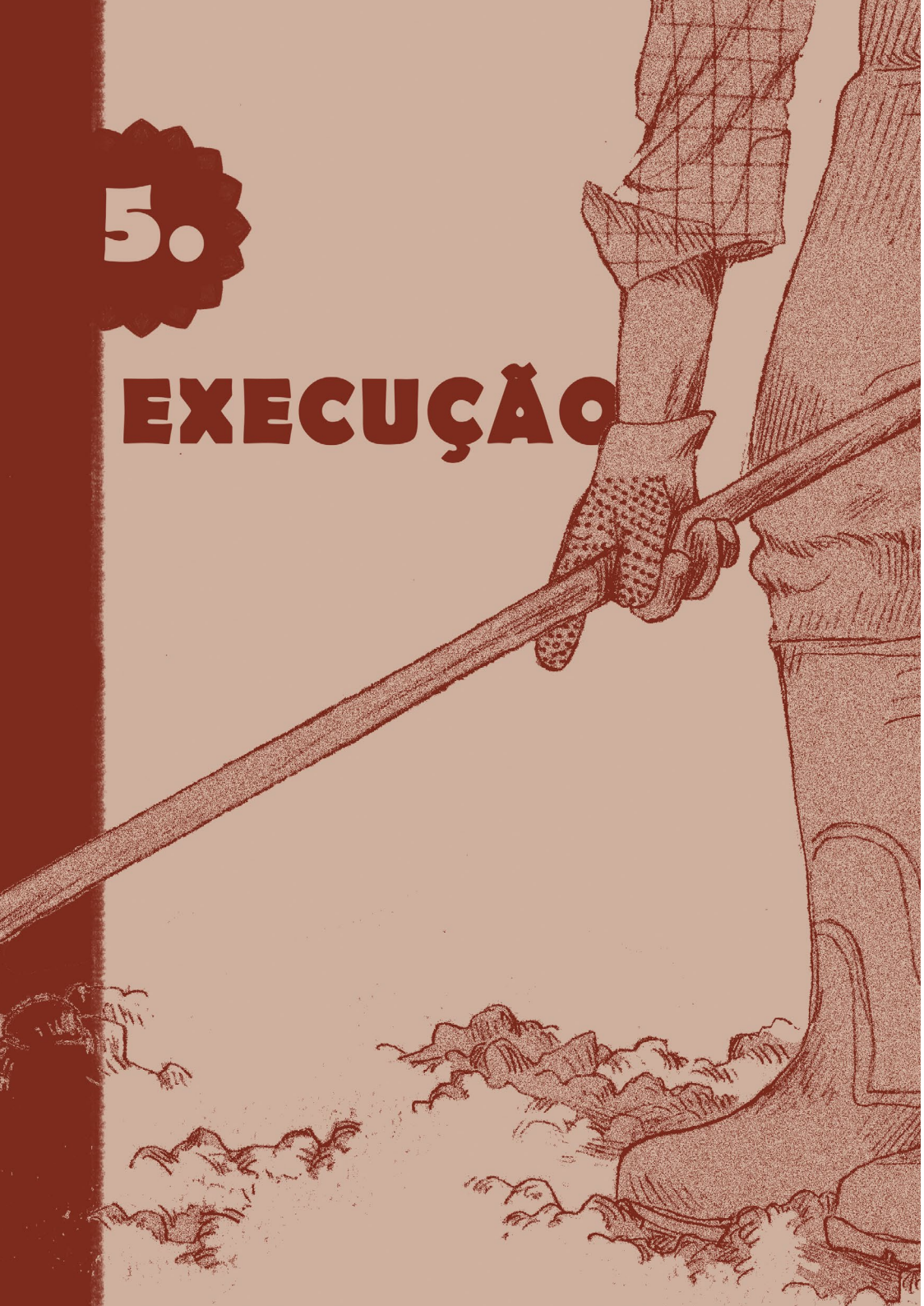
Para garantir a melhor experiência para todos, o ideal é que os pedidos sejam feitos com maior antecedência possível, permitindo que a demanda seja repassada às redes de coletores antes do período de maior produção de sementes e possibilitando um planejamento mais eficiente para o atendimento dos pedidos.

Para incentivar o pedido antecipado, o Redário oferece um calendário de descontos graduais, em que a antecedência na compra garante um maior desconto.



Abaixo é apresentado um calendário com as principais datas comerciais do Redário:

MARÇO	Prazo final para recebimento do potencial de coleta das redes.
	Prazo final do primeiro período promocional para encomendas de muvuca.
MAIO	Prazo final do segundo período promocional para encomendas de muvuca.
JUNHO	Envio do pedido para as redes.
JULHO	Prazo final do terceiro período promocional para encomendas de muvuca.
OUTUBRO	Prazo final para encomendas de muvuca.
NOVEMBRO DEZEMBRO	Entrega do pedido aos clientes.



5. EXECUÇÃO

ISOLAMENTO (ACEIRO E CERCAMENTO) → CONTROLE DE PLANTAS INDESEJADAS → PREPARO DO SOLO → SEMEADURA

A. ISOLAMENTO (ACEIRO E CERCAMENTO)

Em áreas com risco de incêndios, aceiros são necessários para proteger a área restaurada. As cercas são necessárias para isolar e proteger as plântulas e a regeneração natural de pisoteio e pastejo de animais grandes. Se for identificado que a área possui alto potencial de regeneração natural, com ausência de espécies exóticas, basta cercar, aceirar e monitorar para acompanhar seu desenvolvimento. Vejam guias sobre aceiros e cercas na seção **Para saber mais**.

B. TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO

Erosões são comuns em terrenos inclinados e se não controladas podem resultar em ravinas ou voçorocas. Para evitar esse processo, é indicado construir curvas de nível e bacias de infiltração. Para desacelerar um processo erosivo, podem ser construídas paliçadas de madeira ou sacos de areia, seguido do plantio de espécies de rápido crescimento e boa cobertura do solo. Semear alta densidade de adubos verdes ou espécies nativas de cobertura de solo, ajuda a reduzir a erosão superficial em alguns meses. Veja material sobre conservação do solo na seção **Para saber mais**.

C. CONTROLE PRÉVIO DE PLANTAS INDESEJADAS

Devemos retirar o máximo da cobertura de plantas indesejadas e seu banco de sementes (na maior parte dos casos, capins exóticos invasores) de preferência no início da época seca, alguns meses antes do plantio. Plantas indesejadas competem por luz, água e nutrientes com as espécies nativas, comprometendo seu estabelecimento. O controle dessas plantas pode ser feito usando roçada, gradeamentos sucessivos, herbicidas, pastejo pelo gado ou fogo controlado. As estratégias de controle variam conforme as características da área, os recursos disponíveis e o técnica de semeadura escolhido. Geralmente, o controle das espécies indesejadas se faz durante o preparo do solo (próximo item). Sempre que possível, a remoção das plantas invasoras já estabelecidas deve ser feita com erradicação das raízes, para evitar a rebrota.

Vale destacar que o revolvimento do solo pode estimular a germinação das sementes de espécies invasoras presentes no banco de sementes do solo. Por isso, o histórico de uso da área é um fator essencial a ser considerado na definição das práticas de preparo do solo. A decisão pelo revolvimento deve ser cuidadosamente avaliada, ponderando seus benefícios e riscos. Além disso, o planejamento do controle precisa considerar também a possibilidade de realizar novas intervenções caso necessário.

Para um controle eficaz, é comum a combinação de mais de uma técnica. A simples roçada ou o revolvimento do solo ou o fogo controlado isoladamente não servem para controlar gramíneas, mas a combinação destas técnicas pode resultar em controle eficiente. Entre as estratégias de controle, o uso de herbicidas tem se mostrado uma alternativa eficaz e de menor custo para eliminar a vegetação exótica e invasora, tanto no preparo inicial da área quanto no manejo após a semeadura.

QUADRO 8

Estratégias de controle com uso racional de herbicidas:

Os herbicidas podem ser de amplo espectro ou seletivos (graminicidas), incluindo os pré-emergentes à base de Indaziflam e os pós-emergentes, como o Haloxifope-P-metílico. Estratégias de controle com uso racional de herbicidas graminicidas no pós-plantio têm mostrado resultados promissores em áreas de restauração florestal, já que o capim não faz parte da composição desejada desses ecossistemas.

Em contrapartida, em formações savânicas e campestres, o uso desses produtos exige maior cautela, pois as gramíneas nativas são parte essencial da biodiversidade local. Nesses casos, uma alternativa **é ampliar a janela de preparo do solo** no cronograma de execução do projeto, contribuindo para reduzir o banco de sementes de gramíneas exóticas. Também é possível adotar o **plantio por semeadura em linhas ou covetas, de forma escalonada**, inserindo o componente de gramíneas e herbáceas em um segundo momento, após o controle inicial do capim exótico.

Esse controle favorece diretamente o estabelecimento das espécies nativas, reduzindo a competição por luz, água e nutrientes. Em áreas em restauração, é possível observar que a capina mecânica e/ou química pode aumentar significativamente o porcentual de estabelecimento das espécies nativas em campo, chegando, em alguns casos, ao dobro do observado em áreas sem manejo. Ou seja, a aplicação de herbicidas após a semeadura é uma estratégia importante, desde que realizada de forma direcionada e restrita as espécies exóticas.

Se for utilizado o fogo controlado, é essencial adotar uma série de cuidados: solicitar autorização ao órgão competente, garantir que o manejo seja conduzido por equipe especializada, preparar aceiros, manter uma brigada de prontidão e considerar as condições climáticas, como horário, temperatura, umidade e vento.

O ideal é realizar a queima em períodos mais frescos do dia e assegurar que o fogo esteja completamente extinto ao final da operação.

Se optamos por fazer o plantio em linhas e covetas, podemos também roçar ou aplicar herbicida generalista ou seletivo, pré ou pós-emergente, para dessecar a vegetação indesejada, na área toda ou apenas nas faixas onde serão abertas as linhas e covetas.

BOAS PRÁTICAS:

- Usar equipamentos adequados para aplicação localizada;
- Evitar deriva de herbicida, especialmente em áreas adjacentes com vegetação nativa estabelecida;
- Sempre seguir as recomendações técnicas e legislação vigente sobre o uso de defensivos, quando existir;
- Usar o Equipamento de proteção individual (EPI) adequado ao tipo de produto químico a ser aplicado.

O uso de herbicidas deve sempre ser orientado por um profissional habilitado (agrônomo/a ou engenheiro/a florestal) e obedecer às normas ambientais e de saúde.

I. Preparo do solo para Semeadura a lanço

Para realizar o plantio de sementes a lanço é recomendável ter grandes áreas ou faixas (ao menos 20 metros de largura) de solo exposto, destorroado e nivelado. Se a vegetação indesejada estiver densa, é necessário realizar o controle pré-plantio, reduzindo ao máximo sua cobertura (roçar, capinar, queimar ou aplicar herbicida). Em seguida, em locais com alta compactação do solo, em que se formou um pé de grade, pode ser utilizado um arado ou um subsolador antes de passar a grade aradora. Recomenda-se passar a grade aradora de duas a quatro vezes. Iniciando durante a estação seca, o ideal é esperar um período de aproximadamente 15 dias para que as plantas murchem entre uma gradagem e outra. É vantajoso começar o preparo no final de uma estação chuvosa, trabalhar durante o período de seca e terminar no início do próximo período de chuva. O último revolvimento de solo deve ser o mais próximo possível da data de plantio é realizado com grande niveladora. O banco de sementes de espécies indesejadas germina e é eliminado por esta sequência de operações de revolvimento do solo. Entretanto, a cada revolvimento o solo perde aproximadamente 1/3 da sua matéria orgânica, fica menos estruturado e mais suscetível à erosão. Em áreas declivosas ou com solos muito sensíveis e degradados, avalie usar às outras técnicas de preparo do solo para plantio de sementes descritas a seguir, como preparo mínimo, plantio direto e a adoção de práticas conservacionistas, como plantio em nível, construção de terraços e manutenção de cobertura vegetal nas entrelinhas.

O bom preparo do solo reduz as plantas indesejadas e seu banco de sementes, diminuindo a necessidade de controle de matocompetição pós-plantio. Um solo destorroado e descompactado aumenta consideravelmente o sucesso de estabelecimento das plântulas (Figura 9).



Figura 9: Preparo com grade niveladora.

II. Preparo do solo para Semeadura contínua em linhas

Em terrenos planos e levemente inclinados, de fácil mecanização, é viável a semeadura em linhas. Não é necessário revolver todo o solo da área, sendo mais interessante preservar a biomassa existente entre as linhas de semeadura, como a cobertura morta de capim. Isso ajuda a reduzir problemas de erosão, infestação de espécies indesejáveis presentes no banco de sementes e evita a dominância excessiva de plantas espontâneas, que podem competir com as espécies de interesse. Em áreas mecanizáveis, é indicada a subsolagem de 30 a 60 centímetros de profundidade da linha de semeadura, em solos argilosos e compactados. O subsolador florestal tem uma grade estreita acoplada atrás que garante o destorroamento do solo e facilita o preenchimento do sulco com terra solta. Se a semeadura demorar após o preparo da linha, podem ser abertos sulcos de até 5 cm

no momento do plantio, com sulcadores, minitratores, enxadões ou tração animal. A distância entre as faixas de plantio depende do risco de erosão associado à mecanização, e do método de manutenção de capina ou roçada da entrelinha que será usado, para que os trabalhadores ou implementos consigam trabalhar nas entrelinhas. Considere que quanto mais próximas as linhas, mais rápido será o fechamento do dossel, cobertura do solo e ocupação das raízes pelas espécies semeadas, resultando em menor tempo de manutenção dos plantios. Em áreas planas é recomendado o espaçamento de 1,5 metro, e em áreas declivosas de até 3 metros entre linhas (Figura 10). O plantio em linhas pode ser feito como plantio direto na palhada dessecada, usando plantadeira de grãos apropriada, sem revolvimento do solo. Essa opção é recomendada para áreas onde vinha sendo feita a lavoura mecanizada.



Figura 10: Abertura de linhas manualmente com enxada (a); mecanizada, com uso de enxada rotativa (b) e com subsolador (c).

III. Preparo do solo para Semeadura em covetas

Em terrenos muito inclinados, onde não é possível trabalhar com tratores, as covetas podem ser preparadas com ferramentas manuais, como enxadões, enxadas ou motocoveadoras. Covetas são a melhor opção para áreas bem

pequenas ou de difícil acesso a maquinário. Nessa situação, faixas de 1 m a 1,5 m de largura devem ser limpas com enxadas para facilitar o coveamento, e o solo deve ser afofado entre 20 e 50 cm de profundidade, com perfurador de solo com a broca adaptada para plantio ou cavadeira manual, mantendo-se a terra dentro da coveta. Como no plantio em linhas, quanto mais próximas as covetas, mais rápido será o fechamento do dossel, cobertura do solo e ocupação das raízes pelas espécies semeadas, resultando em menor tempo de manutenção dos plantios. Recomendamos espaçamento 1 × 1 m para as covetas, por favorecer o rápido fechamento da vegetação. Mas outros espaçamentos maiores podem ser indicados. Por exemplo, em áreas muito inclinadas pode ser utilizado um maior espaçamento de 3 × 1 m (3 metros entre linha e 1 metro entre covetas), compensando a inclinação. Preparar as covetas no dia de plantio, em dias em que o solo não esteja encharcado ajuda a cobrir as sementes com a terra mais solta na profundidade de até 3 cm após a semeadura (Figura 11).

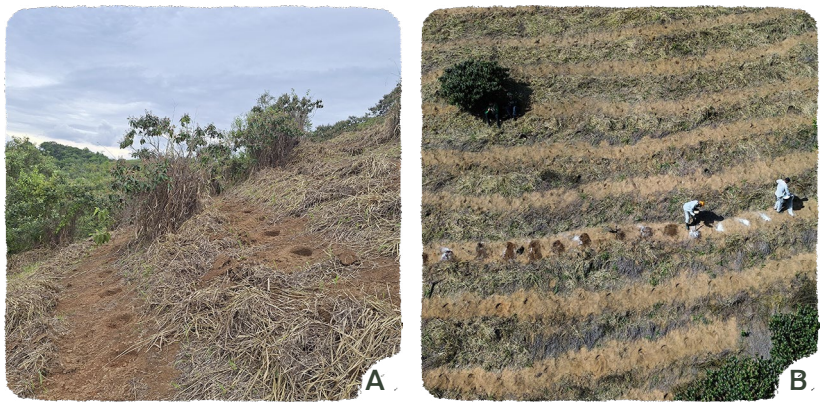


Figura 11: Abertura de linhas manualmente com enxada (a); mecanizada, com uso de enxada rotativa (b) e com subsolador (c).

E. SEMEADURA

Depois de preparar o solo e organizar as sementes, vamos semear. O momento ideal de fazer a semeadura é no início da estação chuvosa, mas quando as chuvas já estiverem frequentes. As sementes precisam pegar a maior quantidade de chuvas possível antes da estação seca. Podemos fazer a semeadura de uma só vez, com todas as espécies ao mesmo tempo, ou em diferentes momentos. Por exemplo, quando se tem mais tempo no cronograma, os adubos verdes e arbustos nativos podem ser plantados em alta densidade, um ano antes, para recobrir a área, enfraquecer o capim exótico e deixar o solo mais favorável para receber as sementes das espécies de fases sucessionais mais tardias.

Espécies com sementes recalcitrantes - aquelas que não podem ser armazenadas por muito tempo - devem ser semeadas logo após sua coleta. Outra estratégia é combinar diferentes métodos de restauração, como a semeadura direta associada ao plantio de mudas. Pode ser plantando tudo de uma vez, o que permite reduzir o número de mudas e aumentar o número de indivíduos/ha em comparação a plantios convencionais. Ou realizando o plantio de mudas em um segundo momento, especialmente para incluir espécies de interesse e/ou de sementes recalcitrantes, enriquecendo a área já semeada e promovendo maior diversidade.

Depois da semeadura, é possível que ocorram falhas no plantio. Um ano ou até dois depois, podemos voltar e fazer uma nova semeadura de adensamento (para cobrir as falhas com espécies das fases sucessionais 2 e 3 e enriquecimento (para garantir diversidade e persistência da vegetação nativa, com as espécies da fase sucessional 4).

QUADRO 9

Sobre a mistura das sementes:

As sementes escolhidas para o plantio são misturadas, formando o que chamamos de muvuca. Depois, essa mistura pode ser combinada com um substrato — geralmente areia ou outro material disponível próximo à área de plantio. Uma proporção comum é de 3 partes de areia para 1 parte de sementes, sendo a areia média a mais indicada, pois facilita a mistura e a distribuição das sementes. Essa proporção pode variar conforme o tipo de substrato usado, sempre buscando uma boa homogeneização, principalmente quando há sementes de diferentes tamanhos. O mais importante é garantir que sementes grandes e pequenas fiquem bem distribuídas na mistura final.

Se for utilizado o fogo controlado, é essencial adotar uma série de cuidados: solicitar autorização ao órgão competente, garantir que o manejo seja conduzido por equipe especializada, preparar aceiros, manter uma brigada de prontidão e considerar as condições climáticas, como horário, temperatura, umidade e vento.

I. Semeadura a lanço

Para facilitar a dispersão das sementes, podemos usar dispersores, misturando as sementes a um substrato para evitar estratificação no reservatório. As misturas mais utilizadas são com areia seca de granulação média, terra seca, serragem, ou serragem e areia juntas na proporção 1:1 em peso, ou outras proporções, dependendo da regulagem do implemento utilizado, calculando quantos quilos da mistura por m^2 devem ser dispersos. Para isso deve-se saber a faixa de dispersão do implemento, o tempo necessário para o trator percorrer determinada distância, e quantos quilos estão dispersando neste tempo. Assim, por regra de três, saberemos se é necessário abrir ou fechar a abertura do implemento ou mesmo adicionar mais areia à mistura. É importante regular o implemento para que a abertura permita a passagem da maior semente da semeadura. Durante a semeadura, é importante manter o trator numa marcha determinada (por exemplo rotação de 1.800 rpm), garantindo uma boa dispersão das sementes. As sementes são misturadas sobre uma lona ou no chão duro na própria área do plantio, com as mãos ou auxílio de ferramentas como enxada e pá, ou também podem ser misturadas fora da área de plantio utilizando betoneira, e armazenadas em sacos para transporte ao campo (Figura 13).

QUADRO 10

Esse é um jeito simples de testar e ajustar o maquinário antes da semeadura direta:

1. Coloque uma quantidade da mistura de sementes no implemento que será usado no plantio;
2. Com o trator parado, ligue a máquina que vai fazer a distribuição das sementes;
3. Coloque uma lona atrás do equipamento para coletar as sementes lançadas durante o teste;
4. Marque 1 minuto de funcionamento e depois pese a quantidade de sementes que caiu na lona;
5. Em seguida, ande com o trator na marcha que será usada no campo e meça quantos metros ele percorre em 1 minuto;
6. Multiplique a distância percorrida pela largura de distribuição do equipamento — isso dará a área coberta por minuto;
7. Agora é só dividir a quantidade de sementes coletada pela área calculada: isso vai te dar a taxa de sementes por metro quadrado. Você pode estimar para 1 hectare também.



Figura 12: Momento da calibração do equipamento em campo.

Com esse valor, dá para ajustar a rotação do trator e a abertura de saída de sementes, até chegar na densidade desejada.

A semeadura manual pode ganhar escala sendo feita da carroceria de uma caminhonete ou trator, tomando-se todos os cuidados com a segurança das pessoas envolvidas no trabalho (Figura 13). Após a semeadura, é importante incorporar as sementes ao solo: de 1 a 3 cm de profundidade para sementes grandes e arredondadas e até 1 cm, ou apenas distribuí-las superficialmente, sem incorporação, no caso de sementes pequenas, leves, palhentas ou aladas. É possível fazer isso usando uma grade bem fechada e passando ela devagar, usando rolo de pneus ou manualmente com rastelo.



Figura 13: Mistura de sementes com areia de forma manual (a) e utilizando betoneira (b); sementes armazenadas em sacos para transporte e em bags para grandes volumes (c e d); semeadura à lanço manual (e); distribuição mecanizada de sementes com calcareadeira (f e g); distribuição manual de sementes, com os trabalhadores sendo transportados pela caminhonete (h).

II. Semeadura contínua em linhas

É sempre importante seguir a curva de nível para reduzir a erosão do solo e facilitar as operações de manejo e manutenção do plantio (Figura 14).



Figura 14: Preparo manual de linhas, com enxada em área muito declivosa (a) e mecanizada pouco declivosa (b).

A linha pode ser feita mecanicamente com sulcadores, enxadas rotativas, ou de forma manual usando enxadas. As sementes podem ser plantadas misturadas com palha de arroz, areia ou não misturadas. Pode ser usada uma plantadeira de grãos (colocando sementes grandes na caixa de adubo e sementes menores na caixa de sementes), com carriolas monossemeadoras, ou manualmente (Figura 15).



Figura 15: Abertura de linhas com enxada (a); semeadura manual em terreno pouco inclinado (b); semeadura em linhas, em terreno muito inclinado (c); vista de cima de linhas semeadas (d); recobrimento das sementes com enxada e com o pé (e); semeadura direta mecanizada com plantadeira de soja, sem remoção do capim dessecado (f).

Depois de semeadas, as sementes devem ser enterradas de 1 a 3 cm de profundidade com o pé, ou enxadas, exceto no caso da plantadeira que já incorpora as sementes nessa profundidade.

As entrelinhas devem ser sempre manejadas para o controle de espécies exóticas. Em ecossistemas abertos, como savanas e campos, além do manejo, é fundamental observar o potencial de regeneração natural e o retorno da cobertura do solo por espécies nativas, realizando o plantio da entrelinha quando necessário. Diferentemente das formações florestais, a vegetação plantada nas linhas nessas áreas não formará um dossel fechado, o que torna essencial ocupar o solo das entrelinhas com espécies nativas. Nas linhas, recomenda-se o plantio de sementes maiores e arredondadas, geralmente de árvores e arbustos, enquanto as entrelinhas podem ser semeadas superficialmente com sementes pequenas, aladas ou palhentas, promovendo a cobertura do solo por vegetação nativa.

QUADRO 11

Inovação na Restauração: Semeador Florestal Adaptado para Semeadura Direta: A busca por soluções que aumentem a eficiência na restauração ecológica levou à adaptação de um subsolador florestal, originalmente desenvolvido pela empresa Cedro Serviços Ambientais em parceria com a SM Máquinas, de Oliveira (MG), para a realização de semeadura direta mecanizada em linhas. O equipamento, inicialmente projetado para preparo de solo com adubação profunda, foi modificado para atender às especificidades da semeadura de espécies nativas. A principal intervenção foi a substituição do sistema tradicional de rosca sem-fim, usado para distribuir o adubo, por uma esteira transportadora, capaz de liberar a mistura de sementes sem danificá-las.

Na primeira operação em campo, surgiram os desafios típicos de toda inovação. A velocidade da esteira, mesmo com ajuste hidráulico de fábrica, estava elevada, o que exigia grandes volumes de substrato na mistura para atingir a dosagem correta de sementes por metro. Para resolver, foi instalado inicialmente um redutor de velocidade 10:1, que ainda se mostrou insuficiente. A solução definitiva veio com a instalação de um segundo redutor, agora 20:1, que trouxe maior controle sobre a liberação da mistura.

Outro ajuste fundamental foi no sistema de distribuição no solo. As irregularidades do terreno causavam variações na profundidade de deposição das sementes. Inspirando-se no funcionamento das plantadeiras agrícolas, incorporou-se uma roda limitadora de profundidade, que garantiu maior uniformidade e melhorou significativamente o desempenho da semeadura. Por fim, foi instalada uma plataforma auxiliar, permitindo que um operador acompanhasse o funcionamento do sistema, facilitando tanto o monitoramento do reservatório quanto o reabastecimento da mistura de sementes.

Essa adaptação demonstra como a integração entre tecnologias agrícolas e restauração ecológica pode gerar soluções práticas e escaláveis, otimizando tempo, custo e eficiência no plantio de espécies nativas.


A


B

III. Semeadura em covetas

As covetas são preparadas com motocoveadoras, cavadeiras ou enxadas, e é importante alcançar uma boa profundidade para que o solo fique fofo e a planta possa se enraizar bem (Figura 16). Em solos mais compactados, é necessária a perfuração mais profunda. O uso de matracas permite o plantio de sementes menores, já que as maiores não passam na sua abertura. O ideal é colocar em cada coveta espécies sortidas, de todos os grupos representativos das fases sucessionais. Entretanto, podemos também separar os grupos nas covetas. As covetas devem ser tampadas com enxada ou com o pé, com uma camada de solo de 1 a 2 cm.

Assim como nas linhas, os espaços entre covetas devem ser manejados evitando a presença de espécies exóticas e observando se há regeneração natural de plantas nativas. Em ecossistemas abertos, como savanas e campos, o espaço entre as covetas devem receber atenção especial, as covetas são indicadas para o plantio de sementes maiores, geralmente de árvores e arbustos, enquanto as menores, leves ou palhentas, como os capins, podem ser distribuídas superficialmente entre as covetas, promovendo cobertura de solo por espécies nativas.





Figura 16: Abertura de covetas com motocoveadora (a); semeadura manual (b); abertura de covas com cavadeira, enxada e semeadura manual (c).

6. MONITORAMENTO



A. MONITORAMENTO PARA O MANEJO

É essencial avaliar o plantio desde os primeiros dias até os primeiros anos para garantir que ele tenha sucesso. Com as avaliações conseguiremos decidir sobre as atividades de manutenção. Nas duas primeiras semanas, devemos visitar a área a cada 2 ou 3 dias, pois é nesse momento que verificamos se as sementes estão germinando bem, e identificamos as causas da baixa germinação, como pisoteamento, predação por formigas, aves ou outros animais, arraste das sementes pela chuva, sementes muito enterradas, etc. Depois das duas primeiras semanas devemos voltar na área entre 40 e 60 dias após o plantio para verificar também a infestação de plantas indesejadas, e controlar se necessário. Depois disso, se estiver correndo tudo bem, monitoramos anualmente para verificar a dominância excessiva ou a ausência de alguma espécie de interesse ou grupo sucessional. A Iniciativa Caminhos da Semente disponibiliza uma planilha de monitoramento para tomar decisão sobre a manutenção da área. Caminhando pela área, o responsável irá observar e anotar na planilha de monitoramento os itens que permitirão tomar decisões para fazer a manutenção da área (Quadro 11).

QUADRO 12

Exemplo de ficha de observações para verificar o sucesso da implantação da semeadura direta:

1. Quanto as sementes ficaram enterradas?
2. As sementes estão sendo predadas ou removidas por algum animal?
3. As sementes foram arrastadas pela chuva?
4. As sementes começaram a germinar e morrem?
5. Sementes começaram a germinar e ressecaram por conta de dias sem chuva ou veranicos?
6. Como está a distribuição da germinação na área?
7. Como está a germinação e estabelecimento da adubação verde?
8. Como está a germinação e estabelecimento de espécies herbáceo-arbustivas espontâneas ("ruderais, daninhas, inço agrícola")
9. Como está a germinação e estabelecimento de outras espécies arbóreas não semeadas?
10. Plantas recém nascidas foram cortadas ou comidas por animais?
11. Plantas recém nascidas foram pisadas por animais?

B. MONITORAMENTO PARA CERTIFICAÇÃO DA RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

O Programa de Regularização Ambiental de cada estado define critérios que as áreas em restauração devem atingir para sua aprovação pelo órgão ambiental. Esses critérios verificam o sucesso da restauração em idades de até 20 anos, mas em muitos estados eles podem verificar nos primeiros anos de restauração. Muitos estados utilizam indicadores ecológicos que sugerem que a área em restauração deve continuar uma trajetória sucessional de sucesso, mesmo sem mais intervenções.

Entre os principais indicadores avaliados estão:

- Riqueza e densidade de árvores regenerantes;
- Cobertura de copas (no caso de florestas);
- Cobertura do solo por espécies nativas (no caso de savanas e campos).

Esses protocolos também dão segurança jurídica para o restaurador considerar a área restaurada. Quando os valores mínimos desses indicadores são atingidos, a área não precisa mais receber manejo. A Iniciativa Caminhos da Semente tem uma publicação sobre os indicadores de resultados dos estados brasileiros que os adotam até o primeiro semestre de 2020:

https://caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5fdb62cba21d834eb5d0ec6c

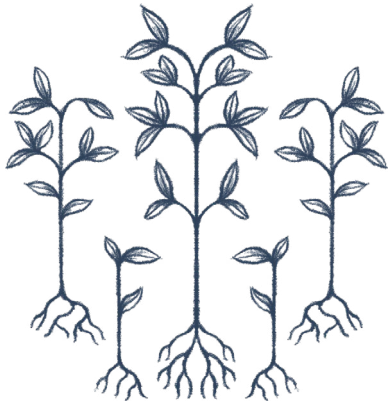
A semeadura direta tem mostrado ser capaz de alcançar os valores críticos dos indicadores dos estados que implantaram a avaliação por resultados. Não há nas legislações estaduais impedimento para o uso da semeadura direta para a recomposição da vegetação nativa. Procure as normas do seu estado no órgão ambiental estadual para mais informações.

A Iniciativa Caminhos da Semente também desenvolveu um protocolo de monitoramento desenvolvido e adaptado para avaliar o sucesso dos plantios por semeadura direta em fisionomias florestais. Pode ser consultado através deste link:

https://caminhosdasemente.org.br/biblioteca/6824cd59dec3fc63bf91feec.

7.0 MANEJO





CONTROLE DE FORMIGAS

Para controlar formigas, colocamos na muvuca espécies, que elas têm preferência, para tentar saciá-las, como feijão-de-porco e feijão-guandu. Ou então espécies que fazem seu controle biológico, como gergelim e tefrósia. Se não adiantar, ai então partimos para os defensivos químicos.

CONTROLE DE PLANTAS INDESEJADAS

Se observarmos o crescimento de plantas indesejadas, como capins braquiária, gordura e andropogon, vamos tomar ações diferentes de acordo com a forma de plantio que foi usada. Herbicidas de amplo espectro – que matam gramíneas e espécies de folha larga – podem ser aplicados de forma localizada, evitando espécies de interesse para a restauração. Para o controle pré-emergente, o Indaziflam é um herbicida seletivo para folha fina promissor, que poderia ser aplicado no início das chuvas, que é o momento

mais favorável à germinação de gramíneas invasoras. Para o controle pós-emergente, Haloxifope-P-metílico é também seletivo para folha fina. O melhor momento de aplicação é quando as plântulas de gramíneas começam a se desenvolver. Verifique a dose indicada na bula do herbicida e as condições de clima e solo na escolha do produto. Priorize a escolha de produtos com registro de uso não agrícola, destinados ao uso na restauração ecológica.

I. Semeadura a lanço

Num plantio a lanço de sucesso, as plantas semeadas estão emergindo em toda a área, sem dar espaço para manejo de entrelinhas e entre plantas. A vantagem deste tipo de plantio é a cobertura e transformação rápida do solo pela alta densidade de plantas, acelerando o processo de restauração. Entretanto, a semeadura a lanço demanda bom controle de plantas indesejadas antes do plantio, já que o controle mecânico de plantas infestantes após o plantio é mais oneroso. A capina manual seletiva deve ser feita com cuidado e no período recomendado para não atingir as plantas que estão germinando. Herbicidas de amplo espectro direcionados às plantas exóticas ou herbicidas seletivos são mais recomendados. Em formações florestais, é possível aplicar herbicidas seletivos para folha fina – aqueles que matam apenas as gramíneas – em todo o plantio. O ideal é que à aplicação seja realizada com as gramíneas invasoras ainda jovens com até 3 pares de folhas, pois, quando já estão mais adultas, os resultados não são efetivos. Nas vegetações savânicas e campestres, uma estratégia possível para o controle de gramíneas exóticas é adotar o plantio em linhas e posteriormente o plantio nas entrelinhas. Nesse modelo, recomenda-se iniciar com a semeadura de espécies arbustivas e arbóreas no primeiro ano, mantendo o controle do

capim com herbicidas seletivos. Em um segundo momento, com o capim exótico controlado, pode-se realizar a semeadura de gramíneas nativas em área total ou nas entrelinhas, promovendo uma cobertura satisfatória. Para plantios em vegetações savânicas, a aplicação de herbicidas deve ser direcionada, e o cuidado deve ser redobrado, porque nesses ambientes, existem capins nativos que são de interesse para a restauração e devem ser mantidos. Por isso, o preparo do solo com a diminuição da invasão a partir do controle constante de capins exóticos no pré-plantio é primordial na restauração de vegetações savânicas.

II. Semeadura em linhas ou covetas

Nesses tipos de plantio a capina ou roçada baixa nas entrelinhas e entre plantas é recomendável. Para isso, a largura da entrelinha e a distância entre covas deve ser pensada também considerando o tipo de manutenção, por exemplo um espaçamento mínimo para uma roçadeira, um microtrator ou um trator. Consideramos um espaçamento mínimo em que ainda é possível manejar. Os herbicidas mencionados no plantio a lanço podem ser usados da mesma forma.

É importante reforçar que, em áreas savânicas e campestres, além do manejo das entrelinhas e dos espaços entre as covetas, deve-se acompanhar e garantir o estabelecimento da vegetação nativa nesses locais, assegurando uma cobertura de solo adequada.

ADENSAMENTO/ENRIQUECIMENTO

Entre os primeiros meses até o terceiro ano podemos observar se a germinação e desenvolvimento da vegetação foi boa ou se ficou ruim (veja a seção **Monitoramento**). Se os indicadores monitorados, cobertura, densidade e riqueza de junto com observações gerais da área estiverem muito abaixo do recomendado, podemos ressemear a área toda, adensar as áreas falhadas ou enriquecer com espécies importantes das fases sucessionais. Ao longo dos anos no monitoramento observamos falhas de plantio. Se essas falhas se mantêm ao longo do monitoramento, devemos adensar e enriquecer (Figura 17 e 18).

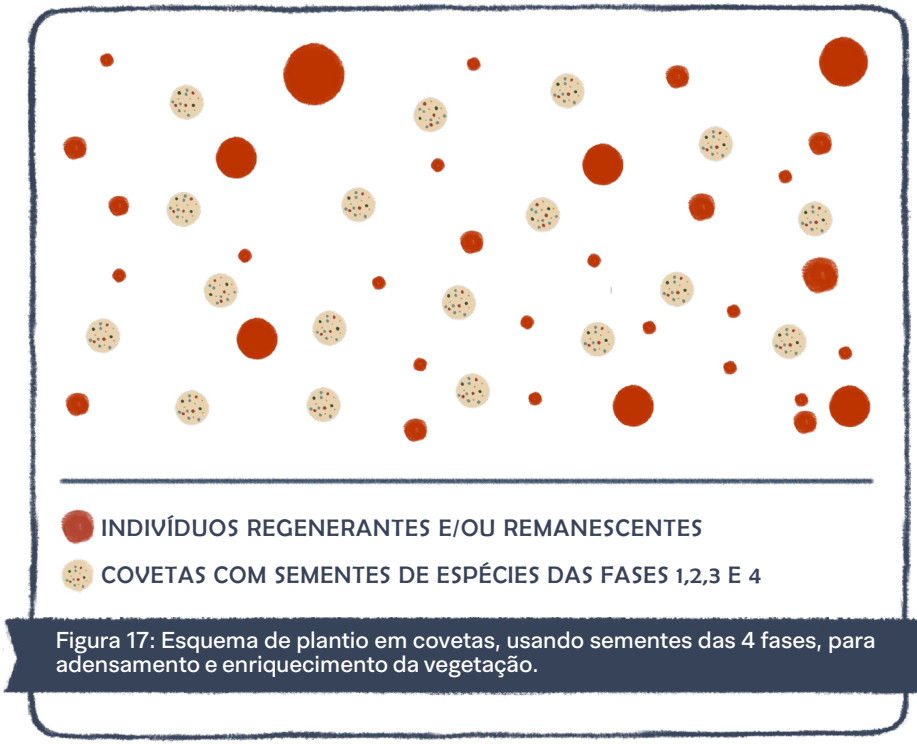


Figura 17: Esquema de plantio em covetas, usando sementes das 4 fases, para adensamento e enriquecimento da vegetação.



Figura 18: Enriquecimento de um antigo plantio de mudas com baixa regeneração natural.

QUADRO 13

Inovação na Restauração: enriquecimento e adensamento com muvuca para manejo adaptativo em plantio de mudas e plantio consorciado ao mesmo tempo com os dois métodos (muvuca no pé da muda):

A Iniciativa Verde realizou um plantio de enriquecimento e adensamento utilizando a semeadura direta em covetas, como medida de manejo adaptativo em um plantio de mudas com 3 anos de implantação, em Piracicaba/ SP. A partir de um monitoramento de campo, embora a área possuía boa cobertura de vegetação nativa, verificou-se baixa densidade e riqueza de indivíduos regenerantes, o que poderia comprometer, a longo prazo, a consolidação do ecossistema. Como medidas de intervenção, foram utilizadas 131,48 kg de sementes de 31 espécies nativas florestais da Mata Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual),

selecionadas por sua ocorrência natural, bom estabelecimento em campo e capacidade de germinação sob sombreamento parcial. As sementes foram misturadas a um substrato (areia) na proporção de 1:4 e implantadas em janeiro de 2022, com espaçamento médio de 3x3m (1.100 covetas/ha). Em áreas com menor cobertura, adotou-se o adensamento de 1,5x1,5 m. Cada coveta recebeu cerca de 20 g da mistura, sendo recoberta superficialmente com o solo. O Após um mês já se observaram as primeiras germinações, e, ao final de um ano, foram registrados indivíduos de cerca de 15 espécies, incluindo Parapiptadenia rigida, *Dipteryx alata, Jacaranda cuspidifolia, Cedrela fissilis, Handroanthus impetiginosus e Hymenaea courbaril.* O estudo demonstra que a semeadura direta, além de possibilitar a restauração ecológica em escala, também é uma ferramenta eficaz de manejo adaptativo, para preencher e diversificar as áreas. Sua versatilidade possibilita diferentes desenhos de implantação e amplia as estratégias de restauração florestal (Figura A e B).

O Primaflora realizou um plantio consorciado de mudas e sementes nativas no território do povo indígena Maxakali, no norte de Minas Gerais, em um trabalho de restauração ecológica conduzido de forma participativa, integrando conhecimentos técnicos e saberes tradicionais. O método, denominado "Muvuca no Pé da Muda", consiste na semeadura direta de uma mistura de sementes de espécies arbóreas, arbustivas e adubos verdes no mesmo berço de plantio das mudas.

Após a abertura manual dos berços, o plantio das mudas foi realizado com preparo do solo e adubação de base, plantio e coroamento. Em seguida, as sementes previamente misturadas em lona foram distribuídas ao redor das mudas e enterradas até 5 cm de profundidade. Além de favorecer a troca de conhecimentos entre os participantes, essa estratégia amplia a diversidade funcional do sistema, acelera a cobertura do solo, contribui para a ciclagem de nutrientes e aumenta a resiliência da restauração, uma vez que a germinação das sementes pode compensar eventuais perdas de mudas (Figuras C e D).

Para saber mais: (Iniciativa Verde e Primaflora).









ADENSAMENTO/ENRIQUECIMENTO

A alta dominância de um tipo de planta semeada pode acabar retardando o crescimento de outras nativas. Isso pode acontecer por usar um número maior de sementes do que o indicado, o ano de plantio foi excepcionalmente bom, ou então se as sementes do lote usado tiverem um vigor germinativo maior do que o registrado nos guias. Se isso acontecer, podemos fazer o desbaste seletivo, escolhendo algumas para serem retiradas, usando facão, foice ou roçadeira. Em áreas de Reserva Legal onde há espécies de interesse econômico, o desbaste pode ser feito para favorecer o crescimento de espécies de interesse.

8.0 CUSTOS



A semeadura direta é frequentemente considerada um dos métodos mais econômicos para realizar a restauração ecológica em comparação com outros métodos.

No entanto, seu custo-benefício depende de vários fatores, alguns dos quais podem reduzir os custos, enquanto outros podem elevá-los significativamente. Fatores como a escala do projeto, o método de semeadura (mecanizado ou manual), a região, o relevo, a condição ambiental da área, a disponibilidade de mão de obra local, os insumos utilizados, assim como também o arranjo do projeto no formato de contrapartida ou consultoria.

Para avaliar os custos médios da restauração ecológica com semeadura, avaliamos 13 projetos apoiados de 2022 a 2023 pela Iniciativa Caminhos da Semente no estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul no formato de contrapartida (Participação do proprietário e apoio institucional). Os custos encontrados foram corrigidos pela inflação para 2025, incluindo dois cenários comparativos, o primeiro no modelo de contrapartida e o segundo um cenário onde uma empresa de restauração executaria incorporando encargos, impostos e margem de lucro. Embora os dados dos custos se concentrem em projetos realizados nos estados de São Paulo (SP) e Mato Grosso do Sul (MS), localizados em áreas de transição e abrangência do Bioma Mata Atlântica e Cerrado, a análise dos custos pode refletir a realidade de projetos no Sudeste/Centro-Oeste do Brasil.

Os métodos de semeadura direta influenciam significativamente o custo por hectare, e dessa forma os custos foram organizados separadamente por formas de semeadura (FS):

TABELA 1 - Descrição dos métodos de semeadura avaliadas em relação aos custos:

FS	Método de Semeadura	Descrição	Nº de Projetos
LM	Lanço mecanizado	Semeadura realizada com trator e implementos agrícolas, ideal para grandes áreas mecanizáveis	5
LSH	Linhas sem herbicida	Distribuição das sementes manual em linha contínua com espaçamento pré-definido. Preparo das Linhas com subsolador ou Sulcador. Porém não foram utilizados herbicidas, apenas controle mecânico das espécies invasoras	2
CH	Linhas com herbicidas	Distribuição das sementes manual em linha contínua com espaçamento pré-definido, foram utilizados herbicidas. Preparo das Linhas com subsolador ou sulcador.	4
CM	Covetas manual	Semeadura em covetas, manual, geralmente mais utilizada em áreas íngremes e maior intensidade de mão de obra.	2

Os projetos analisados foram estruturados sob o modelo de contrapartida, buscando otimizar os recursos e engajar o proprietário (a) rural, tendo os seguintes acordos:

1. O proprietário rural assumiu as operações de preparo do solo, plantio e manutenção, utilizando na maioria das vezes recursos próprios como maquinários e equipamentos da propriedade, e contando com funcionários ou trabalhadores locais da região.

2. O apoio institucional forneceu assistência técnica (AT) e sementes para o plantio, onde AT acompanha todas as etapas do processo de restauração com diagnóstico e planejamento, acompanhamento com recomendações das atividades de preparo do solo, plantio, manutenção e a realização de monitoramento das áreas.

Com a ideia de simular a prestação de serviço de empresas de restauração ecológica, incluímos taxas, impostos e encargos nos custos encontrados a fim de termos uma estimativa do custo da restauração através de outro arranjo operacional em que a empresa seja responsável por todas as atividades de operação e gestão de cada projeto.

Para garantir a atualização dos dados financeiros, todos os custos foram corrigidos pela inflação acumulada até janeiro de 2025. Utilizou-se como referência o IPCA/IBGE, cujos índices variaram entre 10% e 15% durante o intervalo de execução dos projetos analisados. De forma a homogeneizar os cálculos, adotou-se a taxa média de 13,09% para a atualização de todos os valores apresentados neste estudo.

Para a estimativa do custo das empresas prestadoras de serviço foram adicionados os tributos federais (IRPJ, CSLL, PIS e COFINS) estimado em 13,33% e também ISS municipal sendo considerado 5%. Também foram adicionados uma margem de lucro tendo como base 25% em cima do custo total dos projetos.

Cabe ressaltar que os valores apresentados nesta avaliação não incluem custos de cercamento. Nos projetos avaliados, a instalação de cercas não foi necessária ou a infraestrutura de isolamento já estava presente nas propriedades antes do início das atividades de restauração. Como o cercamento é frequentemente um dos itens mais onerosos em projetos de recuperação florestal que necessitam do isolamento, deve-se considerar o valor estimado de 25-37 R$/m.linear, podendo variar conforme o tipo do material (arame liso ou farpado), a quantidade de fios e espaçamento dos mourões.

É fundamental contextualizar que os custos apresentados refletem a realidade específica dos projetos avaliados (SP e MS) e não devem ser generalizados. Outros cenários podem facilmente afetar os custo da restauração, fatores como a logística em regiões remotas, a disponibilidade e variações no valor da mão de obra podem alterar significativamente os valores em outros contextos brasileiros. Além disso, diferentes arranjos institucionais e exigências legais específicas de cada estado podem modificar a estrutura de custos original. Portanto, os dados aqui apresentados representam cenários reais de execução, mas o planejamento orçamentário deve sempre considerar às particularidades socioeconômicas do território onde o projeto será executado.

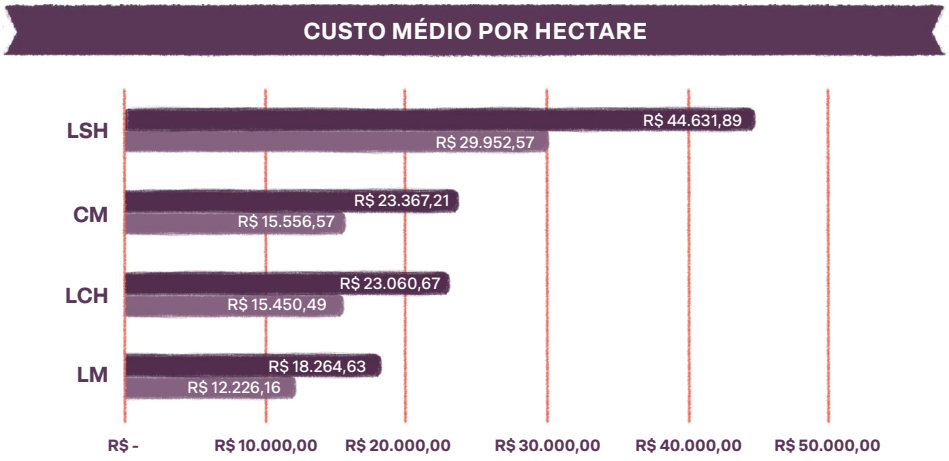


Figura 19 - Custo estimado das técnicas de semeadura no cenário de contrapartida versos taxas e encargos

Os resultados também foram avaliados de acordo com os seguintes componentes do projeto de restauração:

- **Assistência técnica (AT):**
  Refere-se a uma assistência técnica especializada cobrindo os custos de planejamento, elaboração do projeto, supervisão técnica e gestão administrativa do projeto. Assim como custos de deslocamento, hospedagens, materiais e alimentação.

- **Sementes:**
  O custo das sementes nativas e de adubação verde, o componente mais importante na semeadura direta, que engloba a aquisição, coleta e beneficiamento das sementes e o transporte (frete) das espécies nativas utilizadas.

Implantação:

Gastos diretos com o preparo do solo (ex: roçada, limpeza, subsolagem, controle de espécies invasoras) e a execução da semeadura, incluindo mão de obra e maquinário envolvidos na implantação. Vale destacar que nesses projetos não tiveram o custo do cercamento, pois não havia necessidade ou já havia o cercamento.

Manutenção:

Abrange os custos recorrentes após a implantação por 2 anos, como controle de espécies invasoras (capinas, roçadas, aplicação de herbicidas), controle de formigas, replantio e outras atividades de manejo necessárias para garantir o estabelecimento das espécies.

Monitoramento:

Atividades de acompanhamento e avaliação do projeto, como coleta de dados de sobrevivência, crescimento e diversidade, e elaboração de relatórios de monitoramento para órgãos fiscalizadores ou financiadores.

Insumos:

Engloba os demais materiais necessários para a restauração, como fertilizantes, corretivos de solo, e outros produtos específicos (ex: iscas formicidas, aditivos).

CUSTO DOS COMPONENTES POR HECTARE

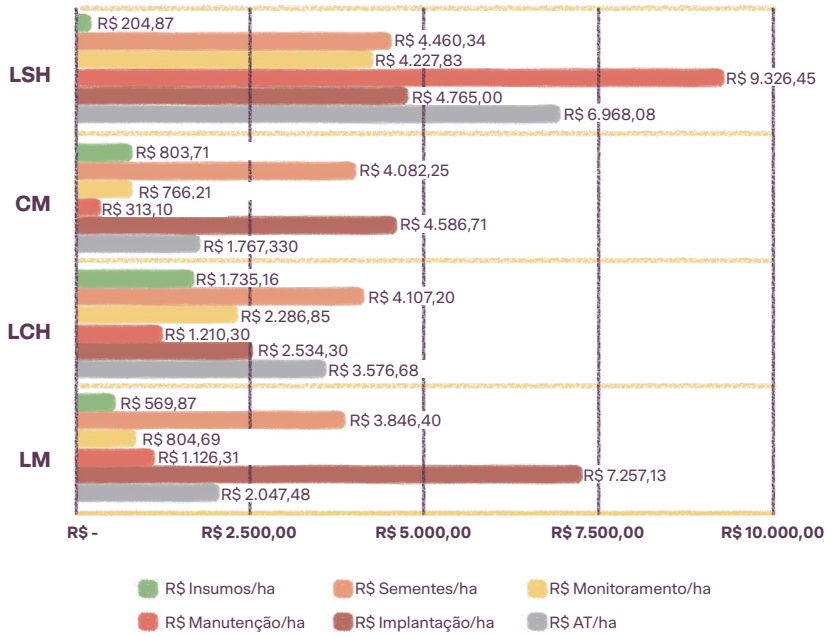


Figura 20 - Custo estimado das técnicas de semeadura no cenário de contrapartida versos taxas e encargos

Os resultados mostram uma relação inversa e clara entre a escala do projeto e o custo por hectare. Projetos de grande escala que empregaram o Lanço Mecanizado (LM) registraram o custo médio por hectare aproximadamente 69% inferior ao custo médio dos projetos em Linhas Sem Herbicida (LSH), que ocorreram em escala menor de pequenas áreas.

Dos pontos importantes a se destacar é do componente de Assistência Técnica (AT), que auxilia nas tomadas de decisão para otimizar os custos do projeto. Nos custos encontrados a escala também impacta diretamente os custos de AT que estão mais elevados nos projetos LSH e que possuem

áreas até 3 hectares, pois da mesma forma esses projetos ainda precisam cobrir com os gastos logísticos e de planejamento semelhantes a projetos de maior escala.

No componente de Implantação os custos mais elevados são das técnicas que dependem mais de operações manuais como CM, no caso do custo de LM ser maior que a técnica de L e parecido com LSH é devido a necessidade de horas de trator considerando desde o preparo do solo com gradagens que em média são de 3 a 5 antes do plantio, mais as operações para a distribuição e cobertura das sementes que devem ser consideradas.

A Manutenção é o componente que apresenta a maior variabilidade de custo, indicando diferenças de acordo com a técnica utilizado e no manejo adotado pós-implantação (controle de invasoras, roçadas).

Na semeadura a Lanço mecanizado (LM) o custo da manutenção é o mais baixo devido as operações serem mecanizadas de aplicação de herbicida pós plantio com trator e barra de aplicação, além desses projetos serem de grande escala, acima de 10 hectares.

Os plantios sem uso de herbicidas apresentaram custos elevados, especialmente devido ao aumento das demandas de manutenção manual. A escala do projeto é um fator crítico nesses casos. Projetos sem uso de herbicida geralmente são realizados em áreas pequenas, até 3 hectares, pois o custo por hectare é alto devido à necessidade de controle manual intensivo de plantas daninhas. Acima desse tamanho, o custo tende a se tornar inviável, a menos que seja possível mecanizar parte das operações de manutenção.

Mesmo com mecanização parcial, o plantio manual sem herbicidas ainda depende fortemente de mão de obra local disponível para as manutenções, o que pode limitar o ganho de escala e manter os custos elevados.

A análise dos custos revelou que as técnicas de semeadura direta para restauração ecológica são uma estratégia economicamente robusta, desde que aplicadas sob condições planejadas de acordo com o contexto, considerando a escala e possibilidade de mecanização de parte ou de toda operação. A variabilidade regional de custos no Brasil reforça que estes resultados, embora representem a realidade observada em São Paulo e Mato Grosso do Sul, devem servir como um guia referencial e não como um valor absoluto. A restauração eficiente exige, portanto, uma visão que integre ecologia de campo com uma gestão financeira adaptada às particularidades de cada território.



TABELA 2 - Custos dos projetos de restauração ecológica com semeadura direta por componentes.

Projeto	UF	FS	Área (ha)	AT R$/ha	Implantação R$/ha	Manutenção R$/ha	Monitoramento R$/ha	Sementes R$/ha	Insumos R$/ha
1	SP	LM	28,24	R$ 1.450,67	R$ 460,93	R$ 300,85	R$ 315,36	R$ 3.846,98	R$ 1.068,40
2	SP	LM	58,98	R$ 793,82	R$ 4.110,06	R$ 204,78	R$ 379,65	R$ 3.770,63	R$ 695,26
3	SP	LSH	1	R$ 6.106,86	R$ 2.883,80	R$ 4.342,66	R$ 6.106,86	R$ 5.227,47	R$ 305,34
4	SP	LSH	1,3	R$ 7.829,31	R$ 6.646,21	R$ 14.310,23	R$ 2.348,79	R$ 3.693,21	R$ 104,39
5	SP	LCH	4,37	R$ 5.123,99	R$ 1.029,97	R$ 465,82	R$ 2.329,08	R$ 4.872,14	R$ 2.532,49
6	SP	LCH	2,6	R$ 5.871,98	R$ 2.453,18	R$ 1.468,00	R$ 2.348,79	R$ 3.437,80	R$ 1.774,64
7	SP	LCH	4,48	R$ 1.135,95	R$ 1.002,79	R$ 913,81	R$ 1.533,53	R$ 4.375,73	R$ 1.276,43
8	SP	LCH	2,34	R$ 2.174,81	R$ 5.651,24	R$ 1.993,57	R$ 2.935,99	R$ 3.743,13	R$ 1.357,08
9	SP	LM	2,5	R$ 3.649,93	R$ 8.802,76	R$ 319,80	R$ 1.668,54	R$ 4.215,83	R$ 311,46
10	SP	LM	30	R$ 1.747,24	R$ 4.304,49	R$ 185,47	R$ 746,39	R$ 3.806,24	R$ 1.432,47
11	MS	LM	24,72	R$ 1.195,00	R$ 5.255,32	R$ 554,58	R$ 721,12	R$ 4.771,57	R$ 510,97
12	MS	CM	8,5	R$ 2.993,56	R$ 7.847,01	R$ 1.463,52	R$ 1.077,68	R$ 4.822,99	R$ 464,36
12	SP	CM	13,39	R$ 1.101,36	R$ 6.667,25	R$ 789,10	R$ 531,69	R$ 2.869,80	R$ 675,38

LM: Lanço Mecanizado - **LSH:** Linhas sem Herbicidas - **LCH:** Linhas com Herbicidas - **CM:** Covetas Manual

TABELA 3 - Estimativa orçamentária com base nos projetos da Caminhos da Semente no estado de São Paulo para projetos de restauração ecológica no formato de contrapartida.

CUSTO/FORMA DE SEMEADURA	SEMEADURA A LANÇO MECANIZADA	SEMEADURA EM LINHAS COM HERBICIDA	SEMEADURA EM COVETAS MANUAL	SEMEADURA EM LINHAS SEM HERBICIDA
ASSISTÊNCIA TÉCNICA (AT) CAMINHOS DA SEMENTES 10 HA*	R$ 2.852,00	R$ 2.852,00	R$ 2.852,00	R$ 7.130,00
SEMENTES NATIVAS E DE ADUBAÇÃO VERDE R$/HA	R$ 4.200,00	R$ 4.200,00	R$ 4.200,00	R$ 4.200,00
CONTRAPARTIDA PROPRIETÁRIO R$/HA **	R$ 6.200,00	R$ 8.800,00	R$ 10.900,00	R$ 16.600,00
TOTAL (R$/HECTARE)	R$ 13.252,00	R$ 15.852,00	R$ 17.952,00	R$ 17.952,00

V.

SERVIÇO	ATIVIDADE PARA RESTAURAÇÃO		UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R$)*	QUANT.	VALOR TOTAL R$
ASSISTENCIA TÉCNICA (AT)						
Coordenador Técnico (Equipe Técnica)	Planejamento	Visita e diagnóstico da área	H/H	310,00	16	4.960,00
	Planejamento	Elaboração do projeto e acompanhamento das atividades	H/H	310,00	24	7.440,00
		Plantio e relatório	H/H	310,00	16	4.960,00
	Monitoramento	1ª Avaliação inicial e relatório	H/H	310,00	36	11.160,00
SEMENTES NATIVAS						
	Insumo	Sementes + Frete	Hectare	4200	1	4.200,00
CONTRAPARTIDA CAMINHOS DA SEMENTE SUBTOTAL (R$)						32.720,00

SERVIÇO	ATIVIDADE PARA RESTAURAÇÃO		UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R$)*	QUANTIDADE	VALOR (R$/HA)
SEMEADURA A LANÇO MECANIZADA						
Proprietário(a): - Operações mecanizáveis. - Outros Insumos.	Limpeza da área Preparo do solo	Roçada Mecanizada (avaliar)	Hectare	450,00	1	450,00
		Herbicida glifosato (mecanizado)	Hectare	700,00	1	700,00
		Gradagem	Hectare	300,00	5	1500,00
		Calagem/Adubação (avaliar)	Hectare	800,00	1	800,00
	Plantio	Semeadura direta	Hectare	450,00	1	450,00
	Manutenção pós-plantio (avaliar)°	Herbicida seletivo 1ª Aplicação de trator	Hectare	500,00	1	500,00
		Herbicida seletivo Drone	Hectare	300,00	2	600,00
		Manutenção pós-plantio(avaliar)	Hectare	400,00	1	400,00
		Aplicações de formicida	Hectare	400,00	2	800,00
CONTRAPARTIDA PROPRIETÁRIO SUBTOTAL (R$)/HA						6.200,00

SERVIÇO	ATIVIDADE PARA RESTAURAÇÃO		UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R$)*	QUANTIDADE	VALOR (R$/HA)
SEMEADURA EM LINHAS COM HERBICIDA						
Proprietário(a): - Mão de obra	Limpeza da área Preparo do solo	Roçada Mecanizada (avaliar)	Hectare	500,00	1	500,00
		Herbicida glifosato (mecanizado)	Hectare	800,00	1	800,00
		Subsolagem (avaliar)	Hectare	700,00	2	1400,00
		Calagem/Adubação (avaliar)	Hectare	800,00	1	800,00
	Plantio	Semeadura direta	Hectare	800,00	2	1600,00
	Manutenção pós-plantio (avaliar)°	Herbicida seletivo	Hectare	400,00	1	400,00
		Herbicida seletivo Drone	Hectare	300,00	3	900,00
		Roçada seletiva	Hectare	400,00	2	800,00
		Aplicações de formicida	Hectare	400,00	4	1600,00
CONTRAPARTIDA PROPRIETÁRIO SUBTOTAL (R$)/HA						8,800,00

SERVIÇO	ATIVIDADE PARA RESTAURAÇÃO		UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R$)*	QUANTIDADE	VALOR (R$/HA)
SEMEADURA EM COVETAS MANUAL						
Proprietário(a): - Mão de obra	Limpeza da área Preparo do solo	Roçada Semi-mecanizada	Hectare	1500,00	1	1500,00
		Herbicida glifosato	Hectare	1100,00	1	1100,00
		Abertura de covas	Hectare	1000,00	1	1000,00
		Calagem/Adubação (avaliar)	Hectare	800,00	1	800,00
	Plantio	Semeadura direta	Hectare	1000,00	4	4000,00
	Manutenção pós-plantio (avaliar)°	Herbicida seletivo	Hectare	700,00	1	700,00
		Herbicida seletivo Drone	Hectare	300,00	3	900,00
		Roçada seletiva	Hectare	400,00	2	800,00
		Aplicações de formicida	Hectare	400,00	4	1600,00
CONTRAPARTIDA PROPRIETÁRIO SUBTOTAL (R$)/HA						10.900,00

SERVIÇO	ATIVIDADE PARA RESTAURAÇÃO		UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R$)*	QUANTIDADE	VALOR (R$/HA)
SEMEADURA EM LINHAS SEM HERBICIDA						
Proprietário(a): - Operações mecanizáveis -Outros insumos	Limpeza da área	Roçada Semi-mecanizada	Hectare	1500,00	1	1500,00
		Abertura de covas	Hectare	1100,00	1	1100,00
		Calagem/Adubação (avaliar)	Hectare	1000,00	1	1000,00
	Plantio	Semeadura direta	Hectare	800,00	1	800,00
		Roçada seletiva	Hectare	1000,00	4	4000,00
		Aplicações de formicida	Hectare	700,00	1	700,00
CONTRAPARTIDA PROPRIETÁRIO SUBTOTAL (R$)/HA						10.900,00

9. MATERIAL DE APOIO



Lista de espécies

https://www.caminhosdasemente.org.br/especies

Guia observação do sucesso da implantação da semeadura direta

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5fa42f672a8eca0b756fe7b8

Protocolo padrão de avaliação e manejo adaptativo para novos plantios com semeadura direta

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5fa4302b2a8eca0b756fe7b9

Semeadura Direta para Restauração: Experiências Diversas pelo Brasil

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f91be24953a223f3a507ca1

Guia de plantas não desejáveis na Restauração Florestal

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f69186d8cfbfc05926c79bf

Guia de plantas da regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f6916848cfbfc05926c79b2

Ervas e Arbustos - Para restauração ecológica do Cerrado semeadura direta, Rede de Sementes do Cerrado

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f6912fa8cfbfc05926c7937

Caminhos da Semente - Semeadura direta para recuperação da vegetação nativa: Um método com benefícios econômicos, ecológicos e sociais

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f6911e68cfbfc05926c78b7

Semeadura Direta: Descubra como recuperar a vegetação nativa com alta eficácia e baixo custo

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f6911998cfbfc05926c78b6

Guia da muvuca

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f6902388cfbfc05926c76b1

Coleção plante as árvores do Xingu e Araguaia: volume I, Manual do Plantador, Instituto Socioambiental (ISA)

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f68f0908cfbfc05926c703b

Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f68f0ea8cfbfc05926c703c

Guia de restauração do Cerrado: Volume 1 - Semeadura Direta. UNB - Universidade de Brasília e Rede de Sementes do Cerrado

https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f68ebd18cfbfc05926c6f3a



10.

PARA SABER MAIS



1 E 2 - DIAGNÓSTICO DA ÁREA E PLANEJAMENTO

- INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 14, DE 1º DE JULHO DE 2024
  https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139412

- PROGRAMAS DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL (PRAs): Um guia para orientar e impulsionar o processo de regulamentação dos PRAs nos estados brasileiros
  https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_PRAs_Agroicone-3.pdf

- Estratégias de Recomposição Embrapa
  https://www.embrapa.br/codigo-florestal/estrategias-e-tecnicas-de-recuperacao

- Espécies arbóreas e estratégias para a recomposição da vegetação nativa no bioma cerrado
  https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083818

- Métodos de Recomposição da Vegetação Nativa
  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155321/1/folder-metodos-de-recomposicao-da-vegetacao-nativa.pdf

- Manual de Restauração Florestal
  https://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal.pdf

- Cartilha de Restauração Florestal de Áreas de Preservação Permanente, Alto Teles Pires, MT
  http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/TNC_Cartilha_MT_INTERATIVO_17-9-2015.pdf

- Manual de Restauração Ecológica: Técnicos e Produtores Rurais no Extremo Sul da Bahia
  https://www.researchgate.net/publication/297918563_Manual_de_restauracao_ecologica_-_tecnicos_e_produtores_rurais_no_extremo_sul_da_Bahia

- Manual de Restauração da Vegetação Nativa do Estado do Tocantins
  https://central3.to.gov.br/arquivo/500422/

- Guia de Agrofloresta na Mata Atlântica: Experiências em Mosaicos de Unidade de Conservação
  https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2021/09/Guia-de-Agrofloresta-na-Mata-Atlantica_12_2021.pdf

- Sistemas Agroflorestais com Uso de Espécies Nativas
  https://caminhosdasemente.org.br/biblioteca/627c1c3a08dc33a850173230

- Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga
  https://www.cifor-icraf.org/publications/pdfs/MN17387.pdf

- Topsoil para restauração da vegetação do Cerrado em áreas degradadas
  https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11769894/dia-de-campo-na-tv---uso-de-topsoil-na-restauracao-da-vegetacao-nativa-do-cerrado#:~:text=empr%C3%A9stimo%20de%20solo.-,O%20Topsoil%20deve%20ser%20depositado%20de%20prefer%C3%AAncia%20em%20locais%20que,ervas%2C%20arbustos%20e%20%C3%A1rvores%20nativas.

- Sistemas Silvipastoris com Árvores Nativas no Cerrado
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132245/sistemas-silvipastoris-com-arvores-nativas-do-cerrado

- Silvicultura tropical: o potencial madeireiro e não madeireiro das espécies tropicais
  https://drive.google.com/file/d/1LXy9BEyv6u-_YVGFls-4vNcWp4MCrkWM/view

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Escolhendo o Método de Recomposição, parte 1
  https://youtu.be/MOtlLyRCfmU?si=WfauEXH0K-Unx1CD

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Escolhendo o Método de Recomposição, parte 2
  https://youtu.be/RtvRD_yarqk?si=q35b8-4KNmRWLaQ1

- Vídeo: Modos de restaurar as florestas
  https://www.youtube.com/watch?v=a2ygqm4UOkI

- Vídeos: João e a restauração – TNC (Episódios 1 a 5)

  1. João quer água

  https://www.youtube.com/watch?v=-SFEvMrb4qg&t=1s

  2. A floresta de João

  https://www.youtube.com/watch?v=M8U_1WkFlZA&t=7s

  3. Tenho que plantar tudo. E agora?

  https://www.youtube.com/watch?v=0QmAlqOeeQY

  4. Preparando o solo

  https://www.youtube.com/watch?v=NokaG8SUHP8&t=1s

  5. Hora de plantar
  https://www.youtube.com/watch?v=AdnffX75m7s

3 E 4 - SELEÇÃO DE ESPÉCIES E CÁLCULO DE SEMENTES

- Guia para Coleta de Sementes e Restauração da Bacia do Rio Doce

  https://www.researchgate.net/publication/363113829_Guia_para_coleta_de_sementes_e_restauracao_da_Bacia_do_Rio_Doce

- Do quilombo à floresta: guia de plantas da Mata Atlântica no Vale do Ribeira

  https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/03l00044.pdf

- Lista de espécies para semeadura direta na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica

  https://caminhosdasemente.org.br/especies

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta

  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Guia da Muvuca

  https://www.researchgate.net/publication/326925883_Guia_da_Muvuca_-_O_passo_a_passo_da_semeadura_direta_de_mixes_de_sementes_para_restauracao_ecologica_Muvuca_Seeding_Guide_-_Step_by_Step_for_mechanized_direct_seeding_of_seed_mixes_for_ecological_rest

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano

  http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf.

- Ervas e Arbustos para Restauração do Cerrado: Semeadura direta

  https://rsc.org.br/publicacoes/ervas-e-arbustos-para-restauracao-do-cerrado-semeadura-direta/

- Espécies vegetais nativas recomendadas para recomposição ambiental no bioma Cerrado

  https://www.researchgate.net/publication/331047923_Especies_vegetais_nativas_recomendadas_para_recomposicao_ambiental_no_bioma_Cerrado

- Espécies arbóreas e estratégias para a recomposição da vegetação nativa no bioma cerrado

  https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1083818

- Plante as árvores do Xingu e Araguaia: Manual do Plantador
  https://www.researchgate.net/publication/260635364_Plante_as_Arvores_do_Xingu_e_Araguaia_-_manual

- Lista de espécies indicadas para restauração Ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo
  https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/10/lista-especies-rad-2019.pdf

- Flora arbórea de Mato Grosso – tipologias vegetais e suas espécies
  https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Flora_Arborea_de_Mato_Grosso.pdf

- Guia de espécies-chave para restauração florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso
  https://www.nature.org/media/brasil/guia-mt.pdf

- Manual de Restauração da Vegetação Nativa do Estado do Tocantins
  https://central3.to.gov.br/arquivo/500422/

- Guia de árvores com valor econômico
  https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf

- Plantas dos povos da Volta Grande do Xingu
  https://www.researchgate.net/publication/324415368

- Plante as árvores do Xingu e Araguaia
  https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/ISA-Sociobiodiversidade-Xingu-Plante-Arvores.pdf

- Vídeo: Iniciativa Caminhos da Semente - Programa Agricultura
  https://www.youtube.com/watch?v=Jc6Uigu0nqc&feature=emb_logo

- Vídeo: Plantando capins nativos do Cerrado
  https://www.youtube.com/watch?v=EqBRoh65jPM

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Restauração de ecossistemas florestais
  https://youtu.be/csx66LqpBjc?si=bWoEolYR1cENYWOR

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Semeadura em vegetações savânicas ou campestres
  https://www.youtube.com/watch?v=mSOYQvQB7iI&list=PL--MUyAWiF6TDl2psEchGQ24RmytYop8nFI&index=6

- WebAmbiente: Espécies
  https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/publico/especies.xhtml

- Lista de espécies para semeadura direta na Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica
  https://caminhosdasemente.org.br/especies

- Guia da Muvuca
  https://www.researchgate.net/publication/326925883_Guia_da_Muvuca_-_O_passo_a_passo_da_semeadura_direta_de_mixes_de_sementes_para_restauracao_ecologica_Muvuca_Seeding_Guide_-_Step_by_Step_for_mechanized_direct_seeding_of_seed_mixes_for_ecological_rest

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta
  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano
  http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf

- Plante as árvores do Xingu e Araguaia: Manual do Plantador
  https://www.researchgate.net/publication/260635364_Plante_as_Arvores_do_Xingu_e_Araguaia_-_manual

- Coletar, manejar e armazenar. As experiências da Rede de Sementes do Xingu
  https://acervo.socioambiental.org/acervo/publicacoes-isa/coletar-manejar-e-armazenar-experiencias-da-rede-de-sementes-do-xingu

- Conheça as Yarang, indígenas que coletam sementes para reflorestar fazendas no Xingu
  https://globoplay.globo.com/v/7696763/

- Sementes Florestais: Colheita, beneficiamento e armazenamento
  https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M9D00037.pdf

- Coleta de Sementes Florestais Nativas
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/293783/coleta-de-sementes-florestais-nativas

- Restauração ecológica com sementes diretas: compre as redes de coletores de sementes
  https://www.youtube.com/watch?v=0xqOLmYNxuk

- Vídeo: Caminhos da Semente
  https://www.youtube.com/watch?v=O0ABPxnuYck

- Vídeo: Coleta de sementes de árvores do Cerrado
  https://www.youtube.com/watch?v=4SXMFk7hl6s

- Vídeo: Plantando capins nativos do Cerrado
  https://www.youtube.com/watch?v=EqBRoh65jPM&t=108s

- Vídeo: Rede de Sementes do Xingu: Qual a qualidade das sementes florestais?
  https://youtu.be/DBANMP3h-M4?si=bBG0VG55WP4ZcnRS

- Vídeo: Rede de Sementes do Xingu: Como Manejar Sementes Florestais?
  https://www.youtube.com/watch?v=45--b7VtqCI

- Vídeo: Rede de Sementes do Xingu: Como secar e armazenar sementes florestais?
  https://youtu.be/My_081Ov6I0?si=oOYE6kTTtI7ECZfI

- Vídeo: Biodiversidade e geração de renda - O ciclo da abundância da semeadura direta
  https://www.youtube.com/watch?v=bhOLwr2No8s&t=2s

- Vídeo: Coleta e Manejo de Sementes
  https://youtu.be/CX97ieHWUXM?si=gmSuJu9X43P-D9TN

- Vídeo: Xingu, histórias dos produtos da floresta | Sementes
  https://www.youtube.com/watch?v=5JQieV6gss8&t=50s

- Vídeo: Floresta de gente, floresta de semente
  https://www.youtube.com/watch?v=8z8I8LLz51Q

- Vídeo: Produção de sementes florestais nativas
  https://www.youtube.com/watch?v=ZZokslLf938

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Sementes nativas: Mistura e onde encontrá-las
  https://youtu.be/afbPQ5IgTYI?si=Ig5J80MLNk73_tvM

5 - EXECUÇÃO

I. Isolamento: aceiros e cercamento

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta
  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano
  http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf

- Manual para Construção de Cercas
  https://pt.scribd.com/doc/16747751/Manual-de-Cerca

- Estabelecimento e manejo de cercas vivas com espécies arbóreas de uso múltiplo
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/495108/estabelecimento-e-manejo-de-cercas-vivas-com-especies-arboreas-de-uso-multiplo

- Manual prático sobre moirões vivos
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/290730/manual-pratico-sobre-moiroes-vivos

- Vídeo: Ovinos - Cercas para Ovinocultura - Cursos CPT
  https://www.youtube.com/watch?v=xlxUcED_BSU&feature=emb_logo

- Vídeo: Como fazer aceiro
  https://www.youtube.com/watch?v=r8aUf918qVk

II. Preparo do solo

- Práticas de Conservação de Solo e Água
  https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/928493/1/CIRTEC133tamanhografica2.pdf

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042015/guia-de-restauracao-do-cerrado-volume-1-semeadura-direta

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano
  http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf

- Plante as árvores do Xingu e Araguaia: Manual do Plantador
  https://www.researchgate.net/publication/260635364_Plante_as_Arvores_do_Xingu_e_Araguaia_-_manual

- Guia da Muvuca
https://www.researchgate.net/publication/326925883_Guia_da_Muvuca_O_passo_a_passo_da_semeadura_direta_de_mixes_de_sementes_para_restauracao_ecologica_Muvuca_Seeding_Guide_Step_by_Step_for_mechanized_direct_seeding_of_seed_mixes_for_ecological_rest/link/5b6ca3a7a6fdcc87df70314c/download

- Manejo Adaptativo: primeiras experiências na Restauração de Ecossistemas
https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2014/01/Manejo_Adaptativo_Primeiras_Experiencias_na_Restauracao_de_Ecossistemas.pdf

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Semeadura em vegetações savânicas ou campestres
https://www.youtube.com/h?v=mSOYQvQB7iI&list=PLMUyAWiF6TDl2psEchGQ24RmytYop8nFI&index=6

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Restauração de ecossistemas florestais
https://www.youtube.com/watch?v=csx66LqpBjc&list=PL--MUyAWiF6TDl2psEchGQ24RmytYop8nFI&index=5

- Vídeo: Plantio direto com sementes florestais (sistema de muvuca)
https://www.youtube.com/watch?v=rgHdgDkUow4&t=39s

- Vídeo: Roçadeira Dupla
https://www.youtube.com/watch?v=Ur99_aeo_90

- Vídeo: Trabalho sobre preparo do solo, arados e grades agrícolas
https://www.youtube.com/watch?v=5mWXRU0QVzA

- Vídeo: Preparo de Solo com um Subsolador Florestal
https://www.youtube.com/watch?v=Dj-Vg3Um7dE

- Vídeo: Sulcador em Ação FBB
https://www.youtube.com/watch?v=IlzoF9Rn8DI

- Vídeo: PREPARO DE SOLO - GNFE 60 - ECOAGRÍCOLA - Grade Niveladora Flutuante
https://www.youtube.com/watch?v=DNvbADO79SE

- Vídeo: Tira-dúvidas Bioflora - O que é e como funciona o Perfurador de Solo ou Motocoveadeira?
https://www.youtube.com/watch?v=DhBRYRnicoI

III. Semeadura

- Ferreira, M. C. (2024). Ecologia de sementes e plântulas aplicada à restauração por semeadura direta no Brasil. Tese. Doutorado. Unb. 2024:
http://repositorio2.unb.br/handle/10482/51167?locale=es

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta
https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Plante as árvores do Xingu e Araguaia: Manual do Plantador
https://www.researchgate.net/publication/260635364_Plante_as_Arvores_do_Xingu_e_Araguaia_-_manual

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano
http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf

- Guia da Muvuca
  https://www.researchgate.net/publication/326925883_Guia_da_Muvuca_-_O_passo_a_passo_da_semeadura_direta_de_mixes_de_sementes_para_restauracao_ecologica_Muvuca_Seeding_Guide_-_Step_by_Step_for_mechanized_direct_seeding_of_seed_mixes_for_ecological_rest

- Espécies arbóreas e estratégias para a recomposição da vegetação nativa no bioma cerrado
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1098121/especies-arboreas-e-estrategias-para-a-recomposicao-da-vegetacao-nativa-no-bioma-cerrado

- Vídeo: Muvuca de Sementes: Conheça essa técnica de plantio mais econômica e eficiente
  https://www.nacaoagro.com.br/tecnica-rural/muvuca-de--sementes-conheca-essa-tecnica-de-plantio-mais-economica-e-eficiente

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Restauração de ecossistemas florestais
  https://www.youtube.com/h?v=csx66LqpBjc&list=PLMUyAWiF6TDl2psEchGQ24RmytYop8nFI&index=5

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Semeadura em vegetações savânicas ou campestres
  https://www.youtube.com/watch?v=mSOYQvQB7iI&list=PL-MUyAWiF6TDl2psEchGQ24RmytYop8nFI&index=6

- Vídeo: Semeadura Direta no Cerrado
  https://www.youtube.com/watch?v=mRcLETC5AQs&t=1s

  Vídeo: Plantio direto com sementes florestais (sistema de muvuca)
  https://www.youtube.com/watch?v=rgHdgDkUow4&t=39s

6 E 7 – MONITORAMENTO E MANEJO

- Guia observação do sucesso da implantação da semeadura direta
  https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5fa42f672a8eca0b756fe7b8

- Protocolo padrão de avaliação e manejo adaptativo para novos plantios com semeadura direta
  https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5fa4302b2a8eca0b756fe7b9

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta
  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Sementes, Plântulas e Restauração no Sudeste Goiano
  http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Consolaro-et-al-2019_Sementes-pl%C3%A2ntulas-e-restaura%C3%A7%C3%A3o-no-sudeste-goiano.pdf

- Espécies arbóreas e estratégias para a recomposição da vegetação nativa no bioma cerrado
  https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1098121/especies-arboreas-e-estrategias-para-a-recomposicao-da-vegetacao-nativa-no-bioma-cerrado

- Métodos de Recomposição da Vegetação Nativa
  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155321/1/folder-metodos-de-recomposicao-da-vegetacao-nativa.pdf

- Manual de Restauração Florestal
  https://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal.pdf

- Cartilha de Restauração Florestal de Áreas de Preservação Permanente, Alto Teles Pires, MT

  http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/TNC_Cartilha_MT_INTERATIVO_17-9-2015.pdf

- Manual de Restauração Florestal de Áreas de Preservação Permanente Alto Teles Pires-MT

  http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2015_TNC_Manual_MT_INTERATIVO_17-9-2015.pdf

- Manual de Restauração Ecológica: Técnicos e Produtores Rurais no Extremo Sul da Bahia

  https://www.mpba.mp.br/sites/default/files/biblioteca/meio-ambiente/downloads/2016/manual_restauracao_ecologica_2016.pdf

- Manual de Restauração da Vegetação Nativa do Estado do Tocantins

  https://central.to.gov.br/download/42957

- Protocolo de Monitoramento da Recomposição da Vegetação Nativa em Mato Grosso

  https://www.researchgate.net/publication/326606086_Protocolo_de_Monitoramento_da_Recomposicao_da_Vegetacao_Nativa_em_Mato_Grosso

- Protocolo de Monitoramento da Recomposição da Vegetação Nativa no Distrito Federal

  https://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Cartilha-Protocolo-de-Monitoramento-Vegeta%C3%A7%C3%A3o-Nativa.pdf

- Protocolo de monitoramento de São Paulo

  https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2016/12/2015_1_15_Procotolo_monitoramento_restauracao_vfinal.pdf

- Avaliação de indicadores da Recomposição da vegetação nativa no Distrito Federal e em Mato Grosso

  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170969/1/relatorio-input-MT-DF.pdf

- Vídeo: 10 anos de Restauração no Xingu via semeadura direta

  https://www.youtube.com/watch?v=uKRrrD1N11g&t=115s

I. Viabilidade social, ambiental e econômico-financeira da semeadura

- Mercado de Sementes e Restauração: Provendo Serviços Ambientais e Biodiversidade

  https://caminhosdasemente.org.br/api/uploads/caminhos-da-semente/pdfs/RSC_Projeto-mercado-de-sementes-e-restauracao-2018-2021.pdf

- Guia de restauração do Cerrado: volume 1: semeadura direta

  https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141879/1/Restauracao-semeadura-direta-cerrado-PDF-WEB.pdf

- Guia de árvores com valor econômico

  https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf

- Vídeo: Caminhos da Semente

  https://www.youtube.com/watch?v=O0ABPxnuYck

- Vídeo: Iniciativa Caminhos da Semente - Programa Agricultura

  https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=Jc6Ujgu0nqc&feature=emb_logo

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Sementes nativas: Mistura e onde encontrá-las

  https://youtu.be/afbPQ5IgTYI?si=ZvJM-CeR8Gw-DM4f

- Vídeo: Muvuca de Sementes: Conheça essa técnica de plantio mais econômica e eficiente
  https://www.nacaoagro.com.br/tecnica-rural/muvuca-de--sementes-conheca-essa-tecnica-de-plantio-mais-economica-e-eficiente

- Vídeo: Plantio direto com sementes florestais (sistema de muvuca)
  https://www.youtube.com/watch?v=rgHdgDkUow4

- Vídeo: Biodiversidade e geração de renda - O ciclo da abundância da semeadura direta
  https://www.youtube.com/watch?v=bhOLwr2No8s

- Vídeo: CERRADO DE PÉ: CONHEÇA OS COLETORES E COLETORAS DE SEMENTES
  https://www.youtube.com/watch?v=09ASdvaWAN4&t=253s

- Vídeo: Fica, vai ter floresta
  https://www.youtube.com/watch?v=FmT21CO5f9U

- Vídeo: Como a Rede de Sementes do Xingu é organizada?
  https://youtu.be/T0wcqTxCRtM?si=mhj6BOmJDvyfafBg

- Vídeo: Elas nunca vão andar sozinhas
  https://www.youtube.com/watch?v=V9NjWUTKvho

- Vídeo: Xingu, histórias dos produtos da floresta
  https://www.youtube.com/watch?v=5JQieV6gss8&t=50s

- Vídeo: Floresta de gente, floresta de semente
  https://www.youtube.com/watch?v=8z8I8LLz51Q

- Vídeo: Restauradores do Cerrado
  https://www.youtube.com/watch?v=tHoX0AU4cdI

II. Unidades de aprendizagem da semeadura direta

- Mapa de restauração ecológica com semeadura direta no Brasil
  https://www.caminhosdasemente.org.br/mapa

- Semeadura Direta para Restauração: Experiências Diversas pelo Brasil
  https://www.caminhosdasemente.org.br/biblioteca/5f91be24953a223f3a507ca1

- Vídeo: Iniciativa Caminhos da Semente - Programa Agrocultura
  https://youtu.be/Jc6Uigu0nqc?si=-IkK71bYBnszZ1Ad

- Vídeo: Muvuca na Fazenda Brasil
  https://www.youtube.com/watch?v=mGxYjXA_6LQ

- Vídeo: Semeadura direta na Restauração ecológica | Semeadura direta no Brasil
  https://www.youtube.com/watch?v=ki14ltmXatk&t=164s



CRÉDITOS DAS IMAGENS

FIGURA 2:

a,b e c) - Fagno Reis/Coopprojirau

QUADRO 1:

Daniel Luis Mascia Vieira/Embrapa

QUADRO 5:

a)- Rodrigo Carvalho Gonçaves/Redário/ISA; b,c) Tui Anandi/ISA; d) Cláudio Tavares/ISA; e) Matheus Rezende/ISA

QUADRO 6:

Capins - a,b e d) Maurício Mercadante/Acervo RSC; c) Andre Benedito/Acervo RSC; d) Bárbara Pacheco/VerdeNovo Sementes
Arbustos – a) Alexandre Sampaio/ICMBio; b,d) Andre Benedito/Acervo RSC; c)Maurício Mercadante/Acervo RSC

FIGURA 10:

Matheus Rezende/ISA

FIGURA 11:

a) Acervo Iniciativa Caminhos da Semente; b,c) Henrique Aguiar/Agroicone

FIGURA 12:

a,b) Edézio Miranda/Agroicone

FIGURA 13:

Matheus Rezende/ISA

FIGURA 14:

a,c,f e g) Matheus Rezende/ISA; b) Henrique Aguiar/Agroicone; d) Edézio Miranda/Agroicone; e) Paulo Plá/Redário/ISA; h) Manoela Meyer/ISA

FIGURA 15:

a) Edézio Miranda/Agroicone; b) Matheus Rezende/ISA

FIGURA 16:

a) Ingo Isernhagen/Embrapa; b,e) Henrique Aguiar/Agroicone; c) Edézio Miranda/Agroicone; d) Matheus Rezende/ISA; f) Cassiano Marmet

QUADRO 11:

a,b) Edézio Miranda/Agroicone

FIGURA 17:

a) Vitória Filgueiras/Rioterra; b) Matheus Rezende/ISA; c) Henrique Aguiar/Agroicone

FIGURA 19:

Henrique Aguiar/Agroicone

QUADRO 13:

a,b) Samuel Cortez/Iniciativa Verde; c,d) Mário Santana/Primaflora



REALIZAÇÃO:

Instituto Socioambiental

AGROICONE
conhecimento para uma nova economia

REDÁRIO

Embrapa

APOIO:

iCS instituto CLIMA e SOCIEDADE

BEZOS EARTH FUND

Good Energies
POWER FOR A BETTER WORLD

Financiado pela União Europeia

ISBN: 978-65-88037-34-8

CSL

9 786588 037348