



1

Circular  
Técnica

Janeiro 2010  
Número 1

**Autor**

Antonio Carlos Galvão de Melo

**Coautores**

Claudia Macedo Reis  
Roberto Ulisses Resende

# Guia para Monitoramento de Reflorestamentos para Restauração

## I. Apresentação

O presente roteiro surgiu a partir do "Guia para monitoramento de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Paranapanema" (Melo, 2004), adaptado pela equipe do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares do Estado de São Paulo durante um ano de atividades teóricas e práticas em diferente microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo, de forma a atender às condições dos plantios realizados pelo Projeto.

A sua elaboração e divulgação fazem parte dos esforços desenvolvidos no Projeto de Recuperação de Matas Ciliares para tornar a restauração de florestas uma atividade mais difundida e comum no meio rural, na medida em que possibilita a técnicos não especializados no tema a observação, avaliação e, caso seja necessária, a intervenção nos reflorestamentos.

Pretende-se, com estes procedimentos de avaliação e monitoramento, viabilizar análises com ênfase na estrutura da comunidade em formação e nas medidas de controle da qualidade do reflorestamento, visando a garantia do processo de restauração para os três primeiros anos após a implantação florestal. A correta compreensão do momento e do tipo de intervenção necessária também pode possibilitar a diminuição dos custos, pois as intervenções de roçada, capina e coroamento representam parte significativa do custo total da restauração.

Foram estabelecidas como diretrizes para sua elaboração:

1. a utilização de indicadores de evolução dos reflorestamentos que fossem relevantes para a restauração e sensíveis às alterações relacionadas ao manejo e à idade dos plantios;
2. a facilidade de obtenção de informações que pudessem ser facilmente compreendidas por qualquer técnico;
3. a indicação de ações de manejo relacionadas a diferentes níveis de adequação de cada reflorestamento.

Este método é aplicável a reflorestamentos com idade de até 3 anos, contados a partir do plantio. Não é recomendável sua utilização para projetos nos quais se aplicou outra técnica de restauração, tais como adensamento, enriquecimento, nucleação, etc.

Com relação à área de aplicação, recomenda-se seu uso em formações de fisionomia florestal na região de domínio da Mata Atlântica, compreendendo a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Decidual.

## II. A escolha de indicadores para o monitoramento

Os indicadores de avaliação e monitoramento foram agrupados de maneira a facilitar o entendimento dos principais aspectos ao processo de restauração. Desta forma, aspectos operacionais referentes à implantação e manutenção são avaliados conjuntamente com a estrutura da floresta em formação, não ocorrendo supervalorização de um ou outro aspecto.

Para avaliar aspectos diretamente relacionados à qualidade das operações de reflorestamento, foram selecionados indicadores ligados ao preparo da área, ao plantio e à manutenção. Para a obtenção de dados em campo são propostas atividades simples, tais como avaliação visual e contagem de plantas mortas.

A cobertura de copas foi escolhida como o indicador de restauração estrutural da floresta, já que controla

a quantidade, qualidade e distribuição da luz, condiciona o micro-habitat interno da floresta, interfere no crescimento e sobrevivência de plântulas, determinando a composição da comunidade e afeta processos de oxidação da matéria orgânica. Além da importância para restauração da estrutura e processos originais da floresta, a rápida promoção da cobertura é importante para o controle da matocompetição e a interceptação da água das chuvas nas copas possibilita a estabilização do solo.

Para a estimativa da cobertura de copas é proposta a utilização do método da interseção em linhas (Canfield, 1941, Melo et al, 2007). Para sua execução, não é necessária mais que uma trena, e os cálculos para a estimativa não são complexos.

## III. A matriz de avaliação

Definidos os indicadores, foi estruturada a matriz para monitoramento, um quadro sintético para avaliação da evolução do reflorestamento.

O técnico responsável pela avaliação (que chamaremos simplesmente “avaliador”) deverá, durante a visita ao reflorestamento, realizar as observações considerando que o valor levantado em campo para cada um dos indicadores, em cada reflorestamento, deverá ser comparado a um valor ideal, e então poderá ser avaliada a situação do reflorestamento. Esse valor ideal é apresentado na Matriz de Avaliação, nas diferentes colunas de *Níveis de Adequação*.

A comparação dos valores obtidos pelas observações em campo, que deverão ser anotados na coluna *Valor estimado* com os valores de referência das colunas *Níveis de adequação* permitem avaliar o reflorestamento, sendo que o técnico deverá anotar, na coluna *Avaliação*, o nú-

mero correspondente ao nível de adequação obtido para cada indicador.

A comparação entre os valores obtidos em campo e os Níveis de Adequação sugere o nível de urgência de realização das atividades de manejo. Quando a avaliação do indicador levantado nos plantios não corresponder ao nível 1 de Adequação, cabe ao avaliador definir procedimentos a serem adotados em função das condições locais, dos recursos materiais, de equipamentos ou mão-de-obra disponível, ou seja, realizar a **Recomendação de Manejo**.

A matriz de avaliação, aplicada com a **Periodicidade** recomendada permite a análise de cada um dos indicadores, e a verificação da evolução do reflorestamento e da eficácia das Recomendações de Manejo.

Para realizar a coleta de dados em campo, o avaliador deverá seguir as instruções constantes no item III

## Matriz de avaliação para projetos de restauração de matas ciliares

Grupo	Indicador	Nível de Adequação			Valor encontrado	Avaliação	Recomendação	Periodicidade
		1	2	3				
Preparo	Cercamento	Área completamente cercada OU cercamento desnecessário	Área parcialmente cercada	Área não cercada			Completar o isolamento nos pontos necessários.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Proteção de perturbações	Não se detectam sinais de perturbação OU, quando existem, não comprometem mais que 5% da área	São detectados sinais de perturbação que comprometem entre 5 e 30% da área	São detectados sinais de perturbação em mais de 30% da área			Completar proteção para os elementos de degradação detectados. Analisar o caso e definir medidas para cessar perturbações em toda a área.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
Manutenção	Mortalidade	Até 10%	Entre 10 e 20% OU menor, localizada em reboleiras	Entre 10 e 20% localizada em clareiras OU acima de 20% dispersos na área			Analisar causa da mortalidade e adotar medidas necessárias de controle de doenças, pragas ou adequação de espécies às condições ambientais.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Ataque de formigas	Até 10% das árvores parcialmente desfolhadas	Entre 10 e 20% das árvores parcialmente desfolhadas OU até 10% de árvores totalmente desfolhadas	Mais de 20% de árvores parcialmente desfolhadas OU mais de 10% de árvores totalmente desfolhadas			Analisar espécie infestante, condições climáticas e adotar técnica de controle. Analisar se houve mortalidade de mudas e, caso necessário, realizar replantio.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
Estrutura	Matocompetição na coroa das mudas	Ocorrência em até 10% da coroa	Observa-se ocorrência de competidoras em área entre 10 e 30% das coroas	Observa-se ocorrência de competidoras em área maior que 30% da área das coroas			Analisar espécie infestante, condições climáticas e priorizar região da “coroa” das mudas para adoção de medidas manuais, químicas ou mecânica de controle de infestantes das mudas.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Matocompetição na entrelinha	Menor que 30% da área	Ocorrência de competidoras em área equivalente a 30 – 50% da área	Mais de 50% da matocompetição dispersa nas entrelinhas			Analisar espécie infestante, condições climáticas e adotar medidas manuais, químicas ou mecanizadas de controle de infestantes das mudas.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Cobertura de copas %	Acima de 80% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia	Entre 50 e 80% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia	Abaixo de 50% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia			Verificar se o conjunto de espécies plantadas contempla aquelas de maior crescimento na região e proceder ao adensamento associado com outras medidas de adequação dos indicadores do Grupo Manutenção	Trimestral no 1º ano, semestral a partir do 2º ano

## IV. Levantamento de dados e avaliação

Para as atividades de campo, o avaliador necessitará de trena (com no mínimo 15 m de extensão), bloco de notas e cópia da Matriz de Avaliação. O avaliador deverá apontar o nível de adequação na coluna Avaliação para cada um dos indicadores e, sempre que necessário, produzir as Recomendações de manejo.

A coluna Periodicidade da Matriz de Avaliação aponta o intervalo ideal para a coleta de dados em campo e avaliação, podendo ser alterada em função de características ligadas à logística da organização realizadora da avaliação.

### IV.1. Indicadores do grupo “preparo da área”

A coleta dos dados para os indicadores deste grupo deverá ser feita durante caminhada na área do reflorestamento:

**a) Cercamento:** em locais onde se pratique a criação animal, avaliar, por estimativa visual, o isolamento da área onde se implanta o projeto de restauração, de forma que impeça que novas fontes de perturbação venham a ocorrer na área.

**b) Proteção de perturbações:** as perturbações mais comuns são as ocorrências de fogo e a erosão. Deve-se observar a eventual ocorrência dessas perturbações e em que porcentagem da área ocorrem. Para tanto, deverá ser utilizada estimativa visual.

### IV.2. Indicadores do grupo “manutenção”

Cada um dos indicadores deste grupo deverá ser estimado por uma técnica diferente, conforme descrito a seguir:

**a) Mortalidade de árvores:** o avaliador deverá escolher linhas de plantio, evitando as bordaduras do povoamento. Em um espaço contínuo onde foram introduzidas 20 mudas, verificar quantas falhas ocorrem e, então, transformar a contagem em porcentagem pela fórmula:

$$\text{Mortalidade (\%)} = \text{número de falhas} \times 5$$

Este procedimento deverá ser repetido em diferentes pontos do plantio para cálculo de média dos valores obtidos, sendo então o valor médio considerado para a avaliação.

O número de repetições desse procedimento deve seguir um número mínimo de amostras, conforme o tamanho do reflorestamento:

- Áreas menores que 0,3 hectare: 5 amostras;
- Áreas ente 0,3 e 1,0 hectare: 10 amostras;
- Áreas entre 1,0 e 3,0 hectares: 20 amostras;
- Áreas maiores que 3,0 hectares: uma mostra a cada 0,1 hectare.

**b) Ataque de formigas:** para cálculo do ataque de formigas cortadeiras, deverá ser adotado o mesmo procedimento da mortalidade (item acima).

O avaliador deverá observar a possibilidade de ocorrência de ataque em reboleiras, principalmente nas bordas do reflorestamento. Nesse caso, deve ser dispensada a avaliação por amostragem, sendo então realizada estimativa visual e o avaliador deverá utilizar as mesmas porcentagens definidas para a amostragem feitas para a contagem das árvores (Nível 1 para menos de 10% da área com reboleiras de ataque de formigas, Nível 2 para 10 a 20% da área com reboleiras de ataque de formigas e Nível 3 para mais de 20% da área com reboleiras de ataque de formigas).

**c) Matocompetição na coroa das árvores:** após percorrer todo o povoamento, o avaliador deverá fazer a estimativa visual da ocorrência de matocompetição na região da coroa das mudas. A classificação do Nível de Adequação para este indicador, na Matriz de Avaliação, seguiu critérios mais rigorosos do que em relação à matocompetição de entrelinha (próximo item), já que possui maior potencial de comprometimento das mudas.

**d) Matocompetição na entrelinha:** igualmente à avaliação anterior, deverá ser realizada apenas estimativa visual e posterior escolha do nível de adequação pelo avaliador.

### IV.3. Indicador do grupo “estrutura”

**a) Cobertura de copas:** trata-se do indicador estrutural mais importante da avaliação. Para estimá-lo, o avaliador deverá portar uma trena com 15 metros e um bloco de notas e proceder da seguinte maneira:

Esticar a trena no solo numa extensão de 15 metros em sentido oblíquo à orientação das linhas de plantio, de forma que a leitura não seja influenciada pelo arranjo das árvores (**Figura 1**).

O avaliador medirá a projeção de cada copa de árvore sobreposta na trena, somando os valores no final. (**Figura 2**).

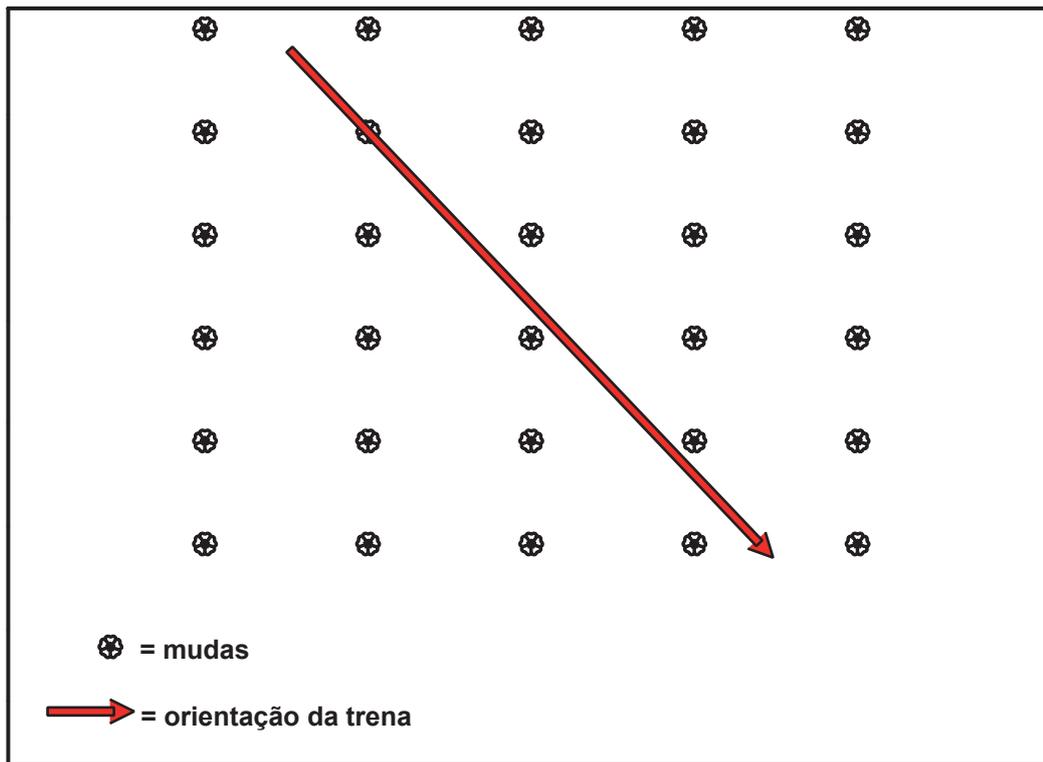


Figura 1. Orientação da trena para estimativa de cobertura entre as linhas de plantio.

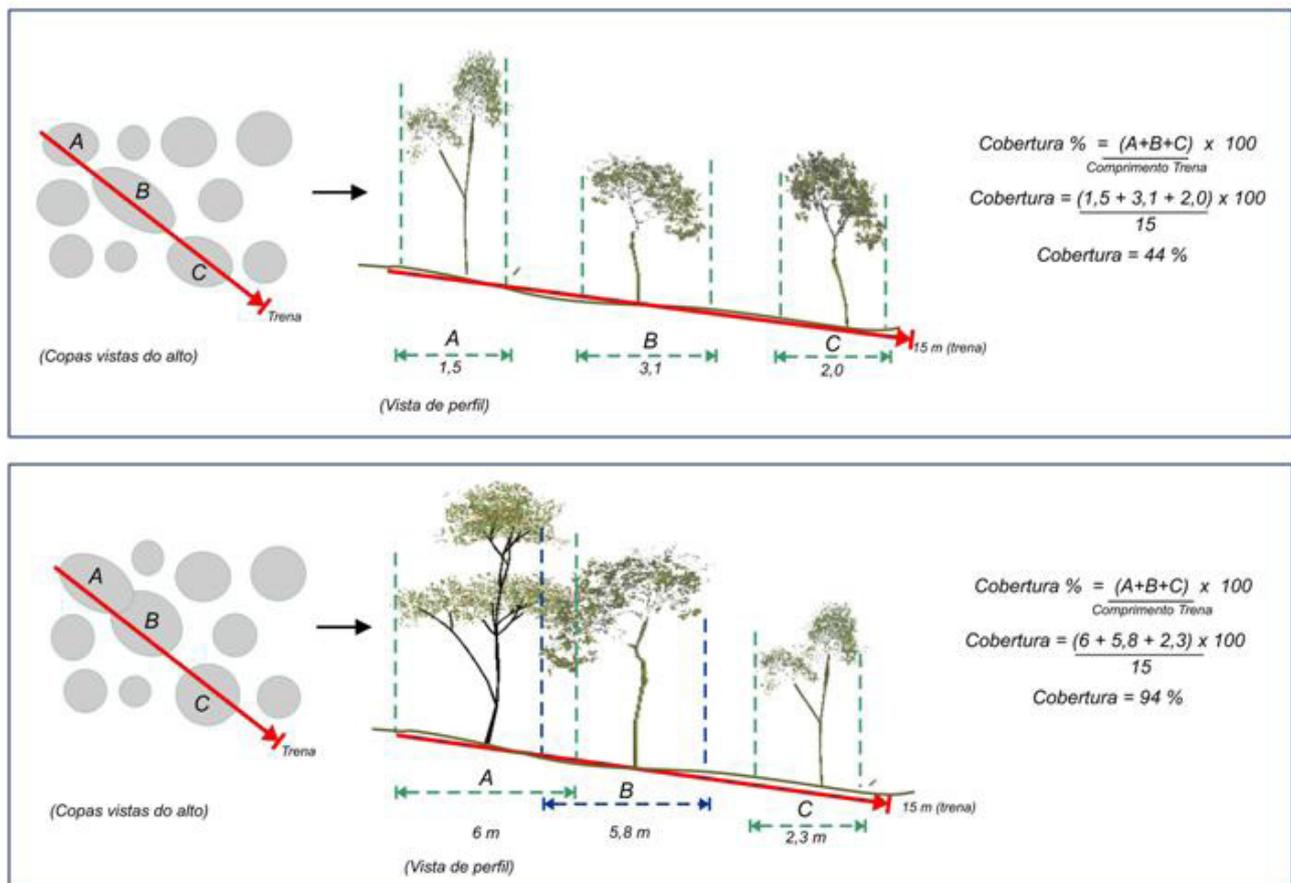


Figura 2. Exemplos de aplicação do método de estimativa da cobertura de copas pela interseção em linha, em reflorestamento com espécies nativas. Percebe-se que deve ser tomada uma medida de cada árvore, mesmo quando ocorrer a sobreposição de suas copas.

É importante que o avaliador meça a interseção de cada copa individualmente, mesmo que no reflorestamento já se observe sobreposição de copas (vide **Figura 2**).

O valor percentual de cobertura em cada medição será obtido pela fórmula:

$$C\% = 100 (\sum P_i) / 15$$

C% = cobertura percentual de copas

P<sub>i</sub> = projeção da copa do indivíduo *i* na trena (m)

O número de amostragens deverá seguir as mesmas orientações do indicador "Mortalidade de Árvores" (III.2.a). Entretanto, por se tratar de indicador muito importante na avaliação, e caso o avaliador deseje trabalhar com rigor estatístico, pode-se calcular a intensidade de amostragem ideal. Neste caso, após feita a amostragem com a intensidade sugerida, deve-se usar a seguinte fórmula de cálculo:

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{(0,2 \cdot \bar{y})^2}$$

Considerando-se:

*n* = número de amostras ideal,

*t* = valor de "t" obtido em tabela (distribuição t de Student) e definido para 95% de probabilidade e para o número de

graus de liberdade obtidos na pré-amostragem (g.l. = número de amostras – 1)

*s*<sup>2</sup> = variância da pré-amostragem

*y* = média da pré-amostragem

0,2 = erro tolerado para o levantamento. O avaliador, a seu critério, pode trabalhar com outros valores.

Árvores não plantadas (remanescentes, regenerantes arbóreos e arbustivos) entram no cálculo de cobertura, uma vez que fazem parte da nova comunidade.

**b) Cobertura de copas esperada:** na Matriz de Avaliação, pode-se observar que os níveis de adequação para a cobertura de copas referem-se a porcentagens da cobertura da melhor área com a mesma idade na mesma microbacia hidrográfica.

Desta forma, é desejável que haja a estimativa da cobertura em outras áreas para a definição de um padrão de referência local (na microbacia) para que as avaliações não estejam vinculadas a padrões de outras regiões.

Caso não existam padrões de referência local, podem-se tomar como referência valores obtidos em outras regiões. Nessa situação, o avaliador deverá adotar valores diferentes daqueles definidos nos Níveis de Adequação, levando em conta, principalmente, padrões climáticos e de fertilidade dos solos. Um exemplo é apresentado no Anexo A.

## V. Recomendações para adequação do reflorestamento

Os níveis de adequação 2 e 3, para qualquer indicador, pressupõem a necessidade de o avaliador recomendar adoção de medidas corretivas. Ele deverá consultar a coluna *Recomendação da Matriz de Avaliação* – onde já constam recomendações genéricas – de modo a atender a diferentes parâmetros, indicando ainda o prazo para tal correção.

Não foram descritos detalhes de cada operação necessária, uma vez que as técnicas e atividades são muito diversas e podem variar, em cada caso, com a disponibilidade de insumos, com as condições de clima, com a urgência da adoção das medidas corretivas e outros aspectos.

O combate às formigas cortadeiras, por exemplo, pode ser feito com termonebulizadores, pó formicida ou isca granulada. A opção por alguma destas técnicas dependerá principalmente das condições climáticas e, talvez, da disponibilidade de máquinas (termonebulizadores ou bombas para pó) e mão de obra na propriedade.

As recomendações, quando necessárias, devem tentar atender, ao mesmo tempo, a diferentes indicadores. Dessa forma, por exemplo, caso seja necessário o replantio por alta mortalidade, devem-se buscar espécies adequadas às condições de solo ou ao regime hídrico, por exemplo. Podem-se ainda utilizar espécies de crescimento rápido e também promover a cobertura adequada em prazo menor.

Não existe uma nota final para cada avaliação. Em uma condição ideal, o projeto pode receber nível de adequação 1 para todos os indicadores em determinada fase. Para tanto, devem ser feitas novas avaliações conforme as características de cada situação.

Por exemplo: um projeto de reflorestamento feito para atender a um Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental, que tem o prazo total de dois anos, pode, ao final de seu primeiro ano, ter avaliação de nível 1 em todos os seus itens. Isso não exclui a necessidade de novas avaliações até o final do prazo; somente após estas também apresentarem índices satisfatórios, poderá se decidir pelo cumprimento do termo.

A aplicação deste método permite, essencialmente:

- 1) a indicação de medidas corretivas durante o período de desenvolvimento do projeto;
- 2) apoiar a decisão quanto à conclusão da implantação do projeto, para fins de financiamento ou atendimento de obrigação administrativa ou judicial.

A compilação, a análise sistemática e o armazenamento ordenado dos dados de cada área em restauração permitirão que se verifique a tendência do desenvolvimento das florestas em determinada região e, por consequência, o estabelecimento de parâmetros regionais para o indicador cobertura de copas.

## VI. Referências bibliográficas

CANFIELD, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*, v.39, p.388-394.

Melo, A.C.G. 2004. *Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no Médio Vale do Paranapanema (SP)*. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Melo, A.C.G., Miranda, D.L.C. e Durigan, G. 2007 Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Paranapanema, SP, Brasil. *Revista Árvore*, v. 31, n. 2. p. 321-328

**ANEXO A – Exemplo de cobertura de copas esperadas**

Para a Região do Médio Paranapanema, em solos férteis (Melo, 2004; Melo et al, 2007) a cobertura de copas pode apresentar os seguintes valores:

Idade (meses)	Cobertura de copas (%)
12	30
13	43
14	56
15	67
16	76
17	85
18	92
19	99
20	105
21	110
22	115
23	120
24	124
25	128
26	131
27	135
28	138
29	141
30	143
31	146
32	148
33	150
34	152
35	154
36	156

## Anexo B - Matriz de avaliação para projetos de restauração de matas ciliares – exemplo de preenchimento

Grupo	Indicador	Nível de Adequação			Valor encontrado	Avaliação	Recomendação	Periodicidade
		1	2	3				
Preparo	Cercamento	Área completamente cercada OU cercamento desnecessário	Área parcialmente cercada	Área não cercada	Completamente cercada	1	Completar o isolamento nos pontos necessários.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Proteção de perturbações	Não se detectam sinais de perturbação OU, quando existem, não comprometem mais que 5% da área	São detectados sinais de perturbação que comprometem entre 5 e 30% da área	São detectados sinais de perturbação em mais de 30% da área	Sem perturbações	1	Completar proteção para os elementos de degradação detectados. Analisar o caso e definir medidas para cessar perturbações em toda a área.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
Manutenção	Mortalidade	Até 10%	Entre 10 e 20% OU menor, localizada em reboleiras	Entre 10 e 20% localizada em clareiras OU acima de 20% dispersos na área	13%	2	Analisar causa da mortalidade e adotar medidas necessárias de controle de doenças, pragas ou adequação de espécies às condições ambientais.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Ataque de formigas	Até 10% das árvores parcialmente desfolhadas	Entre 10 e 20% das árvores parcialmente desfolhadas OU até 10% de árvores totalmente desfolhadas	Mais de 20% de árvores parcialmente desfolhadas OU mais de 10% de árvores totalmente desfolhadas	22% parcialmente desfolhada	3	Analisar espécie infestante, condições climáticas e adotar técnica de controle. Analisar se houve mortalidade de mudas e, caso necessário, realizar replantio.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Matocompetição na coroa das mudas	Ocorrência em até 10% da coroa	Observa-se ocorrência de competidoras em área entre 10 e 30% das coroas	Observa-se ocorrência de competidoras em área maior que 30% da área das coroas	15% das coroas	2	Analisar espécie infestante, condições climáticas e priorizar região da "coroa" das mudas para adoção de medidas manuais, químicas ou mecânica de controle de infestantes das mudas.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
Estrutura	Matocompetição na entrelinha	Menor que 30% da área	Ocorrência de competidoras em área equivalente a 30 – 50% da área	Mais de 50% da matocompetição dispersa nas entrelinhas	25%	2	Analisar espécie infestante, condições climáticas e adotar medidas manuais, químicas ou mecânicas de controle de infestantes das mudas.	Mensal no 1º ano, trimestral a partir do 2º ano
	Cobertura de copas %	Acima de 80% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia	Entre 50 e 80% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia	Abaixo de 50% do valor na melhor área de mesma idade na mesma microbacia	73%	2	Verificar se o conjunto de espécies plantadas contempla aquelas de maior crescimento na região e proceder ao adensamento associado com outras medidas de adequação dos indicadores do Grupo Manutenção	Trimestral no 1º ano, semestral a partir do 2º ano

© 2010. SMA. UCPRMC

Qualquer parte deste documento pode ser reproduzida desde que citada a fonte. Os artigos desta circular são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

Disponível também em: <http://ambiente.sp.gov.br/mataciliar>

Periodicidade: Irregular

**Secretaria do Meio Ambiente**

Departamento de Proteção da Biodiversidade

Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares  
Av. Frederico Hermann Jr, 345 - Alto de Pinheiros

05459-900 - São Paulo - SP

tel: 11 3133 3294

fax: 11 3133 3867

[matasciliares@ambiente.sp.gov.br](mailto:matasciliares@ambiente.sp.gov.br)

[www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar](http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar)

SECRETARIA DO  
MEIO AMBIENTE

