



COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO NATIVA NA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS DO DESPEJO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO NA REGIÃO DE MARIANA, MG

Projeto de pesquisa realizado sob
financiamento do fundo de doação coletivo de artistas
#SouMinasGerais e #RiodeGente sob gestão e
implementação do Greenpeace Brasil

Relatório Final

Piracicaba
Março de 2017

Descrição da equipe técnica:**Execução**

Bioflora tecnologia da Restauração

Parcerias

Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ/USP)

Coordenação Geral

Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues (LERF)

Eng. Agr. Dr. André Gustavo Nave (LERF e BIOFLORA)

Gerência Executiva de Projeto

Biól. Dra. Mariana Meireles Pardi

Coordenação das Atividades de Campo

Eng. Agr. Ricardo Leme Ferreira

Equipe de Apoio

Gestor Ambiental Eduardo Marangão

Gestor Ambiental Guilherme Sperandio Madalosso

Diagramação dos Relatórios e Produtos finais

Eng. Agr. Ricardo Leme Ferreira

Projeto Elaborado por:

BIOFLORA Tecnologia da Restauração, com supervisão científica do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF) da ESALQ/USP.

Sumário

1.	Introdução	4
2.	Material e Métodos	7
2.1.	Aquisição de áreas	7
2.2.	Delineamento Experimental	9
2.3.	Áreas de estudo	10
2.3.1.	Áreas de pasto abandonado	11
2.3.2.	Área com depósito de rejeito	13
2.4.	Metodologias de Implantação	14
2.5.	Espécies utilizadas	16
2.6.	Custos operacionais	17
2.7.	Procedimentos Operacionais	17
2.7.1.	Marcação das parcelas e abertura dos berços	17
2.7.2.	Isolamento de fonte de degradação	18
2.7.3.	Controle de formigas cortadeiras	18
2.7.4.	Plantio das mudas	19
3.	Resultados preliminares	24
3.1.	Avaliação indireta de custo para implantação dos testes (média de tempo gasto por atividade/homem e quantidade de materiais utilizados)	24
3.2.	Avaliação dos plantios	25
3.2.1.	Manutenção dos plantios	27
4.	Conclusões	28
5.	Literatura consultada	29

1. Introdução

No dia 05/11/2015 ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, pertencente ao complexo minerário de Germano (Mariana/MG). Cerca de trinta e quatro milhões de m³ desses rejeitos foram lançados no meio ambiente causando a destruição de 1.469 hectares ao longo de 77 km de cursos d'água (IBAMA 2015), incluindo áreas de matas ciliares.

As matas ciliares são fundamentais para a manutenção da qualidade física, química e biológica da água em uma bacia hidrográfica, além de outros serviços ambientais promovidos, dos quais destacam-se:

- Formam uma cobertura protetora do solo;
- Filtram de poluentes;
- Fazem a manutenção de aquíferos através do aumento da permeabilidade dos solos à água das chuvas;
- Minimizam de processos erosivos do solo;
- Estabilizam as margens dos rios evitando o assoreamento;
- Produzem matéria orgânica que entra na cadeia alimentar da fauna aquática.

O desastre ocorrido em 2015 causou a devastação das matas ciliares remanescentes e soterrou a serapilheira e importantes meios de regeneração de florestas como os bancos de plântulas e de sementes encontradas no sub-bosque, comprometendo assim sua resiliência. Segundo o relatório técnico da Fundação SOS Mata Atlântica publicado 1 ano após a tragédia, nos trechos protegidos pela floresta, onde a vegetação não foi arrastada e devastada, registraram-se os únicos índices de recuperação da condição ambiental da bacia do rio Doce. Isto é uma evidência de que além do impacto imediato do rejeito na mortalidade de árvores, os processos ecológicos responsáveis por sustentar a floresta ripária na região atingida foram afetados.

Na Figura 1, observa-se uma mata ciliar situada às margens do rio Gualaxo, região de Paracatu, MG. Em primeiro plano podem ser verificadas algumas árvores mortas em pé e uma marca linear deixada pela passagem da lama de rejeito. O rejeito invadiu floresta adentro encobrindo a superfície do solo e com isso impactou os meios de regeneração encontrados no sub-bosque (banco de sementes e banco de plântulas).



Figura 1. Marca de rejeito na Mata Ciliar, Paracatu, Mariana, MG.

Além dos impactos citados, outros desafios são encontrados para restauração das áreas degradadas pelo despejo de rejeito de mineração de ferro na região:

- A lama de rejeito quando seca forma uma camada espessa e compactada sobre a superfície do solo;
- Representa limitação física para o desenvolvimento de raízes;
- A crosta de rejeito quando começa a se fragmentar na superfície forma um pó muito fino que pode prejudicar os processos de estruturação do solo;
- O rejeito endurecido dificulta a infiltração de água;
- A lama seca forma uma barreira que impede sementes provenientes dos meios de dispersão de alcançar o solo abaixo do rejeito (
-
-

- Figura 2);

- O rejeito é bastante suscetível a processos erosivos (
- Figura 3).



Figura 2. O rejeito quando seco forma uma crosta compacta com diferentes espessuras sobre a superfície do solo.



Figura 3. Ravinas evidenciando a suscetibilidade do rejeito à erosão.

A prática da restauração florestal vem evoluindo há cerca de 40 anos no Brasil através da observação de experiências práticas implantadas no passado buscando a revegetação e recuperação dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas florestas nativas. Muito se aprendeu e diversas técnicas foram desenvolvidas e consolidadas desde então. Além dessas observações empíricas, experimentos científicos vêm sendo conduzidos nas últimas décadas, que mostram a importância de se considerar a restauração dos processos ecológicos de sistemas florestais e não apenas sua estrutura e fisionomia.

A eficiência da restauração florestal depende da restauração dos processos ecológicos como germinação, estabelecimento, reprodução, interações entre polinizadores e dispersores de sementes com plantas que dependem de animais para reprodução, entre outras relações interespecíficas. Estes processos é que permitem a construção de uma floresta funcional sustentável perpetuada no tempo.

Em vista do comprometimento da ocorrência de diversos destes processos na região afetada pelo derramamento de rejeito de mineração e da necessidade da criação de protocolos eficientes e de baixo custo para mitigação destes impactos na vegetação nativa, o presente projeto teve como objetivo implantar experimentos com 3 diferentes técnicas atuais de restauração, a fim de se determinar quais delas são mais eficientes e de menor custo para recomposição da vegetação regional e assim subsidiar cientificamente as futuras ações de restauração da vegetação nativa nas zonas ripárias afetadas pelo despejo de rejeitos de mineração.

Para isso, foi estruturado um experimento que considerará não apenas o sucesso de recobrimento das áreas desmatadas pelo desastre com floresta nativa, mas também as evidências de recuperação dos processos ecológicos e os custos operacionais envolvidos na aplicação destas técnicas.

2. Material e Métodos

2.1. Aquisição de áreas

Através da mídia ficou evidente que extensas áreas foram afetadas pelo rejeito proveniente do rompimento da Barragem de Fundão (Mariana, MG)

desde Bento Rodrigues (MG) passando pelo rio Gualaxo (MG) até o Rio Doce (MG).

Antes de conhecer a região *in loco* não foi possível supor, diante tamanha dimensão de terras atingidas, que houvessem tantas limitações para conseguir áreas para implantação dos experimentos. A realidade, no entanto, se mostrou bastante diferente do esperado devido a fatores geográficos, culturais e o momento histórico que a população atingida vive. A maioria das propriedades rurais enquadra-se na categoria pequena propriedade rural familiar, ou seja, beneficia-se do Art. 61-A, parágrafo 13º, inciso IV da Lei 12.651/2012, ou seja, a permissão para o uso sustentável das APPs, e têm como atividade econômica a pecuária leiteira. A paisagem apresenta muitos morros totalmente desmatados e as áreas mais planas e férteis são normalmente estreitas e limitadas apenas às margens do rio Gualaxo. Isto significa que as regiões atingidas por rejeito nas margens do rio são exatamente as áreas mais nobres para os proprietários de terras. Este também é o motivo pelo qual ficavam na defensiva quando solicitados a emprestar parte de suas terras para a implantação de um experimento com restauração de florestas.

Profissionais com ações e anos de vivência junto aos atingidos, incluindo o secretário de meio ambiente e o secretário adjunto da Secretaria de Produção Rural de Mariana, o coordenador da EMATER de Mariana, o presidente da Associação de Produtores de Leite, os funcionários da prefeitura de Barra Longa (MG) que fizeram trabalho de CAR junto aos produtores rurais e os integrantes do MAB (Movimento dos Atingidos por Barragem), deram apoio no sentido de fazer contato com os proprietários de terras e apresentá-los à nossa equipe. Dessa forma, produtores rurais foram contatados em suas propriedades a fim de conhecerem a proposta do projeto de restauração. A maioria deles foi hospitaleiro durante as visitas, mas irredutíveis em disponibilizar suas áreas nas margens do rio. Estas, em diversos casos, foram semeadas com braquiária para alimentar gado e o capim se desenvolveu bem no rejeito.

Outro fator que limitou bastante a disponibilização de áreas para o experimento foi que a Samarco, a fim de cumprir um plano emergencial de mitigação de impactos nas áreas atingidas por rejeito, utilizou grande extensão

de terras para a semeadura de um mix de gramíneas e leguminosas. Por este motivo, a aquisição de áreas para implantação do projeto foi um processo extremamente lento e dispendioso. Isto comprometeu o bom andamento das atividades. Apenas após meses de vivência, visitas e todo um processo de prática de persuasão junto aos proprietários é que começaram a ser liberadas áreas para o experimento.

A dificuldade ainda persistiu. Uma das áreas com rejeito liberadas, localizada em Gesteira (20°15'38.0"S 43°07'33.2"W) sofreu diversas atividades de drenagem. Quando a drenagem ficou pronta (fevereiro 2017), a Fundação Renova passou a exigir um “alinhamento” (termo usado por eles) para que não houvesse risco de que futuramente máquinas entrassem nas áreas experimentais para efetuar alguma atividade na margem do rio. Apesar do proprietário ter disponibilizado a área e em reuniões a fundação ter citado interesse na implantação do experimento de restauração em áreas atingidas essa “liberação” de área não ocorreu.

Por fim, foi possível implantar os blocos experimentais em 3 áreas, 2 áreas de pastagem abandonada e 1 área de rejeito.

2.2. Delineamento Experimental

Foi realizado um experimento fatorial da combinação de duas matrizes de uso do solo com três metodologias de restauração, e o tratamento controle:

Matrizes de uso do solo

- pasto abandonado;
- área de deposição de rejeitos de mineração.

Metodologias de restauração

- plantio escalonado de mudas de espécies arbóreas nativas;
- semeadura direta de espécies arbóreas nativas intercaladas com mix de adubação verde;
- plantio de mudas de espécies arbóreas nativas intercaladas com mix de adubação verde.

Tratamentos

1. Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas em área de pasto abandonado;

2. Plantio de escalonado mudas de espécies nativas arbóreas em área de rejeito;
3. Semeadura direta de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies adubo verde em área de pasto abandonado;
4. Semeadura direta de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies adubo verde em área de rejeito;
5. Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies de adubo verde em área de pasto abandonado;
6. Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies de adubo verde em área de rejeito;
7. Controle - isolamento da área em pasto abandonado;
8. Controle - isolamento da área em área de rejeito.

Foram instaladas, no mês de março de 2017, três áreas experimentais, sendo que cada área contou com três repetições de cada uma das três metodologias de restauração mais o controle em uma determinada matriz de uso do solo. Cada repetição é constituída de uma parcela de 15 x 9m (135m²), totalizando 12 parcelas por área. Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente entre as parcelas através de um sorteio. Foram instalados dois blocos em área de pasto e um bloco em área de rejeito.

Os blocos experimentais foram implantados na região entre Mariana e Barra Longa, MG (Figura 4).

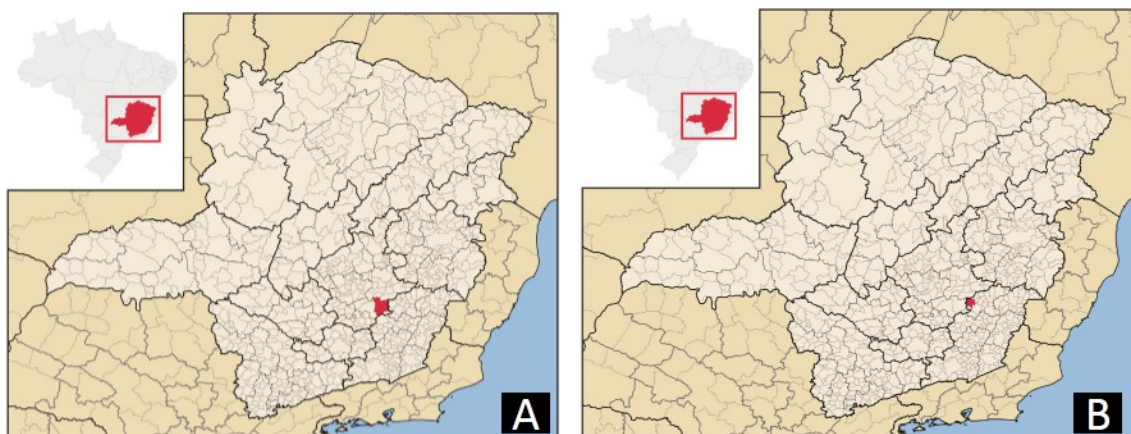


Figura 4. Localização dos Municípios de Mariana (A) e Barra Longa (B), região onde foram implantados os experimentos, no Brasil e no Estado de Minas Gerais.¹

2.3. Áreas de estudo

A Figura 5 ilustra a localização das três áreas de estudo entre os municípios de Mariana e Barra Longa, MG.



Figura 5. Localização das áreas experimentais com relação aos municípios de Mariana e Barra Longa, MG. Imagem: Google Earthtm.

2.3.1. Áreas de pasto abandonado

Área de Pasto 1 (Figura 6):

- Localização: Próximo a Gesteira (Mariana, MG)
- Coordenadas: 20°15'39.39"S; 43°5'52.29"O
- Proprietário: Fernando - Contato: (31) 98316-5088

¹ Fonte: A) Por Raphael Lorenzeto de Abreu - Image: MinasGerais MesoMicroMunicip.svg, own work, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1108187> / B) Por Raphael Lorenzeto de Abreu - Image:MinasGerais MesoMicroMunicip.svg, own work, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1103132>



Figura 6. Croqui com a localização das parcelas experimentais na Área de Pasto 1. Legenda: T1 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas em área de pasto abandonado; T3 - Semeadura direta de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies adubo verde em área de pasto abandonado; T5 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies de adubo verde em área de pasto abandonado; C - T7 - Controle: isolamento da área em pasto abandonado.

Área de Pasto 2 (Figura 7):

- Localização: Comunidade Caqui, próximo a Bom Sucesso, MG.

Coordenadas: 20° 17'07.9" S; 42° 59'16.4"

Proprietário: Augusto - Contato: (31) 98213-1666



Figura 7. Croqui com a localização das parcelas experimentais na Área de Pasto 2. Legenda: T1 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas em área de pasto abandonado; T3 - Semeadura direta de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies adubo verde em área de pasto abandonado; T5 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies de adubo verde em área de pasto abandonado; C - T7 - Controle: isolamento da área em pasto abandonado.

2.3.2. Área com depósito de rejeito

Área de Rejeito 1 (Figura 8):

- Localização: Paracatu (Mariana, MG)
- Coordenadas: 20°17'59.42"S; 43°12'49.05"O
- Proprietário: Marcos Mol - Contato: (31) 98467-8806



Figura 8. Croqui com a localização das parcelas experimentais na Área de Rejeito 1. Legenda: T2 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas em área de rejeito; T4 - Semeadura direta de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies adubo verde em área de rejeito; T6 - Plantio escalonado de mudas de espécies nativas arbóreas intercalada em linhas com semeadura de um mix de espécies de adubo verde em área de rejeito; C - T8 - Controle: isolamento da área de rejeito.

2.4. Metodologias de Implantação

O plantio escalonado de mudas é realizado em 2 etapas, sendo que a primeira consiste no plantio do grupo de espécies nativas de recobrimento, ou seja, aquelas espécies arbóreas que tem como características o ciclo de vida curto, rápido crescimento e a capacidade de formar copa densa e ampla promovendo eficiente sombreamento do solo. Dessa maneira é possível formar um ambiente mais apropriado (com diferentes níveis de sombreamento, temperatura amena e maior umidade do solo) para o estabelecimento dos demais grupos e formas de vida vegetal. Uma eficiente cobertura do solo também permite a redução da competição com espécies invasoras, principalmente capins, o que reflete na redução de custos com manutenção. A segunda etapa é quando são plantadas as espécies nativas do grupo de diversidade, ou seja, a maior quantidade possível de espécies nativas, de várias formas de vida, que não possuem as características para estar no grupo de recobrimento, porém possuem igual importância para a recuperação dos

processos ecológicos inerentes aos ecossistemas florestais nativos. O grupo de diversidade inclui espécies que tem crescimento lento e não proporcionam boa cobertura de copa, no entanto estas espécies são fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada, já que é esse grupo que vai gradualmente substituir o grupo de recobrimento quando este entrar em senescência, ocupando definitivamente a área. Esta metodologia foi selecionada para os tratamentos 1 e 2, onde foi realizado o plantio de mudas de espécies nativas de recobrimento, com mudas produzidas pelo Viveiro Bioflora em recipientes de 280 cm³ (tubetão). Após 6 meses a 1 ano deverá ser realizada a implantação das mudas do grupo de diversidade.

Nos tratamentos 3 a 6, entre as linhas espécies nativas foi utilizada a semeadura de espécies de adubação verde. O objetivo de utilizar adubação verde é que as leguminosas promovem deposição de serapilheira, aporte de Nitrogênio pela fixação biológica, acúmulo de biomassa e ciclagem de nutrientes. Além disso, a semeadura de espécies de adubo verde nas entrelinhas minimiza a mato-competição e cria um microclima mais adequado às espécies de recobrimento durante o desenvolvimento inicial das mesmas no primeiro ano. Na Figura 9 observa-se espécies de recobrimento crescendo junto à adubação verde.



Figura 9. Ilustração mostrando espécies de recobrimento crescendo junto às espécies de adubação verde.

2.5. Espécies utilizadas

As tabelas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3 apresentam as espécies nativas regionais selecionadas para compor os plantios experimentais e também as espécies de adubação verde utilizadas.

Tabela 1. Mudas de espécies arbóreas nativas regionais do grupo de recobrimento utilizadas nos Tratamentos 1, 2, 5 e 6.

Nome popular	Nome científico
capixingui	<i>Croton floribundus</i> .
sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>
mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
pata-de-vaca-de-espinho	<i>Bahuinia forficata</i>
fumo-bravo	<i>Solanum granulosoleprosum</i>
algodoeiro	<i>Heliocarpus popayanesis</i>
piteira	<i>Senna multijuga</i>
aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>

Tabela 2. Espécies arbóreas nativas regionais utilizadas na semeadura direta (Tratamentos 3 e 4). Legenda: Grupo de Plantio - R - Recobrimento; D - Diversidade.

Nome popular	Nome científico	Grupo de plantio
monjoleiro	<i>Senegalia polyphylla</i>	R
timboril-miúdo	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	D
canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	D
pau-jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	D
fumo-bravo	<i>Solanum granulosoleprosum</i>	R
fedegoso	<i>Senna macranthera</i>	R
piteira	<i>Senna pendula</i>	R
pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i>	R
capixingui	<i>Croton floribundus</i>	R
sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>	R
algodoeiro	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	R
lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	R
mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	R
crindiúva	<i>Trema micranta</i>	R
pente-de-macaco	<i>Apeiba tibourbou</i>	R
guaçatonga	<i>Casearia silvestres</i>	D
guaçatunga-cafezeiro	<i>Casearia decandra</i>	D
jurubeba-verdadeira	<i>Solanum paniculatum</i>	R
juveva	<i>Solanum scuticum</i>	D
lobeira-miúda	<i>Solanum variable</i>	D
pau-viola	<i>Citharexylum mirianthum</i>	D
capororoca	<i>Myrsine coriacea</i>	D
capororoca	<i>Myrsine guianensis</i>	D
fruta-do-faraó	<i>Allophylus edulis</i>	D
embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i>	D
tamanqueiro	<i>Aegiphilla integrifolia</i>	R

Tabela 3. Espécies que compuseram o mix de adubação verde semeado nas entrelinhas dos tratamentos 3 a 6.

Nome Científico	Nome popular
<i>Crotalaria breviflora</i>	crotalária-breviflora
<i>Crotalaria spectabilis</i>	crotalária-spectabilis
<i>Stylosantes capitata</i>	estilosantes
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	crotalária-ocroleuca
<i>Sesamum indicum</i>	gergelim
<i>Cajanus cajan</i>	guandu-arbóreo
<i>Crotalaria juncea</i>	crotalária-juncea
<i>Senna alata</i>	mata-pasto
<i>Senna pendula</i>	piteira
<i>Acnistus arborescens</i>	fruto-de-sabiá
<i>Sesbania virgata</i>	sesbania

2.6. Custos operacionais

Visando a diferenciar as metodologias testadas quanto ao custo operacional, o que poderá ser relacionado com os benefícios atingidos em termos de tempo para recobrimento das áreas e de recuperação dos processos ecológicos que mantém o funcionamento das florestas nativas, foi cronometrado o tempo necessário para realização de cada procedimento operacional de implantação, assim como será também anotado para os procedimentos de manutenção. Estas informações, aliadas às planilhas de gastos realizados, analisadas em conjunto com os resultados ecológicos, fornecerão a informação das metodologias com melhor custo-benefício para restauração sobre áreas de rejeito e se pode-se afirmar que este resultado é diferente quando consideramos plantios em pasto abandonado, que representa uma situação comum de degradação.

2.7. Procedimentos Operacionais

2.7.1. Marcação das parcelas e bertura dos berços

Antes do plantio, semeadura direta e adubação verde, as parcelas foram demarcadas com estacas de bambu e roçadas a fim de eliminar o mato alto presente na maioria das parcelas. Em seguida, nas parcelas onde seriam plantadas mudas, foram preparados os berços com auxílio de uma moto-coveadeira (Figura 10).



Figura 10. Preparo de berço com cavadeira mecanizada, Barra Longa, MG.

2.7.2. Isolamento de fonte de degradação

A área 2 está situada num pasto onde transita gado. Para isolar a área experimental desta fonte de pisoteio e herbivoria foi necessária a construção de uma cerca de arame farpado. A cerca tem 270 metros de extensão. Nela foram utilizados 85 mourões e 810 metros de arame farpado.

2.7.3. Controle de formigas cortadeiras

Nas 3 áreas experimentais foram observadas formigas cortadeiras do gênero *Atta*. Como meio de controle foi aplicado o inseticida Mirex próximo às trilhas de passagem de formigas. Na Figura 11 observa-se o Mirex sendo aplicado próximo à trilha de entrada de um formigueiro.



Figura 11. Controle de formigas com aplicação de Isca Mirex. Barra Longa, MG.

Após a utilização do inseticida não foi mais verificada a presença de formigas cortadeiras nas áreas Rejeito 1 e Pasto 1. No entanto a área de Pasto 2 contém uma alta quantidade de formigueiros e a aplicação de Mirex não foi suficiente para evitar o ataque de formigas às mudas plantadas. Nessa área o controle de formigas deverá ser intensificado nos próximos meses, visando a garantir que as mesmas não realizem a predação das mudas plantadas ou plântulas germinadas.

2.7.4. Plantio das mudas

Após a abertura dos berços as mudas foram separadas por quantidade e número de espécies por parcela (24 mudas por parcela; 3 mudas de cada uma das 8 espécies) (Figura 12).



Figura 12. Mudras de espécies nativas de recobrimento separadas para plantio nas parcelas referentes aos Tratamentos 1, 2, 5 e 6, Mariana, MG.

O tubete foi retirado e as mudas foram mergulhadas em recipiente com solução de água mais adubo MAP, proporção 1g de adubo para cada litro d'água (Figura 13).



Figura 13. Preparo e batismo das mudas em solução de MAP antes do plantio. Barra Longa, MG.

As mudas foram plantadas no espaçamento 3x3, ou seja, 3 metros entre as linhas e 3 metros entre mudas na mesma linha (Figura 14).

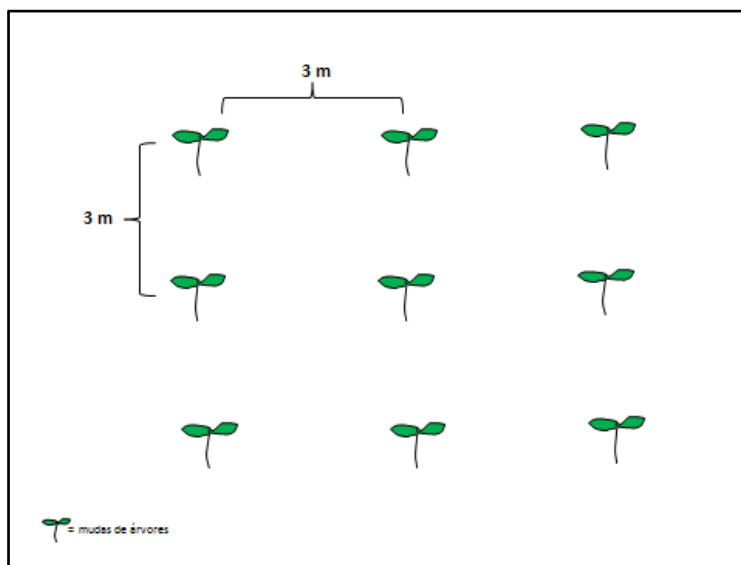


Figura 14. Ilustração do espaçamento entre mudas de espécies arbóreas nativas de recobrimento plantadas nos Tratamentos 1, 2 5 e 6. Barra Longa, MG.

O plantio das mudas foi efetuado com auxílio de uma plantadeira manual (Figura 15).



Figura 15. Plantio de mudas com plantadeira manual. Barra Longa, MG.

Foi efetuada uma adubação com adubo Polyblen (adubo de liberação lenta) na quantidade de 360g por muda, aplicado em duas covetas laterais (cerca 8cm de profundidade) distantes entre 10 e 15 cm das mudas (Figura 16). Na área de rejeito além do Polyblen foi utilizada uma adubação de cobertura de Sulfato de Magnésio (270g/muda) (Figura 17).



Figura 16. Covetas laterais para adubação de base abertas (A) e aplicação do adubo (B). Bara Longa, MG.



Figura 17. Aplicação do adubo de cobertura em semicírculo ao redor das mudas plantadas em área de rejeito. Barra Longa, MG.

Nos tratamentos de plantio de mudas + adubação verde (5 e 6), após o plantio das mudas, foi feita entre as linhas das mesmas, com auxílio de um enxadão, uma linha de covetas, para a semeadura do mix de adubação verde (Figura 18). As covetas foram efetuadas na profundidade de cerca de 3 cm e espaçadas 30 cm umas das outras, como indicado na Figura 18. As sementes foram encobertas com cerca de 1 cm de terra.

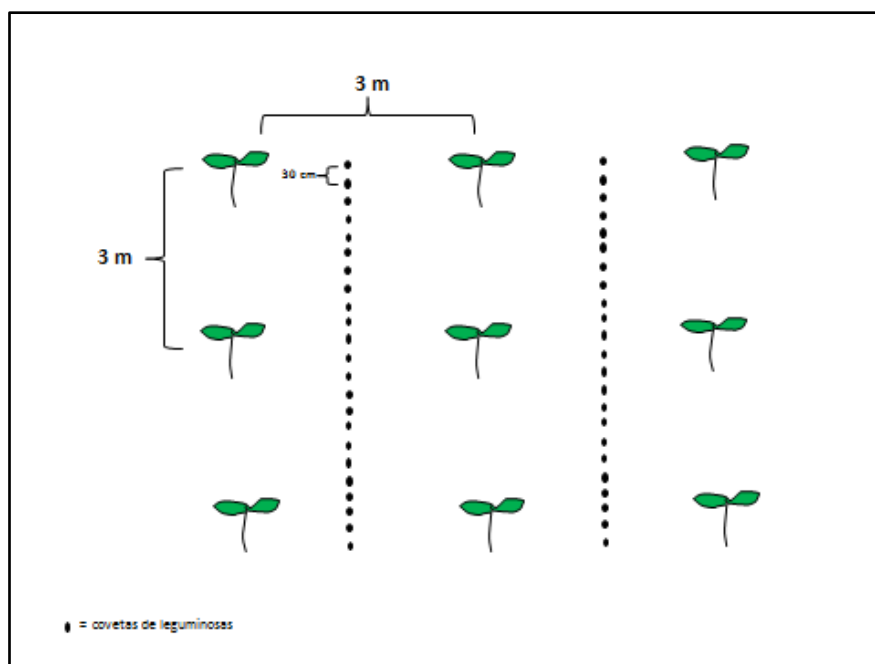


Figura 18. Ilustração da distribuição das covetas para semeadura do mix de adubação verde entre as linhas de mudas dos Tratamentos 5 e 6.

Para os tratamentos com semeadura direta de espécies arbóreas nativas (3 e 4) foram abertas, com auxílio de enxadão, covetas com cerca de 5 cm de profundidade. O espaçamento foi de 3 x 1, ou seja, 3 metros entre linhas e 1 metro entre covetas na mesma linha. Foram adicionadas em cada coveta cerca de 20 sementes (Figura 19), em seguida estas foram encobertas com 2 cm de terra. Em cada um dos lados de onde foi feita a semeadura direta foram formadas covetas para aplicação de 120g de Polyblen por coveta (Figura 20).



Figura 19. Semeadura direta de espécies arbóreas nativas em coveta (Tratamentos 3 e 4). Barra longa, MG.



Figura 20. Covetas laterais de adubação de base nos dois lados da coveta de semeadura de espécies arbóreas nativas (Tratamentos 3 e 4). Barra Longa, MG.

3. Resultados preliminares

No presente projeto será avaliado o desempenho das metodologias testadas em relação à cobertura do solo, bem como o desempenho das metodologias na criação de uma estrutura florestal que permita recuperação dos processos ecológicos e serviços ambientais inerentes a uma mata ciliar nativa. Além disso, os custos de implantação e manutenção das metodologias testadas serão computados.

3.1. Avaliação indireta de custo para implantação dos testes (média de tempo gasto por atividade/homem e quantidade de materiais utilizados)

Roçagem: 100 m²: 0,34 horas

Coveamento: 100 covas: 3,0 horas

Plantio (colocar muda no berço e adubar) 100 mudas: 4 horas

Semeadura direta + adubação de 100 metros lineares em covetas de 1 em 1m: 30 min.

Adubação verde em 100 metros lineares em covetas de 30 em 30 cm: 20 min.

Formação de 100 metros de cerca (corte de madeira para mourões, abertura de covas, colocação dos mourões e arame): 3,70 dias.

Quantidade de adubo Polyblen para 100 mudas: 36 Kg

Quantidade de adubo Sulfato de Magnésio para 100 mudas: 27 Kg

Materiais para feitiço de 100 metros de cerca: 34 mourões; 300 metros de arame.

3.2. Avaliação dos plantios

Nas áreas Pasto 1 e Rejeito 1, as mudas mostraram sinais de pegamento, como ausência de folhas murchas, boa coloração e brotações laterais vigorosas aparecendo, Figura 21 e Figura 22.



Figura 21. Pegamento de mudas após plantio.



Figura 22. Brotações laterais nas mudas plantadas.

Na área Pasto 2, como citado anteriormente, as mudas plantadas estão sofrendo ataque intensivo de formigas cortadeiras, sendo necessárias novas intervenções para controle de formigas.

Nos tratamentos com semeadura de mix para adubação verde foram verificadas em algumas covetas as plântulas germinadas, como mostra a Figura 23.



Figura 23. Plântulas de adubação verde provenientes de semeadura.

3.2.1. Manutenção dos plantios

Deverá ser efetuada manutenção periódica dos plantios incluindo atividades de: irrigação, coroamento das mudas, controle de formigas cortadeiras, controle de gramíneas invasoras, replantio de muda mortas e desbaste de plântulas provenientes de semeadura em caso de germinação muito adensada. Nas atividades de manutenção os indivíduos provenientes de regeneração natural deverão ser preservados e cuidados, assim como as mudas plantadas. A regeneração natural é fonte de diversidade florística e variabilidade genética. Além disso, sua presença diminui a necessidade de introdução de mudas e sementes na área a ser restaurada, o que reflete na redução de custos com a restauração. Além disso, a regeneração natural é evidência da recuperação dos processos ecológicos naturais que irão garantir a auto perpetuação das florestas restauradas.

Diversas espécies pertencentes à regeneração natural são comuns em áreas áreas de pastagem abandonada e áreas com depósito de rejeito. Na área Pasto 2 é comum verificar a presença de **regeneração de uma espécie rústica e zoocórica denominada tamanqueiro (*Aegiphila* sp)** (Figura 24). Em áreas com depósito de rejeito foi observada regeneração de *Ficus* e *Cecropia*, gêneros cujas espécies atraem alta diversidade de fauna dispersora de sementes (



Figura 25).

Figura 24. Regeneração de tamanqueiro (área de Pasto 2). Barra Longa, MG.



Figura 25. Clumps de regeneração natural incluindo *Ficus* e *Cecropia*. (Área com depósito de rejeito). Barra Longa, MG.

4. Conclusões

Em virtude das muitas dificuldades enfrentadas pelas comunidades ribeirinhas nas regiões afetadas pelo desastre, nossa equipe encontrou uma barreira para liberação de áreas particulares para implantação do experimento proposto. Este desafio era, desde o começo, o maior que previmos que seria enfrentado.

Além disso, a vigência do projeto iniciou em período de estiagem e, com isso, foi solicitada uma prorrogação de prazo para que pudéssemos implantar as áreas experimentais em período chuvoso, favorecendo assim a sobrevivência e o desenvolvimento das mudas e sementes plantadas. O benefício da prorrogação de prazo nos foi concedido e conseguimos, assim, realizar a implantação dos experimentos nesse tempo. Os próximos passos, agora, consistem em realizar as devidas manutenções das áreas, anotação dos custos operacionais e financeiros destas operações, e, após 6 meses da implantação, o que está previsto para setembro de 2017, a medição das mudas, contagem das sementes germinadas, avaliação da cobertura do solo por espécies nativas, contabilização de espécies nativas regenerantes e

apresentação destes resultados à entidade financiadora e às comunidades leiga e científica.

Há ainda o interesse de divulgar o projeto nas universidades mineiras próximas da região, visando a recrutar um estudante de pós graduação que se interesse em dar continuidade às avaliações durante um ano ou mais, período pelo qual o experimento passará por mais uma estação chuvosa e assim será possível inferir resultados mais consistentes.

Os experimentos científicos com delineamento robusto, na área de restauração de florestas nativas, são raros, custosos e necessitam de longo prazo para avaliação. A iniciativa do Greenpeace em investir neste projeto foi ousada e extremamente pertinente para beneficiar as florestas e, conseqüentemente, as comunidades que vivem nessa região que foi tão castigada pelo terrível acontecimento, o maior desastre ecológico que o Brasil já vivenciou.

A restauração das florestas nativas ripárias nessa região é condição para sua reestruturação ambiental e provimento de serviços ambientais necessários à sobrevivência humana, e este projeto poderá contribuir com isso em breve, anunciando técnicas inovadoras de sucesso para realizar este desafio.

5. Literatura consultada

Laudo Técnico Preliminar IBAMA. Novembro de 2015. 38p

Pacto pela restauração da mata atlântica. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Ricardo ribeiro Rodrigues, Pedro Henrique Brancalion, Ingo Insernhagen. São Paulo. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.

Relatório Técnico, Rio Doce o retrato da qualidade da água. SOS Mata Atlântica. Novembro 2016. 22p.