



**METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DOS 2.000 HA (DOIS MIL HECTARES) NA ÁREA AMBIENTAL 1 NOS MUNICÍPIOS DE MARIANA, BARRA LONGA, RIO DOCE, PONTE NOVA E SANTA CRUZ**



**FUNDAÇÃO  
renova**

**Dezembro/2017**

**IMPLANTAÇÃO DA RECUPERAÇÃO DOS 2.000 HA (DOIS MIL  
HECTARES) NA ÁREA AMBIENTAL 1 NOS MUNICÍPIOS DE  
MARIANA, BARRA LONGA, RIO DOCE E SANTA CRUZ DO  
ESCALVADO (CLÁUSULA 159)**

**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>13</b>
<b>4.1 Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 Projeto básico .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Projeto executivo.....</b>	<b>19</b>
<b>5.3 Escolha das espécies e estabelecimento de grupos de plantio .....</b>	<b>21</b>
<b>5.4 Produção de mudas.....</b>	<b>23</b>
<b>5.5 Nucleação .....</b>	<b>24</b>
<b>5.6 Transposição de solo.....</b>	<b>24</b>
<b>5.7 Abrigos artificiais.....</b>	<b>25</b>
<b>5.8 Poleiros artificiais .....</b>	<b>25</b>
<b>5.9 Plantio ilhas de vegetação ou nucleação aplicada .....</b>	<b>25</b>
<b>5.10 Controle da erosão e descompactação de solos .....</b>	<b>26</b>
<b>5.11 Descompactação do solo .....</b>	<b>26</b>
<b>5.12 Controle do escoamento superficial e ravinas.....</b>	<b>27</b>
<b>5.13 Terraciamento .....</b>	<b>27</b>
<b>5.14 Construção de paliçadas ou pequenas barragens .....</b>	<b>27</b>

<b>5.15</b>	<b>Contenção vegetativa .....</b>	<b>28</b>
<b>5.16</b>	<b>Alternância de capinas .....</b>	<b>28</b>
<b>5.17</b>	<b>Faixa de vegetação permanente.....</b>	<b>29</b>
<b>5.18</b>	<b>Plantio direto .....</b>	<b>29</b>
<b>5.19</b>	<b>Controle da erosão associada a estradas.....</b>	<b>29</b>
<b>5.20</b>	<b>Plantio nas áreas erodidas.....</b>	<b>30</b>
<b>5.21</b>	<b>Manutenção .....</b>	<b>31</b>
<b>5.22</b>	<b>Adoção de medidas de prevenção ao fogo .....</b>	<b>31</b>
<b>5.23</b>	<b>Proteção das áreas em restauração .....</b>	<b>32</b>
<b>5.24</b>	<b>Controle de espécies competidoras.....</b>	<b>33</b>
<b>5.25</b>	<b>Roçada.....</b>	<b>33</b>
<b>5.26</b>	<b>Coroamento .....</b>	<b>35</b>
<b>5.27</b>	<b>Tratos culturais em fragmento remanescentes .....</b>	<b>35</b>
<b>5.28</b>	<b>Preparo do solo.....</b>	<b>37</b>
<b>5.28.1.</b>	<b>Amostragem de solo .....</b>	<b>37</b>
<b>5.28.2.</b>	<b>Seleção da área de amostragem.....</b>	<b>38</b>
<b>5.28.3.</b>	<b>Coleta da amostra de solo .....</b>	<b>38</b>
<b>5.28.4.</b>	<b>Técnica de coleta com trado .....</b>	<b>40</b>
<b>5.28.5.</b>	<b>Técnica de coleta com enxadão.....</b>	<b>41</b>
<b>5.28.6.</b>	<b>Manuseio e armazenagem de amostras de solo.....</b>	<b>41</b>

<b>5.29</b>	<b>Calagem .....</b>	<b>43</b>
<b>5.29.1.</b>	<b>Escolha do Calcário .....</b>	<b>43</b>
<b>5.29.2.</b>	<b>Gessagem .....</b>	<b>44</b>
<b>5.29.3.</b>	<b>Época e Modo de Aplicação .....</b>	<b>45</b>
<b>5.29.4.</b>	<b>Supercalagem .....</b>	<b>45</b>
<b>5.30</b>	<b>Adubação .....</b>	<b>46</b>
<b>5.31</b>	<b>Adubação verde.....</b>	<b>47</b>
<b>5.32</b>	<b>Controle de formigas cortadeiras .....</b>	<b>48</b>
<b>5.33</b>	<b>Plantio de espécies florestais .....</b>	<b>50</b>
<b>5.33.1.</b>	<b>Espaçamento .....</b>	<b>50</b>
<b>5.33.2.</b>	<b>Plantio e Replanto .....</b>	<b>50</b>
<b>5.34</b>	<b>Restauração de pastagens .....</b>	<b>51</b>
<b>5.35</b>	<b>Irrigação .....</b>	<b>52</b>
<b>5.36</b>	<b>Manutenção .....</b>	<b>54</b>
<b>5.37</b>	<b>Monitoramento.....</b>	<b>56</b>
<b>5.38</b>	<b>Monitoramento da vegetação.....</b>	<b>57</b>
<b>5.39</b>	<b>Sistema de avaliação .....</b>	<b>57</b>
<b>5.40</b>	<b>Importância do monitoramento ecológico da restauração florestal .....</b>	<b>57</b>
<b>5.41</b>	<b>Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico .....</b>	<b>58</b>
<b>5.41.1.</b>	<b>Critérios, indicadores e verificadores do princípio ecológico .....</b>	<b>60</b>

5.41.1.1. Fase I .....	61
5.41.1.2. Fase II.....	62
5.42 Monitoramento do abatimento de erosão - Estimativa do percentual de abatimento de erosão – P.A.E.....	62
6. EQUIPE TÉCNICA .....	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
8. Anexos 1 – Glossário .....	70
9. Anexo 2 – Levantamento de Áreas Passíveis de Recuperação .....	76
10. Anexo 3 – Mapa de vegetação da bacia .....	77
11. Anexo 4 – Lista de espécies que ocorrem na bacia.....	78
12. Anexo 5 – Parecer Técnico Esalq Uso de Herbicida .....	79
13. Anexo 6 – Protocolo de monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica	80
14. Anexo 7 – Resolução SMA SP que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica .....	81

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Este documento apresenta as metodologias para a implantação do programa de recuperação ambiental reparatório da cláusula 159 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 2.000 ha (dois mil hectares) na **ÁREA AMBIENTAL 1** nos Municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Ponte Nova e Santa Cruz do Escalvado, 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 para adensamento ou enriquecimento de espécies.

## 2. INTRODUÇÃO

Com o acidente ocorrido no complexo de Germano, a liberação do volume de rejeitos de mineração contidos na barragem de fundão ocasionou uma grande deposição de sedimentos nas margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e conseqüente o Doce, bem como todos seus tributários a montante da Hidrelétrica Risoleta Neves. Toda lama assentada nas planícies de inundação foi responsável pela morte de grandes trechos de vegetação nas APPs, desde pastos degradados á trechos com floresta nativa.

Em decorrência deste acidente, foi celebrado em 02 de março de 2016 o Termo de Transação de Ajusta de Conduta - TTAC, que definiu 260 cláusulas a serem cumpridas para recuperação ambiental ao longo de todo trecho impactado direta e indiretamente pelo rejeito. Os programas, previstos no TTAC, estão reunidos em duas principais frentes: socioambiental e socioeconômica. Na frente socioambiental, a cláusula 159, como ação repartória, prevê a recuperação de 2000 ha (dois mil hectares) na **ÁREA AMBIENTAL 1** nos Municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Ponte Nova e Santa Cruz do Escalvado, num período total de 10 anos, sendo 4 anos para implantação e 6 para monitoramento.

Em março de 2017 foi elaborado, pela Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (Golder), o Levantamento de Áreas Passíveis de Recuperação (Anexo 02). Este levantamento teve como objetivo mapear e quantificar, dentro da área impactada pela lama, as áreas efetivamente passíveis de recuperação, seja por reabilitação ambiental, recuperação da cobertura vegetal natural ou conforme uso agropecuário pretérito ao acidente em conformidade

com a legislação vigente. Como resultado, foi identificada uma discrepância entre a área realmente impactada passível de recuperação com o valor definido no TTAC. Chegou-se a conclusão que os 2000 hectares então definidos, levava em consideração situações incompatíveis com a recuperação da cobertura vegetal nativa, tais como áreas que abrigavam infraestruturas como áreas urbanas, estradas e acessos, o reservatório da Usina de Candonga, afloramentos rochosos e as calhas dos cursos de água afetados (rio Gualaxo do Norte, Carmo, Piranga, Doce e os córregos Santarém e Mirandinha. O cômputo de áreas aponta que para restauração serão trabalhados 1.155,14 hectares, sendo destes 561,04 ha referentes a Florestas e APP com vegetação nativa e 594,1 ha referentes a ambientes agrícolas impactados dentro e fora da APP (Golder Associates, 2017).

A tabela 1 apresenta o resultado detalhado do cálculo de áreas para cada classe mapeada.

<b>CATEGORIAS / CLASSES HECTARES</b>	
<b>1. Áreas indicadas para recuperação da cobertura vegetal nativa*</b>	<b>561,04</b>
1.a. Florestas afetadas (extensão pretérita)	259,15
1.b. APPs dos rios a serem recuperadas (cursos d'água atuais)	228,06
1.c. APPs dos tributários a serem recuperados (cursos d'água atuais)	73,83
<b>2. Ambientes aquáticos e áreas afetadas por diques</b>	<b>713,64</b>
2.a. Cursos d'água (Atuais)	324,08
2.b. Lagoas (Pretéritas)	7,42
2.c. Reservatório da UHE candonga (Máximo de operação)	296,1
2.d. Diques (Projetados)	86,04
<b>3. Áreas de elevado potencial para restauração passiva</b>	<b>104,86</b>
3.a. Cobertura arbóreo-arbustiva	102,97
3.b. Afloramentos rochosos	1,89
<b>4. Áreas de uso antrópico</b>	<b>856,21</b>
4.a. Área urbana / periurbana	52,42
4.b. Infraestrutura	209,69
4.c. Uso agropecuário afetado pelo evento fora de APP*	259,02
4.d. Uso agropecuário em APP passível de regularização*	335,08

Fonte: Golder Associates, 2017

\*Áreas passíveis de recuperação da vegetação

Neste contexto a recuperação da vegetação a que trata a Cláusula 159 ocorrerá especificamente nas áreas diretamente impactadas pela lama nas margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce e seus tributários, num total de 1.155,14 hectares.



### 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. Toda esta situação 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. 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 proteção e 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 de todos os programas. 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 da cláusula 159 também 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 proteção permanente e engajamento do 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 os programas relacionados à *restauração florestal* utilizem 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, 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.

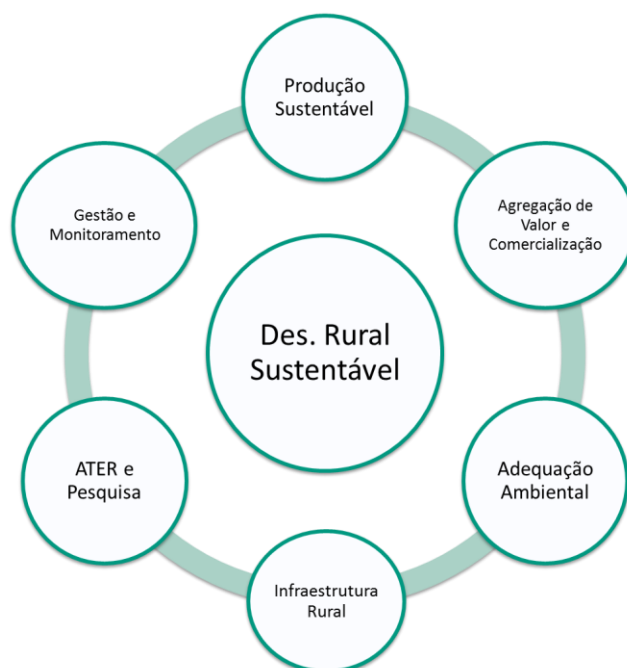


Figura 1 – Eixos do Desenvolvimento Rural Sustentável



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.

## 4. OBJETIVO

Recuperar a vegetação das áreas impactadas pelo lama (APP e áreas agrícola), em atendimento à cláusula 159 (Recuperação, como medida reparatória, de 2.000 hectares de (dois mil hectares) na **ÁREA AMBIENTAL 1** nos Municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Ponte nova e Santa Cruz do Escalvado) do TTAC

### 4.1 Objetivos específicos

- I. Recuperar das Áreas de Preservação Permanentes (APP) impactadas pela lama:
  - a. Através de plantio de espécies nativas encontradas na bacia do rio Doce nas APP;
  - b. Através de condução da regeneração natural de espécies nativas;
  - c. Efetuar monitoramento para verificar as efetividades das ações de recuperação.
- II. Recuperar Áreas de Produção Agrícola ou Pastagens Impactadas pela Lama:
  - a. Através do plantio de espécies frutíferas, oleaginosas ou forrageiras;
  - b. Promover práticas de uso do solo sustentáveis com o suporte de Assistência Técnica e Extensão Rural;
  - c. Efetuar monitoramento para verificar as efetividades das ações de recuperação.

## 5. METODOLOGIA

O TTAC estabelece que deverá ser realizada a recuperação das margens e planícies diretamente impactadas pela lama nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce e seus tributários a qual poderá ser realizada isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos:

- Condução de regeneração natural de espécies nativas;
- Plantio de espécies nativas;
- Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;
- Plantio de espécies frutíferas, oleaginosas e/ou forrageiras nas áreas produtivas impactadas;

A seguir são apresentadas premissas importantes para pautar as metodologias que serão utilizadas.

**a) Áreas de Preservação Permanente:**

Propõe-se 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”.

**b) 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 (i.e. código floresta nacional - Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e a lei florestal de Minas Gerais - Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013). Nesse caso, a legislação não prevê a obrigatoriedade de recuperação da cobertura vegetal nativa, uma vez que, em princípio, o uso agropecuário poderá ser reestabelecido conforme o cenário pretérito ao evento.

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.

**c) 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.

**d) Mobilização e engajamento dos produtores rurais:**

De modo a garantir a sustentabilidade do processo de recuperação e o restabelecimento dos processos ecológicos das áreas impactadas é de grande importância a aderência de seus proprietários. Nesse contexto, a Fundação Renova fará uma abordagem com cada proprietário para esclarecimento e conscientização da importância da restauração das áreas, bem como fará em conjunto com o mesmo uma proposta de reabilitação da área, levando em consideração o



uso pretérito da área, para definição da estratégia de recuperação a ser adotada, se restauração florestal ou retorno da atividade agropecuária, caso o mesmo esteja com o CAR em dia.

**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) 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 totalmente perdido ou, quando existirem fontes de propágulos próximas que possam iniciar e/ou acelerar 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 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 (implantação de poleiros e nucleação com galhadaria).
- O incremento de novas plantas a partir da rebrota também deverá ser considerado.

#### **h) 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 e enriquecimento da diversidade de espécies. 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: cobertura 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.

#### **i) 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:

- 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;

**j) 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 lenhosas 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”.*

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

Quadro 1 - 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>

<sup>1</sup>Brançalion et. al (2015)

MODALIDADE	VARIAÇÃO DA MODALIDADE	TIPO DA ÁREA	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA A SER RECUPERADA
Plantio	Com plantio (cobertura 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>
	Plantio de mudas	Degradadas	Moderada densidade de poucas espécies regenerantes, em área isolada na paisagem <sup>1</sup>
			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
			As áreas circunvizinhas podem ou não conter remanescentes de vegetação nativa
SAF	SAF	Degradadas	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
			O SAF consiste no consórcio 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 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.

## 5.2 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.

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

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 da área, 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, tipologia florestal local, 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), identificação de regenerantes, 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 área.

### 5.3 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). O 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.

## **5.4 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

especialização 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.

### **5.5 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 implantadas 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.

### **5.6 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).



### 5.7 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.

### 5.8 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.

### 5.9 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).

### **5.10 Controle da erosão e descompactação de solos**

Devido a granulometria fina do rejeito, os sedimentos depositados nas margens e planícies são susceptíveis a instalação de procesos erosivos. Portanto é de suma importância que as medidas preventivas de procesos erosivos sejam eficientes. Conceitualmente o efeito global da revegetação das planícies de inundação afetadas, reduzem significativamente o impacto das gotas de chuva sobre o sistema solo-rejeito, controlando o escoamento superficial e reduzindo o aporte de sedimentos para os leitos principais.

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 medidas de estabilização dos sedimentos depositados nas planícies de inundação não serão aqui discutivas, uma vez que estas foram previamente executadas no âmbito do atendimento à cláusula 160. No entanto, 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).

### **5.11 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).

## **5.12 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.

## **5.13 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.

## **5.14 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

### **5.15      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).

### **5.16      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.

### **5.17 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.

### **5.18 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.

### **5.19 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).

## **5.20 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).

## 5.21 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.

## 5.22 Adoção de medidas de prevenção ao fogo

O conhecimento das causas dos incêndios é fundamental para implementação de programas eficazes de prevenção e combate dos incêndios florestais. Conforme CFDS (2005) a prevenção de incêndios florestais é a forma visa impedir que se originem os fogos devidos a causas evitáveis envolvendo dois níveis de atividades:

- A primeira delas, relacionada com o comportamento do homem, procurando através da comunicação, da educação ambiental e da utilização de ações fiscalizadoras, impedir que o incêndio ocorra.
- A segunda, utilizando técnicas de redução de material combustível, a fim de dificultar ou impedir a propagação dos incêndios.

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;
- Confeção 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).

### **5.23 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 contato 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.

## **5.24 Controle de espécies competidoras**

## **5.25 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 (*Urochoa* 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 14º 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 5 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.

## **5.26 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 os a base das touceiras e estolões, a fim de retardar possíveis rebrotas da vegetação invasora indesejável.

## **5.27 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 tratamentos 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;

## **5.28 Preparo do solo**

### **5.28.1. 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.

### **5.28.2. 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).

### **5.28.3. 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 Litolíticos, 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 3 a seguir).

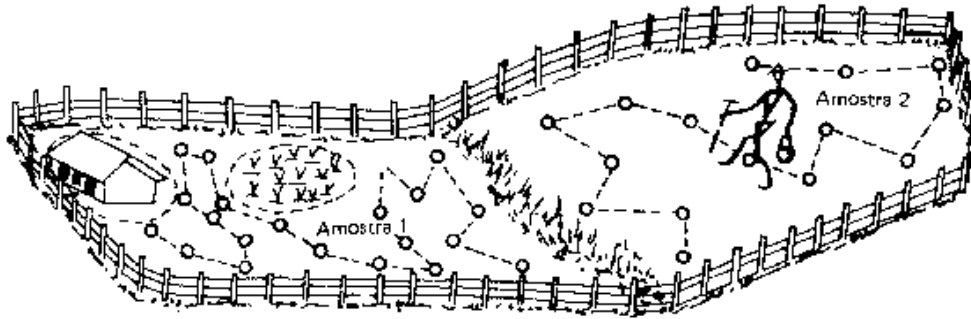


Figura 3 ilustrativa da metodologia de caminhada. A linha representa o caminhar em zigue-zague para a retirada da amostra na área. Fonte: Embrapa (1997).

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 ANTARRUTI; ALVAREZ; RIBEIRO, 1999 as amostras de solo devem ser coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, utilizando o trado ou enxada, 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.

#### 5.28.4. 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).

#### **5.28.5. 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.

#### **5.28.6. 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

## 5.29 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.

### 5.29.1. 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.

### 5.29.2. 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 2 - Resultados para recomendação de gessagem

RESULTADO	CARACTERÍSTICA	NÍVEL
$\text{Ca}^{2+}$	$\leq 0,4 \text{ cmolc/dm}^3$	Baixo
$\text{Al}^{3+}$	$> 0,5 \text{ cmolc/dm}^3$	Acima do médio
Saturação por $\text{Al}^{3+}$ 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  $\text{Ca}^{2+}$  para as culturas, deve-se levar em consideração alguns aspectos importantes: existem diferenças entre as culturas quanto à demanda de  $\text{Ca}^{2+}$ , plantas como café e tomate são muito responsivas ao elemento, ao passo que espécies florestais apresentam baixas exigências de  $\text{Ca}^{2+}$ . Também as características do solo que podem permitir maior movimentação de  $\text{Ca}^{2+}$  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  $\text{Ca}^{2+}$  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.

### **5.29.3. 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.

### **5.29.4. Supercalagem**

A calagem não deve ser feita sem a análise prévia do solo, pois pode conduzir a desequilíbrios entre os cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^{+}$ , 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).

### **5.30 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.

### **5.31 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.

### **5.32 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 sauveiro 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 (PANIZZZI; 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 quenquês 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.

### **5.33 Plantio de espécies florestais**

#### **5.33.1. 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 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 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).

#### **5.33.2. Plantio e Replantio**

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%.

### **5.34      Restauração de pastagens**

Nas áreas de pastagem impactadas pela lama, deverá haver uma avaliação prévia junto ao proprietário das terras de modo a compatibilizar a restauração da área com seus objetivos. Para restauração de pastagens é de grande importância a escolha da forrageira para garantir uma boa formação bem como a aceitação do gado.

Assim como para o plantio de espécies florestais, é importante que seja realizada a análise de solo, uma vez que as plantas mais produtivas são também mais exigentes quanto à fertilidade e cuidados no manejo. O plantio da forrageira poderá ser realizada de forma aérea, em linha a lanço ou manualmente.

### 5.35 Irrigação

O hidrogel é um polímero hidrorretentor 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.

### **5.36 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.

- **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.

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 adubação 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).

### **5.37 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 7.

### **5.38 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).

### **5.39 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.

Quadro 2 – Sistemas de avaliação para restauração da vegetação

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.

### **5.40 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.

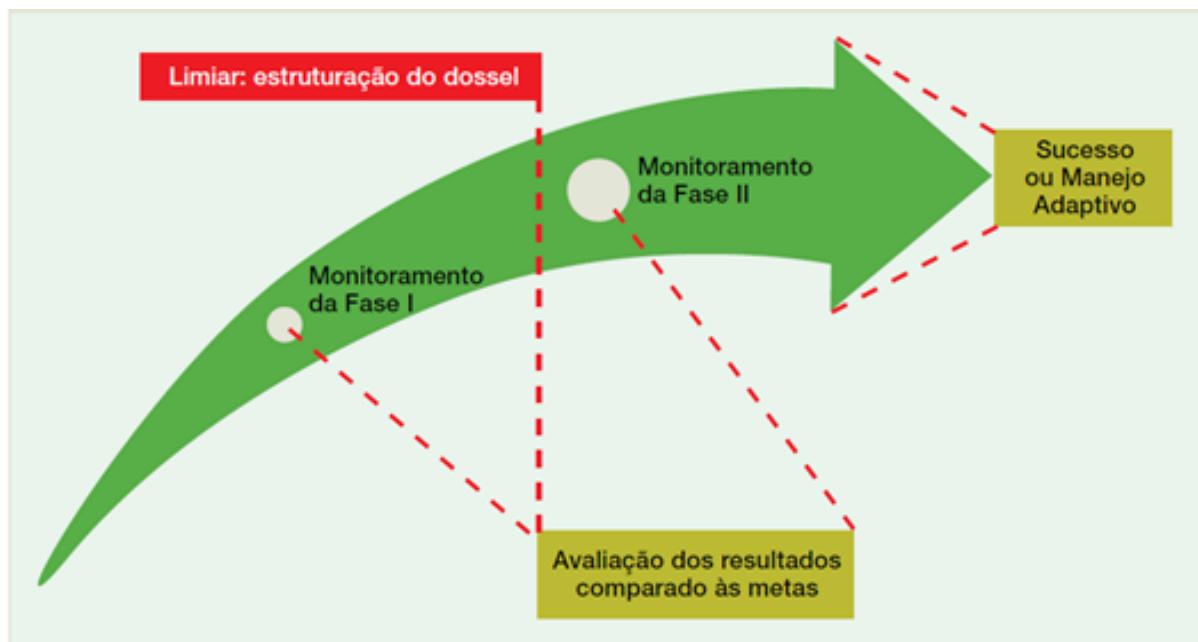


Figura 4. Desenho esquemático das fases do Princípio Ecológico de monitoramento da restauração florestal proposto.

#### 5.41 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, consequentemente, 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 2).

Tabela 3 – Critérios (C), indicadores (I) e verificadores (V) para monitoramento da restauração.

ITEM		DESCRIÇÃO
<b>C</b>	1 Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
<b>I</b>	1.1 Cobertura de copa	Percentual de cobertura do solo pela projeção da copa das árvores não invasoras.
<b>V</b>	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.

<b>C</b>	1 Estrutura	Distribuição vertical e horizontal da comunidade vegetal em restauração.
<b>I</b>	1.1. Densidade de indivíduos de menor porte	Quantidade de indivíduos de menor porte de espécies arbustivas e arbóreas não invasoras por área.
<b>V</b>	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
<b>I</b>	1.2. Densidade de indivíduos de maior porte	Quantidade de indivíduos de maior porte de espécies arbustivas e arbóreas não invasoras por área.
<b>V</b>	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.
<b>C</b>	2. Composição de espécies arbustivas e arbóreas	Descrição quantitativa e qualitativa das espécies que compõem a comunidade vegetal em restauração.
<b>I</b>	2.1. Número de espécies não invasoras por projeto de restauração	Quantidade de espécies e morfoespécies (1) regionais e (2) exóticas.
<b>V</b>	2.1.1. Número total de espécies e morfoespécies regionais	Contagem de espécies e morfoespécies regionais.

#### 5.41.1. 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 estão 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.

#### 5.41.1.1. 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 4). 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 caminharmento geral pela área em restauração.

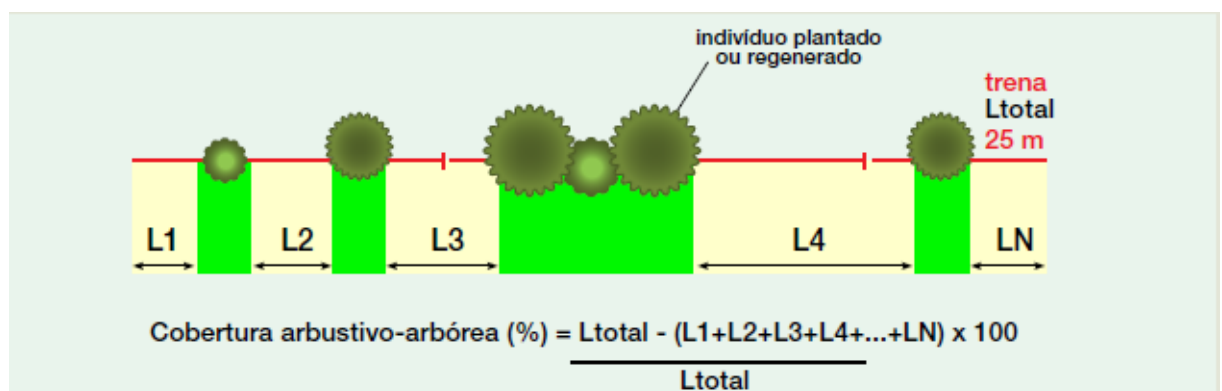


Figura 5 – Esquema ilustrativo de estimativa da cobertura de copas em parcelas retangulares. Fonte Rodrigues et al. (2013).

#### **5.41.1.2. 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.

### **5.42 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.

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
Lucas de Oliveira Scarascia	Gestor do Agronegócio	Líder
Leonardo Ferreira da silva	Engenheiro Florestal, MSc	Especialista
Andreia Aparecida Dias	Biólogo	Analista
Jeferson da Silva Santos	Engenheiro Florestal	Analista
Josimar Alves Pacheco	Engenheiro Florestal	Especialista

## 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 de 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.

CFSD - CURSO DE FORMAÇÃO DE SOLDADOS BM. Material de Apoio sobre Combate Incêndios Florestais, Polícia Militar do Paraná, Comando do Corpo de Bombeiros, Estado Maior – Centro de Ensino e Instrução, Piraquara-PR, 2005 Disponível em: <https://hebertsato.files.wordpress.com/2008/09/apostila-comb-inc-florestal-2005-cap-barros.pdf> acessado em 21 dez. 2017.



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%20Flor>

estal%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  $\neq$  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. Anexos 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 enxada ou cavadeira com dimensões definidas, visando plantar as mudas.

**Acceiro:** 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 Nº 04/2011)

**Área alterada:** Área que após o impacto ainda mantém capacidade de regeneração natural (DECRETO Nº 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 Nº 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 atividades 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 – Levantamento de Áreas Passíveis de Recuperação

## **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 – Parecer Técnico Esalq Uso de Herbicida**

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

### **13. Anexo 6 – Protocolo de monitoramento do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica**

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



## **14. Anexo 7 – Resolução SMA SP que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica**

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