



Restauração florestal mecanizada Semeadura direta sobre palhada



Instituto
Centro
de Vida

Restauração florestal mecanizada

Semeadura direta sobre palhada



**Atribuição - Não Comercial - Compartilha Igual
CC BY-NC-SA**

ESTA LICENÇA PERMITE QUE OUTROS REMIXEM, ADAPTEM E CRIEM A PARTIR DO SEU TRABALHO PARA FINS NÃO COMERCIAIS, DESDE QUE ATRIBUAM A VOCÊ O DEVIDO CRÉDITO E QUE LICENCIEM AS NOVAS CRIAÇÕES SOB TERMOS IDÊNTICOS.

O CONTEÚDO APRESENTADO NESTE DOCUMENTO É DE RESPONSABILIDADE DOS AUTORES, NÃO REPRESENTANDO A POSIÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES QUE FINANCIAM ESTA INICIATIVA.

AUTORIZA-SE A REPRODUÇÃO DESTA PUBLICAÇÃO COM FINALIDADES EDUCATIVAS E OUTROS FINS NÃO COMERCIAIS, SEM A PRÉVIA PERMISSÃO ESCRITA DE QUEM DETENHA OS DIREITOS DE AUTOR, CONTANTO QUE SE MENCIONE A FONTE.

PROÍBE-SE A REPRODUÇÃO DESTA PUBLICAÇÃO PARA VENDA OU PARA OUTRAS FINALIDADES COMERCIAIS SEM A PRÉVIA PERMISSÃO ESCRITA DO AUTOR.

Maurício Hoffmann

Restauração florestal mecanizada

Semeadura direta sobre palhada

Alta Floresta, agosto de 2015



Realização

Instituto Centro de Vida (ICV)

Autor

Maurício R. Hoffmann Moura

Fotografias

Maurício R. Hoffmann Moura, Odair de Souza Fagundes, João Gilberto P. Milanez e Eduardo de A. S. Florence

Revisão Técnica

Marcos Tito Rugnitz

Revisão

Giselle Marques Ramos de Oliveira

Projeto gráfico e diagramação

Ana Cristina Silveira/Anacê Design

ICV Cuiabá

Fone: +55 (65) 3621 3148
Rua Américo Salgado, 1890, Santa Helena, Cuiabá (MT), Brasil.
CEP: 78045-055

ICV Alta Floresta

Fone: +55 (66) 3521-8555
Av. Ariosto da Riva, 3473, Centro, Alta Floresta (MT), Brasil.
CEP: 78580-000

ICV Cotriguaçu

Fone: +55 (66) 3555-1165
Rua Geneci Castanha, 141, Centro, Cotriguaçu (MT), Brasil.
CEP: 78330-000

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

H699r

Hoffmann, Maurício Rigon Moura. Restauração florestal mecanizada : semeadura direta sobre palhada. / Maurício Rigon Moura Hoffmann. -- Alta Floresta-MT: ICV, 2015. 27p.

ISBN 978-85-62361-13-5

1.Restauração Florestal. 2.Semeadura Direta. 3.Sementes Florestais. 4.Espécies Florestais. 5.Estudos Fitossociológicos. 6.Manejo Mecanizado. I.Título.

CDU 504 : 63

SUMÁRIO

- 7** APRESENTAÇÃO
- 9** INTRODUÇÃO
- 13** **Capítulo 1** PADRÕES NATURAIS IMPORTANTES PARA A SEMEADURA DIRETA DE SEMENTES FLORESTAIS
- 17** **Capítulo 2** DIAGNÓSTICO DE ÁREAS PARA UTILIZAÇÃO DE MECANIZAÇÃO
- 21** **Capítulo 3** PASSOS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL COM SEMEADURA DIRETA DE ESPÉCIES FLORESTAIS SOBRE PALHADA
- 37** **Capítulo 4** ESTUDOS FITOSSOCIOLÓGICOS INICIAIS
- 43** **Capítulo 5** CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANEJO MECANIZADO DE RESTAURAÇÕES FLORESTAIS ATÉ 3° ANO
- 47** **Capítulo 6** CONSIDERAÇÕES FINAIS
- 48** LEITURA COMPLEMENTAR E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apresentação

Com a aprovação do novo Código Florestal (Lei Nº 12.651/12), estimou-se a necessidade de recomposição florestal de 80 milhões de hectares de áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs). No entanto, grande parte dessas áreas hoje é considerada improdutivo, pois, de acordo com Gerd Sparovek (2010), 80% das APPs desmatadas no Brasil estão ocupadas por pastos degradados.

A questão em torno da necessidade de recuperação dessa grande extensão de área é: Quem pagará a conta? Atualmente, sabe-se que, em média, o valor orçado por empresas que fazem o reflorestamento convencional com mudas nativas pode chegar a 16 mil reais por hectare.

Preocupados com a capacidade dos produtores rurais para assumir esses custos, alguns pesquisadores e técnicos vêm buscando desenvolver métodos que permitam diminuir os custos de implementação e manejo em restauração ecológica e, desse modo, tornar a técnica utilizada mais simples e eficiente. Na Amazônia brasileira, tanto o Instituto Socioambiental (ISA) quanto o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) vêm trabalhando no desenvolvimento de metodologias de restauração florestal mecanizada, através do lanceio de sementes. Já na região da Mata Atlântica, principalmente, o Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (Lerf), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), também vêm desenvolvendo estudos em semeadura direta.

Em outra vertente complementar, desde 2003, os engenheiros Maurício Hoffmann, Juliano Oliveira e o advogado André Lima

desenvolvem alguns implementos para semeadura direta sobre palhada. Atualmente, eles empregam a técnica com patentes registradas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), que possibilitam o desenvolvimento deste método de restauração florestal mecanizada, utilizando a sucessão das espécies vegetais. Sobretudo, esse método assegura a redução dos custos de implantação e manejo do sistema.

A presente publicação é fruto de uma consultoria realizada para o Instituto Centro de Vida (ICV) no âmbito do projeto Pecuária Integrada de Baixo Carbono, nos anos de 2012 a 2015, desenvolvida em 10 propriedades rurais localizadas no município de Alta Floresta-MT, e tem como objetivo apresentar os resultados observados a partir da utilização do método de restauro florestal com plantio direto de sementes florestais sobre palhada, desenvolvido por Hoffmann na Fazenda Elo Florestal, DF.

O material é voltado para divulgar alternativas de plantio e manejo ao público atuante no segmento de restauração ecológica, buscando contribuir, assim, para novas perspectivas em pesquisas e restauração florestal em larga escala com custos menores e, principalmente, com uma eficiência técnica significativa.

Ao longo da leitura, será possível observar informações referentes ao diagnóstico e a indicação de uso do método, além das técnicas e dos implementos utilizados, uma avaliação inicial dos resultados ambientais e, ainda, o custo médio de implantação e manejo levantados durante os três anos do trabalho.

Introdução

O novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) estabeleceu limites de uso das áreas dos imóveis rurais para que se mantenha o equilíbrio entre as dimensões ambiental e econômica na exploração agropecuária. Essa lei refere-se, ainda, à proteção e preservação de florestas, matas ciliares, Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.

Nos casos em que não houve a preservação das áreas e, encontram-se em um nível de degradação causado pela ação humana, que impede a sua recuperação natural, em cumprimento a lei, são necessárias ações de restauração ecológica nestas áreas.

Para retornar ao seu processo natural, a restauração ecológica depara-se com diversos tipos de impedimentos, sendo estes: camadas compactadas de solo, erosão de diferentes níveis até as voçorocas, domínio de espécies invasoras, a ausência de sementes e ou dispersores de sementes, entre outras **(FIGURAS 1 A 4)**.

Assim, a escolha da técnica de restauro foi resultado de um diagnóstico de cada área a ser recuperada.

O método de restauração apresentado segue alguns padrões naturais que resultam nas técnicas utilizadas, como detalhado a seguir.

1



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

Impactos ambientais de erosão em sulcos em Área de Preservação Permanente, irreversível.

2



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

Paisagem de degradação ambiental ainda comum em nosso país. Uma situação de ausência de sementes e dispersores em APP.



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

3
Área de nascente utilizada para pastagem, com processo de erosão grave pela presença de gado.



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

4
Vossoroca em uma cabeceira de nascente, depositando toneladas de terra em um curso de água.

Padrões naturais importantes para a semeadura direta de sementes florestais

Uma floresta possui padrão natural de desenvolvimento relacionado à sucessão vegetal, à estrutura florestal, à composição da biodiversidade e à densidade das plantas e plântulas.

Embora os padrões naturais sejam seguidos em parte nos diversos métodos de restauro florestal, este método de restauração que está sendo apresentado, diferencia-se de outros encontrados na literatura pois utiliza as espécies pioneiras (gramíneas) com a função de acúmulo de biomassa e supressão destas mesmas espécies com a própria biomassa. Também não se encontrou a utilização de espécies leguminosas juntamente com gramíneas com a função de criação de ambiente para o desenvolvimento das espécies florestais.

O estudo desses padrões permitiu o desenvolvimento do método e das técnicas utilizadas nas atividades da restauração ecológica apresentadas. Cabe ressaltar que o método tem base na teoria da sucessão natural, desenvolvida pelo agricultor e pesquisador Ernst Gotsch:

SUCCESSÃO NATURAL DE PLANTAS – os ambientes são colonizados por espécies anuais, como gramíneas e leguminosas, ou seja, espécies pioneiras. Na sequência, desenvolvem-se espécies secundárias 1 da capoeira (arbustos); depois, desenvolvem-se as espécies secundárias 2 e 3, árvores das florestas secundárias, até o auge dos ecossistemas florestais, quando predominam as

espécies arbóreas clímax ou primárias. As espécies pioneiras têm fundamental importância, criando condições edáficas para o desenvolvimento das espécies secundárias e da mesma forma as secundárias, com função de formação do ambiente necessário ao desenvolvimento das espécies clímax.

BIODIVERSIDADE E DENSIDADE DE PLÂNTULAS – este é um padrão natural estratégico, que possibilita às espécies escolherem o melhor local para o seu desenvolvimento. Com o passar do tempo, aquelas plântulas, as quais encontram-se melhor acompanhadas no processo de sucessão, sobressaem e definem a estrutura florestal.

ESTRUTURA FLORESTAL – as espécies vegetais se organizam para otimizar o processo de absorção da luz do sol. Desta forma, diferentes espécies ocupam nichos variados ou estratos florestais, captando diferentes comprimentos de onda de luz (**FIGURA 5**).

Estes três padrões naturais utilizados podem ser observados em ecossistemas florestais, nos diferentes biomas. Então, além da escolha de uma quantidade de espécies suficiente para possibilitar que ocorram estes padrões naturais, é necessário observar o relevo, o tipo de solo, profundidade do lençol freático, entre outros aspectos, que orientam a escolha das espécies a serem utilizadas na restauração ecológica (**FIGURA 6**).

5



FOTO: EDUARDO FLORENCE

Observação de padrões naturais (Sucessão natural, biodiversidade e estrutura florestal) em diferentes áreas na região de Alta Floresta (MT).

6



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

Identificação de espécies, áreas em diferentes estágios sucessionais e diferentes locais do relevo.

Diagnóstico de áreas para utilização de mecanização

Quando realizado corretamente, um diagnóstico pode indicar a técnica de restauração ecológica adequada ou apenas intervenções pontuais. Conforme estabelecido no Manual para restauração florestal: florestas de transição (CURY, 2011), recomenda-se a técnica de restauração florestal mecanizada nos casos em que ocorre uma supressão da vegetação nativa para dar lugar à agricultura ou pecuária. Para isso, deve-se isolar a área, no caso da pecuária, em seguida, realizar a descompactação do solo e o restabelecimento de parte da biodiversidade original.

Logo depois, deve-se fazer um diagnóstico mais específico, realizado diretamente no local, e levantar os seguintes dados:

- 1 *Histórico da área a ser restaurada. Cultivos anteriores; presença ou ausência de animais; risco de incêndio.*
- 2 *Análise da paisagem e conexões com áreas remanescentes ou isoladas. Possibilidade de conexão com áreas de florestas naturais preservadas e formação de corredores ecológicos.*
- 3 *Identificação da vegetação presente na área a ser restaurada. Levantamento das espécies presentes e possibilidade de isolamento de áreas sem necessidade de restauração.*

- 4 *Análise de solo da área a ser restaurada.*
- 5 *Quantificação do volume de biomassa presente.*
- 6 *Teste do nível de compactação.*
- 7 *Identificação de insetos relacionados às espécies florestais.*
- 8 *Levantamento da flora nativa em regeneração na região.*

Esse diagnóstico indicará os locais mais adequados para a restauração: do ponto de vista da análise da paisagem, possibilitará avaliar e recomendar as técnicas a serem utilizadas, tais como subsolagem, nivelamento, adubação, semeadura para produção de biomassa, tempo de pousio, entre outras.

Deve-se considerar também, por questões de segurança, que a mecanização somente é realizável em áreas com a inclinação máxima especificamente recomendada ao trator utilizado, assim como em áreas onde haja a dominância de vegetação composta de gramináceas, herbáceas e arbustos. Caso exista a ocorrência de algumas poucas árvores, estas podem ser preservadas, contornando-as com as máquinas.

Quando o diagnóstico indicar a possibilidade de uso de semeadura direta sobre palhada, o método poderá ser utilizado, sendo importante analisar o contexto inerente ao método de restauração **(QUADRO 1)**.

Análise do contexto inerente ao método de restauração florestal através de semeadura direta de espécies florestais sobre palhada

| | Vantagens | Desafios | Recomendações |
|-------------------------|---|---|---|
| ANTES DO PLANTIO | Dispensa o uso de herbicidas, por causa do acamamento de palhada. | Conhecer o método e realizar com base em critérios técnicos necessários. | Iniciar a preparação do local um ano antes. |
| | Evita erosão, pois não revolve solo. | A área precisa ser protegida de incêndios. | Construir aceiros. |
| IMPLANTAÇÃO | Podem estabelecer com facilidade uma densidade maior que 2000 plântulas florestais por hectare. | Limite para declividade do terreno. O real compromisso dos produtores rurais com a restauração ecológica. | Aquisição de máquinas adaptadas e específicas para restauração florestal. |
| | Baixo custo e alto rendimento na implantação e manejo. | Áreas acima de um hectare. Logística de aquisição de sementes. | Estudos da biodiversidade regional e estabelecimento de rede de coleta de sementes. |
| | Logística de plantio de sementes é mais simples que para o plantio de mudas. | Armazenagem de sementes para manutenção da germinação. | Ambiente climatizado para armazenagem e equipamentos de transporte isotérmicos. |
| MANEJO | Manejes e manutenção facilitados pela mecanização e alinhamento do plantio. | Acompanhamento das épocas de manejo e cuidados nas operações para não danificar plântulas florestais. | Necessidade de trator e roçadeira acoplada na tomada de potência (TDP). |

Passos para a restauração florestal com semeadura direta de espécies florestais sobre palhada

O levantamento de espécies presentes na propriedade rural e em áreas próximas de capoeira e floresta indica as espécies que podem ser utilizadas na restauração. Para que isso ocorra, é necessário selecionar um número mínimo de espécies de cada grupo sucessional: 3 pioneiras, 5 secundárias I, 5 secundárias II, 5 secundárias III e 10 climáticas e além do plantio de espécies de ciclo curto, pioneiras e secundárias I (ciclo de vida de 1 a 5 anos) leguminosas e espécies da capoeira. Estas espécies têm uma função fundamental na substituição das gramíneas e criação de ambiente para o desenvolvimento das espécies secundárias e climáticas. Para tanto, deve-se observar a capacidade de cobertura de linha, sombreamento inicial e das espécies do grupo de pioneiras, secundárias I e II.

As espécies climáticas são incluídas no primeiro momento na restauração florestal. Por isso, a importância do plantio de pioneiras e secundárias, que através de roçagem mecanizada, estimula o processo de sucessão natural.

É fundamental introduzir a máxima biodiversidade possível, para todos os grupos sucessionais, com vistas a uma estrutura florestal multiestratificada. Esta, por sua vez, otimiza a absorção de luz solar, pela adaptação as especificidades de cada microsítio.

PASSO 1 Seleção de espécies e sementes

As espécies citadas nos **QUADROS 2 E 3** foram identificadas na região de Alta Floresta-MT e, também, foram observadas em outros restauros florestais realizados na região pela Secretaria de Meio Ambiente de Alta Floresta-MT, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e pelo ICV. Com isso, foram adquiridas sementes de três fornecedores regionais, com objetivo de obter maior diversidade de espécies e de material genético, diferentes para cada espécie florestal. Uma vez definidas as espécies para a região, passa-se a contatar os servidores de sementes.

QUADRO 2

Espécies nativas e grupos sucessionais para restauração florestal na região de Alta Floresta (MT)

| nº | Espécie | Nome Popular | Grupos Sucessionais | Posição no Relevo |
|----|------------------------------------|----------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | <i>Pera celuviana</i> | Cafezinho/ Euforbiaceae | Secundária 1 | Vale úmido |
| 2 | <i>Vismia citifolia</i> | Lacre folha média | Secundária 2 | Encosta |
| 3 | <i>Vismia guianensis</i> | Lacre folha grande | Secundária 2 | Vale úmido |
| 4 | <i>Visnea sanduichi</i> | Lacre | Secundária 2 | Vale úmido |
| 5 | <i>Zanthoxylum djalma batistai</i> | Mamica de porca | Secundária 2 | Encosta |
| 6 | <i>Swartzia grandifolia</i> | Olho de boi | Secundária 2 | Encosta |
| 7 | <i>Trema micrantha</i> | Porva, Piriquiteira | Secundária 2 | Encosta |
| 8 | <i>Sapotacea crisophilum</i> | Cafezinho tóxico | Secundária 2 | Encosta |
| 9 | <i>Schizolobium amazonicum</i> | Pinho cuiabano | Secundária 2 | Encosta |
| 10 | <i>Senegalia macrofila</i> | Monjoleiro | Secundária 2 | Encosta |
| 11 | <i>Sengalia heterofila</i> | Cambará do brejo | Secundária 2 | Encosta |
| 12 | <i>Senna</i> | Fedegoso | Secundária 2 | Encosta |
| 13 | <i>Solanum grandiflorum</i> | Lobeira | Secundária 2 | Encosta |
| 14 | <i>Solanum miriatum</i> | Jurubeba | Secundária 2 | Encosta |
| 15 | <i>Ormosia arbórea</i> | Olho de cabra | Secundária 2 | Encosta |
| 16 | <i>Diospyros sp</i> | Caquizeiro | Secundária 2 | Encosta |
| 17 | <i>Platymiscium duckei</i> | Coração negro | Secundária 2 | Encosta |

| nº | Espécie | Nome Popular | Grupos Sucessionais | Posição no Relevo |
|----|-------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 18 | <i>Kolubrina granduva</i> | So brasil | Secundária 2 | Encosta |
| 19 | <i>Licostilis tomentosus</i> | Limãozinho | Secundária 2 | Encosta |
| 20 | <i>Aegiphila celuviana</i> | Tamanqueira | Secundária 2 | Encosta |
| 21 | <i>Apeiba timbourbou</i> | Pau Jangada | Secundária 2 | Encosta |
| 22 | <i>Bauhinia angulata</i> | Pata de vaca | Secundária 2 | Encosta |
| 23 | <i>Chloroleucum tortum</i> | Esonja/Vinhático | Secundária 2 | Encosta |
| 24 | <i>Cytharexylum</i> | Fruta de pombo | Secundária 2 | Encosta |
| 25 | <i>Clitoria seluviana</i> | Três folhas | Secundária 2 | Brejo |
| 26 | <i>Chrysophyllum sp.</i> | Caretinha | Secundária 2 | Encosta |
| 27 | <i>Croton matorensense</i> | Sangue d'água | Secundária 2 | Brejo/Vale |
| 28 | <i>Elioteca globosa</i> | Embiru | Secundária 3 | Encosta |
| 29 | <i>Enterolobium schomburgkii B.</i> | Orelinha | Secundária 3 | Encosta |
| 30 | <i>Enterolobium tibouva</i> | Tamboril | Secundária 3 | Encosta |
| 31 | <i>Genipa americana</i> | Jenipapo | Secundária 3 | Vale úmido |
| 32 | <i>Maclura tinctoria</i> | Amoreira branca | Secundária 3 | Encosta |
| 33 | <i>Pouteria kaimito</i> | Taturuba | Secundária 3 | Encosta |
| 34 | <i>Samanea tubulosa</i> | Ingã mel | Secundária 3 | Encosta |
| 35 | <i>Sapium glandulatum</i> | Inharé | Secundária 3 | Encosta |
| 36 | <i>Sapium laurifolium</i> | Inharé do alto | Secundária 3 | Encosta |
| 37 | <i>Triplaris americana branca</i> | Taxi | Secundária 3 | Vale úmido |
| 38 | <i>Sclerolobium crisophilum</i> | Taxi com casca | Secundária 3 | Vale úmido |
| 39 | <i>Schefflera morototoni</i> | Morototó | Secundária 3 | Encosta |
| 40 | <i>Codia eliodora</i> | Louro | Secundária 3 | Encosta |
| 41 | <i>Buchenavia capitata</i> | Mirindiba | Secundária 3 | Encosta |
| 42 | <i>Triplaris americana vermelha</i> | Taxi | Secundária 3 | Encosta |
| 43 | <i>Socratea exorrhiza</i> | 7 pernas | Climácicas | Encosta |
| 44 | <i>Sapium marmieri</i> | Inharé | Climácicas | Brejo |
| 45 | <i>Sparattosperma leucanthum</i> | Ipê rosa | Climácicas | Encosta |
| 46 | <i>Spondias mombin</i> | Cajã | Climácicas | Encosta |
| 47 | <i>Cariniana rubra</i> | Jequitibã do brejo | Climácicas | Brejo |
| 48 | <i>Cedrela odorata L.</i> | Cedro | Climácicas | Encosta |
| 49 | <i>Ceiba pentandra</i> | Sumaúma | Climácicas | Encosta |
| 50 | <i>Ceiba speciosa</i> | Paineira | Climácicas | Encosta |
| 51 | <i>Copaifera</i> | Copaiba | Climácicas | Encosta |
| 52 | <i>Andira pavifolia</i> | Angelim doce | Climácicas | Encosta |
| 53 | <i>Phenakospermum guianensis</i> | Pacova | Climácicas | Encosta |
| 54 | <i>Mauritia flexuosa</i> | Buriti | Climácicas | Encosta |

| nº | Espécie | Nome Popular | Grupos Sucessionais | Posição no Relevo |
|----|-----------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| 55 | <i>Handroantus serratifolium</i> | Ipê amarelo | Climáticas | Encosta |
| 56 | <i>Handroanthus impetiginosus</i> | Ipê roxo | Climáticas | Encosta |
| 57 | <i>Hymenaea courbaril</i> | Jatobá | Climáticas | Encosta |
| 58 | <i>Geissospermum agentum</i> | Quina | Climáticas | Encosta |
| 59 | <i>Culma macrocarpa</i> | Soveira | Climáticas | Encosta |

Nota: construção do autor. Levantamento dos dados e indicação de Maurício Hoffmann e José Piva.

QUADRO 3

Espécies do grupo sucessional de pioneiras e secundárias I para restauração florestal

| nº | Espécie | Nome Popular | Grupos Sucessionais | Posição no Relevo |
|----|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | <i>Crotalaria juncea</i> | Crotalária (juncea) | Pioneira | Encosta |
| 2 | <i>Cosmos sulphurea</i> | Cosmo | Pioneira | Encosta |
| 3 | <i>Crotalaria spectabilis</i> | Crotalária | Pioneira | Encosta |
| 4 | <i>Cajanus cajan</i> | Feijão Guandu | Secundária 1 | Encosta |
| 5 | <i>Ricinus</i> | Mamona | Secundária 1 | Encosta |
| 6 | <i>Tephrosia candida</i> | Tefrósia | Secundária 1 | Encosta |

Nota: construção do autor.

PASSO 2 Preparação prévia da área para restauração florestal mecanizada

LIMPEZA DA ÁREA – a área a ser restaurada precisa estar livre de tocos, pedras e buracos que possam danificar a plantadeira e a trincha. Assim, deve-se realizar a limpeza da área, recolhendo pedras e madeiras. O terreno deve ser plainado, desmanchando cupinzeiros, valetas e buracos (**FIGURA 7**). Quando não for possível remover tais obstáculos, estes devem ser demarcados com 4 estacas.

DESCOMPACTAÇÃO DO SOLO – a descompactação deve ser realizada antes do enleiramento (**FIGURA 8**). Esta operação só pode ser realizada com o solo um pouco úmido, ou seja, em ponto de friabilidade. Esse será o momento em que o solo estará com um teor de umidade que parte dele pode ser comprimida na mão e é facilmente moldada. Mas, tão logo cessada essa força, a amostra é facilmente esboroadada, isto é, reduzida a pequenos fragmentos.

ACÚMULO DE BIOMASSA – as gramíneas devem ser utilizadas estrategicamente para produção de palhada e cobertura de solo, sendo base para os plantios diretos de sementes florestais. Assim, estas espécies precisam crescer com antecedência suficiente para acúmulo de palhada, o que ocorre em torno de 60 dias, para posterior roçagem e enleiramento da palhada (**FIGURA 9**).

ENLEIRAMENTO DA PALHADA – o enleiramento deve ser realizado três vezes, com antecedência de um ano agrícola, para que a palhada acumulada entre em decomposição e suprima as touceiras de capins que estão na leira de palhada. Esta operação é realizada com a utilização de um implemento de trituração (trincha) que precisa receber um equipamento acessório para enleirar a palhada em faixas. Estas leiras são dispostas com uma distância entre 2 e 3,5 metros, ajustada de acordo com as máqui-

nas utilizadas (FIGURAS 10 E 11). Esta camada de palhada em leira tem a função de fertilização, conservação do solo e manutenção de umidade, condições importantes para o desenvolvimento das espécies florestais. No caso da área de preservação permanente, este método, não revolve o solo, cobre-o com palhada, evitando processos erosivos em terrenos íngremes e próximos a nascentes ou cursos de água. A supressão das espécies gramíneas é outra ação importante que ocorre naturalmente resultante do acúmulo de palhada (FIGURAS 12 A 14).



Plainando o terreno antes da restauração ecológica.

8



FOTO: JOÃO MILANEZ

Preparo de solo, em caso de camadas compactadas, subsolagem nas linhas de plantio.

9



FOTO: JOÃO MILANEZ

Produção de biomassa em APP a partir de pastagem de *Brachiária decumbens* para acúmulo de palhada.

10



FOTO: SILVIO SARDINHA

Definição do espaçamento entre linhas florestais.

11

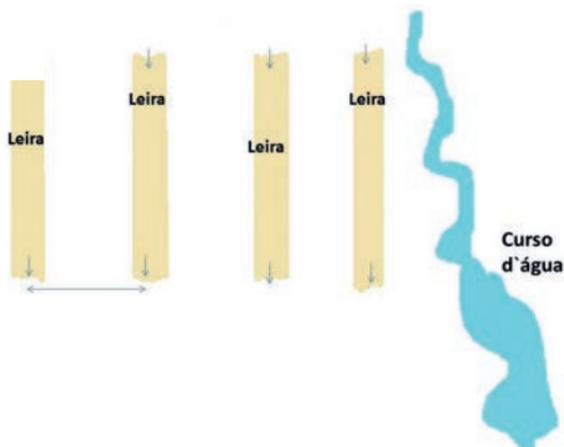


FOTO: ODAIR FAGUNDES

Processo de roçagem e enleiramento de palhada com triturador/enleirador.

12

Croqui de disposição das leiras de palhada nas APP's.



NOTA: CONSTRUÇÃO DO AUTOR

13



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Linha de enleiramento de palhada onde será realizada a semeadura florestal.

14



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Palhada em processo de decomposição após 60 dias.

PASSO 3 Plantio direto de sementes florestais sobre palhada

PREPARO DO SUBSTRATO – para o plantio, é preciso misturar as sementes florestais com um substrato, fazendo-se uma mistura com fertilizantes, que impede o deslocamento das sementes durante o movimento da plantadeira. A quantidade dos fertilizantes será calculada de acordo com a interpretação da análise do solo, com função de restabelecimento da fertilidade com nutrientes em quantidade similar à encontrada nas florestas primárias da região. O substrato deve ser composto, principalmente, de pó de rochas e micronutrientes **(FIGURAS 15 E 16)**.

ADUBAÇÃO – é importante analisar a carência de nutrientes e supri-la. No entanto, não se recomenda a adubação nitrogenada, pois estimula o crescimento das gramíneas, principalmente. O nitrogênio deve ser provido pela adubação verde com leguminosas.

ADAPTAÇÃO E REGULAÇÃO DA PLANTADEIRA – regula-se a plantadeira para aplicar o volume calculado da mistura por hectare a uma profundidade de dois centímetros. As outras caixas de sementes devem ser abastecidas com sementes de pioneiras e secundárias 1. O plantio será realizado sobre a palhada enleirada **(FIGURAS 17 E 18)**.

COBERTURA DO PLANTIO COM PALHADA – com o objetivo de proteger as sementes e diminuir os problemas de dessecação ou predação de plântulas florestais por formigas e pássaros, após o plantio, deve-se passar a trincha na entrelinha mais uma vez, lançando-se três centímetros de palhada sobre o plantio.

15



FOTO: ODAIR FAGUNDES

Regulagem de plantadeira e mistura de sementes com substratos e fertilizantes.

16

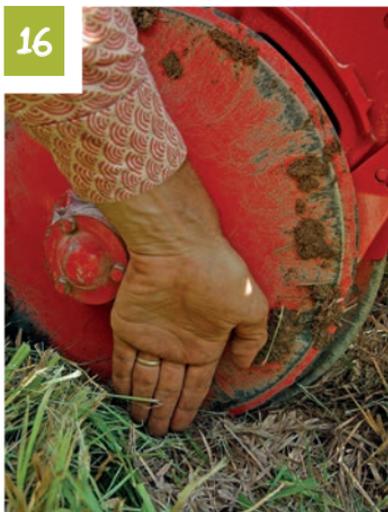


FOTO: MAURÍCIO HOFMANN

Plantio direto sobre palhada com plantadeira adaptada para semeadura de sementes florestais.

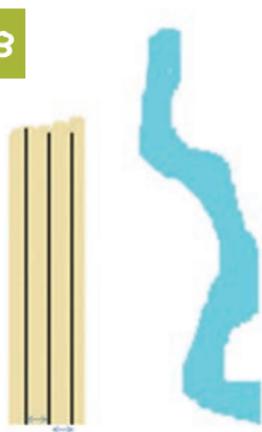
17



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Sementes depositadas pela plantadeira em sulco no solo, sob a palhada.

18



NOTA: CONSTRUÇÃO DO AUTOR

Plantio direto de sementes florestais realizado sobre a palhada enleirada.

PASSO 4 Manejo dos restauros florestais

A atividade de manejo mecanizado consiste em roçar a entrelinha do reflorestamento de forma a acumular o material roçado em direção à linha de árvores. Este material deve ser depositado sobre o solo próximo à base das pequenas árvores até o terceiro ano. Esta operação será realizada com uso de trincha ou de roçagem, por meio de roçadeira. Com ambos os implementos, o material deve ser direcionado para o local citado (**FIGURAS 19 A 22**).

O manejo mecanizado da entrelinha, direcionando o material roçado sob a copa das plântulas, evita o desenvolvimento de gramíneas e cria um ambiente favorável ao crescimento das árvores.



Linha de plantio florestal após 90 dias.

20

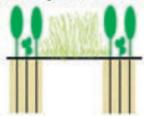


FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

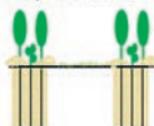
Entrelinha do plantio florestal após 90 dias.

21

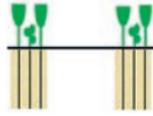
Após o plantio mecanizado e antes do primeiro manejo



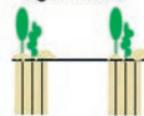
Manejes mecanizados no primeiro ano



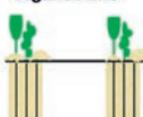
Poda mecanizada no primeiro ano



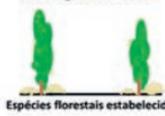
Manejo mecanizado no segundo ano da 1ª linha de leguminosas



Poda mecanizada no segundo ano



Manejo mecanizado no terceiro ano da 2ª linha de leguminosas



Fonte: Maurício Hoffmann, metodologia de manejo mecanizado de reflorestamentos biodiversos e sucessionais a partir do plantio direto mecanizado de sementes florestais nativas.

NOTA: CONSTRUÇÃO DO AUTOR

Seqüência de operações de manejo sucessional em restauros florestais mecanizados.

22



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Manejo mecanizado de entrelinha na área de restauração florestal.

Estudos fitossociológicos iniciais

As áreas de restauração florestal foram avaliadas em três propriedades rurais, através do levantamento de plântulas florestais, após cinco meses de implantação (FIGURAS 23 A 30).

Em todas as propriedades verificou-se a presença de plântulas das diversas espécies florestais com bom desenvolvimento foliar. Mas uma diferença na metodologia de implantação resultou em diferenças nas taxas de germinação e emergência. Em uma propriedade, por solicitação do produtor rural, as operações de enleiramento de palhada não foram realizadas. Por isso, foi necessária a supressão das espécies gramíneas com operações de gradagem.



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Restauração florestal com plantio e solo revolvido com grade aradora, plântula de ipê.

24



FOTO: ODAIR FAGUNDES

Restauração florestal com plantio direto sobre palhada, plântula de jatobá com 60 cm aos 5 meses de idade.

25



FOTO: ODAIR FAGUNDES

Linha de espécies leguminosas pioneiras, secundárias I, plântula de mirindiba.

26



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Visualização da linha de plantio direto sobre palhada, plântula de pata de vaca.

27



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Plântula de ingazeira e a palhada se mantêm cobrindo o solo após 5 meses.

28



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Plântulas de paineira, ingá mel e tamboril.

29



FOTO: MAURÍCIO HOFFMANN

Plântula de olho de cabra crescendo à sombra das leguminosas pioneiras e secundárias I.

30



FOTO: MAURICIO HOFFMANN

Plântula de pinho cuiabano ou paricá, ingá mel e alguns poucos rebrotos de *Brachiária decumbens*.

O plantio direto sobre a palhada, na propriedade 2 e 3, apresentaram melhor resultado em biodiversidade e densidade de plântulas, quando comparado ao plantio em solo revolvido com grade aradora da propriedade 1, conforme **TABELA 1**.

TABELA 1

Diferenças ocorridas na germinação e estabelecimento de plântulas florestais, devido as diferentes metodologias de implantação utilizadas, preparo de solo com grade aradora e plantio direto sobre palhada

| | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | |
|--|---------------|-------------------------|---------------|--------|
| | | | ÁREA 1 | ÁREA 2 |
| Método de supressão de gramíneas | Gradagem | Enleiramento de palhada | | |
| Número de plântulas florestais por hectare | 1.085 | 3.628 | 3.056 | 5.828 |

As técnicas convencionais e pesquisas em restauração florestal utilizam uma densidade de indivíduos em torno de 1.666 plântulas florestais por hectare (RODRIGUES, 2009). Como parâmetro, uma floresta de terra firme não perturbada, na região amazônica, apresenta em média uma composição de quase 1.200 indivíduos/ha (com 300 indivíduos com DAP \geq 15 cm e 900 com diâmetros entre 5 cm e < 15 cm).

Nestes restauros foram utilizadas uma quantidade média de 30 sementes para gerar uma plântula, com o objetivo de estabelecer 3.000 plântulas florestais por hectare, possibilitando assim a seleção natural. Com isso, o método de restauração florestal com semeadura direta sobre palhada possibilitou as condições iniciais necessárias (físicas, ambientais e genéticas) para a área se restaurar, novamente, em um ecossistema florestal em alguns anos.

Custos de implantação e manejo mecanizado de restaurações florestais até o 3º ano

Os custos operacionais (CO) de implantação e manejo foram calculados com base em valores de insumos adquiridos no mercado regional formalmente, ou seja, com os impostos inclusos. Além disso, considerou todas as operações necessárias à execução do restauro, por exemplo, o transporte de insumos e máquinas. Estes dados econômicos de campo, são informações que podem ser utilizadas para o planejamento de outros projetos de restauração florestal.

Então, pode-se considerar como parâmetro econômico para custos operacionais (implantação e manejo até 3º ano) do método de restauração florestal, plantio direto de sementes florestais sobre palhada, o custo de R\$ 5.375,00 por hectare. (TABELAS 2 E 3).

Ao se comparar os gastos deste projeto, na compra de sementes necessárias para restauração de um hectare com semeadura direta sobre palhada, de R\$ 1.140,00, com o custo para a compra de 1.666 plântulas (a um valor médio de R\$ 1,00), o que equivale a R\$ 1.666,00, verifica-se uma diferença de R\$ 526,00 a menos para a semeadura direta florestal. Além disso, é importante considerar o capital investido em administração, produção e transporte destas mudas até a área de plantio.

O uso de sementes permite uma logística simplificada de armazenagem e distribuição com custos menores, além de possibilitar,

com facilidade, uma restauração com mais biodiversidade e densidade de espécies florestais. O processo de implantação de restauros florestais com plantio direto sobre palhada é rápido e de fácil operacionalização em campo, considerar que os custos operacionais convencionais variam entre R\$ 10.000,00 e R\$ 15.000,00 por hectare restaurado. Conforme apresentado por RODRIGUES (2009) em uma estimativa de custos de implantação e manutenção de projeto de restauração florestal, com 1.666 indivíduos por hectare, até dois anos após plantio, o custo foi R\$ 12.288,00. Desta forma quando a opção pelo método de restauração com plantio direto sobre palhada for indicada, pode proporcionar uma economia financeira em torno de R\$ 6.000,00 por hectare.

TABELA 2

Custo operacional de implantação mecanizada de um hectare de restauração florestal, através da semeadura direta florestal sobre palhada, 2014

IMPLANTAÇÃO / Área em hectare: 1

1. INSUMOS

| Descrição | Qtde. | Unidade | Valor Unitário (R\$) | Valor Total (R\$) |
|------------------------|-------|---------|----------------------|-------------------|
| Sementes florestais | 30 | Kg | 38,00 | 1.140,00 |
| Calcário | 0,5 | T | 200,00 | 100,00 |
| Farinha de rochas | 0,5 | T | 300,00 | 150,00 |
| Micronutrientes | 50 | Kg | 2,00 | 100,00 |
| Semente de leguminosas | 30 | Kg | 10,00 | 300,00 |
| SUBTOTAL | | | | 1.790,00 |

2. SERVIÇOS

| Descrição | Qtde. | Unidade | Valor Unitário (R\$) | Valor Total (R\$) |
|-----------------------------|-------|--------------|----------------------|-------------------|
| Balizamento | 1 | diária | 80,00 | 80,00 |
| Subsolagem | 0,9 | Hora/máquina | 150,00 | 135,00 |
| Roçagem | 3 | Hora/máquina | 150,00 | 450,00 |
| Plantio sementes florestais | 0,9 | Hora/máquina | 150,00 | 135,00 |
| Transportes de máquinas | 4 | frete | 150,00 | 600,00 |
| Mistura de sementes | 1 | diária | 80,00 | 80,00 |
| Auxiliar de plantio | 1 | diária | 80,00 | 80,00 |
| SUBTOTAL | | | | 1.560,00 |
| TOTAL (1+2) | | | | 3.350,00 |

Nota: construção do autor.

TABELA 3

Custo operacional de manutenção, manejo mecanizado até 3º ano, de um hectare de restauração florestal, implantado através da semeadura direta florestal sobre palhada, 2014

| MANUTENÇÃO ATÉ O 3º ANO / Área em hectare: 1 | | | | |
|--|-------|--------------|----------------------|-------------------|
| SERVIÇOS | | | | |
| Descrição | Qtde. | Unidade | Valor Unitário (R\$) | Valor Total (R\$) |
| Roçagem | 6 | Hora/máquina | 150,00 | 900,00 |
| Aceiros | 1,5 | Hora/máquina | 150,00 | 225,00 |
| Transportes | 6 | frete | 150,00 | 900,00 |
| | | | TOTAL | 2,025,00 |

Nota: construção do autor.

Considerações finais

Os resultados gerados, a partir deste trabalho, indicam custos operacionais de implantação e manejo significativamente menores se comparados a outros métodos de restauração ecológica. Tal método evita a erosão, assim como a contaminação das APPs com produtos tóxicos, como os desseccantes ou herbicidas. Além disso, possibilita a introdução de uma nova população florestal em alta densidade e biodiversidade, acima de 3.000 indivíduos por hectare, permitindo uma restauração mais eficiente e em áreas extensas no curto espaço de tempo de cada ano agrícola adequado aos plantios.

Em vista dos bons resultados iniciais apresentados, recomenda-se seguir a utilização do método, com o intuito de avaliar o seu desenvolvimento, principalmente, aspectos de profundidade de semeadura para as espécies, biodiversidade e quantidade de sementes. Além disso, devem-se observar as estratégias ou técnicas para aumento de germinação das sementes florestais em campo. Assim, este método também pode ser replicado em outros biomas e ecossistemas, necessitando-se estudos ambientais para definição de espécies a serem utilizadas e quantidades de sementes.

Leitura complementar e referências bibliográficas

AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração.** São Paulo: ESALQ/USP, 2012, 168 p.

CURY, Roberta T. S. **Manual para restauração florestal:** florestas de transição / Roberta T. S. Cury, Oswaldo Carvalho Jr. Belém: IPAM. (Série boas práticas; v. 5) 2011, 78 p.

HOFFMANN, M. R. M.; **Sistema Agroflorestal Sucessional** – Implantação mecanizada. Um estudo de caso. 57f. Monografia (Graduação em engenharia agrônoma). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2005.

ISERNHAGEN, I. **Uso de semeadura direta de espécies arbóreas ativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil.** 105 f. Tese (Doutorado em Ciências) ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009.

SILVA, J. O.; HOFFMANN, M. R. M.; VIEIRA, F. C. Recuperação de área degradada com sistemas agroflorestais biodiversos no bioma Cerrado – Um estudo de caso no Sítio Felicidade/DF. Vitória-ES, 2010. 10 f. **VIII Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas (SINRAD).**

SILVA, P.P.V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP.** 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP, 2002.

SPAROVEK *et al.* 2010. **Brazilian Agriculture and Environmental Legislation:** Status and future challenges. *Environ. Sci. Technol.* 2012, 44, 6046-6053.

ISBN 978-85-62361-13-5



9 788562 361135 >

