



FUNDAÇÃO  
**renova**

**METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE E  
NASCENTES (CLÁSULAS 161 E 163)**

**Dezembro/2017**



**IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE RECUPERAÇÃO  
DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE E  
NASCENTES (CLÁSULAS 161 E 163)**

**Metodologia**

Belo Horizonte / 2017

## SUMÁRIO

<b>1. SUMÁRIO EXECUTIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTRATÉGIA.....</b>	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVO .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1 Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>5. METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E DEMAIS APPs.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1.1 Projeto básico .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1.2 Projeto executivo.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1.3 Escolha das espécies e estabelecimento de grupos de plantio .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1.4 Produção de mudas.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1.5 Nucleação .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.6 Transposição de solo.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.7 Abrigos artificiais.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.8 Poleiros artificiais .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.9 Plantio ilhas de vegetação ou nucleação aplicada .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1.10 Controle da erosão e descompactação de solos .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1.11 Descompactação do solo .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.12 Controle do escoamento superficial e ravinas.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.13 Terraciamento.....</b>	<b>33</b>

<b>5.1.14</b>	<b>Construção de paliçadas ou pequenas barragens .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.15</b>	<b>Contenção vegetativa .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.16</b>	<b>Alternância de capinas .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.17</b>	<b>Faixa de vegetação permanente .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1.18</b>	<b>Plantio direto .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1.19</b>	<b>Controle de Voçorocas.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1.20</b>	<b>Controle da erosão associada a estradas.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1.21</b>	<b>Plantio nas áreas erodidas.....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.22</b>	<b>Manutenção .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.23</b>	<b>Adoção de medidas de prevenção ao fogo .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1.24</b>	<b>Proteção das áreas em restauração .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1.25</b>	<b>Controle de espécies competidoras.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1.25.1</b>	<b>Roçada.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1.25.2</b>	<b>Coroamento .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.26</b>	<b>Tratos culturais em fragmento remanescentes .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1.27</b>	<b>Preparo do solo.....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.27.1</b>	<b>Amostragem de solo .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.27.2</b>	<b>Seleção da área de amostragem.....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.27.3</b>	<b>Coleta da amostra de solo .....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.27.3.1</b>	<b>Técnica de coleta com trado .....</b>	<b>49</b>

5.1.27.3.2	Técnica de coleta com enxadão.....	49
5.1.27.4	Manuseio e armazenagem de amostras de solo.....	50
5.1.28	Calagem .....	51
5.1.28.1	Escolha do Calcário .....	52
5.1.28.2	Gessagem .....	52
5.1.28.3	Época e Modo de Aplicação .....	53
5.1.28.4	Supercalagem.....	53
5.1.29	Adubação .....	54
5.1.29.1	Adubação verde.....	55
5.1.30	Controle de formigas cortadeiras .....	56
5.1.31	Plantio .....	58
5.1.31.1	Espaçamento .....	58
5.1.31.2	Plantio e Replantio .....	60
5.1.32	Irrigação .....	60
5.1.33	Manutenção .....	63
5.1.34	Monitoramento.....	65
5.1.35	Auto Monitoramento .....	65
5.1.36	Monitoramento da vegetação.....	66
5.1.37	Sistema de avaliação .....	66
5.1.38	Importância do monitoramento ecológico da restauração florestal .....	67

5.1.39	Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico .....	68
5.1.39.1	Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico .....	69
5.1.39.1.1	Fase I.....	70
5.1.39.1.1	Fase II .....	71
5.1.40	Monitoramento do abatimento de erosão - Estimativa do percentual de abatimento de erosão – P.A.E.....	71
6.	EQUIPE TÉCNICA .....	73
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8.	Anexo 1 – Glossário.....	81
9.	Anexo 2 – Modelo operativo.....	87
10.	Anexo 3 – Mapa de vegetação da bacia.....	88
11.	Anexo 4 – Lista de espécies que ocorrem na bacia.....	89
12.	Anexo 5 – Termo de referencia para coleta de sementes e marcação de matrizes....	90
13.	Anexo 6 – Parecer Técnico Esalq Uso de Herbicida .....	91
14.	Anexo 7 – Protocolo de monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica	92
15.	Anexo 8 – Resolução SMA SP que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica .....	93
16.	Anexo 9 – Edital PSA - Fase 1.....	94

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Este documento apresenta as metodologias para a implantação dos programas de recuperação ambiental compensatórios das cláusulas 161 e 163 do Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC) firmado em decorrência do rompimento da barragem de Fundão em Mariana. Trata-se da abordagem metodológica para a aplicação das modalidades de recuperação previstas no TTAC para recuperar 40.000 ha de APP e 5.000 nascentes, seja pelo plantio direto de mudas florestais e/ou Sistemas Agroflorestais (SAF), ou pela condução da regeneração natural, podendo esta última ocorrer isoladamente ou consorciada com plantio de adensamento ou enriquecimento.

## 2. INTRODUÇÃO

A Fundação Renova tem a missão de implementar e gerir os programas de reparação, restauração e reconstrução das regiões impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, localizada no subdistrito de Bento Rodrigues, em Mariana, Minas Gerais. Os programas, previstos no TTAC, estão reunidos em duas principais frentes: socioambiental e socioeconômica. Na frente socioambiental, duas ações compensatórias são previstas pelo TTAC, em suas cláusulas 161 e 163, que são a recuperação de 40.000 ha de APP e 5.000 nascentes em 10 anos.

A recuperação dos 40.000 ha de APP que trata a cláusula 161 deverá ocorrer prioritariamente nas APPs degradadas do Rio Doce e tributários preferencialmente, mas não se limitando, nas sub bacias dos rios definidos como fonte de abastecimento alternativa para os municípios e distritos listados nos parágrafos segundo e terceiro da cláusula 171. Além das APPs a Subseção II.2 também determina que áreas de recarga hídrica devam ser contempladas. A mesma cláusula ainda destaca que desses 40.000 ha, 10.000 ha deverão ser executados por meio de plantio direto e 30.000 ha por meio da condução da regeneração natural. Para esta cláusula algumas diretrizes já foram estabelecidas pelo CIF:

- Deliberação 14/2016, 44/2017, 62/2017 e 88/2017 que tratam do estudo de prospecção e diagnóstico dos viveiros da bacia do rio doce, sendo a última que aprova o estudo com ressalvas e traz o Parecer Técnico nº 11/2017-COREC/CGBIO/DBFLO, com pedidos de complementação;

- Deliberação 27/2017 que aprova a nota técnica 02/2016 sobre o Termo de Referência de definição de critérios para a priorização das áreas para recuperação ambiental na bacia do rio Doce e a Nota Técnica 02001.001309/2016-16 que contempla o Modelo Básico Operativo para recuperação compensatória;
- Deliberação 65/2017 que estabelece critérios mínimos para adoção de pagamentos por serviços ambientais suportado pelas Notas Técnicas nº 02001.000489/2017-91 DBFLO/IBAMA, nº 001/2017/DCRE/IEF 10/03/2017 e s/nº IEMA/SEAMA/Reflorestar de 17/02/2017;
- Deliberação 90, que aprova com ressalvas o Termo de Referência para coleta de sementes e marcação de matrizes e traz o Parecer Técnico nº 12/2017-COREC/CGBIO/DBFLO com pedidos de complementação

A cláusula 163 do TTAC diz que “a título compensatório, caberá a Fundação recuperar 5.000 (cinco mil) nascentes, a serem definidas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Doce (CBH-Doce), com a recuperação de 500 (quinhentas) nascentes por ano, a contar da assinatura deste acordo, em um período máximo de 10 (dez) anos, conforme estabelecido no Plano Integrado de Recursos Hídricos do CBH-Doce, podendo abranger toda área da Bacia do Rio Doce”. Para as primeiras 500 nascentes, que abrangem um universo de 217 proprietários, a definição foi divulgada em 27 de outubro de 2016 através do ofício CBH-Doce nº 355/2016. Importante notar que para não frustrar as expectativas dos proprietários envolvidos, neste ano mais 11 nascentes foram contempladas, as quais não foram abatidas do total de 5.000 previstas inicialmente. Em 24 de março de 2017, a deliberação do CBH-Doce nº 59 aprovou os critérios para distribuição, cronograma e recomendações para escolha das áreas para recuperação de 4.500 nascentes restantes. A nota técnica mencionada na deliberação (Nota Técnica nº 01/2017/IBIO), além de esclarecer os critérios utilizados recomenda uma distribuição anual de nascentes por cada Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRH). A nota técnica ainda recomenda que após concluída a distribuição entre as UGRHs das 4.500 nascentes a serem recuperadas, é importante que se consulte os CBHs de sub-bacias atuantes em cada uma dessas unidades, para a definição das áreas a serem contempladas, conforme distribuição anual apresentada nesta nota técnica.

A presente metodologia, além de contemplar todas as definições trazidas pelas deliberações, notas técnicas e pareceres técnicos mencionados acima, atende principalmente o Parecer



Técnico nº 13/2017-COREC/CGBIO/DBFLO da deliberação 89/2017 sobre o Procedimento Operacional de Plantio.

### **3. CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTRATÉGIA**

O rompimento da barragem demandou uma ação emergencial de reparação do que foi destruído, com diversas atividades que vão desde a retificação de calhas de drenagem até a estabilização do rejeito com plantio de gramíneas e finalmente restauração florestal. Para as ações de cunho compensatório, a ideia seria ir além dos danos provocados nas áreas diretamente impactadas pelo evento. No presente caso, o rompimento da barragem revelou uma dependência hídrica de diversos municípios ao longo da calhada do rio Doce, e uma das poucas possibilidades para suprir esta demanda eram os mananciais alternativos existentes ao longo da região. No entanto, o cenário de degradação das áreas de drenagem dos mananciais não garantiria a perenidade deste serviço. Dessa forma, uma das principais justificativas para a recuperação dos 40.000 ha de APP e 5.000 nascentes seria justamente a contribuição da cobertura florestal para a regularização da vazão em áreas de vulnerabilidade da bacia, sobretudo àquelas de drenagem desses mananciais alternativos. A importância de recuperação dessas áreas é explicitada, por exemplo, em uma das principais entregas trazidas pelo Termo de Referência de definição de critérios de priorização de áreas para recuperação ambiental na bacia do rio Doce, aprovado pela deliberação nº 27/2016 e pela Nota Técnica Nº 01/2017/IBIO que apresenta como critérios de priorização das nascentes diversos aspectos de vulnerabilidade hídrica da bacia.

Portanto, tendo em vista o vínculo da restauração florestal com a regularização da vazão hídrica, a visão estratégica da Fundação Renova para o pleno cumprimento do TTAC se baseada em dois pilares principais: (i) abordagem integrada do uso sustentável do solo em áreas de recarga hídrica e; (ii) pleno engajamento do proprietário rural nos programas de recuperação de APPs e nascentes. Ambos os pilares associados ao objetivo do programa, trazem uma visão de recuperação baseada em aspectos ambientais, sociais e econômicos.

A abordagem integrada do uso do solo considera que a recarga hídrica em uma bacia não ocorre somente em APP, e que associar a regularização da vazão somente com a recuperação dessas áreas pode representar um equívoco. O uso adequado do solo em uma área de drenagem representa ganhos em termos de quantidade e qualidade de água e só pode ser

alcançado integrando recuperação florestal em áreas estratégicas com práticas agrícolas adequadas (SOUZA, 2016; TUCCI; CLARKE, 1997). Desta forma, projetos que objetivem conservar e recuperar APPs devem considerar outras áreas de recarga da bacia em suas ações, de modo a torná-las mais eficientes quanto à sua capacidade de infiltração e à diminuição do escoamento superficial. Assim, qualquer planejamento, no sentido de conservar ou recuperar tem como princípio básico criar condições favoráveis para infiltração de água no solo, indo se depositar num aquífero que irá abastecer uma ou mais nascentes que se encontrem associadas a ele. Neste contexto, a infiltração deve ser pensada para toda a bacia, principalmente para suas áreas de recarga hídrica e não apenas para as áreas mais próximas às nascentes e outras APPs, fazendo-se necessário um diagnóstico a nível de paisagem para definição do planejamento a nível regional (LIMA, 1996). Neste ponto, a visão social e econômica é indissociável da ambiental, já que o componente humano representa a espinha dorsal do programa. Aqui, o outro pilar representa a engrenagem da ação, tendo em vista que o engajamento do proprietário rural é o que garante a perenidade das ações, fazendo com que o indivíduo se torne o multiplicador e o maior responsável pelo sucesso do programa. Sem o seu entendimento e participação, seria necessário empregar um esforço de fiscalização para garantir o sucesso do programa que seria inviabilizado em termos de custo, e mesmo assim, nada garantiria que depois que a Fundação Renova “saísse de cena” tudo não estaria comprometido.

A estruturação da estratégia dos programas sobre os dois pilares descritos acima derivou dos resultados obtidos no Workshop de Restauração Florestal no Vale do rio Doce, realizado pela Fundação Renova em maio de 2017. O evento contou com ampla participação social, representado por organizações governamentais e não governamentais, instituições de ensino e pesquisa, empresas, consultorias, ministério público entre outras. As discussões do Workshop foram construídas sobre quatro eixos principais: (i) gestão e planejamento da paisagem; (ii) oportunidades socioeconômicas na cadeia produtiva da restauração; (iii) restauração de baixo custo para ganho de escala e seu impacto nos benefícios e sustentabilidade dos projetos e; (iv) modelo de governança para a restauração florestal e reflorestamento. Nos resultados obtidos, em todos os eixos fica clara a necessidade de colocar o proprietário rural como protagonista das ações e de pensar as ações de restauração não somente para um viés ambiental, mas também econômico e social, e em escala de paisagem, visando a integração das ações num primeiro momento na propriedade rural, e posteriormente na microbacia. Além disso, a participação dos técnicos da Fundação em outros eventos relevantes no campo da restauração ecológica, como

o congresso mundial de restauração ecológica em Foz do Iguaçu – SER 2017, corrobora essa visão, a de que a durabilidade de projetos de restauração, depende integralmente da participação e engajamento de todos os diretamente envolvidos. Por isso a Fundação Renova acredita que a entrega das cláusulas 161 e 163 é dependente do envolvimento dos produtores rurais na vida do programa e não poderá ser feita de outra maneira. Portanto, os pilares uso sustentável do solo em áreas de recarga hídrica e engajamento proprietário estão em plena harmonia com a estratégia dos programas e têm um maior potencial de impacto em longo termo.

Sendo assim, para que seja possível operacionalizar os dois pilares mencionados acima é necessário que o programa de recuperação de APP utilize como uma de suas bases o conceito do Desenvolvimento Rural Sustentável, considerando o contexto social, econômico, ambiental e cultural em que as propriedades rurais estão inseridas.

Esta abordagem enseja que o foco esteja nas interações de sistemas vivos e complexos, integrando programas e comunidades, em detrimento do foco apenas nos sistemas de produção e no controle das entradas, buscando otimizar saídas (PINHEIRO, 2000).

Desta forma, admite-se que o processo recuperação vai além do simples ato de restaurar florestas em APP, mas sim de harmonizar os diferentes objetivos, buscando o equilíbrio social, econômico e ambiental das propriedades, o que exigirá a implementação de diversas ações complementares, assim como a integração entre os diversos programas executados pela Fundação.

Nesta ótica, o planejamento conservacionista aplica o conceito de aptidão e capacidade de uso da terra, que segundo Lepsch *et al.* (2015), pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteador o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia

[Obj] pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia [Obj] pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia [Obj] pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia [Obj] pode ser

definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteadando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteadando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica., pode ser definida como a adaptabilidade natural da terra às diversas formas de utilização, sem que ocorra degradação. Todos os aspectos de interesse para os agricultores e comunidades deverão ser considerados, indicando as áreas que deverão ser destinadas a cada tipo de ocupação, assim como a forma de fazê-lo em sinergia com a infraestrutura natural, cultura local e a expectativa de rentabilidade econômica da exploração agrícola, norteadando o planejamento da paisagem para um conjunto de intervenções que viabilize a geração valor para a bacia hidrográfica e que possibilite o atendimento cumprimento integral do TTAC – a produção hídrica.

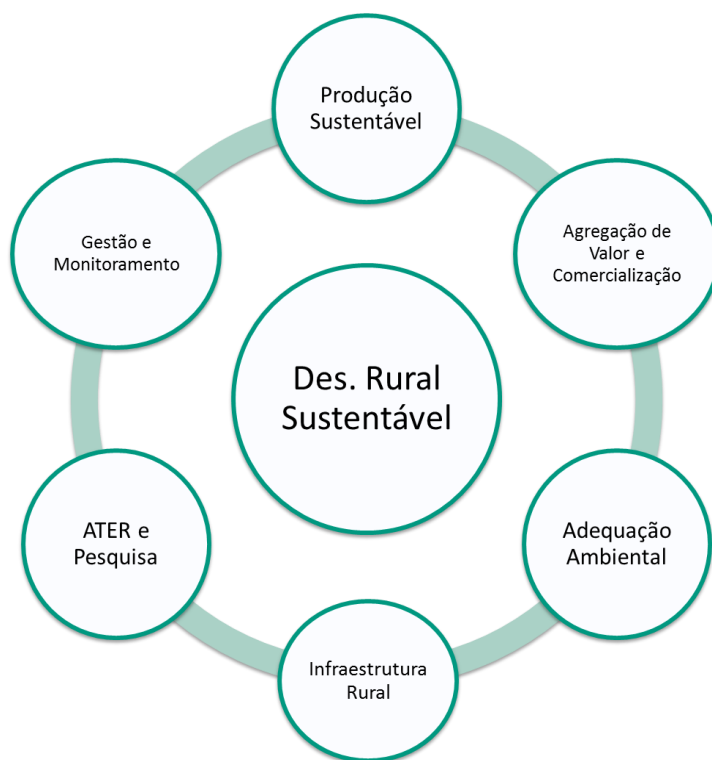


Figura 1 – Eixos do Desenvolvimento Rural Sustentável

Além dos ganhos sociais, econômicos e ambientais - neste caso específico tendo a água como principal saída, diversos outros serviços ecossistêmicos poderão ser produzidos pela restauração florestal. Estes serviços são definidos como produtos e processos naturais gerados por ecossistemas que sustentam e completam a vida humana (MA, 2005). Aronson *et al.* (1993) descreve quatro categorias de benefícios às pessoas: serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais. Exemplos incluem provisão de água, regulação de enchentes, proteção do solo e controle de erosão, manutenção do clima (sequestro de carbono), polinização de cultivos e serviços culturais para preencher as necessidades recreativas, intelectuais e espirituais.

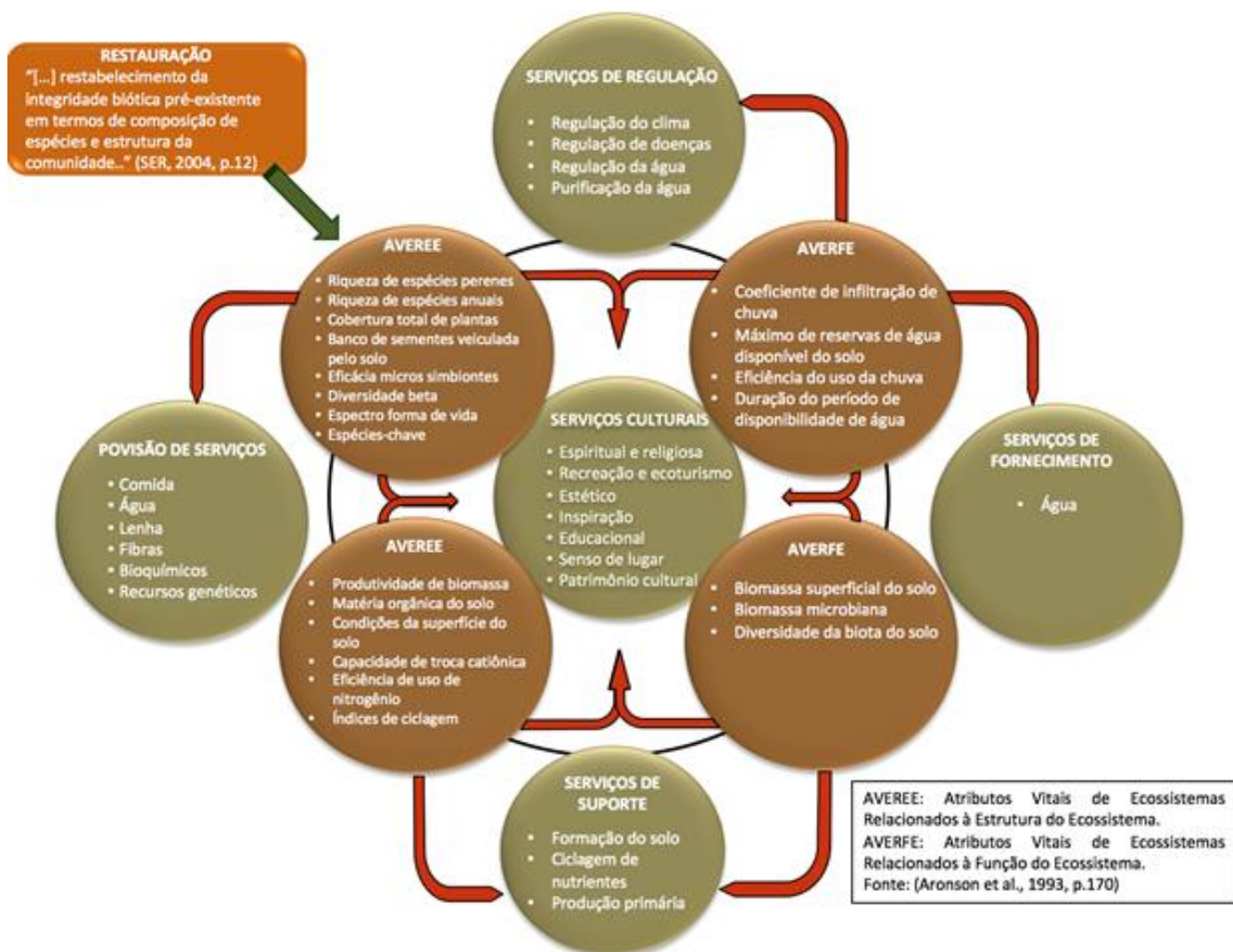


Figura 2 - Serviços Ecossistêmicos. Fonte: Adaptado de Aronson et al., 1993.

Esse documento se concentrará somente nos aspectos técnicos relacionados a recuperação de Nascentes e demais APPs. Os demais aspectos abordados na estratégia do programa para engajamento dos produtores rurais são abordados em maior detalhe no documento intitulado “Proposta de mobilização V04”, que já foi protocolado na Secretaria Executiva do CIF e segue em anexo (Anexo 2) para conferência.

#### 4. OBJETIVO

Recuperar áreas de recarga hídrica por meio da melhoria do uso e conservação do solo e recuperação de áreas de preservação permanente, em atendimento às cláusulas 161 (Recuperação de 40 mil hectares de APPs degradadas) e 163 (Recuperação de 5 mil nascentes) do TTAC.

#### 4.1.1 Objetivos específicos

- I. Recuperar 10.000 ha de Áreas de Preservação Permanente (APP) degradadas e áreas de recarga hídrica na bacia do rio Doce
  - a. Através do plantio de espécies nativas das fitofisionomias de mata atlântica e cerrado encontradas na bacia do rio Doce;
  - b. Através da implantação de sistemas agroflorestais, consorciados com espécies nativas da Mata Atlântica e que atendam ao disposto no inciso XVI do Art. 2º do Decreto 7.830/2012;
  - c. Efetuar monitoramento para verificar as efetividades das ações de recuperação.
- II. Recuperar 30.000 ha de Áreas de Preservação Permanente (APP) degradadas e áreas de recarga hídrica na bacia do rio Doce
  - a. Através da condução da regeneração natural de espécies nativas;
  - b. Através da condução da regeneração natural com plantio de espécies nativas;
  - c. Efetuar monitoramento para verificar as efetividades das ações de recuperação.
- III. Recuperar 5.000 nascentes

Efetuar a recuperação utilizando as mesmas premissas dos itens I e II acima.
- IV. Produção de Mudas
  - a. Fomentar a produção de mudas de espécies nativas em viveiros na Bacia do rio Doce, juntamente com atividade de coleta de sementes e marcação de matrizes.
- V. Melhoria no uso e conservação do solo nas áreas de drenagem
  - a. Promover práticas de uso do solo sustentáveis com o suporte de Assistência Técnica e Extensão Rural;
  - b. Implantar tecnologias sociais e adequar infraestruturas rurais que resultem na melhoria da oferta e qualidade hídrica na propriedade.

## 5. METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS RECUPERAÇÃO DE NASCENTES E DEMAIS APPs

O TTAC estabelece que a recuperação de APPs degradadas do rio Doce e tributários, bem como áreas de recarga, será viabilizada mediante implantação de projetos de reflorestamento em 10.000 ha, condução da regeneração natural em 30.000 ha e recuperação de 5.000 nascentes. No entanto, faz-se necessário chamar atenção para casos de degradação



extrema na bacia do rio Doce, onde nenhuma das modalidades de recuperação acima poderão ser viabilizadas sem antes a aplicação de medidas iniciais de recuperação de solo. Nestes casos, há necessidade de laçar mão de medidas de remediação, seja através da implantação de intervenções físicas para recuperação de áreas em processo avançado de erosão, subsolagem, ou por exemplo, plantio de espécies autóctones rústicas nativas da bacia do rio Doce de diferentes formas de vida como nanofanerófitos e/ou caméfitos de ocorrência natural, como o gênero *Estylosanthes* sp. pertencente à família Fabaceae, *Sidastrum* sp. (guaxuma) pertencente à família Malvaceae, *Vernonanthura* sp. (assa-peixe) da família Asteraceae e outros táxons pertencentes às famílias Poaceae, Cyperaceae, além de outras famílias de ocorrência nativa, para locais onde o horizonte superficial do solo não mais existe e existe alto grau de compactação por atividades pecuárias degradadoras. Estes casos serão abordados com mais detalhes na metodologia.

Para os outros casos, onde seja possível realizar o plantio direto e a condução da regeneração natural sem intervenções mais emergenciais, as seguintes medidas, já previstas na Nota Técnica Nº 001/2017/DCRE/IEF, deliberação nº 65/2017 e Resolução Conama nº 429/2011, são previstas.

A Nota Técnica Nº 001/2017/DCRE/IEF traz premissas importantes para pautar as metodologias que serão utilizadas. As premissas são replicadas abaixo:

**a) Áreas de Preservação Permanente:** Em relação às áreas que poderão ser objeto da recuperação, definiu-se que a mesma se dará prioritariamente em áreas de preservação permanente, definidas pela legislação vigente, porém não se limitando as mesmas. Conforme definido no âmbito da CT-Flor, para efeitos desse programa considerar-se-á toda a área da bacia como área de recarga, sendo, portanto, elegível para recepcionar os projetos de recuperação. Esta definição tem o intuito de assegurar que as áreas não definidas legalmente como APPs, mas que possuem tecnicamente a função de recarga hídrica, não sejam deixadas de fora das ações de recuperação, uma vez que contribuem da mesma forma para a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Propõe-se ainda, neste tópico, que as faixas de APP a serem recuperadas se deem preferencialmente na largura mínima prevista e exigida na legislação florestal, conforme o tamanho da propriedade, a chamada recuperação “em escadinha”. Sugere-se, contudo, que não se exclua a participação de produtores que não aceitem a recuperação da integralidade desta

faixa, e que sejam priorizados na escolha dos projetos os produtores que se dispuserem a recuperá-la na sua totalidade, conforme previsto na legislação.

**b) Pagamento por Serviços Ambientais (PSA):** Premissa considerada fundamental para o sucesso desse programa é a utilização de pagamento por serviços ambientais. Esse mecanismo, cuja utilização é prevista na legislação florestal, é um instrumento de estímulo à adesão ao programa, por parte dos produtores rurais, desta forma garantindo a manutenção e ampliação de serviços ecossistêmicos, inclusive em consonância com os programas/projetos já existentes.

Ainda na linha do PSA, torna-se necessário, para garantir a continuidade do programa e sua sustentabilidade econômica no médio e longo prazo, o mapeamento do mercado de PSA regional nas áreas contempladas, com fins de identificação de parceiros em potencial, tais como empresas, sociedade, entidades, etc...

**c) Geração de Renda:** Torna-se fundamental a geração de oportunidades e renda ao produtor rural juntamente com a ação de recuperação/conservação, criando-se estímulos para os proprietários de terra e agricultores adotarem sistemas produtivos e alternativas economicamente corretas e socialmente justas, tais como sistemas agroflorestais (SAFs), conforme inclusive previsto na legislação florestal vigente. Aqui há a possibilidade de inclusão de outras tecnologias, por exemplo, as usadas na agricultura de baixo carbono. Portanto, a geração de renda configura-se com umas das premissas a ser considerada neste programa de recuperação.

**d) Abordagem de Paisagem:** Seguindo-se as tendências atuais nos estudos de ecologia e recuperação, outra premissa imprescindível em programas como este é a utilização de conceitos/estratégias de ecologia/análise de paisagem para o planejamento das ações de recuperação/restauração. Aqui devem ser consideradas situações como contiguidade com APPs, áreas de reserva legal, unidades de conservação e fragmentos de vegetação nativa existentes no entorno.

**e) Articulação interinstitucional:** premissa fundamental, pelo fato de que ao envolver outras instituições garante-se uma visão multi e interdisciplinar do processo, permitindo englobar as visões econômica, social e ambiental.

**f) Adoção de indicadores de sustentabilidade:** A adoção de indicadores de sustentabilidade para a propriedade rural também se apresenta como uma estratégia interessante, na medida em que permite a aferição numérica dos benefícios da restauração e do

desempenho social e econômico da propriedade. Um exemplo de tal indicador com possibilidade de uso é o ISA (Indicador de Sustentabilidade em Agroecossistemas), desenvolvido pela EPAMIG em parceria com a Emater-MG, IEF-MG, Embrapa, UFMG e Fundação João Pinheiro.

**g) Exigência de inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR):** Para garantir a elegibilidade da propriedade para recepcionar projetos de recuperação previstos neste programa, o imóvel deverá estar cadastrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR), visto este ser um instrumento de gestão ambiental importantíssimo instituído pelo Código Florestal, e que serve, dentre outros objetivos, ao planejamento da conservação, possibilitando, inclusive, o foco na ecologia de paisagem.

**h) Pontuação:** Utilização de critérios para a seleção das áreas passíveis de adesão ao programa. Neste caso a propriedade ganharia pontos conforme atendimento aos critérios selecionados, que se somariam e contribuiriam no final para uma hierarquização geral. Tal mecanismo se faz necessário com o objetivo de se ranquear as áreas elegíveis na eventualidade de a demanda exceder a capacidade ofertada pelo programa.

Neste sentido, poderiam ser atribuídos mais pontos a projetos que ofertassem maiores áreas de recuperação proporcionalmente a área total da propriedade, àqueles que previsses formação de conexões entre remanescentes, com formação de corredores (com APPs, RLs, UCs, fragmentos de vegetação nativa, etc..), ou ainda a áreas inseridas em mapeamento oficial de prioridade de conservação e vulnerabilidade ambiental.

Quanto às modalidades previstas, a Nota Técnica N° 001/2017/DCRE/IEF e a Deliberação 65/2017 detalham as intervenções previstas e a Resolução Conama nº 429/2011 agrega mais detalhes.

## **I. 30.000 ha**

**a) Regeneração Natural:** esta modalidade seria aplicada em áreas que apresentam tanto maior expressão de regeneração da vegetação como diversidade, com áreas remanescentes de vegetação próximas, favorecendo sua colonização. A modalidade de regeneração natural deve ser direcionada para áreas onde a degradação ou alteração ambiental não foram muito intensas e o banco de sementes do solo não foi perdido ou, quando existem fontes de propágulos próximos que iniciem e/ou acelerem o processo.

As ações típicas desta modalidade, a título de exemplo seriam:

Proteção, quando necessário, das espécies nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada;

Adoção de medidas de controle de espécies vegetais exóticas invasoras de modo a não comprometer a área em recuperação;

Adoção de medidas de prevenção à incêndios;

Adoção de medidas de prevenção, combate e controle de formigas cortadeiras;

Adoção de medidas de controle da erosão, quando necessário;

Prevenção e controle do acesso de animais domésticos (ovinos, caprinos, bovinos e equinos);

Sempre que possível adotar medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

O incremento de novas plantas a partir da rebrota também deverá ser considerado.

**b) Regeneração natural com plantio:** esta modalidade seria aplicada em áreas que necessitam plantios adicionais para complementar a regeneração da vegetação, no intuito de acelerar o processo. Ocorreriam em áreas, por exemplo, com baixa expressão de regeneração natural ou áreas com alta expressão de regeneração, mas baixa diversidade florística. Aqui cabem duas modalidades específicas de plantio: adensamento e enriquecimento. As ações típicas desta modalidade, a título de exemplo, seriam:

Manutenção dos indivíduos de espécies nativas estabelecidos, plantados ou germinados;

Adoção de medidas de prevenção à incêndios;

Adoção de medidas de prevenção, combate e controle de formigas cortadeiras;

Adoção de medidas de controle da erosão, quando necessário;

Adoção de medidas de controle de espécies vegetais ruderais e exóticas invasoras, de modo a não comprometer a área em recuperação;

Proteção, quando necessário, das espécies vegetais nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada;

Prevenção e controle do acesso de animais domésticos (ovinos, caprinos, bovinos e equinos);

Sempre que possível adotar medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes;

No caso de plantio de espécies nativas, mesmo quando conjugado com a regeneração natural, o número de espécies e de indivíduos por hectare, plantados ou germinados, deverá

buscar compatibilidade com a fitofisionomia regional, visando acelerar a cobertura vegetal da área recuperada. As referências deverão vir de estudos florísticos-fitosociológicos regionais, quando possível baseados em dados secundários, e se necessários em dados primários, conduzidos pela Fundação, ou objeto de contratação específica;

Para os fins de condução da regeneração natural de espécies nativas também deverá ser considerado o incremento de novas plantas a partir da rebrota.

## **II. 10.000 ha**

**a) Plantio com espécies nativas das fitofisionomias encontradas na bacia:** aplicada em áreas com ausência de regeneração natural. As ações aqui envolveriam, a título de exemplo, seriam:

Adoção de medidas de prevenção à incêndios;

Adoção de medidas de prevenção, combate e controle de formigas cortadeiras;

Adoção de medidas de controle da erosão, quando necessário;

Adoção de medidas de controle de espécies vegetais ruderais e exóticas invasoras, de modo a não comprometer a área em recuperação;

Prevenção e controle do acesso de animais domésticos (ovinos, caprinos, bovinos e equinos);

Sempre que possível adotar medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes;

**b) Sistemas Agroflorestais:** nesta modalidade utiliza-se o consórcio de espécies arbóreas e arbustivas nativas e/ou exóticas e culturas agrícolas. Poderiam ser temporários ou permanentes, e com arranjos adaptados às realidades locais. Neste ponto a Deliberação nº65/2017 traz a necessidade de implantação de sistemas agroflorestais consorciados com espécies nativas de mata atlântica e que atendam o disposto no inciso XVI do Art. 2º do Decreto 7.830/2012: “*Sistema agroflorestal – sistema de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosos perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes*”.

## **III. Recuperação de 5.000 nascentes**

A recuperação das nascentes seguirá os modelos estabelecidos acima

O quadro 01 abaixo resume de maneira objetiva as modalidades de restauração previstas:

Quadro 01 - Modalidades de restauração previstas no TTAC e respectivas deliberações e suas características

MODALIDADE	VARIAÇÃO DA MODALIDADE	TIPO DA ÁREA	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA A SER RECUPERADA
Regeneração Natural	Sem plantio	Alterada	Áreas alteradas com maior capacidade de resiliência
			Remanescentes de vegetação nativa constatadas nas áreas circunvizinhas
			Elevada densidade de várias espécies regenerantes, em área isolada ou não na paisagem <sup>1</sup>
			Elevada densidade de poucas espécies regenerantes, em área isolada ou não na paisagem <sup>1</sup>
	Com plantio (adensamento ou enriquecimento)	Alterada	Áreas alteradas com baixa capacidade de resiliência
			Há necessidade de plantio de enriquecimento e/ou adensamento para acelerar processo de regeneração
			Remanescentes de vegetação nativa constatadas na maior parte do perímetro com as áreas circunvizinhas
			Elevada densidade de poucas espécies regenerantes, em área isolada na paisagem <sup>1</sup>
			Moderada densidade de muitas espécies regenerantes, em área não isolada na paisagem <sup>1</sup>
			Moderada densidade de poucas espécies regenerantes, em área isolada na paisagem <sup>1</sup>
Plantio	Plantio de mudas	Degradadas	Intervenções físicas e recuperação de solo para locais que não permitam o plantio de mudas pelo estágio de degradação do sítio
			Áreas degradadas sem capacidade de resiliência
			Plantios em fileiras cujo ordenamento das espécies baseia-se em modelos sucessionais

<sup>1</sup>Brançalion et. al (2015)

MODALIDADE	VARIAÇÃO DA MODALIDADE	TIPO DA ÁREA	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA A SER RECUPERADA
			As áreas circunvizinhas podem ou não conter remanescentes de vegetação nativa
			Reduzida ou numa densidade de regenerantes, em área não isolada na paisagem <sup>1</sup>
			Reduzida ou numa densidade de regenerantes, em área isolada na paisagem <sup>1</sup>
			Áreas em APP degradadas do rio Doce, tributários e de recarga hídrica na propriedade rural, passíveis de implementação de SAF conforme estabelecido na Lei nº 12.651/2012
	SAF	Degradadas	O SAF consiste no consorcio em filas de espécies arbóreas e arbustivas (nativas ou exóticas) com fileiras de culturas agrícolas
			As áreas circunvizinhas podem ou não conter remanescentes de vegetação nativa

#### 5.1.1 Projeto básico

Como definido pela nota técnica nº 13/2017, aprovada pela deliberação nº 89/2017, o projeto básico consiste num conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

Desta forma, anualmente será elaborado um projeto básico único, que, minimamente descreva todas as áreas objeto de projetos de recuperação ambiental para o ano corrente referente as relacionados as cláusulas 161 e 163, espacializando-as e quantificando-as por propriedade.

### 5.1.2 Projeto executivo

O escopo do projeto utiliza como base as diretrizes estabelecidas nos seguintes marcos legais:

- Anexo I IBAMA - Modelo para Elaboração de Projeto de Recuperação de Danos decorrentes da Infração ou Recuperação de Áreas Degradadas para fins de Conversão de Multa, que visa atender a IN nº 14/2009, IN nº 04/2011, Decreto nº. 6.514/2008, Lei nº. 9.605/1998 e demais normas pertinentes;
- Resolução CONAMA n. 429/2011 - dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs;
- IN IBAMA nº 04/2011 - Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradadas, para fins de cumprimento da legislação ambiental;
- IN ICMBIO nº 11/2014 - estabelece procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental;
- Deliberação Normativa COPAM nº 76/2004 - dispõe sobre a interferência em áreas consideradas de Preservação Permanente e dá outras providências.

Para a execução do diagnóstico e elaboração dos projetos, cada APP será considerada como uma unidade espacial de trabalho.

Atividades de restauração envolvem uma complexidade enorme de situações que precisam, por muitas vezes serem trabalhadas isoladamente. No presente caso, isto ocorre com qualquer nascente, pois é necessário que cada uma delas seja tratada como única, devendo ter tratamento específico, dependendo do resultado do diagnóstico dessa unidade. Sendo assim o diagnóstico e o desenho do projeto é a primeira etapa do processo de recuperação de uma nascente.

A primeira etapa para o diagnóstico para elaboração do projeto consiste no imageamento da unidade espacial de trabalho. No presente caso, isto será feito com VANT ou Drones, que oferecem uma resolução de imagem com pixels de 5 centímetros e possibilidade de varredura a laser para estabelecimento de modelos digitais de elevação, o qual geram curvas de nível precisas do terreno - fundamentais para desenhar o projeto em áreas de relevo acidentado.

Com a imagem em mãos a próxima etapa consiste em realizar a fotointerpretação das áreas destinadas a restauração. Esta interpretação consiste em especializar primeiramente o raio de trabalho, dependendo do grau de adesão dos proprietários rurais, se concentrando ou na área



preconizada pelo código florestal ou além desta. Com a área de trabalho delimitada, a segunda etapa seria especializar o uso, ocupação e cobertura do solo em diferentes classes já pré-estabelecidas, seja solo exposto, erosão, gramíneas, vegetação nativa, vegetação exótica, lavoura, entre outras. Isto fornecerá uma fotografia preliminar do status de conservação das nascentes, para que seja possível fazer uma pré-definição dos métodos de recuperação indicados para cada setor.

Após a elaboração do pré-projeto, a próxima fase é a de visita em campo. Nesta etapa o técnico deverá checar a espacialização feita em escritório e levantar outras informações pertinentes. A checagem da área deverá ser feita através de caminhamento em campo com o próprio GPS de navegação. As demais serão preenchidas num formulário padrão e consistirão nas seguintes informações:

- Dados do proprietário e da propriedade
- Dados do responsável pelo projeto
- Caracterização da área dividida em:
  - Diagnóstico regional com informações sobre caracterização climática, precipitação local, orientação da nascente e tipologia florestal local, microbacia que a nascente está inserida, rio que nascente contribui e animais domésticos (herbívoros) existentes no local.
  - Diagnóstico local com informações sobre fertilidade e acidez do solo, compactação do solo (com penetrômetro), relevo, caracterização da vegetação (florístico-fitosociológica), caracterização da regeneração natural (quali-quantitativa), compactação do solo e presença de erosões (com a caracterização).
- Coordenadas do perímetro da área destinada a recuperação
- Caracterização da vegetação do entorno
- ART do responsável pelo projeto

Com o diagnóstico das áreas destinadas a recuperação será aplicado uma chave de intervenções com diferentes “soluções-tipo” para os diferentes cenários de intervenção que porventura surjam. As “soluções-tipo” já informarão as intervenções que deverão ser tomadas com respectivas quantidades de insumo por nascente.

### 5.1.3 Escolha das espécies e estabelecimento de grupos de plantio

Serão aquelas obrigatoriamente de ocorrência do bioma Mata Atlântica e suas diferentes fitofisionomias, sobretudo floresta estacional semidecidual - feição predominante na bacia do rio Doce (IBGE, 2004). A figura em anexo (Anexo 3) apresenta em maior qualidade o mapa de vegetação da bacia, de acordo com IBGE (2004).

As espécies inicialmente selecionadas serão as 334 reveladas no estudo de prospecção e diagnóstico de viveiros na bacia do rio Doce (anexo 4). No entanto esta lista baseia-se em dados secundários, sendo necessário, para um projeto de tamanho escala, estabelecer listas baseadas em dados primários.

Os dados secundários encontrados, como nos estudo dos viveiro e de autores como França e Stehmann (2013), podem não representar uma referência fiel, ou servir como uma referência para toda a bacia, mas ajudam no início do projeto. No entanto, para se ter mais confiança se as espécies propostas e os arranjos representam de fato a realidade da região, é necessário trabalhar mais consistentemente o conceito de ecossistema de referência.

Ecossistemas de referência não representam uma cópia do que se deseja recriar e sim uma referência de onde se quer chegar (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015). O equívoco de planejar ações de restauração baseadas em alta diversidade como cópias de florestas estabelecidas levou diversos projetos ao fracasso, pois não consideravam aspectos estocásticos das comunidades florestais (MI *et al.*, 2016; RODRIGUES, RICARDO RIBEIRO; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). Neste sentido, o ecossistema referência nos dá um norte de onde chegar baseado em diversos aspectos estruturais e florísticos. Entretanto é preciso se atentar às características do local onde se pretende restaurar para estabelecer a referência ideal, caso contrário o caminho a ser tomado não chegará a lugar algum. Brancalion; Rodrigues e Gandolfi (2015) e Clewel e Aronson (2013), trazem importantes reflexões a cerca desse assunto e serão consultados quando do estabelecimento das referências para os projetos de recuperação objeto desta metodologia. Tendo este conceito em mente, a escolha das espécies que comporão o plantel, bem como os grupos de plantio passa a ser uma tarefa delicada. Ademais, como é sabido, há uma constante evolução dos desenhos de plantios utilizados em atividades de restauração e não há uma “receita de bolo” do número de espécies a ser utilizado, tampouco a proporção de grupos de plantio (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015). Portanto, os desenhos de plantio devem ser flexíveis, quanto a riqueza de espécies empregada, pois a intervenção humana é apenas uma forma de ajudar a restauração (SER, 2004)

e o atributo mais importante que se deve ter em mente é a capacidade do ecossistema em se auto-sustentar sem a nossa influência (CLEWELL; ARONSON, 2013). Neste sentido, a leitura da paisagem do entorno é fundamental para se saber o nível de interferência humana e por quanto tempo isto deverá ocorrer (SUDING et al., 2016), seja através do mapeamento fontes de propágulos próximas aos locais do projeto, pela identificação de espécies semi ou decíduais, de acordo com as características pluviométricas da região, ou até mesmo, com a escolha de espécies mais apreciadas pela fauna local e que tenham produção de frutos em diferentes estações do ano.

Desta forma, a flexibilidade mencionada pode ser traduzida em um modelo de plantio faseado, sobre o processo de sucessão florestal.

Chazdon (2008) separa as dinâmicas dos processos de sucessão em florestas tropicais em: (i) fase de iniciação do povoamento; (ii) fase de exclusão de indivíduos e; (iii) fase de iniciação do sub-bosque. Neste modelo a intervenção da Fundação Renova aconteceria na primeira fase, que de acordo com estimativas da própria autora, ocorre durante os 10 primeiros anos de estabelecimento do povoamento. Segundo a mesma autora, em ambientes naturais é nessa fase que a comunidade adquire autossuficiência e isso ocorre basicamente através de 6 etapas: (i) germinação do banco de sementes e sementes recém-dispersas; (ii) rebrota de árvores remanescentes; (iii) colonização por árvores pioneiras tolerantes e intolerantes à sombra; (iv) rápido aumento de altura e diâmetro de espécies lenhosas; (v) alta mortalidade de espécies herbáceas colonizadoras; (vi) altas taxas de predação de sementes; (vii) estabelecimento de plântulas tolerantes a sombra cuja sementes foram dispersas por aves e morcegos.

No modelo defendido pela Renova o investimento inicial seria feito em estrutura, que corresponde etapa iii e iv acima, visando a gradativa superação de filtros ambientais, como competidores (etapa v), para finalmente obtermos a etapa vii, que é a principal engrenagem para se chegar a autossuficiência de povoamentos florestais (HOLL, KAREN D., 1999; REID; HOLL, 2013; SUDING *et al.*, 2016). Sendo assim, se após o estabelecimento da estrutura, em 3 anos não for notado incremento em densidade e riqueza de regenerantes, a capacidade da paisagem ou do plantio em trazer e/ou atrair dispersores é duvidável, sendo necessário intervir no povoamento através de manejo e plantio de enriquecimento (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015).

A proposta defendida acima é baseada nos objetivos da Resolução SMA nº 32/2014 da Secretaria do Estado do Meio Ambiente de São Paulo, onde não há preocupação nos

pormenores da forma como a implantação ocorrerá e sim com os resultados que o modelo proposto gerou, em termos de funcionamento do ecossistema. Este modelo também é defendido em outros protocolos de monitoramento semelhantes que ressaltam a importância da regeneração como indicador e autossuficiência de um povoamento (CHAVES et al., 2015; SUGANUMA; DURIGAN, 2015; VIANI et al., 2017). Apesar de destacar a importância primária da regeneração, outros indicadores que suportam o uso desta abordagem serão apresentados no capítulo específico de monitoramento.

Portanto, a proposta defendida pela Renova é de um modelo de arranjos de riqueza de espécies e grupos de plantio flexível, que seja capaz de ser adaptado a cada circunstância e que tenha sempre como objetivo principal a auto funcionamento do ecossistema. No entanto, sabendo da necessidade de estabelecer valores de referência, a proposta inicial (mas não engessada) seria de estruturar a comunidade através do plantio de 100% de espécies de recobrimento e monitorar o recrutamento. Caso não haja enriquecimento natural, será necessário executar um plantio de enriquecimento. Sendo assim, para a implantação, serão utilizadas de 15 a 20 espécies de recobrimento, e para o enriquecimento, serão consideradas mais 30 espécies de diversidade, já descontando as espécies recrutadas, desde que não sejam as mesmas de recobrimento já plantadas. Esses valores são arbitrários, não configuram em indicadores de encerramento do programa e necessitam ser calibrados. Para tanto, a proposta da Fundação é de executar um inventário de ecossistema de referência na bacia para obter valores de referência mais sólidos e que se adequam a realidade de campo.

#### 5.1.4 Produção de mudas

Os serviços de produção de mudas e coleta de sementes e marcação de matrizes florestais serão objeto de contratações específicas.

No que tange a produção de mudas florestais, além do TTAC trazer uma cláusula dedicada a este tema, nº 162, as deliberações 14/2016, 44/2017, 64/2017 e 88/2017 tratam especificamente do estudo de prospecção e diagnóstico dos viveiros da bacia do rio Doce, que já foi executado e aprovado pelo CIF na deliberação n.134/2017. Este estudo revelou o estado da arte da produção de mudas na bacia, além de localizar os principais viveiros e descrever os principais aspectos produtivos de cada um. De posse deste estudo será possível executar o planejamento da produção de mudas para atendimento as cláusulas 159, 161 e 163 do TTAC. O planejamento envolve não só a previsão da demanda de mudas, como também a espacialização da cadeia produtiva ao longo da bacia para atender as respectivas cláusulas. Além

disso, o planejamento traz consigo o detalhamento mínimo da técnica de produção, as espécies e os parâmetros de qualidade que serão exigidos para a entrega das mudas. Para esta atividade a Fundação Renova pretende envolver a UFV, para eventos de capacitação técnica dos produtores, alinhamento de técnicas e garantia de qualidade das mudas. Finalmente, para planejar o atendimento a demanda dos 40.000 ha de APP é necessário a conclusão da definição dos critérios e do mapeamento das áreas prioritárias para recuperação na bacia, em atendimento a deliberação nº 27/2016.

Ainda na mesma linha, uma ação que ocorrerá a princípio paralelamente a produção de mudas, mas que depois será uma condição, é a contratação e execução do serviço de coleta de sementes e marcação de matrizes florestais. Para esta atividade o escopo técnico foi aprovado pela Deliberação nº 133/2017. À exemplo da produção de mudas, a coleta de sementes também demandará um planejamento prévio e entregará uma série de produtos, além das sementes e matrizes, como especifica o respectivo Termos de Referência. O Termo de referência aprovado encontra-se no anexo 5.

#### 5.1.5 Nucleação

A restauração por nucleação visa criar micro-habitats em núcleos propícios para a chegada de espécies vegetais de todas as formas de vida e formação de interações entre organismos através de eventualidades (REIS, ADEMIR; TRES; BECHARA, 2006).

Desta forma, buscando uma técnica complementar de recuperação de áreas degradadas no qual considera os princípios da nucleação e outros conceitos de ecologia básica, tais como: sucessão, heterogeneidade de ambientes, facilitação, interações interespecíficas, dispersão, polinização, predação e cicatrização, foi criada uma nova visão de restauração ecológica, onde sempre procura-se imitar a natureza, com mínimos insumos e um conjunto de técnicas implantas não em área total, mas sim em núcleos que tentam restituir o mosaico do ambiente original (CALVI; VIEIRA, 2006).

Para tanto, antes de se aplicar o procedimento, deve-se fazer um diagnóstico prévio da área para se definir as estratégias de acordo com as situações encontradas. Com base nesse diagnóstico, poderão ser propostos uma ou mais técnicas das abaixo relacionadas.

#### 5.1.6 Transposição de solo

Com uso dessa técnica, são resgatados, além do banco de sementes, a biota do solo e a serapilheira dos fragmentos próximos para a área em restauração, favorecendo a reintrodução de diversas formas de vida vegetal e animal no local (BECHARA, 2006; REIS, A. *et al.*, 2003;

TRES, 2006) indica que podem ser transportados porções de 1m<sup>2</sup> de solo das áreas naturais para as que serão restauradas. Por serem pequenas as porções de solo retiradas de modo esparsos dos remanescentes conservados, os locais com solo removido são rapidamente cicatrizados. Além disso, essas extrações superficiais sugere uma ativação do banco de sementes destes locais (BECHARA, 2006).

#### 5.1.7 Abrigos artificiais

O resíduo florestal (galhos, tocos e etc.) podem ser enleirados, compondo uma das técnicas nucleadoras. Com esta ação se formam abrigos artificiais de fauna além de ter atuação junto aos decompositores, agindo como recuperador de solos com a formação de húmus.

#### 5.1.8 Poleiros artificiais

Reis *et al.* (2003) sugerem a implantação de poleiros artificiais como estratégia para incrementar a chuva de sementes, considerando sua utilização fundamental para implementar grande biodiversidade em locais degradados.

As funções do ecossistema que as aves desempenham podem aumentar o ritmo de regeneração do solo e, conseqüentemente, aumentar o habitat disponível para aves e outras espécies dependentes da floresta (REID *et al.*, 2014).

Os focos de concentração de propágulos são locais de grande atração de consumidores e, por sua vez, estes consumidores podem eventualmente realizar a dispersão secundária destas sementes e, principalmente, de trazerem mais sementes através de suas fezes.

#### 5.1.9 Plantio ilhas de vegetação ou nucleação aplicada

A nucleação aplicada é o estabelecimento de pequenas manchas de arbustos e/ou árvores para servir como áreas focais de recuperação, pegando emprestado elementos naturais da sucessão florestal e restauração ativa para influenciar a direção e a taxa de sucessão natural (CORBIN; HOLL, 2012). Esta abordagem baseia-se na teoria da nucleação (YARRANTON; MORRISON, 1974), que inicialmente foi concebida no contexto da sucessão de dunas para mostrar o papel fundamental que as manchas de arbustos e árvores podem desempenhar para facilitar o recrutamento de outras espécies, aumentando a dispersão de sementes e melhorando as condições do micro site para o estabelecimento de plântulas. De fato, a nucleação aplicada pode promover a criação de aglomerados de vegetação que podem facilitar o processo de colonização, fornecendo: (i) poleiros e barreira física para captura de sementes (BECHARA, 2003; LINDELL *et al.*, 2012; YARRANTON; MORRISON, 1974) e; (ii) melhora no microclima e fertilidade local para o estabelecimento de plântulas (CUSACK; MONTAGNINI,

2004; HOLL, K. D.; AIDE, 2011; PADILLA; PUGNAIRE, 2006). Bechara (2006) mostrou que os grupos de mudas tendem a eliminar espécies, como braquiária (*Urochoa* spp.) em núcleos. Reis et al (2006) salienta que este modelo de plantio admite atividades de limpeza apenas dentro dos grupos de mudas, o que permite a expressão da regeneração natural nos espaços entre os grupos.

Portanto, para aumentar a complexidade da área, é importante realizar o plantio de espécies arbóreas nativas ocorrentes na região nos núcleos ao invés de se plantar em toda a área em processo de restauração. Deve-se, quando possível, privilegiar espécies que possuem menores chances de recolonizar o local de forma natural (BECHARA, 2006).

#### 5.1.10 Controle da erosão e descompactação de solos

A erosão acelerada, ou erosão antrópica, é um problema mundial. Vastas áreas estão sujeitas à degradação do solo, às vezes de forma irreversível, por uma série de processos como erosão e desertificação acelerada, compactação e selamento, salinização, acidificação, diminuição da matéria orgânica e da fertilidade do solo e redução da biodiversidade (LAL, 1994).

No Brasil, a perda da camada superficial é a principal forma de degradação dos solos. Em razão da ampliação da fronteira agrícola e do uso intensivo do solo, HERNANI et al. (2002) estimaram perdas totais anuais de solo em áreas de lavoura da ordem de 750 milhões de toneladas e de 70 milhões de toneladas para as áreas de pastagens em todo o país.

O controle da erosão exige a caracterização dos fatores e mecanismos relacionados às causas do desenvolvimento dos processos erosivos. Assim, o primeiro ponto a ser considerado são os locais onde há maior concentração de erosões lineares, pois esses locais consistem em zonas de convergência dos fluxos superficial e subterrâneo (no caso de cabeceiras de cursos d'água), havendo assim uma interação sinérgica favorável aos processos causadores de incisões sobre vertentes. Em função dessa característica, áreas de cabeceira de drenagem devem ser consideradas como áreas de risco de erosão e, portanto, de formação de voçorocas (FILIZOLA, H. F.; ALMEIDA FILHO, G. S.; CANIL, K.; SOUZA, M. D. 2008).

A declividade é outro fator importante a ser levado em conta, já que interfere de maneira direta no escoamento superficial, sendo função inversa da infiltração da água no solo, ou seja, quanto maior a declividade menor a taxa de infiltração (KUROWSKI, 1962; CUNHA, 1991).

O poder erosivo da água depende do volume e velocidade do escoamento, da espessura da lâmina d'água, da declividade e comprimento da vertente e da presença de vegetação (MAGALHÃES, 1995). Conforme o tipo de vegetação e a extensão da área vegetada este processo pode ser mais ou menos intenso.

A partir da retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto à erosão hídrica que é caracterizada por processos que se dão em três fases: desagregação, transporte e deposição. A precipitação que atinge a superfície do solo inicialmente provoca o umedecimento dos agregados, reduzindo suas forças coesivas. Com a continuidade da chuva e o impacto das gotas, os agregados são desintegrados em partículas menores. A quantidade de agregados desintegrados cresce com o aumento da energia cinética da precipitação, que é função da intensidade, da velocidade e do tamanho das gotas da chuva. O transporte propriamente dito do solo somente começa a partir do momento em que a intensidade da precipitação excede a taxa de infiltração. Esta por sua vez, tende a decrescer com o tempo, tanto pelo umedecimento do solo como pelo efeito decorrente do selamento superficial provocado, em especial, pelo impacto das gotas de chuva. Uma vez estabelecido o escoamento, a enxurrada se move morro abaixo, podendo se concentrar em pequenas depressões, mas sempre ganhará velocidade à medida que o volume da suspensão e a declividade do terreno aumentarem. Com isto a sua capacidade de gerar atrito e desagregação se ampliam à medida em que a enxurrada se movimenta, diminuindo, portanto, a infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial, dependendo da intensidade da chuva (CHAVES, T. de A.; ANDRADE, A. G. de; LIMA, J. A. de S.; PORTOCARRERO, H., 2012).

O objetivo é controlar os processos erosivos com fundamentos em princípios básicos de manejo de solos com o propósito de evitar o impacto das gotas de chuva, facilitar a infiltração de água no solo, e disciplinar o escoamento superficial, seja ele difuso ou, em especial, concentrado (ALMEIDA; RIDENTE JÚNIOR, 2001).

No Brasil, a maioria das técnicas empregadas utiliza espécies vegetais como facilitadoras do processo de recuperação e estabilização de processos erosivos, sendo menos comum a adoção apenas de medidas físicas, e mais comum a utilização de medidas físicas associadas a medidas biológicas ou somente biológicas (FRANCÊS & VALCARCEL, 1995).

A seguir serão apresentados os procedimentos para controle de erosão, para cada tipo de processo erosivo organizados a partir das propostas de São Paulo (1989), Bertolini e Lombardi (1994), Almeida; Ridente Júnior (2001).



#### 5.1.11 Descompactação do solo

Segundo MOLINA JR, (2017) uma das consequências mais evidentes da compactação são os efeitos provocados no sistema radicular das plantas cultivadas, fazendo com que seu crescimento seja irregular, tanto no que se refere à massa de raízes quando comparada à uma situação de solo mais favorável, quanto à sua morfologia. As raízes normais apresentam formas da secção transversal arredondadas, e seu desenvolvimento linear é, em geral, suave e contínuo. Quando ocorre compactação a secção transversal das raízes é francamente oblonga ou ovalada podendo-se observar que seu desenvolvimento longitudinal apresenta dobras acentuadas, incomuns em condições normais. Tal fato, acredita-se, dificultaria as funções específicas do sistema radicular e prejudicaria o metabolismo vegetal, reduzindo a produção.

A compactação do solo é uma questão importante na agricultura, porque afeta diretamente a forma como as colheitas podem crescer. O dispositivo de cone é projetado para determinar o nível de compactação na subsuperfície. Elevados níveis de compactação impactam adversamente sobre a capacidade das raízes das plantas para se estender para o solo. Um nível de resistência de mais de 300 psi (cerca de 2065 kPa) vai evitar que as raízes penetrem, por isso, se o penetrômetro encontra este nível de pressão, um processo de cultivo de profundidade conhecida como subsolagem pode ser necessária para aumentar o crescimento da cultura STOLF, R (1990).

#### 5.1.12 Controle do escoamento superficial e ravinas

O controle do escoamento superficial e ravinas pode ser feito de duas formas mecânica ou vegetativa. O objetivo é controlar o escoamento superficial concentrado em toda a bacia de captação para evitar o desenvolvimento de novos processos erosivos lineares, que podem evoluir de sulcos, para ravinas e voçorocas. A seguir serão apresentadas as formas de controle mecânica:

#### 5.1.13 Terraciamento

Sistema de terraços que propicie a redução da velocidade e a divergência da água pluvial, diminuindo o aporte de águas pluviais, disciplinando e conduzindo o escoamento até um leito estável de drenagem natural. Os terraços são constituídos de um canal e um camalhão ou dique levantado com terra removida do canal. O terraceamento corresponde ao conjunto de terraços de uma determinada vertente, nos quais seus espaçamentos e características são determinados por algumas variáveis como declividade da vertente onde serão instalados, tipo de solo e pluviosidade.

#### 5.1.14 Construção de paliçadas ou pequenas barragens

Essas estruturas podem ser feitas com madeira, pedra, galhos ou troncos de árvores, entulho ou terra, tendo a finalidade de evitar o escoamento em velocidade no interior da erosão.

Também existem formas de controle vegetativas, essas devem ser feitas nas áreas com movimento de terra, ou seja, ao longo de toda a intervenção mecânica e consorciado com os terraços da bacia de contribuição devem ser construídos terraços (camalhões).

Nas porções onde foi realizado movimento de terra é necessário o plantio imediato de espécies rasteiras de rápido crescimento e que sejam resistentes a terrenos de baixa fertilidade, como as famílias, de ocorrência natural na região de hábito herbáceo arbustivo, Asteraceae e Malvaceae consorciadas às espécies exóticas de ciclo curto da família Fabaceae utilizadas com sucesso no processo de Recobrimento de solos em alto grau de degradação, o plantio pode ser direto ou por semeadura. Nos camalhões, recomenda-se que seja realizado o plantio de rasteiras em touceiras ou placas. Tais medidas são importantes para evitar a formação de processos erosivos, principalmente nos períodos chuvosos

#### 5.1.15 Contenção vegetativa

Consiste no plantio de culturas em faixas de largura variável, de forma que as plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso se alternem a cada ano. Trata-se de uma prática complexa, pois necessita da combinação com outras práticas como plantio em contorno, rotação de culturas e terraços. Como prática de controle de erosão laminar é bastante eficiente, principalmente no emprego em culturas anuais. Deve ser orientada no sentido das curvas de nível do terreno, alternando a disposição das culturas mais densas (soja, milho, milheto, sorgo), com culturas menos densas (amendoim, algodão, feijão, mandioca).

#### 5.1.16 Alternância de capinas

A alternância de épocas de capinas em faixas paralelas, principalmente durante o período chuvoso, constitui em prática sem nenhum custo adicional ao produtor e que muito colabora para reduzir as perdas por erosão, tanto em culturas anuais como perenes. Pode ser aplicada também para o lançamento de herbicidas nas culturas (A aplicação de herbicida será condicionada à previa anuência dos órgãos ambientais fiscalizadores, devendo a Fundação Renova formalizar isto antes da utilização do produto químico), como substituição a capina. Consiste em fazer as capinas sempre com intervalo entre uma ou duas faixas e depois de algum tempo voltar a capinar. A capina deve sempre ser iniciada do ponto mais alto da vertente em direção a jusante.

#### 5.1.17 Faixa de vegetação permanente

São faixas ou cordões de vegetação permanente, com fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com determinado espaçamento horizontal e sempre em nível. Nas culturas anuais cultivadas continuamente na mesma faixa, ou em rotação, faixas estreitas de vegetação cerrada são intercaladas, formando os cordões de vegetação permanente. A eficácia desta prática é a quebra de energia do escoamento da enxurrada e a deposição dos sedimentos transportados. Sua grande vantagem é a facilidade de execução em relação aos terraços.

#### 5.1.18 Plantio direto

Trata-se de um sistema de semeadura no qual o solo não é revolvido. Somente é aberto um sulco, de profundidade e largura suficiente para garantir uma boa cobertura e contato da semente com o solo. O extermínio de ervas daninhas, antes e depois do plantio, é feito com herbicidas. Suas limitações residem no manejo adequado de herbicidas e das ervas daninhas, além da Fundação Renova formalizar a utilização do produto químico e à previa anuência dos órgãos ambientais fiscalizadores. O plantio direto é um sistema muito adequado para o controle da erosão superficial em razão da manutenção dos restos vegetais na superfície e da mínima movimentação do solo.

#### 5.1.19 Controle de Voçorocas

O combate a erosão, de modo geral, torna-se difícil e oneroso, necessitando de acompanhamento e conservação constantes das soluções adotadas. Pelas características deste processo, é mais fácil e menos custoso tratá-lo no início, quando o problema se instala, condições que exigem alerta permanente nas regiões mais suscetíveis a este processo. A ação das águas subterrâneas é uma das principais causas da evolução lateral e remontante das voçorocas. Dessa forma, é necessário o rebaixamento do lençol aflorante, para diminuir a ação do piping (erosão interna em forma de dutos ou cavidades no interior do maciço) e implementação das obras necessárias de estabilização. A seguir serão apresentadas as principais ações para o controle das voçorocas.

- **Cercamento**

Cercar a área em torno da voçoroca para impedir o acesso ao gado e o trânsito do maquinário agrícola porque o gado forma trilhas que serão o caminho preferencial da água e os

veículos, que por lá circularem, estarão colaborando com a compactação do solo, devido ao seu peso, e portando colaborando com a diminuição da infiltração da água no solo.

- **Drenagem**

Drenar a água subterrânea que aflora no fundo e nas laterais da voçoroca (piping). O sucesso do controle deste tipo de erosão é a coleta e a condução dessa água até o curso d'água mais próximo, que pode ser feito com dreno de pedra, de feixes de bambu ou de material geotêxtil.

O tratamento recomendado é a implantação de drenos enterrados, visando a drenagem das águas subsuperficiais, na forma de “espinha de peixe”, que consiste de um dreno central principal. O dimensionamento deve ser de acordo com a vazão das águas das surgências do fundo da voçoroca. A construção dos drenos deve ser realizada de jusante para montante, fazendo sempre interligações laterais com grandes surgências d'água existentes. A ligação entre as linhas deve ser feita por meio de caixas de passagem a cada 100 m, com a construção de septos (chicanas, ou caixas), para aumentar o percurso da água, diminuindo a energia. A manta geotêxtil deve sobrepor suas abas em pelo menos 20 cm. No fundo da erosão, caso o canal esteja assoreado, o material deve ser escavado para melhor assentamento do dreno subterrâneo.

Os principais tipos de drenos laterais podem ser os seguintes: dreno cego, dreno de bambu e dreno com material sintético geotêxtil:

- **Dreno cego:** Composto de uma valeta revestida com material filtrante e de um seguimento de tubo perfurado, colocado na saída do dreno. Sobre o material filtrante é instalado o material impermeável, normalmente constituído por argila ou plástico (selo).
- **Dreno de bambu:** Executado com bambus amarrados em feixes, assentados em vala e envolvidos com manta geotêxtil. O fechamento da vala é feito com material impermeável.
- **Dreno com material sintético geotêxtil:** Trata-se do revestimento de uma vala com manta geotêxtil e de preenchimento com material filtrante de enchimento. Após o envolvimento total do material filtrante com a manta de geotêxtil procede-se o fechamento da vala com material impermeável que funciona como selo. Este tipo de dreno é mais caro, mas é o mais adequado para locais mais problemáticos por ter melhor desempenho.

Após a construção do sistema de drenagem deve ser construído um vertedouro de superfície para permitir o escoamento da água superficial, que corre no fundo da erosão, para o sistema de drenagem subterrânea. Para isso devem ser construídos diques, represas ou a cava drenante. A seguir seguem as definições:

- **Diques ou barragens de terra:** A opção por dique de terra, em vez de outros tipos de contenção, tem como vantagem a utilização do solo local, possibilitando a compactação das ombreiras, criando um substancial aumento de resistência à erosão nestes locais. O local de construção do(s) dique(s) de contenção deve ser escolhido por meio de análise geotécnica do terreno, realização de ensaios e, se necessário, sondagens. A área de instalação dos diques deve ser escavada superficialmente para a instalação da obra diretamente sobre o arenito pouco alterado, procurando-se evitar problemas de recalque na base da obra. O dique deve ter sua base construída com solos mais argilosos, em pelo menos 1 m de altura, visto que os solos originados do arenito nunca têm mais que 9% de argila em sua constituição e mesmo que bem compactados, são muito friáveis.
- **Represas de terra:** Têm dado certo para voçorocas cujas cabeceiras estejam em torno de 10 m de profundidade e no máximo 50 m de largura. Este tipo de barragem não necessita da cava drenante, comportando somente um sistema de vertedouro tipo cachimbo. O diâmetro do vertedouro deve estar de acordo com a vazão e com o máximo de chuva já ocorrido na região. Dependendo do comprimento e das ramificações existentes as barragens de terra devem ser distribuídas ao longo da voçoroca e ramificações.
- **Cava drenante:** Para permitir a drenagem da água, o ideal é construir uma cava drenante, com manta de geotêxtil envolvendo uma camada de 20 cm de brita e tubo dreno ao longo do dique, garantindo-se o escoamento da água do lençol freático de forma controlada. Este procedimento garante a estabilidade do dique, que no talude de jusante deve receber uma proteção especial com manta drenante e sacos de solo/cimento formando uma escada hidráulica em toda a sua face.

No intuito de suavizar os taludes da erosão, uma vez que as vertentes internas das voçorocas são geralmente muito íngremes, havendo a necessidade de diminuir a declividade, não só por que esta diminuição favorece a estabilização dos taludes, reduz a ação da força

gravitacional, como também facilitará o plantio da vegetação protetora do solo dentro da voçoroca. A seguir seguem as definições de retaludamento e revegetação:

- **Retaludamento:** Este tipo de controle só deverá ser feito após a implantação de toda a rede de drenagem subterrânea. O retaludamento deve resultar em taludes 2:1, que devem ser protegidos por meio de obras de drenagem superficial (canaletas de crista e pé de talude, e revegetação com gramíneas). Às vezes a movimentação de terra para o retaludamento não é possível por causa da profundidade da voçoroca.
- **Revegetação:** Deve ser feita com plantas rústicas que desenvolvam bem em solos erodidos, proporcionem boa cobertura do solo e tenham um sistema radicular abundante.

#### 5.1.20 Controle da erosão associada a estradas

Como os problemas mais graves causados pela erosão podem estar relacionados às estradas vicinais e trilhas de gado o controle deste fator de erosão é primordial. A principal causa desse processo que atinge as estradas é a ausência de estruturas para captação e o manejo das águas pluviais, de forma a eliminar seu efeito destruidor.

O controle da erosão de estradas vicinais e trilhas de gado deve ser integrado com as práticas de manejo de solo e levar em considerações dois fatores importantes: (a) não permitir que a água das áreas de agropecuária chegue às estradas; (b) A água captada pelo leito da estrada deve ser distribuída nas áreas de agropecuária de modo a não causar erosão (barraginhas e caixa seca).

As estradas internas às propriedades são geralmente retas e perpendiculares às curvas de nível, o que favorece a concentração do escoamento superficial; é comum também a presença de estradas coincidentes com as linhas de talvegue. No caso das trilhas de gado não há como realocar, sendo hoje a prática mais segura, levar a água ao gado, impedindo-o assim de se deslocar até o córrego ou rio que lhes serve de bebedouro.

Quanto às estradas, a primeira medida é posicionar em nível para que funcionem como terraços e colaborem na interrupção do escoamento superficial. Destaca-se também como técnica de controle do escoamento das águas superficiais nas estradas, a construção de lombadas e sangradouros laterais. Estas medidas servem para diminuir o volume e a velocidade da enxurrada no leito destas vias de circulação (IPT, 1986).

#### 5.1.21 Plantio nas áreas erodidas

Quanto à área isolada pela cerca, esta deverá obedecer aos seguintes critérios:

- **Plantio em nível**

No plantio em nível as fileiras de plantas e as operações de cultivo devem ser feitas no sentido transversal em curvas de nível. É um tipo de prática de conservação do solo que não deve ser aplicada isoladamente, pois a destruição de uma das leiras pode vir a desencadear o processo com prejuízo cumulativo; mas sim, como complemento de terraceamentos, canais escoadouros, faixas de vegetação permanente, etc.

Iniciar com plantas rasteiras, pois são a melhor opção para diminuir o impacto das gotas de chuva e evitar o escoamento concentrado. Após a “pega” destas, a vegetação de maior porte pode ser plantada na área cercada, que deverá permanecer intocada, nem mesmo como pastagem. Antes do plantio, o solo deverá ser submetido à calagem, gessagem e adubação química, mediante análise prévia de fertilidade e o plantio deverá obedecer ao espaçamento máximo de 70 cm entre linhas, com 25 sementes/m<sup>2</sup>. No caso de mudas, o espaçamento deverá ser de 1 m entre linhas por 0,50 m entre plantas. Dependendo das condições de degradação da área deve-se fazer algum tipo de descompactação. Outra recomendação é aplicar uma cobertura vegetal morta, contínua e em curva de nível, de forma a encanteirar as linhas de semeadura e plantio, essa ação irá diminuir a velocidade da água ao diminuir sua energia potencial e aumentará os teores de umidade no solo, protegerá o solo e a microbiota da incidência direta de raios solares e auxiliará o processo de germinação das sementes e desenvolvimento das mudas. A melhor época para o plantio é o início da estação chuvosa. No caso do vetiver, o espaçamento entre linhas pode variar de mais de 2,0 m, mas o espaçamento na linha é de no máximo 0,20 m (PEREIRA, 2006).

#### 5.1.22 Manutenção

A manutenção periódica dos terraços, camalhões de estradas, canais, drenos, entre outros, é de fundamental importância para se atingir o objetivo de recuperação de áreas erodidas. O colapso de uma simples estrutura pode, geralmente, comprometer toda a obra. As medidas de manutenção como limpeza, desobstrução e reparos de canais e tubulações contribuem também para prolongar a vida útil das obras.

### 5.1.23 Adoção de medidas de prevenção ao fogo

Os incêndios florestais constituem um dos riscos mais significativos na redução de bosques e florestas pelo mundo, acarretando entre outros, aumento de pragas, eliminação de regenerações e sementes, diminuição de nutrientes do solo e destruição da cobertura florestal (SILVA, R.G. 1998)

Para Santos *et al.* (2006) as políticas protecionistas devem ser adequadas as características de cada região, conhecendo o perfil dos incêndios florestais na localidade onde se pretende estabelecer políticas de prevenção e controle. Saber a causa dos incêndios permitirá criar projetos específicos de redução das fontes de fogo, otimizando os gastos na proteção das áreas em recuperação.

Em análise feita nos incêndios florestais no Brasil nos anos de 1994 a 1997, o estado de Minas Gerais foi o líder, tanto em área queimada, quanto em registro de incêndios. Para o Brasil, metade desses incêndios foram de origem criminosa, seguidos com a limpeza de pasto (SOARES, V.S.; SANTOS, J.F. 2002). Por esses motivos, a FUNDAÇÃO RENOVA irá realizar, durante o ano de 2018, diagnóstico das características dos incêndios florestais de cada região e levantamento dos principais atores de combate e prevenção de incêndios florestais na bacia do rio Doce. Com posse desse diagnóstico, serão propostas ações específicas de prevenção para cada localidade.

As ações a serem desenvolvidas, mas não se limitando a, a partir do ano de 2019 são:

- Desenvolvimento de cartilhas para os produtores contendo medidas de controle aos incêndios florestais;
- Confecção de aceiros em áreas consideradas críticas para os incêndios;
- Realização de cursos com parceiros locais para os produtores em área de risco;
- Ações de educação ambiental com os produtores rurais e família para o não uso do fogo como forma de manejo de pasto em áreas mapeadas como críticas;
- Campanhas educativas em mídias (rádio, tv, jornais, sites, etc) para os produtores;
- Divulgar os canais públicos de comunicação a incêndios florestais (brigadas locais de incêndios, corpo de bombeiros, prevfogo, etc).

### 5.1.24 Proteção das áreas em restauração

Independentemente do tipo de APP, esse procedimento será efetivado através do cercamento de todo o perímetro a ser restaurado, sempre que houver possibilidade de risco para a área em implantação, na maioria das vezes imposto por animais domésticos. A sua



quantificação e o perímetro da cerca a ser estabelecida serão feitos com o auxílio de um GPS de navegação.

No meio dessa linha será erguida uma cerca de acordo com os modelos abaixo:

- Fios de arame farpado (250 a 350 kgf, de 2,0 a 2,2 mm - galvanização tipo A-, estacas de Eucalipto tratado (de 2,5 m em 2,5 m, com antiracha, com 2,20 m de altura e diâmetro de 08 a 10 cm) e grampos para fixação do arame (19 x 11) galvanização tipo A. Sugere-se 5 fios, mas a dimensionamento de quantos fios serão utilizados geralmente é feito junto ao produtor rural, levando em consideração a importância da sua participação no projeto e o conhecimento que o mesmo tem da criação que possui. O distanciamento entre estacas e entre arames poderá variar em até 10%.
- Fios de arame liso (250 a 350 kgf, de 2,0 a 2,2 mm - galvanização tipo A. Estacas de Eucalipto tratado (de 3 m em 3 m, com antiracha, com 2,20 m de altura e diâmetro de 08 a 10 cm) e grampos para fixação do arame (19 x 11) galvanização tipo A. Sugere-se 5 fios, mas a dimensionamento de quantos fios serão utilizados geralmente é feito junto ao produtor rural, levando em consideração a importância da sua participação no projeto e o conhecimento que o mesmo tem da criação que possui. O distanciamento entre estacas e entre arames pode variar em até 10%;

Caso sejam 5 fios, esses serão distanciados entre si por 30 a 40 cm, sendo que o primeiro dista do solo de 30 a 40 cm. As estacas deverão ser devidamente apiloadas, de modo a deixá-las completamente firmes. As estacas e os esticadores deverão estar fora do solo de 1,50 m a 1,60 m. Em cada vértice deverá ser colocado um esticador, também de Eucalipto tratado, com 2,5 m de altura e com diâmetro variando de 0,14 a 0,20 m. Caso a distância entre os vértices seja superior a 60 m um outro esticador deverá ser colocado no meio.

Em casos excepcionais em que as estacas ou esticadores tenham que ser fixados em solo rochoso, deverá ser aplicado a mistura de concreto em uma caixa de 30x30 cm e 40 cm de altura.

A distância do último arame em relação a solo é eficaz contra a entrada de animais domésticos de médio e grande porte, pois será ajustada junto aos próprios produtores rurais. Quanto ao risco de perdas de agentes dispersores de sementes, acredita-se que este não seja um limitante uma vez que a avifauna representa um dos principais grupos de dispersores, em termos

de ganhos de regeneração em projetos de restauração florestal (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993; REID; HOLL, 2013; SHIELS; WALKER, 2003).

Deve-se ainda providenciar a instalação de instrumentos e bebedouros para dessedentação animal na área externa a nascente ou APP ripária, como forma de isolamento da área em recuperação e mitigação do impacto sobre a recuperação de nascentes e APPs. Caso não haja esta possibilidade deve-se prever um corredor ou acesso cercado aos animais

As vias de acesso devem ser planejadas, em número e dimensão, de acordo com o plantel de cada propriedade, as características do curso d'água e a geomorfologia local. É recomendável também que sejam criadas passagens de fauna em áreas de contado entre as nascentes protegidas e a vegetação remanescente do entorno.

Todas as medidas acima devem ser contempladas não tendo somente como foco o plantio de mudas, mas também a regeneração natural da área, que pode estar sendo conduzida.

#### 5.1.25 Controle de espécies competidoras

#### 5.1.26 Roçada

Roçada significa “abrir espaço” para as mudas ou indivíduos regenerantes. Ou seja, eliminar quaisquer competidores dos locais para que nesta fase inicial de estabelecimento não haja o risco de serem dominadas pela vegetação competitiva existente – em muitos dos casos gramíneas utilizadas como pastagem.

A limpeza do terreno tem que ser feita de preferência 15 a 30 dias antes do plantio. Isto irá reduzir a competição das espécies invasoras até que as mudas estejam aclimatadas e comecem a recobrir o solo. Além disso, esta atividade melhora o rendimento da equipe de campo, favorecendo a eficiência e a qualidade do plantio. A limpeza do terreno pode ser realizada de três diferentes maneiras: (i) manual; (ii) semi-mecanizada; (iii) mecanizada e; (iv) química. A manual é com o uso de facões, foices, enxadas e enxadões para cortar as espécies invasoras. A semi-mecanizada pode ser realizada com o uso de uma moto-roçadeira costal. A mecanizada se faz através do uso de tratores, e a química com o uso de herbicidas. Na solução do produto deverá haver substâncias naturais corantes, para prevenir o uso excessivo do produto.

A capina química será utilizada caso as demais formas de controle de mostrem ineficientes, sobretudo de espécies invasoras de origem africana (exóticas) da família das gramíneas (Poaceae), utilizadas para formação de pastagens, tais como *Hyparrhenia*

rufa (Nees) Stapf (capim-jaraguá), *Urochloa* spp. (braquiárias), *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* Beauv. (capim-gordura) (MATOS; PIVELLO, 2009).

É sabido que parte significativa dos custos de projetos de restauração florestal estão associados ao controle de espécies competidoras, em sua maioria gramíneas exóticas (KAGEYAMA *et al.*, 2003). Outro fator relevante e que revela um cenário mais agravante é o quanto o controle dessas gramíneas com capina química se mostra eficaz. Duringan e Soares-Ramos (2013) por exemplo observaram ganhos médios em altura de 25% e desenvolvimento de copa de 76% quando comparados a locais com infestação de braquiária (*Urochloa* spp.). Outros argumentos são encontrados na nota técnica de Florido e Brancalion (2014) que tratam o uso do herbicida no contexto da restauração florestal e de uma maneira mais detalhada. Portanto, tendo em vista as discussões da 14ª CT-Flor em 17/08/2017, onde a Câmara Técnica solicitou a Fundação Renova que apresentasse um documento que suportasse seu ponto de vista para que isso pudesse ser discutido em mais detalhes, enviamos no Anexo 6 o respectivo parecer técnico de Florido e Brancalion (2014) para análise.

É fundamental ter o cuidado em não cortar os elementos arbustivos e os arbóreos, eventualmente, ainda ocorrentes. Nessa operação, os trabalhadores devem conhecer a regeneração natural das espécies, de modo a reduzir a possibilidade de eliminá-las. Nestas áreas, deve-se utilizar somente a roçada seletiva manual ou semi-mecanizada (roçadeiras).

Nas áreas onde a topografia permitir e não houver presença de indivíduos regenerantes, deve-se aplicar a roçada mecanizada. Nas áreas onde a topografia não permitir deve-se aplicar a roçada manual ou semi-mecanizada.

#### 5.1.27 Coroamento

Sequencial ao serviço de roçada, proceder um coroamento na muda ou na regeneração natural, num raio de aproximadamente 50 cm da muda ou do regenerante.

Diferentes da roçada o coroamento deverá ser feito de forma manual tomando cuidado para remover o sistema radicular da espécie competidora e não ferir a muda ou o indivíduo regenerante. Deve-se atentar para não só remover a parte aérea das plantas competidoras, como também para remover as bases das touceiras e estolões, a fim de retardar possíveis rebrotas da vegetação invasora indesejável.

#### 5.1.28 Tratos culturais em fragmento remanescentes

Não há fórmula para a escolha ideal do manejo de fragmentos remanescentes, assim como não há como determinar a estrutura que uma floresta possa assumir ao longo do tempo,

dado a inúmeros eventos ambientais estocásticos que a floresta está submetida (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015; NBL; TNC, 2013). O ambiente deverá ser analisado para entender os processos naturais que estão acontecendo, descobrir suas vulnerabilidades e potencialidades e gerar estratégias que auxiliem o processo natural de reestabelecimento das funções ecossistêmicas locais (NAVE et al., 2015).

Para esta finalidade se considera fragmento remanescente toda expressão vegetal nativa desenvolvida sobre o solo, de uma determinada região, pertencente a todas as formas de vida (árvores, arbustos, herbáceas, lianas, palmeiras), em diferentes estágios de sucessão ecológica. Desta forma há inúmeras formas de composições vegetacionais de remanescentes e cada um poderá receber um tratamento diferenciado, de acordo com suas características.

Tratos culturais adequados em fragmentos florestais podem trazer os resultados com maior eficiência e menor custo.

As práticas convencionais de manejo das pastagens consistem em identificar plantas de crescimento espontâneo e retirar-las do sistema, porque competem com a pastagem e reduzem a área de produção tornam-se indesejáveis em ambientes de monoculturas. Por isso as espécies arbustivas responsáveis pelos processos iniciais de recolonização do ambiente são alvo das roçadas não seletivas (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015). É necessário nesses casos que se realize um trabalho de conscientização dos profissionais do campo que mostre a importância dos componentes da paisagem e sua resiliência.

A presença de indivíduos da regeneração natural é um fator de grande estratégia para a colonização do ambiente. Trata-se do processo inicial que dará origem a processos ecossistêmicos envolvendo diversos fatores bióticos e abióticos responsáveis pelo start dos processos de retorno das funções ecológicas.

Ações devem ser tomadas, em determinadas situações, para estimular o processo natural da sucessão vegetal nos fragmentos remanescentes de baixa resiliência, assim como remanescentes em franco desenvolvimento. Segue a lista de ações para manejo nas situações

- Fragmentos remanescentes que apresentam recrutamento de indivíduos, ingresso de novas espécies, formação de banco de sementes, onde se torna visível os processos de sucessão ecológica, podem ser tratados como condução da regeneração natural, deve ser alvo de monitoramento para maiores entendimentos da dinâmica da floresta;
- Em fragmentos onde haja formação de dossel, porém, se encontra afastado matriz florestal, cujo sub-bosque degradado por mau uso do solo, deve ser feito o

enriquecimento com espécies de diversidade, pertencente a diferentes hábitos, observar o tipo de ambiente e indicar as espécies adequadas;

- Em caso de remanescentes de vegetação arbórea sob forte incidência de luz solar, deve ser feito o plantio de espécies adaptadas a essa condição, o mesmo para áreas secas, húmidas e encharcadas.
- Remanescentes dominado por lianas/cipós deve ser feito o manejo destes indivíduos;
- Redução dos impactos dos efeitos de borda, através do plantio de espécies de recobrimento no perímetro do fragmento;
- Os remanescentes de vegetação arbustiva nativa devem ser preservados e estimulados seu desenvolvimento através de tratos silviculturais que favoreçam seu crescimento, tais como a roçada seletiva, manejo de espécies competidoras, acomodação do material seco em canteiros de forma a acumular água na base da planta, diminuir a velocidade da água em relevos acidentados e reduzir a evaporação da água na porção de solo ao redor da muda;
- Condução das mudas das espécies autóctones, gera maior possibilidade de sobrevivência da muda já que está aclimatada ao ambiente natal, o que também reduz custos de implantação;
- Priorizar o material genético da região;
- Isolamento e retirada dos fatores de degradação das áreas de forma correta e eficiente;
- Controle das espécies indesejadas na área de recuperação, através de métodos mecânicos, biológicos ou químico quando permitido por lei;
- Adubação das espécies regenerantes;
- Em áreas cujo o uso do solo seja de área de remanescente florestal e de pastagem ou outra configuração de alta exposição a luz e competição, os tratos culturais devem ser distintos, de modo a atender as demandas de cada condição. Esses casos são tratados como plantio de adensamento, o plantio é efetuado com espécies de recobrimento nas áreas de espaços sem vegetação, ou na borda dos fragmentos;
- Em casos de fragmentos com exposição do solo e infestação de gramíneas deve ser feito a adubação verde, utilizar as tecnologias mais adequadas, com plantas anuais não resistentes ao sombreamento, dessa forma após as espécies de recobrimento fornecerem sombra ao ambiente os terófitos saem do sistema naturalmente;

#### 5.1.29 Preparo do solo

#### 5.1.30 Amostragem de solo

O objetivo dessa amostragem é avaliar a fertilidade do solo, pois com base na análise química da amostra do solo podemos estabelecer valores de referência para adubação e correção do solo. As coletas de amostras podem ser realizadas em qualquer época do ano. Entretanto, é recomendável que sejam planejadas com antecedência, considerando-se o tempo gasto no encaminhamento das amostras ao laboratório e do retorno dos resultados, aliado ao tempo necessário para realizar as análises. Isto porque, havendo necessidade de calagem (adição de calcário), deve-se considerar que o calcário exige um tempo mínimo para reagir no solo. Finalmente, para se obter bons resultados com a análise é muito importante retirar as amostras corretamente.

##### 5.1.30.1 Seleção da área de amostragem

Para proceder à coleta das amostras, a área de plantio deve ser dividida em glebas homogêneas. Para que a amostra do solo seja representativa, a área amostrada deve ser a mais homogênea possível. Assim, a propriedade ou a área a ser amostrada deverá ser subdividida em glebas ou talhões homogêneos. Nesta subdivisão ou estratificação, leva-se em conta a vegetação, a posição topográfica (topo do morro, meia encosta, baixada, etc.), as características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem, etc.) e o histórico da área (cultura atual e anterior, produtividade observada, uso de fertilizantes e de corretivos, etc.) (EMBRAPA, 1997). Segundo CANTARRUTI; ALVAREZ e RIBEIRO, 1999 podem ocorrer casos de glebas homogêneas com grandes extensões, nesses casos sugere-se não amostrar glebas superiores a 10 ha. Deste modo, glebas muito grandes, mesmo que homogêneas, devem ser divididas em sub-glebas com áreas de até 10 ha garantindo maior eficiência da distribuição dos pontos de coleta. Diante o exposto, ressalta-se que os limites de uma gleba de terra para amostragem não devem ser definidos pela área (hectares), mas, sim, pelas características citadas acima, que determinam sua homogeneidade (ALMEIDA et al., 1988).

##### 5.1.30.2 Coleta da amostra de solo

A coleta das amostras pode ser feita com um enxadão ou com trado, cada qual sendo útil em respeito às peculiaridades locais. Caso o local apresente solos friáveis o uso do trado torna a coleta mais eficiente e rápida, no entanto, caso os solos sejam secos, muito argilosos, pedregosos, epicascalhentos, concrecionários ou compactos – o que em muitos ocorre com Argissolos, o uso de trado não é aconselhável por não ser capaz de tirar uma amostra

representativa da camada de 0 a 20 cm (NOVAIS, R. F. ; ALVAREZ V., Victor Hugo, 2007). Nestes casos a abertura de uma cova ou minitrincheira com um enxadão ou picareta pode facilitar a retirada de fatias com um facão ou pá de aço inoxidável. Em casos de solos que não apresentem nem 20 cm de profundidade, como os Neossolos Litólicos, é aconselhável coletar a camada disponível e anotar na etiqueta a espessura desta camada para auxiliar na análise do solo e recomendação de calagem e de nutrientes (BARROS, N. F. ; FONTES, Renildes Lúcio Ferreira, 2007). Segundo CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C. L., 2007 casos excepcionais como os nos Neossolos Regolíticos ou Neossolos Flúvicos (solos aluviais) onde o horizonte superficial pode ser bem diferente das camadas adjacentes, recomenda-se amostrar a camada terrosa até 20 cm de profundidade e registrar esta informação na etiqueta. Para a coleta, de cada gleba devem ser retiradas diversas subamostras, para se obter uma média da área amostrada. Para isso percorra a área escolhida em zigue-zague (Vide figura abaixo).

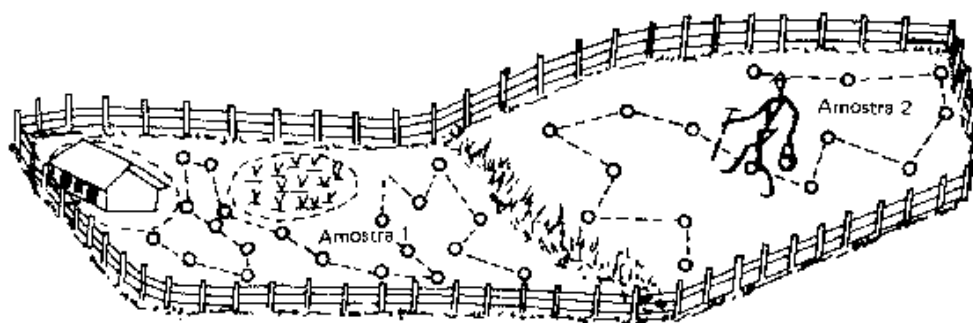


Figura 3 - Ilustrativa da metodologia de caminhada. A linha representa o caminhar em zigue-zague para a retirada da amostra na área. Fonte: Embrapa (1997).

Em cada ponto recomenda-se fazer uma limpeza superficial retirando detritos e restos de cultura. Não retire amostras próximos a cupinzeiros, formigueiros, casas, estradas, currais, estrume de animais, depósitos de adubo, calcário, manchas de solo ou quaisquer outras coisas que possam mascarar os resultados nas análises (EMBRAPA, 1997). Segundo CANTARUTTI; ALVAREZ; RIBEIRO, 1999 as amostras de solo devem ser coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, utilizando o trado ou enxadão, variando de 20 a 30 subamostras por setor para cada profundidade. Obtendo ao final pelo menos uma amostra composta por gleba, para cada profundidade. Para formar a amostra composta coloque as amostras simples separadamente por profundidade e misture bem a terra dentro do balde, pressionando-o para

desfazer os torrões eventualmente formados. Não misture a terra com as mãos diretamente, pois além de sujá-las, poderá contaminar as amostras. A amostra deve conter cerca de 300 gramas de terra e deve ser armazenada em sacola plástica nova e limpa, identificando-a corretamente. Dessa forma, está pronta a amostra composta para ser enviada ao laboratório (ALMEIDA et al., 1988; C;).

Para a maioria das culturas, as amostras simples são coletadas na camada de 0 a 20 cm, no entanto, deve-se levar em conta a camada de solo onde se concentra o maior volume do sistema radicular. De acordo com ANTARRUTI; ALVAREZ; RIBEIRO, 1999 segue abaixo segue a descrição de amostragem por cultura.

- **Pastagem (já estabelecida):** Recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 5 cm, ou, até, 0 a 7 cm. Quando necessário, pode retirar-se outra amostra composta de 7 a 20 cm.
- **Tubérculos:** No caso de culturas como da batata-inglesa (batatinha), na qual o preparo do solo para a produção de tubérculos chega a 30 cm de profundidade, e da cana-de-açúcar, na qual o plantio é feito em sulcos profundos, recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 30 cm, ou 0 a 35 cm.
- **Cultura perene (já estabelecida):** No caso de amostragem do solo em glebas de cultura perene (café, fruteiras, etc.), os pontos de coleta das amostras simples devem ser localizados na área adubada, em geral sob a projeção da copa. Havendo interesse em amostrar toda a área, devem-se amostrar separadamente a área adubada na projeção da copa e a área das entrelinhas. Para tanto, coletam-se amostras simples em cada uma das áreas para obter duas amostras compostas distintas.
- **Cultura perene (área nova):** Coletar as amostras simples nas camadas de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm. A amostragem de camadas mais profundas permitirá avaliar a necessidade da correção de impedimentos químicos ao desenvolvimento radicular, tais como: elevada acidez, elevados teores de  $Al^{3+}$  e baixos teores de  $Ca^{2+}$ .
- **Plantio direto:** Recomenda-se a amostragem de uma fatia de 3 a 5 cm de solo, retirada com pá de corte, transversalmente aos sulcos e no espaço compreendido entre os pontos médios entre os sulcos. Nos primeiros anos (dois a três) do sistema de plantio direto recomenda-se amostrar as camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. Nos anos seguintes, e para maior informação, amostrar as camadas de 0 a 5, 5 a 10 e de 10 a 20 cm, caso contrário, de 0 a 5 e de 5 a 20 cm. O número de trincheiras amostradas para formar as amostras compostas (das diferentes profundidades) pode variar de 10 a 15 na gleba.



As amostras simples das diferentes camadas devem ser coletadas no mesmo ponto e em igual número, obtendo-se amostras compostas para cada camada. É importante que as amostras simples coletadas em uma gleba tenham o mesmo volume de solo. Isto se consegue padronizando a área e a profundidade de coleta da amostra simples. Obtém-se boa padronização, utilizando os instrumentos denominados trados de amostragem; no entanto, eficiência satisfatória pode ser obtida com instrumentos mais simples, tais como pá ou enxadão. Abaixo segue lista e descrição das ferramentas de coleta.

#### 5.1.30.2.1 Técnica de coleta com trado

Introduza a ferramenta até a profundidade escolhida. Retire o trado do solo, segurando pela cruzeta e girando a mesma como um saca-rolha, no sentido horário, ou seja, no sentido da esquerda para a direita. No caso de encontrar dificuldade para introduzi-la no solo, ou a terra estiver grudando na ponteira, formando uma rolha, procure coletar a amostra em duas etapas, coletando de 10 em 10 cm. Recolha o material coletado na profundidade 0-20 cm em um balde, e recolha o material no mesmo buraco para coletar a amostra 20-40 cm, recolhendo o material em outro balde. Repita as operações nos vinte ou trinta pontos para completar uma amostra composta. Quebre os torrões de terra dentro do balde, retire pedras, gravetos ou outros resíduos e misture muito bem. Não use a ferramenta em solos pedregosos ou com cascalhos e não colete amostras quando o solo estiver muito úmido ou excessivamente seco, épocas de estiagem. (SONDATERRA, 2017).

#### 5.1.30.2.2 Técnica de coleta com enxadão

É possível também amostrar adequadamente o solo com um enxadão ou pá reta. Os cuidados e número de amostras são os mesmos descritos acima. Após a limpeza superficial do terreno, faça um buraco em forma de cunha na profundidade de 0-20 cm, deixando uma parede vertical. Corte, com o enxadão, uma fatia de cima até em baixo e transfira para o balde. Para o perfil de 20-40 cm retire a terra da superfície que caiu dentro do buraco e, depois, afunde o buraco e corte uma fatia de 20-40 cm. Tome o cuidado de coletar a mesma quantidade de terra em cada um dos pontos amostrados. (ALMEIDA et al., 1988;).

Segundo CANTARRUTI; ALVAREZ; RIBEIRO, 1999 recomenda-se fazer a amostragem quando o solo ainda mantém umidade suficiente para conferir-lhe friabilidade, o que facilitará a coleta das amostras simples e a homogeneização do volume de solo para obtenção da amostra composta. Para culturas perenes em produção, recomenda-se que a amostragem seja feita após o término da colheita.

#### 5.1.30.2.3 Manuseio e armazenagem de amostras de solo

Após a coleta do solo, alguns cuidados são importantes para preservar a qualidade do material. Contaminações do solo amostrado podem ocorrer tanto na coleta quanto no manuseio. Uma ferramenta de amostragem enferrujada ou uma embalagem com resíduo de fertilizante podem disfarçar o resultado analítico, principalmente as determinações de micronutrientes (EMBRAPA, 1997). Segundo ALMEIDA et al., 1988 as amostras simples devem ser reunidas em um recipiente limpo, e deve-se evitar recipientes metálicos, principalmente aqueles galvanizados, que podem acarretar na contaminação das amostras, recomendando-se, preferencialmente, recipientes de plástico e recomenda-se não expor a amostra ao sol, especialmente se embalado em recipiente de plástico fechado, pois o aquecimento do solo aumenta a taxa de decomposição da matéria orgânica e de resíduos, com formação de sais, que podem alterar o pH do solo. Sempre que possível, a amostra deve ser seca ao ar antes de ser enviada ao laboratório. Neste caso, recomenda-se espalhar a amostra úmida sobre uma lona plástica, à sombra e em local ventilado. Dessa maneira, não é necessário enviar a amostra imediatamente ao laboratório, pois não ocorrerão alterações que possam afetar o resultado da análise. Se a amostra for entregue ao laboratório na mesma semana em que foi coletada, a secagem pode ser dispensada. Deve-se ter cuidado para que a umidade do solo não prejudique a identificação das amostras. A amostra composta deve ser devidamente identificada de modo que os resultados possam ser relacionados com as respectivas glebas.

Segundo Cantarruti; Alvarez; Ribeiro (1999) a amostra deve ser identificada com o nome do proprietário, endereço ou localização da propriedade, gleba amostrada, profundidade e data da coleta. A numeração de identificação da etiqueta deve seguir a numeração da propriedade/nascente ou talhão trabalhado dependendo do programa da Fundação. As anotações nas etiquetas devem ser feitas a lápis, para evitar perda das informações caso as etiquetas molhem. Deve ser realizado um cadastro para cada propriedade contendo um mapa, número identificador de cada amostra e o local de onde foi retirada. Para isto recomenda-se o uso de um GPS de navegação para registrar o caminhar do coletor (zigue-zague) e os pontos de coleta de amostras simples de solo, utilizando nomenclatura específica para diferenciar os pontos e caminhamentos. Recomenda-se utilizar a seguinte nomenclatura P1C1S1, sendo que o P representa o número da propriedade, o C o número da amostra composta (dependendo do terço do relevo) e o S o número da amostra simples. Essas anotações são importantes para identificar o local para aplicações de calcário e fertilizantes. Além disso, facilitam o

acompanhamento da evolução da fertilidade do solo caso seja necessária outra análise e/ou monitoramento.

As etiquetas devem ser escritas a lápis e protegidas perfeitamente com plástico para que a umidade da amostra do solo não as deteriore. Assim, a etiqueta deve ficar entre dois sacos plásticos. Além disso, é importante que seja fornecido ao laboratório o nome do proprietário, o município e o nome da propriedade (SBCS, 2004).

**ATENÇÃO:** Não fume durante o procedimento de coleta das amostras. As ferramentas e recipientes usados para a amostragem e embalagem da terra devem estar limpos e, principalmente, não devem conter resíduos de calcário ou fertilizantes. Material galvanizado não é permitido

#### 5.1.31 Calagem

Caso a análise do solo revele um pH baixo, com altos teores de  $\text{Al}^{3+}$  e principalmente baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , é necessário realizar calagem ou gessagem para elevação desses teores e neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  tóxico para as plantas. Contudo a análise de solo é o que vai recomendar essa correção.

A necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com a sua capacidade tampão e a sua capacidade de troca de cátions. (ALMEIDA *et al.*, 1988)) descreve os benefícios da calagem em proporcionar aumento na disponibilidade de outros nutrientes, por exemplo, fósforo e molibdênio, e melhorar a estrutura do solo, favorecendo a aeração, a circulação de água e a penetração e desenvolvimento das raízes.

Solos mais tamponados (mais argilosos) necessitam de mais calcário para aumentar seu pH do que os menos tamponados (mais arenosos). A capacidade tampão relaciona-se diretamente com os teores de argila e de matéria orgânica no solo, assim como com o tipo de argila. Os critérios de recomendação de calagem são variáveis segundo os objetivos e princípios analíticos envolvidos, e o próprio conceito de necessidade de calagem irá depender do objetivo dessa prática. Assim, a necessidade de calagem é a quantidade de corretivo necessária para diminuir a acidez do solo, de uma condição inicial até um nível desejado. Ou é a dose de corretivo necessária para se atingir a máxima eficiência econômica de definida cultura, o que significa ter definida quantidade de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , disponíveis no solo e condições adequadas de pH para boa disponibilidade dos nutrientes em geral (ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C, 1999).

Portanto, os técnicos que vão recomendar a correção da acidez necessitam verificar qual a informação disponível e até que ponto a recomendação é adequada às espécies.

#### 5.1.32 Escolha do Calcário

O calcário é comercializado com base no peso do material, portanto a escolha do corretivo por aplicar deve levar em consideração o uso de critérios técnicos (qualidade do calcário) e econômicos, procurando maximizar os benefícios e minimizar os custos. Na qualidade do calcário, devem-se considerar a capacidade de neutralizar a acidez do solo (poder de neutralização – PN), a reatividade do material, que considera sua natureza geológica e sua granulometria, e o teor de nutrientes, especialmente de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

Um dos fatores limitantes de um solo ácido é, geralmente, o seu baixo conteúdo de  $\text{Ca}^{2+}$  e, ou, de  $\text{Mg}^{2+}$  disponíveis. Assim, a aplicação de um calcário que contenha  $\text{Mg}^{2+}$  terá, aliada ao seu efeito neutralizante da acidez, a adição de  $\text{Mg}^{2+}$ , o que evidentemente não acontece quando se utiliza calcário calcítico, pobre em  $\text{Mg}^{2+}$ .

Cabe ao técnico avaliar as várias alternativas de qualidade e de preço oferecidas no mercado para decidir qual a solução mais adequada técnica e economicamente. A decisão final deverá considerar o preço por tonelada efetiva do corretivo.

##### 5.1.32.1 Gessagem

O gesso é um importante insumo para a agricultura, é utilizado na correção de camadas subsuperficiais com altos teores de  $\text{Al}^{3+}$  ou baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$ , com o objetivo de melhorar o ambiente radicular das plantas.

A gessagem de camadas subsuperficiais com baixos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e, ou elevados teores de  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis pode determinar o sucesso de safras, principalmente em regiões susceptíveis à ocorrência dos “veranicos”, uma vez que conduzem ao maior aprofundamento do sistema radicular, refletindo em maior volume de solo explorado, ou seja, mais nutrientes e água disponíveis para a planta.

A recomendação do uso de gesso agrícola com esta última finalidade pode implicar a utilização de doses elevadas, devendo ser feita com base no conhecimento das características físicas e químicas dos solos, não apenas da camada arável, mas também das camadas subsuperficiais.

Para decidir sobre a recomendação de aplicação de gesso agrícola, deve-se observar que as camadas subsuperficiais do solo (20 a 40 cm ou 30 a 60 cm) apresentem as seguintes características:

Quadro 02 - Resultados para recomendação de gessagem

Resultado	Característica	Nível
Ca <sup>2+</sup>	≤ 0,4 cmolc/dm <sup>3</sup>	Baixo
Al <sup>3+</sup>	> 0,5 cmolc/dm <sup>3</sup>	Acima do médio
Saturação por Al <sup>3+</sup> + 1	> 30 %	Acima do médio

Em termos de recomendação de gesso agrícola para fornecimento de S, doses de 100 a 250 kg/ha de gesso seriam suficientes para corrigir deficiências do elemento para a maioria das culturas. Deve-se considerar o emprego de outros fertilizantes que possuem S em sua formulação, tais como superfosfato simples (12 dag/kg de S), sulfato de amônio (24 dag/kg de S) e “Fosmag” (11 dag/kg de S). Outro aspecto que deve ser considerado na recomendação de adubação com S é que, como na adubação fosfatada, a textura do solo deve ser observada. Solos argilosos tendem a apresentar maior capacidade de adsorção de sulfatos, daí serem exigidas maiores doses de S para a adequada disponibilidade do elemento para as plantas.

Com relação ao uso de gesso como fonte de Ca<sup>2+</sup> para as culturas, deve-se levar em consideração alguns aspectos importantes: existem diferenças entre as culturas quanto à demanda de Ca<sup>2+</sup>, plantas como café e tomate são muito responsivas ao elemento, ao passo que espécies florestais apresentam baixas exigências de Ca<sup>2+</sup>. Também as características do solo que podem permitir maior movimentação de Ca<sup>2+</sup> em profundidade no perfil do solo devem ser consideradas igualmente, uma vez que excesso de movimentação pode arrastar o elemento para camadas além daquelas onde se encontra o maior volume de raízes; a descida de Ca<sup>2+</sup> em profundidade modifica o perfil de distribuição das raízes das plantas, aumentando o volume de solo a ser explorado em nutrientes e especialmente em água.

#### 5.1.32.2 Época e Modo de Aplicação

Por ser de baixa solubilidade e de reação lenta, o calcário deve ser aplicado de 60 a 90 dias antes do plantio, para que as reações esperadas se processem. Segundo Rodrigues et. al., (2015) o calcário ou o gesso deverá ser distribuído de forma uniforme sobre a superfície do solo.

#### 5.1.32.3 Supercalagem

A calagem não deve ser feita sem a análise prévia do solo, pois pode conduzir a desequilíbrios entre os cátions Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>, e reduzir a solubilidade de outros nutrientes, especialmente micronutrientes com sérios danos à produção agrícola (CHAVES, 2002). Doses

maiores de calcário provocam o deslocamento da reação de equilíbrio de solubilização do corretivo, bem como a formação de novos minerais no solo, na forma de hidróxidos que são pouco solúveis (TESCARO, 1998).

A calagem em excesso é tão prejudicial quanto a acidez elevada, além do desperdício de material existe o agravante de que a calagem excessiva é de muito mais difícil correção. Com a supercalagem há a precipitação de diversos nutrientes do solo, como o P, Zn, Fe, Cu, Mn, além de induzir maior predisposição a danos nas propriedades físicas dos solos ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C, (1999).

### 5.1.33 Adubação

Igualmente ao calcário, a recomendação de adubação deverá ser feita com base nos resultados da análise do solo.

Em geral, as áreas degradadas são carentes de elementos minerais, exigindo, portanto, o emprego de uma adubação bem balanceada, de forma a compensar a carência de NPK no solo.

No entanto, existem poucas pesquisas sobre demandas de nutrientes por espécies nativas, justamente por se tratar de um número enorme de espécies e por não serem de uso comercial, como é o caso de culturas agrícolas. Portanto, o que geralmente é feito é utilizar recomendações para espécies florestais mais exigentes e que atendam o maior número de espécies possíveis, não exigentes.

Duas formas de adubação são possíveis, química e orgânica. Caso a análise de solo apresente locais com extrema carência de nutrientes, principalmente NPK, sugerimos proceder à adubação química. Em locais que os níveis não sejam tão baixos sugerimos apenas uma complementação com adubo orgânico, esterco bovino curtido ou esterco de galinha. Além disso, em locais com quadro de pobreza de nutrientes, sugerimos a aplicação de um coquetel de micronutrientes, principalmente B e Zn. Estes nutrientes podem ser aplicados conjuntamente com o N, P e K, através de formulações de adubos que contenham 0,3% de B e 0,5% de Zn, ou então, o FTE ("Fritas") (GONÇALVES; BENEDETTI, 2000).

Na primeira adubação RODRIGUES et al. (2009) recomenda que a adubação com fósforo (P) seja feita separadamente e no fundo da cova ou misturado a terra antes do plantio, devido a pouca mobilidade deste macronutriente. Justamente por esta razão P não deve ser reaplicado em grandes quantidades na adubação de cobertura, pois certamente ele ainda estará presente na cova neste momento. Assim, as características e a quantidade de fertilizante

aplicado dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo ou substrato, da forma de reação dos adubos com o solo e da eficiência dos adubos. Os nutrientes fornecidos às mudas devem ser disponibilizados de acordo com a necessidade delas, levando em consideração o tempo necessário para sua formação. O uso de fertilizante de adubação lenta atende essa questão, podendo ser uma grande vantagem quando comparado às demais formas de adubação (MARANA et al., 2008). Segundo Bennett (1996), esses fertilizantes incluem compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável, que, por efeito da temperatura, dilata-se e se contrai, controlando a liberação gradual e osmótica de nutrientes ao substrato.

Quanto ao Nitrogênio (N) e Potássio (K) os mesmos autores recomendam aplicar em pouca quantidade devido a sua alta mobilidade no solo e a pouca capacidade das mudas recém-plantadas em absorvê-los. No entanto, estes dois nutrientes são altamente recomendáveis na adubação de cobertura.

A quantidade de adubos será definida após os resultados da análise de solo e através de consultas bibliográficas específicas para as recomendações das espécies de interesse. O resultado da análise, justificando e quantificando a adubação deverá e será apresentado no projeto executivo de plantio, juntamente com as formulas de NPK escolhidos e respectivas memórias de cálculo.

Para adubos orgânicos de 5 a 10 litros de esterco de curral bem curtido por cova e no caso de esterco de galinha, a quantidade deve ser de 1/3 do esterco bovino.

O Adubo será aplicado por berço misturado na terra de enchimento do mesmo após o coveamento.

#### 5.1.34 Adubação verde

É a incorporação ao solo de plantas especialmente cultivadas para esse fim ou de outras vegetações cortadas quando ainda verdes, para serem enterradas. Como controle da erosão, essas plantas servem para a proteção do solo contra a ação direta da chuva quando estão vivas e depois de enterradas melhoram as condições físicas do solo pelo aumento de conteúdo de matéria orgânica, favorecendo o crescimento de novas espécies. As espécies mais utilizadas são as leguminosas, pois além de matéria orgânica, incorporam também o nitrogênio ao solo.

Segundo Rodrigues, et. al (2007) inicia-se a adubação verde com a semeadura do mix de espécies de adubo verde e arbustos nativos em todas as linhas de plantio, com o espaçamento de 1,0 m entre as linhas, e a semeadura do mix de espécies de recobrimento e leguminosas

nativas a cada 3,0 m, gerando cerca de 1.111 indivíduos do grupo de recobrimento por hectare. Este espaçamento possibilita maior e mais rápido sombreamento do solo diminuindo os gastos com manutenção e o controle de competidores. Recomenda-se realizar primeiro a semeadura de adubo verde nas entrelinhas do grupo de recobrimento, sendo introduzido em duas linhas, a um metro de distância das espécies de recobrimento. O ideal é que as espécies de recobrimento sejam plantadas quando a adubação verde estiver com cerca de 50 cm de altura.

Plantas da família Fabaceae de médio e pequeno porte como a *Crotalaria juncea*, *Cajanus cajan* (feijão guandu) ou a *Canavalia ensiformis* (feijão de porco), ou macrofanerófitos pertencente à família Fabaceae como a *Erythrina velutina* (suinã ou mulungu), *Schyzolobium parayba* (guapuruvu), *Inga edullis* (ingá de metro), *Anadenanthera* spp. (angico-vermelho e angico-branco), *Peltophrum dubium* (acari), *Mimosa artemisiana* (angico cangalha) e outras espécies de ocorrência natural nas áreas degradadas da bacia do rio doce como as três espécies de *Bougainvillea*, *B. glabra*, *B. Spectabilis* e *B. rubriflora*, assim como a *Gallesia integrifolia* (pau-d'álho), *Pterogyne nyctens* (madeira-nova), *Maclura tinctoria* (moreira) entre outras nativas de ocorrência natural no bacia do rio Doce, só deverão ser plantadas em declividades menores que 20°. Os macrofanerófitos deverão ser plantadas em berços, cujas dimensões deverão ser de 40 X 40 X 40 cm. Antes do plantio, a área deverá ser roçada e a palhada do corte deverá ser acomodada na forma de canteiros contínuos e em curvas de nível em todo terreno cercado. O plantio deverá ser feito no sentido da curva de nível na mesma linha dos canteiros.

#### 5.1.35 Controle de formigas cortadeiras

Dentre as diferentes pragas que atacam plantios florestais, as formigas cortadeiras, dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), são as responsáveis pelos maiores prejuízos. A título de ilustração, um saúveiro adulto, com aproximadamente três anos de idade consome, por ano, uma tonelada de folhas para se manter, e cada ano o número de formigueiros em uma área desprovida de controle pode triplicar (PAIVA *et al.*, 2001). Desta forma, o combate a formigas cortadeiras em qualquer atividade de plantio florestal é de vital importância para o sucesso do mesmo

Fatores ambientais, como temperatura, radiação solar, fertilidade do solo e deficiência hídrica podem favorecer a resistência ou suscetibilidade da planta ao inseto. Entre as formigas da tribo *Attini* (cultivadoras de fungo) as formigas cortadoras de folhas utilizam substrato vegetal vivo ou morto e possuem colônias que podem variar de centenas a milhares de



indivíduos no gênero *Acromyrmex* a milhões de indivíduos no gênero *Atta* (PANIZZI; PARRA, 2009).

As formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* apresentam um dos sistemas de castas mais complexo entre as formigas e a divisão de trabalho envolve a variação em tamanho do corpo. A coleta de material é realizada por operárias de tamanho grande (largura da cabeça maior ou igual a 1,6mm), enquanto as operárias menores cuidam do fungo (TRIPLEHORN; JOHNSON; BORROR, 2005).

As formigas cortadoras de folhas, em especial *Atta*, são responsáveis por importantes processos ecológicos por meio da escavação de grandes quantidades de solo e da herbivoria no sub-bosque da vegetação. As colônias podem modificar profundamente o ambiente próximo aos ninhos, alterando a estrutura física do solo e distribuição de nutrientes nas camadas de solo, assim como a composição, produtividade e distribuição de plantas (PANIZZI; PARRA, 2009).

Para o controle das formigas, usar iscas granuladas, a razão de 10 g/m<sup>2</sup> de formigueiro e em dias não chuvosos e com baixa umidade relativa do ar. Poderá ser também efetivada, principalmente, em dias chuvosos, com o pó formicida, que será colocado nos "olheiros", na razão de 20 g/m<sup>2</sup> de formigueiro, por meio de uma insufladora de acionamento manual. Os trabalhadores devem, obrigatoriamente, utilizar os EPI exigidos. Todas as indicações contidas na FISPQ do produto deverão ser rigorosamente seguidas.

Antes de iniciar o combate, deverão ser feitas vistorias em campo com o intuito de se identificar os possíveis olheiros dessas formigas. Recomenda-se realizar a primeira vistoria após a roçada manual por facilitar a localização dos ninhos.

Paiva *et al.* (2001) lista as seguintes etapas de combate como fundamentais para o controle das formigas cortadeiras:

- **Combate inicial**

Consiste em realizar o controle em toda a área a ser plantada bem como em reservas de mata nativa do entorno e numa faixa de 100 metros de largura ao redor de toda área antes do início das atividades, de preferência com 30 dias antes do início. A aplicação, deve ser feita de forma sistemática pela área na proporção de 10 gramas de formicida do tipo Mirex-S Max por m<sup>2</sup> de terra solta do formigueiro. A medição da área deve ser feita através das maiores dimensões longitudinais em transversais do formigueiro. No caso de quenquéns deve-se aplicar apenas 10 gramas por formigueiro identificado, que são bem menores que o das saúvas. As iscas devem ser aplicadas ao lado do formigueiro principal e próximo aos olheiros ativos. Não

se deve aplicar as iscas dentro dos olheiros, pois serão rejeitadas pelas formigas. Para não haver contato do aplicador com o produto, recomenda-se o uso de luvas de látex.

- **Repasse**

Esta etapa visa combater os formigueiros que resistiram e não foram totalmente controlados no combate inicial, bem como aqueles que não foram localizados na primeira operação. O repasse é feito no mínimo de 5 a 7 dias antes de plantio e durante e com campanhas logo após o plantio das mudas.

- **Ronda (pós-plantio)**

A ronda é a operação que é feita ao longo de todo o período de crescimento das mudas, até o segundo ano pós-plantio. Após o plantio a ronda é feita a cada 15 dias nos primeiros 2 meses e depois a cada 3 meses. Nesta fase, o combate deve ser feito através da aplicação de 10 gramas por m<sup>2</sup> somente na vizinhança das mudas que foram cortadas, e com 10 gramas nos olheiros.

### 5.1.36 Plantio

#### 5.1.36.1 Espaçamento

Em locais com topografia acidentada ou de difícil acesso, o preparo de solo será feito através da abertura de covas/berços (coveamento) com o auxílio de enxadões ou motocoveadora. Os berços deverão ter dimensões de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m.

Para o plantio em APPs, com exceção de nascentes deverá ser feito com espaçamento de 3x2 m. Esta escolha baseia-se em diferentes referências acadêmicas (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015; GALVÃO; MEDEIROS, 2002; RODRIGUES, RICARDO RIBEIRO; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009) e está de acordo com as sugestões do recém publicado Parecer Técnico CIF nº 13/2017-COREC/CGBIO/DBFLO oficializado pela deliberação nº 89 de agosto de 2017.

Para as áreas de recuperação de nascentes o espaçamento indicado é de 3x4m. A justificativa para a baixa densidade de mudas é hidrológica. Diferentes pesquisas científicas mostram que a alta densidade de cobertura vegetal arbórea em áreas de nascentes/afloramentos ou até mesmo em áreas de recarga, em geral podem ocasionar redução de vazão imediata por escoamento superficial, apesar de regularizarem o regime hídrico em épocas de estiagem (BOSCH; HEWLETT, 1982; HEWLETT; HIBBERT, 1967; HONDA et al., 2017; LIMA, 1996). Neste contexto, como é sabido, os programas de recuperação serão exclusivamente desenvolvidos em propriedades de terceiros, e esse fator, inevitavelmente gera uma expectativa

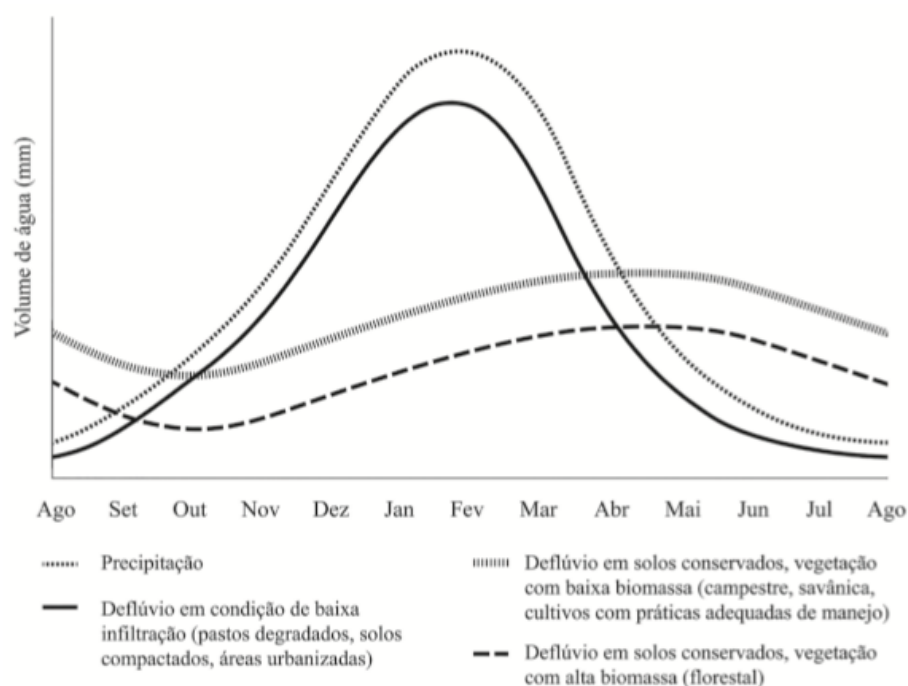


Figura 4 – Representação esquemática da variação na precipitação e no deflúvio ao longo do ano em região de clima estacional em três condições hipotéticas relativas ao tipo de cobertura vegetal e manejo do solo. Retirado de Honda et al. (2017). A sugestão defendida pela Renova é a terceira, com baixa biomassa em casos de nascentes e com práticas adequadas de uso do solo.

de “recuperação das nascentes” nestes proprietários. Portanto, tendo em vista o estado de degradação da sub-bacias da bacia do rio Doce, entendemos que plantios muito adensados podem reduzir a vazão imediata, ou em casos extremos, eliminar o remanescente hídrico existente. Por essa razão, ao nosso ver, é necessário reduzir o adensamento de plantio de árvores nas nascentes, e trabalhar de maneira integrada o uso do solo nas áreas de recarga hídrica da propriedade rural. Isso garantiria os outros serviços ecossistêmicos essenciais prestados pela vegetação florestal e regularizaria e melhoraria a vazão da microbacia. A figura 4, acima, extraída de Honda et al. (2017), ilustra essa relação. No entanto, para o caso das bacias do médio e baixo rio Doce, o pico de chuva seria mais estreito e concentrado de novembro a fevereiro. Da mesma forma, a estiagem aconteceria em períodos mais prolongados, ratificando a importância de regimes hídricos melhores distribuídos e regularizados durante a seca.

Para plantios de adensamento em áreas de ocorrência de regeneração natural, o espaçamento será de 2x2 m. Para plantios de enriquecimento o espaçamento será de 6x6 m. Estes espaçamentos baseiam-se em Brancalion et al. (2015).

### 5.1.37 Plantio e Replântio

Antes da expedição das mudas para o campo, elas serão avaliadas por um técnico definido pela Fundação Renova, quanto a sua qualidade e sanidade da parte aérea e radicular. Deverão ser colocadas nas caixas de distribuição misturadas, todavia obedecendo-se esses percentuais e o número de espécies. No ato do plantio as mudas devem estar com o coleto, aproximadamente, a 2 cm abaixo do nível do solo e com apertos laterais, juntar a terra do berço a do substrato que envolve a muda e nunca apertar a muda de cima para baixo. Ao redor da muda deve ser feito um ligeiro abaciamento, para acumulo de água de chuva e também e deposição de matéria orgânica seca ao seu redor. Em seguida a essas operações, fazer um coroamento idêntico ao projetado à regeneração natural.

O **replântio** deverá ser feito dentro de 30 dias quando houver mais de 5% de falha. Após isso anualmente, dentro das próximas estações chuvosas e por 3 anos. Atenção deve ser tomada para utilizar adubação fosfatada nas mudas que estiverem sendo replantadas, respeitando a recomendação feita anteriormente.

Em todas as campanhas de manutenção estima-se uma taxa acumulada de perdas de 20%. Este número é de fato maior do que referências estabelecidas como (RODRIGUES, RICARDO RIBEIRO; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009) que preveem 10% de mortalidade, os quais não explicitam a mortalidade acumulada após as campanhas de replântio. No entanto, outras referências de alguns dos mesmos autores reportam possibilidade de mortalidade de mais que 10% após campanhas de replântio (BRANCALION et al., 2012). Nesta mesma linha, no estudo de Correia et al. (2012) que foi conduzido em uma área próxima à bacia do rio Doce e com pluviosidade anual semelhante (1.019 mm) às regiões de incidência desse projeto apresentaram mortalidade superior a 20%. Portanto, tendo em vista as referências postas e a baixa pluviosidade da bacia do rio Doce e o seu estado de degradação, a Fundação Renova acha prudente prever uma taxa de mortalidade acumulada de 20%.

### 5.1.38 Irrigação

O hidrogel é um polímero hidrorrententor que aumenta a capacidade de retenção da água no solo, fazendo com o fique disponível por mais tempo para as plantas. A adição de hidrogéis no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes e melhora a aeração e drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (Vlach, 1991; Henderson & Hensley, 1986; Lamont & O'Connell, 1987). Outro aspecto importante na implantação dos reflorestamentos é a restrição

da época de plantio às épocas chuvosas, ou plantios que fiquem suscetíveis à estiagem, mesmo em épocas de chuva, os chamados veranicos (Vale et al. 2006). Uma alternativa para essas situações é a utilização dos hidrogéis, como condicionadores de umidade no solo. Trata-se de um polímero hidrorretentor, a base de poliacrilato de potássio, que auxilia principalmente na retenção e disponibilidade de água para as plântulas e mudas recém-plantadas (Azevedo 2000).

O uso do hidrogel minimiza os efeitos nocivos da seca, sobretudo em épocas de veranico na fase de implantação, possibilitando o plantio em locais de solo arenoso e de clima mais árido (VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006).

A principal finalidade do hidrogel é de condicionador de solo, no entanto, (Taylor & Halfacre 1986), indica os possíveis fatores que podem ter influenciado no status nutricional das plantas cultivadas com o polímero: a) o nutriente passa mais tempo em solução no solo; b) redução da lixiviação; c) capacidade do polímero em trocar cátions; d) capacidade do polímero em quelatizar; e) capacidade de manter pH inalterado e, f) participação do polímero como fonte de nutrientes.

A escolha da marca Hydroplan – EB, foi devido aos bons resultados encontrados pelos autores a seguir: Buzetto et al. (2002), Adams & Lockaby (1987), Henderson e Hensley (1986), Dusi (2005), Liu et al., (2012), Bernardi et al., (2012).

Buzetto et al. (2002) estudando a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio, constatou que o polímero reteve a água de irrigação por maior período de tempo, disponibilizando-a de maneira gradativa para as plantas, o que resultou na diminuição da mortalidade das mudas cultivadas com o hidrogel, contudo, sem acelerar o crescimento em altura das mesmas.

Adams & Lockaby (1987), estudando o efeito de polímeros em sementeiras de espécies florestais observaram que dezoito dias após a primeira irrigação, 100% das mudas utilizadas como testemunha murcharam, enquanto as que receberam o hidrogel permaneceram túrgidas.

Henderson e Hensley (1986) avaliaram o nível de retenção de nitrato e amônio em resposta a doses de hidrogel aplicados em areia, onde observaram que a maior dose (4 kg.m<sup>3</sup>) do polímero aplicada foi capaz de reter 85% do amônio aplicado, enquanto que o tratamento controle reteve apenas 38%.

Segundo Dusi (2005) foi observada interação positiva entre a adubação nitrogenada e a aplicação de hidrogel em plantas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, pois com a redução de metade da dose ideal de nitrogênio as plantas obtiveram produção de massa seca da parte aérea,

radicular e a altura dentro do ideal, comprovando a eficiência do hidrogel em absorver a adubação nitrogenada e libera-la de forma adequada para a planta evitando-se perdas por lixiviação e volatilização.

Liu et al., (2012) ao realizar a semeadura de *Pinus pinaster* em solo fertilizado com e sem hidrogel observou que o polímero além de reter água funcionou como um intensificador na absorção de nutrientes, pois a absorção de N, P, K e aumentou 17,17, 10,13 e 20,33%, respectivamente, quando comparado as plântulas cultivadas sem hidrogel e mesma fertilização. A adição do polímero aumentou significativamente o tempo de acumulação rápida, assim como a acumulação máxima diária, de N e K. Os autores ainda relatam que com a aplicação do hidrogel o rendimento de rebentos e raízes de plântulas de *P. pinaster* foram notavelmente aumentadas, em comparação as plantas em solo com fertilizante apenas.

Segundo Bernardi et al., (2012) avaliando a adubação de mudas de *Corymbia citriodora* cultivadas em viveiro com hidrogel, observou que houve um incremento para altura, diâmetro de colo e razão altura da parte aérea/diâmetro de colo, com uso do polímero e, que o uso desta ferramenta promoveu uma redução de 20% da adubação, tanto na adubação de base como na de cobertura.

Navroski et al (2016) utilizando (6 g/L) do polímero observou a redução em, pelo menos, 25% da adubação convencional, podendo atingir até 50%.

Seguindo os bons resultados encontrados dos autores já citados e a recomendação do fabricante utilizaremos a formulação 3 g do produto para cada litro de água. Portanto deve-se diluir 3 kg do gel Hydroplan-EB em 1000 litros de água, aplicando 2 litros do gel já hidratado na cova.

O gel deve ser aplicado na cova juntamente com a muda, após todo o preparo do solo ter sido feito, ou seja, depois de incorporar os fertilizantes (químico e orgânico) ao solo. Devolver o material para a cova somente para enterrar a metade da muda, aplicar os 2 litros de hidrogel do meio do torrão para cima, fechar a cova com o restante da terra e cobrir bem o entorno da muda com palhada.

Atenção deve ser tomada na mistura do hidrogel com o solo para evitar que somente a muda fique em contato com o polímero. Isso faria com que a planta ficasse “boiando” e que quando o gel secasse bolsões de ar fossem criados, o que poderá comprometer a muda.

Mesmo com as recomendações acima, a cada campanha de uso de hidrogel, por segurança, as orientações deverão ser novamente solicitadas ao fabricante, caso ocorram

atualização nas tecnologias ou novas pesquisas ou produtos surjam. O gel é atóxico, biodegradável e não deixa resíduos.

O plantio será feito sempre no período chuvoso na intenção de diminuir a necessidade da irrigação, mas sempre que for possível (disponibilidade de água no local) e necessário (longo período de estiagem durante os primeiros meses de plantio), deverá ser refeita a hidratação do gel das mudas. A observação das mudas é essencial nesse período, pois é ela quem dará o sinal do momento certo da irrigação, pois a combinação de altas temperaturas do solo com um período muito prolongado sem chuva, logo após o plantio, reduz a água disponível no gel tornando necessário hidrata-lo.

#### 5.1.39 Manutenção

Segundo Galvão e Medeiros (2002), “após o plantio das mudas, diversos cuidados devem ainda ser tomados para assegurar a sobrevivência e o seu desenvolvimento, e das futuras árvores, na área plantada”.

Rodrigues et., al (2015), indicam que as atividades de manutenção devem complanar toda a fase entre a implantação e formação de uma fisionomia florestal. Ele cita ainda que normalmente esta fase tem duração de 36 meses.

As atividades rotineiras de manutenção dos projetos de restauração florestal são controle de formigas (já citado em capítulo específico), replantio das mudas que não sobreviveram, a adubação de cobertura e o controle de plantas competidoras. Todas estas atividades são recomendadas também por Rodrigues et., al (2015).

- **Controle de formigas cortadeiras**

O método empregado deverá ser o mesmo do controle realizado na implantação, no entanto com repasses temporários de 3 em 3 meses.

- **Replantio**

Deverá ser feito dentro de 30 dias quando houver mais de 5% de falha. Após isso anualmente, dentro das próximas estações chuvosas e por 3 anos. Atenção deve ser tomada para utilizar adubação fosfatada nas mudas que estiverem sendo replantadas, respeitando a recomendação feita anteriormente.

Antes de realizar a substituição deve se investigar dois aspectos importantes: (a) saber a possível causa da morte para que a muda reposta não morra também; (b) assegurar que a muda a ser substituída de fato morreu, pois muitas vezes as mudas perdem as folhas em virtude da seca ou por ataque de formigas cortadeiras e rebrotam depois de certo tempo. Para saber se uma

muda sem folhas está morta ou não, costuma-se arranhar com a unha a superfície do caule até que se remova a casca e se exponha uma camada interna. Se a camada estiver verde, isto indica que a planta está viva e não deve ser substituída.

As mudas destinadas ao replantio devem ser compatíveis em termos de tamanho e grupo de plantio.

- **Adubação de cobertura**

Na adubação de cobertura ou pós-plantio são fornecidos elementos de grande mobilidade no perfil de solo, principalmente nitrogênio e potássio, sendo que 60 a 80% desses dois macronutrientes são fornecidos via dubação de cobertura (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015). Uma fórmula que geralmente supre as necessidades de grande parte das espécies florestais e que pode ser utilizada na adubação de cobertura é o NPK 20:05:20, que é aplicado na quantidade de 50 gramas por planta. Como padrão iremos adotar essa fórmula, podendo a mesma ser modificada caso os resultados da análise química do solo demonstrem uma necessidade acima do especificado. As adubações deverão ser feitas a partir de 30 dias após o plantio, com outras 2 aplicações por ano, na estação chuvosa em intervalos de 60 dias cobertura (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2015).

- **Controle de plantas competidoras**

O controle de plantas competidoras durante a condução da restauração é essencial para reduzir a competição por água, luz e nutrientes de plantas invasoras com indivíduos plantados ou regenerantes de espécies nativas. Embora qualquer planta que se desenvolva no entorno da muda possa prejudicar seu desenvolvimento por causa da competição por recursos, são as gramíneas africanas agressivas, notadamente a braquiária, o capim gordura e o colonião que são os alvos principais da manutenção.

Os métodos de controle são os mesmos já abordados no capítulo de controle de espécies competidoras. No entanto, para a manutenção deve-se ter atenção especial para que o controle mecânico (enxadas e enxadões) ou mecanizado, não prejudiquem as mudas já plantadas. Os restos vegetais das competidoras podem ser acumulados no “pé” das plantas. A única exceção é a braquiária, uma vez que há chance de rebrota e seu efeito alelopático pode prejudicar as mudas.

Quando não se aplica herbicida, o coroamento ao redor das mudas deve ser realizado a cada 3 meses, durante pelo menos 1 ano após o plantio. No entanto, dependendo da velocidade



do crescimento das gramíneas, sobretudo a braquiária, pode ser necessário estender essa operação para o segundo ano (MARTINS, 2017).

#### 5.1.40 Monitoramento

Para avaliação dos resultados do programa e assegurar que os objetivos foram alcançados, devem ser definidos indicadores e metas. Portanto, através do monitoramento é que será possível o acompanhamento da evolução das áreas em recuperação, propor melhorias, definir o encerramento das atividades de manutenção ou considerar a área recuperada.

O programa prevê duas fases de monitoramento, uma chamada de auto monitoramento, onde o responsável pela área irá acompanhar as atividades em execução, o desenvolvimento da área e a necessidade de intervenções e tratamentos silviculturais, bem como riscos aos plantios, como o ataque de formigas e incêndios florestais no entorno. A outra fase está relacionada aos indicadores de acompanhamento e aos critérios para encerramento do programa, que aceitará o programa como encerrado quando forem alcançadas as metas dos indicadores de efetividade, que será chamado de monitoramento da vegetação.

O monitoramento da vegetação proposto para os programas em tela se baseiam no documento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica intitulado “Protocolo de monitoramento para programas e projectos de restauração florestal” de autoria de Rodrigues. *et al.*, (2013). A publicação na íntegra encontra-se no Anexo 6.

Abaixo será reproduzido o texto elaborado por estes autores Rodrigues, R. R. *et al.*, (2013), como métodos de monitoramento. Para os indicadores, será utilizada como referência a Resolução SMA nº 32 de 03/04/2014 da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, no entanto os valores de referência trazidos não serão utilizados. Neste caso, a Fundação Renova conduzirá um inventário específico para calibrar estes valores para a realidade da bacia do rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A SMA nº 32 na íntegra encontra-se no Anexo 8.

#### 5.1.41 Auto Monitoramento

Será realizado pelo produtor rural participante do programa e tem como objetivo principal fortalecer o engajamento entre o produtor e o programa de restauração, reforçando que as ações desenvolvidas na propriedade são de responsabilidade dele. Como objetivos específicos, são esperados que o produtor comunique qualquer alteração de projeto, como a entrega insuficiente ou de qualidade duvidosa de insumos, a validação das atividades relacionadas a proteção das nascentes e APPs (cercamento e aceiramento), atividades de

preparo para o plantio, como coleta de solo, coroamento, roçada, abertura de berço, calagem e adubação, bem como, as atividades de plantio.

Outra resposta importante que o auto monitoramento trará será a confirmação do abatimento de erosão, onde poderá ser comprovada a implantação das ações que embasaram os cálculos para a estimativa do percentual de abatimento – P.A.E, da propriedade rural. O produtor deverá fornecer a comprovação das ações planejadas.

Para a execução deste monitoramento o produtor poderá se comunicar com a Fundação Renova, através de telefone, e-mail, formulário físico, ou através de aplicativo para celular que poderá ser desenvolvido pela Fundação Renova.

No primeiro ano de plantio espera-se que esta comunicação seja realizada pelo menos de forma trimestral. Com no decorrer da manutenção e com a comprovação de andamento da recuperação, espera-se que ele passe a ser realizado semestralmente.

#### 5.1.42 Monitoramento da vegetação

Como mencionado anteriormente, as informações abaixo são trazidas do documento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica intitulado “Protocolo de monitoramento para programas e projectos de restauração florestal” de autoria de Rodrigues, R. R. et al., (2013).

#### 5.1.43 Sistema de avaliação

O sistema de avaliação está estruturado nos níveis hierárquicos de princípio, critério, indicador e verificador descritos abaixo e foram adaptados de protocolo já existentes de certificação ambiental. Esse esquema fornece uma estrutura coerente consistente para alcançar, a cada nível, os valores almejados pela restauração ecológica da Mata Atlântica.

P - Princípio	Um componente fundamental. No contexto de restauração ecológica, os princípios fornecem a estrutura primária para a avaliação de um projeto.
C - Critério	Um item de avaliação ou meio de julgar um princípio. Um critério pode ser entendido como um princípio de “segunda ordem” que acrescenta significado e operacionalidade a um princípio, sem que, por si próprio, constitua uma medida direta de desempenho.
I - Indicador	Indicador é qualquer variável do projeto de restauração ecológica usada para inferir a condição de um determinado critério. Os indicadores devem transmitir uma informação e não devem ser confundidos como condições para satisfazer os critérios.
V - Verificador	Formas de verificar, mensurar ou avaliar um indicador.

#### 5.1.44 Importância do monitoramento ecológico da restauração florestal

O monitoramento é uma etapa essencial para avaliar o sucesso da restauração, tanto no que se refere à avaliação dos métodos usados, como para inferir se a área em restauração está seguindo uma trajetória ecológica desejada. As ações de restauração florestal ficariam incompletas sem o posterior retorno da investigação, sobre o que ocorreu após a intervenção. Desse modo, o monitoramento ecológico é parte fundamental do processo de restauração. Vale ressaltar que é a partir dos dados de monitoramento que se avalia a necessidade de ações corretivas à trajetória da restauração. Ou seja, uma área em processo de restauração pode seguir diversas trajetórias, caminhando para uma sucessão florestal, ou encontrar caminhos alternativos estáveis, onde pode permanecer estagnada ou até entrar em processo de retrocesso, voltando ao estado de degradação anterior à intervenção. Desse modo, o resultado do monitoramento fornece direções e recomendações de possíveis ações práticas de manejo adaptativo para ajustar essas trajetórias, o que pode aumentar a eficiência dos processos ecológicos envolvidos com a restauração e consequentemente reduzir os seus custos. Além disso, os resultados do monitoramento permitem uma adequada avaliação dos métodos de restauração usados, permitindo que os restauradores definam para sua região de atuação, os métodos de maior eficiência para cada situação de degradação, aumentando assim suas chances de sucesso.

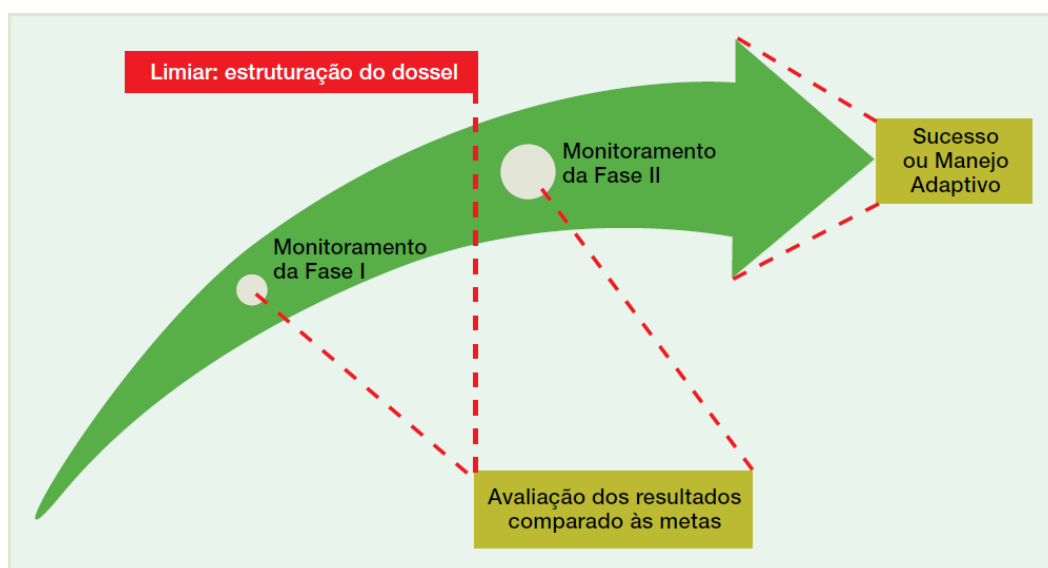


Figura 5 - Desenho esquemático das Fases do Princípio Ecológico do monitoramento da restauração florestal proposto.

#### 5.1.45 Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico

O Princípio Ecológico está dividido em duas fases: Fase I ou de Estruturação do Dossel, cujo objetivo é avaliar a formação de uma cobertura florestal na área em processo de restauração e a Fase II ou de Monitoramento da Trajetória Ecológica, cujo objetivo é monitorar se a dinâmica natural está ocorrendo na fisionomia florestal em restauração e se está conduzindo a restauração dentro da trajetória desejada e esperada.

A Fase I apresenta critérios dentro dos quais foram definidos indicadores e seus respectivos verificadores. Esta fase foi desenvolvida visando permitir ao executor do projeto reconhecer os eventuais filtros que impediriam a área em restauração de atingir uma cobertura florestal do solo minimamente aceitável, garantindo assim uma efetiva estruturação do dossel. Dessa forma, o principal indicador a ser avaliado na fase I é a cobertura do solo pelas copas das árvores, que para garantir custos adequados do processo, precisa ocorrer no menor tempo possível. No caso de plantios de restauração, essa estruturação do dossel é dependente da presença, densidade e distribuição espacial de espécies que apresentem bom crescimento e cobertura do solo no curto prazo. Dessa forma, é importante avaliar se o plantio de restauração monitorado apresenta espécies com bom potencial recobridor e se as espécies com esse potencial estão com adequado desenvolvimento nesse plantio.

Uma vez não atingida a cobertura florestal mínima, é possível, por meio da aplicação deste protocolo, indentificar quais seriam as restrições (ou filtros) que estão impedindo o rápido recobrimento da área e restringindo assim, o sucesso inicial da restauração ecológica e, conseqüentemente, identificar quais os procedimentos operacionais da restauração florestal que deveriam ser redefinidos e adotados para corrigir esse insucesso.

A área em restauração deve ser monitorada na Fase II idealmente após ter atingido uma cobertura florestal do solo estabelecida, uma vez que o objetivo do monitoramento nesta fase é avaliar a área em restauração por meio de indicadores que permitam caracterizar sua trajetória ecológica futura, com base principalmente na estrutura e composição da comunidade vegetal regenerante ou recrutada, garantindo assim o funcionamento dos processos ecológicos e a perpetuação da área em processo de restauração. Os conceitos estão relacionados, e a distinção entre eles depende de eventos arbitrários no desenvolvimento de um indivíduo, desde a semente até uma pequena árvore. A seguir são apresentados os critérios, indicadores e verificadores do Princípio Ecológico (tabela 1).

Tabela 1 – Critérios (C), indicadores (I) e verificadores (V) para monitoramento da restauração.

Fase I – Estruturação do dossel		
Item		Descrição
C	1 Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
I	1.1 Cobertura de copa	Percentual de cobertura do solo pela projeção da copa das árvores não invasoras.
V	1.1.1 Percentual de linha do terreno coberta pela projeção da copa de árvores não invasoras	Soma das medidas dos trechos da linha amostral cobertos por copa das árvores não invasoras (m), em relação ao comprimento da linha.
Fase II – Trajetória ecológica		
Item		Descrição
C	1 Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
I	1.1. Densidade de indivíduos de menor porte	Quantidade de indivíduos de menor porte de espécies arbustivas e arbóreas não invasoras por área.
V	1.1.1. Número de indivíduos de espécies não invasoras por área	Contagem de indivíduos de espécies não invasoras por área, com altura (H) $\geq 0,5$ m e CAP $< 15$ cm
I	1.2. Densidade de indivíduos de maior porte	Quantidade de indivíduos de maior porte de espécies arbustivas e arbóreas não invasoras por área.
V	1.2.1. Número de indivíduos de espécies não invasoras por área	Contagem de indivíduos de espécies não invasoras por área, com CAP $\geq 15$ cm.
C	2. Composição de espécies arbustivas e arbóreas	Descrição quantitativa e qualitativa das espécies que compõem a comunidade vegetal em restauração.
I	2.1. Número de espécies não invasoras por projeto de restauração	Quantidade de espécies e morfoespécies (1) regionais e (2) exóticas.
V	2.1.1. Número total de espécies e morfoespécies regionais	Contagem de espécies e morfoespécies regionais.

#### 5.1.45.1 Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico

O monitoramento da Fase I será iniciado logo após a implantação das ações de restauração. O monitoramento na Fase I deverá ser realizado até a área em restauração atingir a cobertura florestal pré-estabelecida. Essa cobertura deverá ser atingida no menor tempo possível, adotando ações de controle de competidores e até de adubação das mudas plantadas ou dos regenerantes naturais, para garantir uma rápida estruturação do dossel e consequentemente a redução de custos da restauração, já que a manutenção é o item de maior custo e de maior risco de insucesso nos projetos de restauração ecológica. O monitoramento na

Fase II inicia-se após a área em restauração atingir a cobertura florestal desejada. O monitoramento será realizado via parcelas amostrais.

As parcelas estarão distribuídas do modo mais aleatório possível na área a ser monitorada, evitando-se, ao máximo, o agrupamento de parcelas. A distância entre parcelas pode ser sistematizada (fixada) de acordo com o número de parcelas necessárias para o projeto e a extensão da área, mas será preciso efetuar a aleatorização, por meio de sorteio, da distância de cada parcela em relação à borda da área em restauração para que a amostragem possa contemplar áreas próximas e distantes da borda. Essa aleatorização é necessária uma vez que a realidade da restauração na maioria dos casos é a de áreas estreitas e sujeitas a efeito de borda, e o que se pretende com o monitoramento é avaliar a restauração dentro dessa realidade.

Dessa forma, para cada local deverá ser elaborado um croqui de distribuição das parcelas no campo, representando essa distribuição, e cada parcela deverá ter suas coordenadas de localização e o sentido de sua orientação no campo devidamente coletados com aparelho GPS.

As coordenadas de cada parcela, sejam estas permanentes ou não, serão anotadas no formato UTM informando também o datum utilizado durante a coleta (ex: SAD69, SIRGAS2000 etc.). As parcelas poderão ter tamanhos fixos retangulares ou circulares. Nas parcelas retangulares, a partir do ponto inicial, a parcela terá seu comprimento orientado para uma posição padronizada, que não deve ser o sentido da linha de plantio ou semeadura, caso ela exista. As parcelas também serão alocadas no sentido do norte magnético, obtido com bússola ou GPS.

#### 5.1.45.1.1 Fase I

Na Fase I, as parcelas serão utilizadas para a avaliação da cobertura florestal, ou seja, da cobertura de espécies arbustivas e arbóreas (indicador 1.1). Dessa forma, as parcelas deverão ser preferencialmente retangulares. Nestas, a cobertura florestal será estimada tendo como base a soma de trechos da trena não cobertos por copa de espécies arbóreas não invasoras, em relação a comprimento total da trena (figura 5). Com relação a cobertura do solo pelas copas e a composição de espécies (indicador 2.1), deve ser feita a observação visual e o registro das espécies de maior projeção de copa em todo o projeto de restauração. Essa observação pode ser feita no momento em que são avaliados os demais indicadores em cada parcela e também por meio de caminhamento geral pela área em restauração.

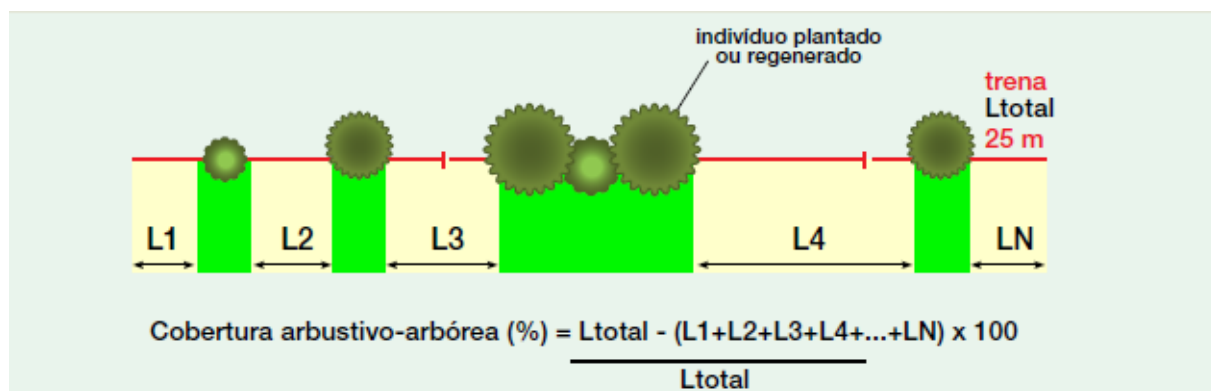


Figura 6 – Esquema ilustrativo de estimativa da cobertura de copas em parcelas retangulares. Fonte Rodrigues et al. (2013).

#### 5.1.45.1.1 Fase II

Na fase II, para cada parcela amostral serão registrados todos os indivíduos plantados/semeados ou regenerantes (oriundos de regeneração natural, ou seja, que não foram plantados ou semeados pelo restaurador) com altura mínima 0,5 m, indicando apenas se o indivíduo se encontra em uma das duas classes de tamanho estabelecidas, sendo: (1) altura (H)  $\geq 0,5$  m e CAP  $< 15$  cm ou (2) CAP  $\geq 15$  cm. Caso seja clara a distinção entre os indivíduos plantados/semeados ou regenerantes (são indicativos de que um indivíduo é regenerante 1- a localização fora da linha de plantio nos casos de plantios ou semeaduras em linhas; 2- um tamanho claramente distinto, tanto para mais quanto para menos, em comparação ao dos que foram reconhecidamente plantados, 3 – o fato de pertencer a uma espécie que não consta na lista das espécies plantadas ou semeadas), cada indivíduo será anotado numa dessas duas categorias. Paralelamente, para os indivíduos com CAP  $\geq 15$  cm, serão medidos os valores de circunferência do caule, com o uso de fita métrica. Nos indivíduos com caule bifurcado abaixo de 1,3 m de altura, serão registradas as medidas de CAP de todos os ramos acima de 1,3m se ao menos um deles tiver CAP  $\geq 15$  cm. Os indivíduos que não atenderem a esse critério não deverão ter o CAP mensurado.

#### 5.1.46 Monitoramento do abatimento de erosão - Estimativa do percentual de abatimento de erosão – P.A.E

Um dos impactos esperados pela implantação do programa, através das boas práticas ou manejos implantados na propriedade, é o abatimento do aporte de sedimentos aos corpos d'água da bacia. O raciocínio é que, abatendo-se um percentual da erosão original em uma gleba ou propriedade da bacia, a sedimentação, em um exutório de interesse, será reduzida na mesma proporção.

Uma das premissas é que, com a adoção das práticas conservacionistas, o aporte de sedimento anual a um ponto da bacia, é reduzido na mesma proporção que a redução da erosão total na mesma.

Levando-se em conta que a erosão em uma gleba depende de vários fatores, tais como o clima, a topografia, a erodibilidade do solo, e o tipo de uso e manejo do solo, podemos avaliar o abatimento de erosão pela mudança na prática adotada na propriedade.

A grande vantagem desse método é a simplicidade e robustez, já que o mesmo não requer o conhecimento de todas as variáveis para a estimativa do abatimento de erosão. As fórmulas e demais explicações podem ser observadas no Anexo 9, que traz o edital do PSA da Fundação Renova

Espera-se que todas as ações previstas nos projetos executivos para o abatimento de erosão na propriedade sejam implementadas e acompanhadas pelo produtor rural. O auto monitoramento irá munir a FUNDAÇÃO com dados que indiquem as mudanças no uso do solo da área do projeto, confirmando ou não os dados informados no cálculo para o PAE, estes podem ser refeitos conforme as respostas indicadas por este monitoramento.



## 6. EQUIPE TÉCNICA

NOME	FORMAÇÃO	FUNÇÃO
<b>Lucas de Oliveira Scarascia</b>	Gestor do Agronegócio	Líder
<b>Felipe Marauê Marques Tieppo</b>	Engenheiro Florestal, MSc	Especialista
<b>Felipe de Drummond Alves</b>	Engenheiro Florestal	Analista Sênior
<b>Tércio Koehler</b>	Engenheiro Florestal	Especialista
<b>Antônio Sérgio Cardoso Filho</b>	Engenheiro Florestal	Analista Sênior
<b>Jose Almir Jacomelli Junior</b>	Biólogo	Líder de operações
<b>Leandro Luiz Ferreira Abrahão</b>	Engenheiro Florestal	Analista Sênior
<b>Victor Augusto Melo Rodrigues</b>	Engenheiro de Planejamento	Planejador
<b>Jeferson Leal Silva</b>	Engenheiro Florestal	Planejador

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES V., V. H. ; NOVAIS, Roberto Ferreira de ; BARROS, N. F. ; CANTARUTTI, R.B. ; LOPES, A. S. . Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Antônio Carlos Ribeiro; Paulo Tácito G. Guimarães; Victor Hugo Alvarez V.. (Org.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a. Aproximação. 5ed.Viçosa, Minas Gerais: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, v. , p. 25-32.
- ADAMS, J.C.; LOCKABY, B.G. Commercially produced super absorbent material increase water – holding capacity of soil medium. *Tree-Planters*, v.38, p.24-25, 1987.
- ALMEIDA, D. L. DE *et al.* *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Universidade Rural, 1988. (Ciências Agrárias, 2).
- ARONSON, J. *et al.* Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems in Arid and Semi-Arid Lands. II. Case Studies in Southern Tunisia, Central Chile and Northern Cameroon. *Restoration Ecology*, v. 1, n. 3, p. 168–187, 1993.
- BECHARA, F. C. *Restauração ecológica de restingas contaminadas por Pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC*. 2003. 125 f. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- BECHARA, F. C. *Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: floresta estacional semidecidual, cerrado e restinga*. 2006. 249 f. ESALQ-USP, Piracicaba, SP, 2006.
- BERNARDI, M. R. *et al.* Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- BOSCH, J. M.; HEWLETT, J. D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of hydrology*, v. 55, n. 1–4, p. 3–23, 1982.
- BRANCALION, P. H. S. *et al.* Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. *Martins, SV Restauração ecológica de ecossistemas degradados*, v. 1, p. 262–293, 2012.
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. *Restauração florestal*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa SDA Nº 17. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Diário Oficial da União, Brasília, 24 maio 2007. Seção 1.
- BUZETTO, F.A.; BIZON, J.M.C.; SEIXAS, F. Avaliação de polímero adsorvente à base from acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: IPEF, Circular Técnica n.195, Abril, 2002. 5p.

CALVI, G. P.; VIEIRA, G. A Nucleação como Ferramenta para Recuperação de Áreas Degradadas pela Exploração Petrolífera. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA DA REDE CTPETRO AMAZÔNIA, 2006, Manaus, Brasil. *Anais...* Manaus, Brasil: [s.n.], 2006.

CANTARRUTI, R. B.; ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem de solo. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 13–20.

CANTARUTTI, R.B. ; BARROS, N. F. ; NOVAIS, R. F. ; MARTINEZ, H.E.P. . Avaliação da Fertilidade do Solo e Recomendação de Fertilizantes. In: NOVAIS, R.F. DE; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L.. (Org.). Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 1, p. 769-850

CANTARUTTI, R.B. ; NOVAIS, R. F. . Quantificação da necessidade de uso de corretivo e fertilizantes em pastagens. In: Carlos Guilherme Silveira Pedreira; Jose Carlos de Moura; Sila Carneiro da Silva; Vidsal Pedroso de Faria. (Org.). Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens. Piracicaba, SP.: FEALQ, 2005, v. , p. 181-193

CHAVES, R. B. *et al.* On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from São Paulo state (Brazil). *Restoration Ecology*, v. 23, n. 6, p. 754–759, 1 nov. 2015.

CHAVES, J. C. D. 2002. Manejo do Solo: Adubação e Calagem, Antes e Após a Implantação da Lavoura Cafeeira. –Londrina-PR, IAPAR: Instituto Agrônomo do Paraná, circular nº 120.

CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. *Tropical forest community ecology*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK, p. 384–408, 2008.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. 2nd ed ed. Washington, DC: Island Press, 2013. (Science and practice of ecological restoration).

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management*, v. 265, p. 37–46, 1 fev. 2012.

CORREIA, G. G. DE S. *et al.* Mortalidade e crescimento inicial de mudas em áreas restauradas de usinas hidroelétricas no Espírito Santo, Brasil. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2012, Guarapari, ES. *Anais...* Guarapari, ES: [s.n.], 2012. p. 4. Disponível em: <[http://www.cedagro.org.br/downloads/20121122\\_reflorestamento/Correia\\_Geanna\\_Oral.pdf](http://www.cedagro.org.br/downloads/20121122_reflorestamento/Correia_Geanna_Oral.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2017.

CUSACK, D.; MONTAGNINI, F. The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, v. 188, n. 1–3, p. 1–15, 5 fev. 2004.

DURIGAN, G.; SOARES RAMOS, V. *Manejo Adaptativo: primeiras experiências na Restauração de Ecossistemas*. [S.l.: s.n.], 2013.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa em Solos - CNPS, 1997.

FLÓRIDO, F. G.; BRANCALION, P. H. S. *Uso de herbicida glifosate no panorama de restauração florestal*. . [S.l.]: LASTROP - Laboratório de Silvicultura Tropical. , 2014

FRANÇA, G. S.; STEHMANN, J. R. Florística e estrutura do componente arbóreo de remanescentes de Mata Atlântica do médio rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, v. 64, n. 3, p. 607–624, set. 2013.

GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. DE S. *A Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural*. Embrapa Florestas, Colombo. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/292961/1/CNPFARESTAU.DAMATAA.TLAN.EMARE.DESUAPRIMIT.OCORRE.NATUR.02.pdf#page=36>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Típicas da Mata Atlântica. Documentos Florestais. p. 1–23, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba, SP: IPEF, 2000.

GOUVEIA, G. P. *et al.* *Roteiro metodológico para a elaboração de plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais*. . [S.l.]: MMA: PREVFOGO. 2009

HENDERSON, J.C.; HENSLEY, D.L. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *Horticulture Science*, v.21, n.4, p.991-992, 1986.

HEWLETT, J. D.; HIBBERT, A. R. Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. *Forest hydrology*, New York: Pergamon Press, 275—90. New York: Pergamon Press, 1967. v. 33. p. 275. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0309133309338118>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

HOLL, K. D. Factors Limiting Tropical Rain Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. *Biotropica*, v. 31, n. 2, p. 229–242, 1 jun. 1999.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, The Ecology and Ecosystem Services of Native Trees: Implications for Reforestation and Land Restoration in Mesoamerica. v. 261, n. 10, p. 1558–1563, 15 maio 2011.

HONDA, E. A. *et al.* A restauração de ecossistemas e a produção de água. *Hoehnea*, v. 44, n. 3, p. 315–327, set. 2017.

IBGE. *Mapa de vegetação do Brasil*, 2004.

**IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe Paranapanema. São Paulo.**

KAGEYAMA, P. Y. *et al.* *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: FEPAF, 2003.

KREBS, C. J. *Why ecology matters*. Chicago ; London: The University of Chicago Press, 2016.

LAMONT, G.P.; O'CONNELL, M.A. Shelf-life of bedding plants as influenced by potting media and hydrogels. *Scientia Horticulturae*, v.31, p.141-149, 1987.

LEPSCH, I. F. *et al.* Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. *Campinas: SBCS*, n. 1º edição, p. 170, 2015.

LIMA, W. DE P. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. 1996. Disponível em: <<https://www.concurseiroflorestal.com.br/resources/Apostilas/Hidrologia/Hidrologia%20Florestal%20-%20Walter%20de%20Paula%20Lima%20-%202008.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

LINDELL, C. A. *et al.* Migratory bird species in young tropical forest restoration sites: effects of vegetation height, planting design, and season. *Bird Conservation International*, v. 22, n. 1, p. 94, 2012.

LIU, F.; DU, Z.; MA, H.; MA, B.; XING, S.; JING, D. Effects of super-absorbent polymer on dry matter accumulation and nutrient uptake of *Pinus pinaster* container seedlings. *Journal of Forest Research*, v.17, p.1-8, 2012.

MA, M. E. A. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.

MARTINS, S. V. *Recuperação de matas ciliares*. [S.l.]: Aprenda Fácil Editora, 2017.

MATOS, D. M. S.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. *Ciência e Cultura*, v. 61, n. 1, p. 27–30, 2009.

MCCLANAHAN, T. R.; WOLFE, R. W. Accelerating Forest Succession in a Fragmented Landscape: The Role of Birds and Perches. *Conservation Biology*, v. 7, n. 2, p. 279–288, 1 jun. 1993.

MI, X. *et al.* Stochastic assembly in a subtropical forest chronosequence: evidence from contrasting changes of species, phylogenetic and functional dissimilarity over succession. *Scientific Reports*, v. 6, 7 set. 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5013490/>>. Acesso em: 7 set. 2017.

MIKICH, S. B.; OLIVEIRA, K. L. DE. *Revisão do plano de manejo do Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fênix - PR*. Curitiba: Mater Natura - Instituto de Estudos Ambientais; [Brasília]: Ministério do Meio Ambiente, Fundo Nacional do Meio Ambiente, 2003.

NAVROSKI, M., & MACHADO ARAÚJO, M., & DA SILVA CUNHA, F., & PASQUETTI BERGHETTI, Á., & de Oliveira Pereira, M. (2016). Redução da adubação e melhoria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Ciência Florestal*, 26 (4), 1155-1165.

NBL, E. A. L. ; TNC, T. N. C. *Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará*. Belém, PA: The Nature Conservancy, 2013.

NOVAIS, R. F. ; ALVAREZ V., Victor Hugo ; BARROS, N. F. ; FONTES, Renildes Lúcio Ferreira ; CANTARUTTI, R.B. ; NEVES, J. C. L. . *Fertilidade do Solo*. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Federal de Viçosa, 2007. v. 01. 1017p.

ORIENTAÇÕES para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe/Paranapanema. São Paulo: IPT: DAEE, 1986. 6 v. (IPT, Relatório 29789).

PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 4, n. 4, p. 196–202, 2006.

PAIVA, H. N. *et al.* *Cultivo de eucalipto em pequenas propriedades rurais*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. A bioecologia e a nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. p. 1107–1139, 18 jun. 2009.

PINHEIRO, S. L. O enfoque sistêmico e o desenvolvimento rural sustentável: uma oportunidade de mudança da abordagem hard-systems para experiências com soft-systems. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 1, n. 2, p. 27–37, 2000.

REID, J. L. *et al.* Landscape Context Mediates Avian Habitat Choice in Tropical Forest Restoration. *PLOS ONE*, v. 9, n. 3, p. e90573, 4 mar. 2014.

REID, J. L.; HOLL, K. D. Arrival ≠ Survival. *Restoration Ecology*, v. 21, n. 2, p. 153–155, 1 mar. 2013.

REIS, A. *et al.* A nucleação aplicada à restauração ambiental. In: SEMINÁRIO NACIONAL DEGRADAÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, 2003, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: [s.n.], 2003.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. 2006, [S.l.: s.n.], 2006.

RODRIGUES, R. R. *et al.* *Protocolo de monitoramento para programas e projectos de restauração florestal*. . [S.l.]: Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. , 2013

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. *Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. 2. ed. São Paulo: LERF/ESALQ: [s.n.], 2009.

SANTOS, Juliana Ferreira; SOARES, Ronaldo Viana; BATISTA, Antonio Carlos. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, [s. l.], v. 36, n. 1, 2006.

SER. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. [S.l.]: Society for Ecological Restoration International Tucson, AZ, USA, 2004.

SHIELS, A. B.; WALKER, L. R. Bird Perches Increase Forest Seeds on Puerto Rican Landslides. *Restoration Ecology*, v. 11, n. 4, p. 457–465, 1 dez. 2003.

SILVA, Romildo Gonçalves. Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais. **Brasília: IBAMA**, [s. l.], 1998.

SOARES, Ronaldo Viana. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Floresta**, [s. l.], v. 18, n. 1/2, 1988.

SONDATERRA. Manual de instruções - trado tipo caneco, modelos:TC-2/TC-3/TC-4. 2017. Disponível em: <<http://www.sondaterra.com/>>. Acesso em: 8 jun. 2017.

SOUZA, M. P. DE. Integração entre planejamento do uso do solo e de recursos hídricos: a disponibilidade hídrica como critério para a localização de empreendimentos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n. 3, 2016. Disponível em: <<http://submission.scielo.br/index.php/esa/article/view/118729>>. Acesso em: 28 set. 2017.

SUDING, K. *et al.* Ecological dynamics and ecological restoration. *Foundations of restoration ecology*. The science and practice of ecological restoration series. Second edition ed. Washington: Island Press, 2016. p. 552.

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*, v. 23, n. 3, p. 238–251, 1 maio 2015.

TAYLOR, K.C.; HALFACRE, R.G. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *Horticulture Science*, v.21, n.5, p.1159-1161, 1986.

TESCARO, M. D. 1998. Eficiência do método da saturação de bases para a correção da acidez de um solo Álico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998. Caxambu, Anais...Lavras: UFLA/SBCS/SBM, p.103.

TRES, D. R. *Restauração ecológica de uma mata ciliar em uma fazenda produtora de Pinus taeda L. no norte do Estado de Santa Catarina*. 2006. 96 f. UFSCAR, São Carlos, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89380>>. Acesso em: 7 set. 2017.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F.; BORROR, D. J. *Borrow and Delong's introduction to the study of insects*. 7th ed ed. Australia: Thomson, Brooks/Cole, 2005.

TUCCI, C. E.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, p. 135–152, 1997.

VALE, G. F. R. DO; CARVALHO, S. P. DE; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. *Coffee Science*, v. 1, n. 1, p. 7–13, 2006.

VIANI, R. A. G. *et al.* Protocol for Monitoring Tropical Forest Restoration: Perspectives From the Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil. *Tropical Conservation Science*, v. 10, p. 1940082917697265, 1 jan. 2017.

VLACH, T.R. Creeping bentgrass responses to water absorbing polymers in simulated golf greens (on line). Wisconsin, Aug. 1991. [cited nov. 1998]. Disponível em: <http://kimberly.ars.usda.gov>

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. *The Journal of Ecology*, v. 62, n. 2, p. 417, jul. 1974.



## 8. Anexo 1 – Glossário

### GLOSSÁRIO

**APP:** Área de Proteção Permanente: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei Federal 12651/2012)

**Espécie exótica:** qualquer espécie fora de sua área natural de distribuição geográfica (Resolução CONAMA 429/2011)

**Espécie exótica invasora:** espécie exótica cuja introdução ou dispersão ameace ecossistema, habitat ou espécies e cause impactos negativos ambientais, econômicos, sociais ou culturais (Resolução CONAMA 429/2011)

**Espécie nativa:** espécie que apresenta suas populações naturais dentro dos limites de sua distribuição geográfica, participando de ecossistemas onde apresenta seus níveis de interação e controles demográficos (Resolução CONAMA 429/2011)

**Berços ou covas (coveamento):** é o tipo de preparo de solo realizado com enxadão ou cavadeira com dimensões definidas, visando plantar as mudas.

**Aceiro:** Desbaste de terreno em volta de uma área para evitar a propagação de incêndios pela descontinuidade estabelecida na vegetação (GOUVEIA *et al.*, 2009)

**Área degradada:** Área impossibilitada de retornar por uma trajetória natural, a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado (IN IBAMA N° 04/2011)

**Área alterada:** Área que após o impacto ainda mantém capacidade de regeneração natural (DECRETO N° 7.830/2012)

**Diversidade de espécies:** Número de espécies na comunidade, sua abundância e a uniformidade com que os indivíduos são divididos entre as espécies (KREBS, 2016)

**Implantação:** Etapa que contempla o isolamento dos fatores de perturbação – tais como presença de gado, formigas cortadeiras, fogo, secas prolongadas, e o controle de espécies com potencial de invasão – bem como as ações diretas relativas ao método de restauração escolhido (RESOLUÇÃO SMA SP N° 32/2014)

**Indicadores ambientais:** Estatísticas selecionadas que representam ou resumem alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas (<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>, acesso em 03/09/2017);

**Incêndio florestal:** É a ocorrência do fogo sem controle em qualquer forma de vegetação (GOUVEIA et al., 2009)

**Prevenção à incêndios florestais:** É o conjunto de medidas e ações tomadas, tendentes a evitar a deflagração do incêndio decorrente de causas evitáveis, bem como sua detecção e aviso da sua posição, facilitando as ações de combate e provendo a segurança das pessoas (MIKICH; OLIVEIRA, 2003)

**Combate a incêndios florestais:** É o conjunto de ações tendentes a controlar e/ou extinguir o incêndio florestal (MIKICH; OLIVEIRA, 2003)

**Monitoramento ambiental:** É o conhecimento e acompanhamento sistemático da situação dos recursos ambientais dos meios físico e biótico, visando a recuperação, melhoria ou manutenção da qualidade ambiental (Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II, fase 2, 2009-2014)

**Manutenção:** Manutenção contempla as ações de restauração ecológica pós-implantação e deverá ocorrer até que se comprove o restabelecimento da condição não degradada do ecossistema (RESOLUÇÃO SMA SP Nº 32/2014)

**Sistemas agroflorestais – SAF:** sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com diversidade de espécies nativas e interações entre estes componentes (Decreto nº 7.830/2012)

**Nascentes:** Afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água (Lei Federal 12.651/2012)

**Olhos d'água:** Afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente (Lei Federal 12.651/2012)

**Plantio:** Técnicas que introduzam deliberadamente novos indivíduos vegetais nativos ou não na área, por meio de plantio de mudas, ramos, sementes, raízes ou quaisquer tipos de propágulos (RESOLUÇÃO SMA SP Nº 32/2014)

Projeto básico: conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução (LEI Nº 8.666/1993)

Projeto executivo: o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa do projeto ou obra, de acordo com as normas pertinentes preestabelecidas (LEI Nº 8.666/1993)

Regeneração natural: Espécimes vegetais nativos que não foram plantados ou semeados pelo restaurador (RESOLUÇÃO SMA SP Nº 32/2014)

Riqueza de espécies: Conjunto de espécies em uma comunidade ou região (KREBS, 2016)

**APP de nascentes e olhos d'água** (Leis 12.651/2012 e 12.727/2012)

As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

Nos casos de áreas rurais consolidadas em áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros.

**Demais APP** (Leis 12.651/2012 e 12.727/2012)

Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular;

As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

- 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

As áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008;

Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo

de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água;

Para os imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais:

O mínimo de 20 (vinte) e o máximo de 100 (cem) metros, contados da borda da calha do leito regular.

Para os imóveis rurais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de lagos e lagoas naturais, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição de faixa marginal com largura mínima de:

- 5 (cinco) metros, para imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal;
- 8 (oito) metros, para imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais;
- 15 (quinze) metros, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais;
- 30 (trinta) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais.

Nos casos de áreas rurais consolidadas em veredas, será obrigatória a recomposição das faixas marginais, em projeção horizontal, delimitadas a partir do espaço brejoso e encharcado, de largura mínima de:

- 30 (trinta) metros, para imóveis rurais com área de até 4 (quatro) módulos fiscais; e (Incluído pela Lei no 12.727, de 2012);
- 50 (cinquenta) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais. (Incluído pela Lei no 12.727, de 2012).

Para efeitos de aplicabilidade deste Procedimento Operacional, APP de nascentes serão consideradas pela definição de olhos d'água, ou seja, afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente.

Os dois glossários anexados a este documento são;

- Glossário de termos usados em atividade agropecuárias florestais e ciências ambientais de Ormond (2006) e disponibilizados no site do MMA em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/glossrio\\_bndes\\_textodoc\\_46.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/glossrio_bndes_textodoc_46.pdf).

- Documento de conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica utilizado pelo Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, disponível em:

<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/aronson2011.pdf>

## **9. Anexo 2 – Modelo operativo**

**Intitulado “Proposta de mobilização V04”**

## **10. Anexo 3 – Mapa de vegetação da bacia**



## **11. Anexo 4 – Lista de espécies que ocorrem na bacia**

**Intitulado “Lista de espécies para restauração\_RIO DOCE”**

## **12. Anexo 5 – Termo de referencia para coleta de sementes e marcação de matrizes**

**Intitulado “TR\_coleta de sementes V10”**

### **13. Anexo 6 – Parecer Técnico Esalq Uso de Herbicida**

**Intitulado “2014. Florido&Branca Lion. Uso de herbicida glifosato no panorama da restauração florestal”**

## **14. Anexo 7 – Protocolo de monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica**

**Intitulado “2013. Rodrigues et al. Monitoramento restauração\_Protocolo Pacto”**

## **15. Anexo 8 – Resolução SMA SP que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica**

**Intitulado “Resolução-SMA-032-2014-SP”**

## **16. Anexo 9 – Edital PSA - Fase 1**

**Intitulado “Resolução-SMA-032-2014-SP”**