

Protocolo LARF de Monitoramento de Projetos de Restauração Florestal: Mata Atlântica

Número

91



Sebastião Venâncio Martins
Patrícia Aparecida Laviola Ricardo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Reitor

Demetrius David da Silva

Vice-Reitora

Rejane Nascentes

Pró-Reitor de Extensão e Cultura

José Ambrósio Ferreira Neto

Diretora de Extensão

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo

Chefe da Divisão de Extensão

Frederico Gonçalves de Castro Cabral

EXPEDIENTE

Área de Educação e Popularização da Ciência e Tecnologia:

Gestão Editorial: Vanda do Carmo Lucas dos Santos

Revisão Técnica: Luis Felipe Furtado de Almeida e Natália Moura Proença da Silva

COMITÊ EDITORIAL

Ana Cristina Ferreira; Bruno Ricardo de Castro Leite Junior; Ceres Mattos Della Lucia; Claudio Coelho de Paula; Esther Giacomini Silva; Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo; Herbert Fernando Martins de Oliveira; Ketia Soares Moreira; Laene Mucci Daniel; Lausanne Soraya de Almeida; Lays Matias Mazoti Correa Nathalia Thais Cosmo da Silva; Tatiana Coura Oliveira e Vanda do Carmo Lucas dos Santos

PARECERISTAS AD HOC

André Luiz Lopes de Faria e Angeline Martini

Diagramação e Capa

Frederico Fontes

Fotografia

Registro de área de monitoramento em restauração florestal - Fonte: Acervo pessoal dos autores

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

F866a Martins, Sebastião Venâncio, 1965-.
2025 Protocolo LARF de monitoramento de projetos de restauração florestal [recurso eletrônico] : Mata Atlântica / Sebastião Venâncio Martins, Patrícia Aparecida Laviola Ricardo. -- Viçosa, MG : UFV, Divisão de Extensão, 2025.

1 folheto eletrônico (23 p.) : il. (algumas color.). -- (Boletim de Extensão, ISSN 1415-692X ; n. 91).

Disponível em: <https://pec.ufv.br/boletins-de-extensao>

Bibliografia: p. 21-23.

1. Florestas – Reprodução – Mata Atlântica. 2. Florestas tropicais – Conservação – Mata Atlântica. I. Ricardo, Patrícia Aparecida Laviola, 1997-. II. Universidade Federal de Viçosa. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura. Diretoria de Extensão. Divisão de Extensão. III. Título. IV. Série

GFDC adapt. CDD 634.9231

Bibliotecário responsável: Euzébio Luiz Pinto CRB-6/3317

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA
DIRETORIA DE EXTENSÃO
DIVISÃO DE EXTENSÃO

Boletim de Extensão Nº 91

**Protocolo LARF de Monitoramento
de Projetos de Restauração Florestal:
Mata Atlântica**

Autores:

Sebastião Venâncio Martins
Patrícia Aparecida Laviola Ricardo

Viçosa - MG
2025

SUMÁRIO

Introdução	5
Indicadores	7
Protocolo de monitoramento	11
Recomendações	20
Agradecimentos	20
Referências	21

INTRODUÇÃO

No contexto da restauração florestal tropical, o Bioma Mata Atlântica destaca-se por ser um *hotspot* prioritário para a conservação da biodiversidade (Resende *et al.*, 2018; Rosa *et al.*, 2021). Nesse sentido, para atender às demandas da legislação ambiental e dos compromissos globais, a pesquisa realizada por instituições públicas e privadas permanece avançando no desenvolvimento de melhores técnicas e modelos, desde o planejamento até o monitoramento dos projetos de restauração florestal (Martins, 2018; Crouzeilles *et al.*, 2019).

O acompanhamento da restauração de ecossistemas a partir da etapa de monitoramento trata-se de importante ferramenta para identificação de eventuais problemas e desvios de rotas dos projetos de restauração. As avaliações periódicas permitem o desenvolvimento de estratégias que tragam melhorias ao processo e garantam o progresso das atividades para atingir as metas e os objetivos predefinidos (Campanharo *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2021). Adicionalmente, é por meio do monitoramento que se realiza o diagnóstico de áreas em restauração, auxiliando na tomada de decisão no que se refere à necessidade de novas intervenções para acelerar a recuperação ambiental (Martins *et al.*, 2020).

Na definição dos critérios e indicadores adotados no monitoramento de áreas em restauração, devem-se considerar as características da região e da matriz da paisagem, bem como os métodos de restauração adotados e o fator de degradação, além dos custos e recursos disponíveis (Brançalion *et al.*, 2015; Viani *et al.*, 2018). Nesse contexto, os indicadores podem ser agrupados conforme sua natureza, destacando-se os de caráter vegetativo, edáfico e faunístico (Volpato; Miranda Neto; Martins, 2018; Mendes *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2021).

De forma geral, os indicadores vegetativos são de mais fácil aplicação quando comparados aos demais, característica relevante para

a operacionalização do monitoramento na restauração em larga escala (Balestrin *et al.*, 2019; Reis *et al.*, 2019a). Entre esses indicadores, destacam-se a diversidade de espécies e a densidade de indivíduos oriundos da regeneração natural e do(s) método(s) de restauração adotados, a cobertura do solo e a densidade de espécies exóticas e, ou, invasoras (Fiore *et al.*, 2019; Siminski *et al.*, 2021).

Cabe destacar que um protocolo de monitoramento deve ser de fácil aplicação, com pequeno número de indicadores – apenas os mais importantes – e com critérios de fácil medição e interpretação dos resultados. Esses aspectos são essenciais para evitar que o monitoramento tenha custo muito elevado e seja de tal complexidade, que inviabilize sua aplicação em escala operacional.

Assim, neste documento, o objetivo é apresentar um protocolo de monitoramento, elaborado pelo LARF – Laboratório de Restauração Florestal da Universidade Federal de Viçosa –, da restauração florestal conduzida pelo método de plantio de mudas em área total do Bioma Mata Atlântica, com foco nas formações Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

INDICADORES

Os indicadores de avaliação e monitoramento descritos a seguir são de caráter vegetativo e, em conjunto, fornecem informações que permitem verificar como a área em processo de restauração está respondendo aos tratamentos que lhe foram aplicados.

Indivíduos plantados

A avaliação e monitoramento de indicadores associados aos indivíduos plantados fornecem informações desde a etapa de implantação do projeto de restauração até as etapas subsequentes, direcionando o processo de tomada de decisão (Reis *et al.*, 2019b; Camarretta *et al.*, 2020).

O acompanhamento do desenvolvimento das mudas (Figura 1) possibilita identificar, já no início do projeto, a necessidade de novas intervenções na área avaliada, como a realização de replantios, controle dos fatores de degradação e plantios de enriquecimento de diversidade, de espécies secundárias tardias, clímax e espécies zoocóricas (Silva *et al.*, 2016). Adicionalmente, permitirá nortear o planejamento de novos projetos de restauração, otimizando os resultados almejados e promovendo a redução de custos (Martins *et al.*, 2020).



Figura 1 – Parcelas lançadas em um projeto de restauração florestal para o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento das mudas plantadas

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Nesse contexto, entre os indicadores adotados na avaliação e monitoramento dos indivíduos plantados, destacam-se: riqueza de espécies, taxa de mortalidade, densidade de mudas (indivíduos/hectare), altura média e classificação das espécies quanto ao grupo sucessional, à origem e à síndrome de dispersão (Lopes *et al.*, 2018; Viani *et al.*, 2018).

Regeneração natural

A regeneração natural pode ser interpretada como o processo pelo qual um ecossistema recupera, de forma total ou parcial, sua biodiversidade, estrutura e funcionalidade, após sofrer perturbações naturais ou antrópicas (Figura 2) (Martins *et al.*, 2018). Consequentemente, em decorrência da sua efetividade e do baixo custo, tal processo tem sido promovido como relevante alternativa para a restauração em larga escala quando existe potencial de regeneração (Schweizer *et al.*, 2022).



Figura 2 – Pastagem abandonada em processo de regeneração natural.

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Contudo, a regeneração natural também pode ser compreendida como um estrato da floresta, ou seja, o estrato de regeneração que ocorre no sub-bosque e é formado pelos regenerantes das espécies do dossel. Por isso mesmo, a regeneração natural é considerada o melhor indicador para avaliação e monitoramento de áreas em restauração passiva ou ativa, pois resulta das condições ambientais

criadas pelas mudas plantadas, como sombreamento e melhoria da fertilidade do solo, bem como da chuva de sementes oriundas das próprias árvores plantadas, como de fontes nas proximidades e do banco de sementes do solo. Portanto, a regeneração natural expressa a resiliência local e em nível de paisagem.

Nesse contexto, a avaliação e monitoramento de indicadores relacionados à regeneração natural auxiliam na compreensão da dinâmica da área em recuperação, fornecendo informações sobre o nível de resiliência local e do seu entorno (Silva; Martins; Miranda Neto, 2020). A partir disso, é possível traçar o potencial de regeneração, ou de resiliência, da área e executar atividades de restauração conforme a necessidade, contribuindo para o alcance dos objetivos de forma mais rápida e menos onerosa (Silva *et al.*, 2018).

Dessa forma, para traçar a capacidade da área em restauração de contribuir com o processo por meio do seu estrato de regeneração, podem-se avaliar a riqueza, a densidade e a altura média dos indivíduos regenerantes, bem como classificá-los quanto à origem, à categoria ou ao grupo sucessional e à síndrome de dispersão (Campos; Martins, 2016). Vale destacar que o monitoramento da regeneração natural pode ser conduzido tanto com a avaliação dos regenerantes que se estabeleceram numa área que recebeu plantio de mudas quanto daqueles em áreas destinadas à restauração passiva ou à Regeneração Natural Assistida (RNA).

Espécies invasoras

A ocorrência de espécies exóticas invasoras em áreas em restauração pode comprometer o estabelecimento e crescimento das espécies nativas, trazendo, conseqüentemente, prejuízos ao processo de sucessão ecológica (Londe; Sousa; Messias, 2020). Principalmente em áreas cujo uso anterior foi agrícola ou pecuário, destaca-se o fortalecimento da competição por água, luz e nutrientes, a qual prejudica o desenvolvimento das plântulas nativas (Jakovac *et al.*, 2021).

As gramíneas exóticas agressivas, como as braquiárias (*Urochloa* spp.) (Figura 3), o capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e algumas espécies exóticas arbustivas e até arbóreas, como a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e a *Acacia mangium* Willd., são as invasoras mais frequentes e que causam mais problemas na restauração florestal. Seu controle, apesar de oneroso, é necessário para garantir o avanço de qualquer projeto de restauração florestal, bem como o processo de sucessão secundária (Weidlich *et al.*, 2020).



Figura 3 – Área em restauração com invasão de braquiária (*Urochloa* sp.)

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Nesse contexto, o monitoramento das áreas em restauração é fundamental para verificar a presença dessas espécies invasoras e se há a necessidade de realizar seu controle. Uma das formas de conduzir esse acompanhamento é por meio da avaliação da porcentagem de cobertura de invasoras, fornecendo informações sobre a taxa de ocupação da área por plantas com potencial de prejudicar o avanço da restauração (Reis *et al.*, 2019a).

Cobertura do solo

A presença de cobertura vegetal (plantas vivas ou resíduos) proporciona uma série de benefícios na conservação do solo e da água, colaborando para a recuperação dos ecossistemas (Van der Bij *et al.*, 2018). Entre essas contribuições, destacam-se a mitigação dos processos erosivos, o acúmulo de carbono e energia no sistema e o aumento da ciclagem de nutrientes, bem como a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo (Xiong; Sun; Chen, 2018; Abera *et al.*, 2020).

O solo exposto, além de estar sujeito a processos erosivos e à compactação, pode favorecer o desenvolvimento de espécies vegetais indesejáveis, como gramíneas invasoras, visto que tais plantas são mais competitivas em áreas abertas que as espécies nativas (Weidlich *et al.*, 2020; Jakovac *et al.*, 2021). Diante disso, torna-se necessário usar a cobertura do solo como indicador na etapa de monitoramento, visto que reflete importantes aspectos da evolução do processo de recuperação do ambiente (Reis *et al.*, 2019a).

PROTOCOLO DE MONITORAMENTO

Conforme destacado anteriormente, as recomendações deste protocolo são direcionadas para três formações florestais do Bioma Mata Atlântica: Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Os indicadores apresentados e os respectivos valores deverão ser usados como referência no monitoramento dos projetos de restauração florestal em que for empregado o plantio de mudas em área total. Vale destacar que este protocolo abrange diferentes espaçamentos entre mudas, como 3 x 3 m e 3 x 2 m, independentemente de as linhas de plantio terem sido alocadas de forma tradicional ou em quincôncio.

Valores de referência dos indicadores

Os indicadores e seus valores de referência, conforme o período em que cada avaliação será realizada, estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores para o monitoramento de projetos de restauração florestal na Mata Atlântica, com foco em Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista

Indicador	Ano						
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
Densidade das mudas + regenerantes arbóreos* (ind./ha)	≥ 940**	≥ 1000	≥ 1111	> 1111	> 1111	> 1111	> 1111
Densidade de indivíduos arbóreos exóticos (ind./ha)	≤ 10	< 10	< 10	< 10	< 5	0	0
Riqueza de espécies nativas	≥ 40**	≥ 40	≥ 40	≥ 45	≥ 45	≥ 50	≥ 50
Espécies zoocóricas nativas (%)	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25
Altura média (m)	≥ 0,50	≥ 0,70	≥ 1,50	≥ 2,00	≥ 3,00	≥ 3,50	≥ 4,00
Solo exposto (%)	< 20	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Cobertura de gramíneas exóticas (%)	< 35	< 35	< 35	< 30	< 30	< 20	< 20

*Critério de inclusão: a altura do indivíduo regenerante arbóreo a ser contabilizado deverá ser ≥ 0,50 m. **Nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite máximo de 20% do número total de mudas plantadas (222 mudas por hectare).

Procedimentos de campo

Amostragem

As unidades amostrais serão permanentes e distribuídas de forma aleatória, com as dimensões de 15 x 15 m (Área = 225 m²). Os vértices deverão ser georreferenciados e recomenda-se que sejam demarcados por estacas de eucalipto tratado ou por tubos de PVC (Figuras 4 e 5).



Figura 4 – Lançamento de unidades amostrais, marcadas com tubos de PVC
Fonte: Acervo pessoal dos autores.



Figura 5 – Exemplo de unidade amostral delimitada com tubos de PVC
Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O número de unidades amostrais será definido de acordo com o tamanho da área do projeto de restauração, conforme mostrado no Quadro 2. Vale destacar que a área considerada para a determinação do número de unidades amostrais deverá ser contínua.

Quadro 2 – Número de unidades amostrais por hectare (ha), conforme a área do projeto de restauração florestal

Área do projeto = A (ha)	Número de unidades amostrais
$A < 1$ ha	1
$1 \text{ ha} \leq A \leq 10$ ha	3 por hectare
$10 \text{ ha} < A \leq 100$ ha	1 por hectare
$A > 100$ ha	1 a cada 3 hectares

Avaliação dos indivíduos plantados e dos regenerantes arbóreos

Caso seja possível diferenciar as mudas dos regenerantes arbóreos, todos os indivíduos plantados deverão ser avaliados. Essa distinção é comumente identificada nos primeiros anos do projeto de restauração, sendo observada por meio da presença de tutores nas mudas e, ou, da distribuição delas na linha de plantio, com espaçamento predeterminado. Nesse caso, os indivíduos arbóreos regenerantes serão incluídos no levantamento se apresentarem altura superior ou igual a 0,50 m.

Nas áreas com processo de restauração mais avançado e, ou, onde o plantio foi aleatório, sem espaçamento bem definido e não sendo possível separar as mudas dos regenerantes, as avaliações serão realizadas em todos os indivíduos arbóreos com altura superior ou igual a 0,50 m.

A altura de todos os indivíduos selecionados para o levantamento deverá ser medida com equipamentos como trena metálica, tubo telescópico graduado e trena a laser (Figura 6). Sempre que possível, todos os indivíduos deverão ser reconhecidos em nível de espécie.

Quando o reconhecimento não for realizado no campo, orienta-se fotografar o indivíduo, evidenciando aspectos fundamentais para a posterior identificação da espécie, como: filotaxia, folhas, caule ou tronco, flores e frutos, além da presença de pilosidade, exsudato, estípulas, glândulas, espinhos e acúleos, entre outras características relevantes. Em indivíduos maiores, quando oportuno, pode-se coletar material botânico para facilitar a identificação da espécie.



Figura 6 – Medição de altura por meio de bastão graduado

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Avaliação do solo exposto e da cobertura de gramíneas exóticas

Tanto a área de solo exposto quanto a de cobertura de gramíneas exóticas serão obtidas por meio de avaliação visual em sub-parcelas de 1 x 1 m, em porcentagem (0 - 100%), considerando a totalidade da

Dessa forma, para cada uma das unidades amostrais serão atribuídas uma porcentagem de solo exposto e outra porcentagem de cobertura de gramíneas exóticas.

Obtenção dos indicadores do projeto de restauração avaliado

Classificação das espécies quanto à origem e à síndrome de dispersão

Para determinar parte dos indicadores apresentados a seguir, as espécies amostradas deverão, obrigatoriamente, estar classificadas quanto à sua origem (nativa ou exótica) e quanto à sua síndrome de dispersão (anemocórica, autocórica ou zoocórica). Na classificação da origem, recomenda-se adotar o banco de dados da página da Flora do Brasil. Por sua vez, a classificação quanto à síndrome de dispersão pode ser realizada a partir da consulta em artigos de estudos fitossociológicos, livros de identificação de espécies, documentos técnicos e publicações específicas, como de Van der Pijl (1982) e de Barroso *et al.* (2004). Para garantir que esse indicador será atingido, recomenda-se conduzir a classificação na etapa de planejamento do projeto de restauração florestal, sendo considerada na construção da lista de plantio. Caso não tenha sido possível, sugere-se que essas espécies sejam priorizadas para a realização dos plantios de enriquecimento.

Densidade

Este indicador abrange os indivíduos plantados com os indivíduos regenerantes, sendo expresso em indivíduos por hectare (ind./ha). O cálculo da densidade será realizado dividindo-se a soma do número total de indivíduos registrados pela área amostrada, conforme a Equação 1.

$$D = \frac{N}{A} \quad (1)$$

em que:

D = densidade (ind./ha);

N = número total de indivíduos amostrados (plantados + regenerantes); e

A = área total amostrada, em hectare (ha).

Densidade de indivíduos arbóreos de espécies exóticas

Este indicador inclui os indivíduos arbóreos de espécies exóticas provenientes do plantio acidental, bem como da invasão do estrato de regeneração a partir de fontes externas ou do banco de sementes do solo, sendo expresso em indivíduos por hectare (ind./ha). O cálculo deste indicador será realizado dividindo-se a soma do número total de indivíduos arbóreos exóticos registrados pela área da amostra (Equação 2).

$$DE = \frac{NE}{A} \quad (2)$$

em que:

DE = densidade de indivíduos arbóreos exóticos (ind./ha);

NE = número total de indivíduos arbóreos exóticos amostrados; e

A = área total amostrada, em hectare (ha).

Riqueza de espécies nativas

A riqueza de espécies nativas é obtida a partir da contagem do número de espécies nativas regionais que foram amostradas no levantamento.

Espécies zoocóricas nativas

Este indicador será obtido pela proporção do número de espécies zoocóricas nativas (EZ) em relação ao número total de espécies nativas (riqueza), conforme a Equação 3.

$$\text{Espécies zoocóricas} = \frac{EZ}{R} \times 100 \quad (3)$$

em que:

EZ = número total de espécies zoocóricas nativas amostradas; e

R = riqueza de espécies nativas.

Altura média

A altura média será obtida dividindo-se a soma de todas as alturas registradas pelo número total de indivíduos da amostra, conforme a Equação 4.

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^N h_i}{N} \quad (4)$$

em que:

\bar{h} = altura média (m);

h_i = altura do i-ésimo indivíduo (m); e

N = número total de indivíduos amostrados.

Solo exposto

Este indicador será calculado tirando-se a média das porcentagens de solo exposto obtida nas unidades amostrais, de acordo com a Equação 5.

$$\overline{SE} = \frac{\sum_{i=1}^U SE_i}{U} \quad (5)$$

em que:

\overline{SE} = solo exposto (%);

SE_i = porcentagem de solo exposto da i-ésima unidade amostral (%); e

U = número total de unidades amostrais.

Cobertura de gramíneas exóticas

Este indicador será calculado por meio da média das porcentagens de cobertura de gramíneas exóticas obtida nas unidades amostrais, conforme a Equação 6.

$$\overline{CG} = \frac{\sum_{i=1}^U CG_i}{U} \quad (6)$$

em que:

\overline{CG} = cobertura de gramíneas exóticas (%);

CG_i = porcentagem de cobertura de gramíneas exóticas da i-ésima unidade amostral (%); e

U = número total de unidades amostrais.

Periodicidade do monitoramento

O monitoramento dos indicadores apontados neste protocolo deverá ser iniciado após um ano de implantação do Projeto de Restauração Florestal. Sobre a frequência, as avaliações serão realizadas, obrigatoriamente, a cada dois anos. Porém, caso todos os valores dos indicadores, ou a maioria deles, não tenham sido atingidos em determinada avaliação, recomenda-se que a periodicidade seja anual. Dessa forma, novas intervenções serão conduzidas no projeto de restauração, tendo os valores de cada indicador do ano seguinte como metas a serem atingidas. O monitoramento será realizado até o sétimo ano ou, ainda, até o

momento que o projeto de restauração alcance os valores dos indicadores que foram determinados para o sétimo ano.

RECOMENDAÇÕES

Os indicadores deste protocolo foram selecionados por serem de fácil medição e trazerem importantes informações sobre o desempenho do plantio de mudas em área total e de outras técnicas empregadas nas ações de restauração. Vale destacar que a forma como cada indicador será mensurado pode ser adaptada de acordo com a realidade dos programas de restauração florestal, visando tornar esse processo cada vez mais operacional. Um exemplo disso seria o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) para obtenção das porcentagens de cobertura de gramíneas exóticas agressivas e de espécies arbóreas invasoras nas unidades amostrais. Em adição, recomenda-se a realização de treinamentos periódicos para os envolvidos na implementação do protocolo, garantindo a compreensão das metodologias de monitoramento e promovendo a consistência nas avaliações ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

Às equipes do GT Restauração da SIF-UFV, pelas sugestões e contribuições ao longo dos encontros e das demais atividades do grupo, e às empresas CBA (Companhia Brasileira de Alumínio), CMPC (Celulose Riograndense), Fundação Renova e Vale, pelas parcerias em projetos de monitoramento da restauração florestal.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico), pela bolsa de Produtividade em Pesquisa de S.V. Martins.

REFERÊNCIAS

- ABERA, W.; TAMENE, L.; TIBEBE, D.; ADIMASSU, Z.; KASSA, H.; HAILU, H.; MEKONNEN, K.; DESTA, G.; SOMMER, R.; VERCHOT, L. Characterizing and evaluating the impacts of national land restoration initiatives on ecosystem services in Ethiopia. *Land Degradation & Development*, v. 31, n. 1, p. 37-52, 2020.
- BALESTRIN, D.; MARTINS, S. V.; FONSECA, W.; COSIMO, L. H. E. Relationship between soil seed bank and canopy coverage in a mined area. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 43, n. 4, p. 1-11, 2019.
- BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. *Frutos e sementes: morfologia aplicada a sistemática das dicotiledôneas*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2004. 443 p.
- BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (ed.). *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. cap. 9, p. 262-292.
- CAMARRETTA, N.; HARRISON, P. A.; BAILEY, T.; POTTS, B.; LUCIEER, A.; DAVIDSON, N.; HUNT, M. Monitoring forest structure to guide adaptive management of forest restoration: a review of remote sensing approaches. *New Forests*, v. 51, p. 573-596, 2020.
- CAMPANHARO, I. F.; MARTINS, S. V.; VILLA, P. M.; KRUSCHEWSKY, G. C.; DIAS, A. A.; NABETA, F. H. Effects of forest restoration techniques on community diversity and aboveground biomass on area affected by mining tailings in Mariana, southeastern Brazil. *Research in Ecology*, v. 2, n. 4, p. 22-30, 2020.
- CAMPOS, W. H.; MARTINS, S. V. Natural regeneration stratum as an indicator of restoration in area of environmental compensation for mining limestone, municipality of Barroso, MG, Brazil. *Revista Árvore*, v. 40, n. 2, p. 189-196, 2016.
- CROUZEILLES, R.; SANTIAMI, E.; ROSA, M.; PUGLIESE, L.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; METZGER, J. P.; CALMON, M.; SCARAMUZZA, C. A. M.; MATSUMOTO, M. H.; PADOVEZI, A.; BENINI, R. M.; CHAVES, R. B.; METZKER, T.; FERNANDES, R. B.; SCARANO, F. R.; SCHMITT, J.; LUI, G.; CHRIST, P.; VIEIRA, R. M.; SENTA, M. M. D.; MALAGUTI, G. A.; STRASSBURG, B. B. N.; PINTO, S. There is hope for achieving ambitious Atlantic Forest restoration commitments. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 17, n. 2, p. 80-83, 2019.
- FIGLIOTTI, N. V.; FERREIRA, C. C.; DZEDZEJ, M.; MASS, K. G. Monitoring of a Seedling Planting Restoration in a Permanent Preservation Area of the Southeast Atlantic Forest Biome, Brazil. *Forests*, v. 10, n. 768, 2019.
- JAKOVAC, C. C.; JUNQUEIRA, A. B.; CROUZEILLES, R.; PEÑA CLAROS, M.; MESQUITA, R. C.; BONGERS, F. The role of land use history in driving successional pathways and its implications for the restoration of tropical forests. *Biological Reviews*, 2021.

LONDE, V.; SOUSA, H. C.; MESSIAS, M. C. T. B. Monitoring of forest components reveals that exotic tree species are not always invasive in areas under ecological restoration. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 192, n. 618, 2020.

LOPES, B. M.; MARTINS, S. V.; LOPES, A. T.; SILVA, K. A. Fitossociologia e estrutura de floresta em restauração, em área minerada, São Sebastião da Vargem Alegre, MG. *MG Biota*, n. 10, p. 46-60, 2018.

MARTINS, S. V. Alternative forest restoration techniques. In: VIANA, H.; GARCÍAMOROTE, A. (ed.). *New perspectives in forest science*. London: IntechOpen, 2018. cap. 7, p. 131-148.

MARTINS, S. V.; FONSECA, W. S.; COSIMO, L. H. E.; BALESTRIN, D. Soil seed banks in two environments of forest restoration post bauxite mining: native tree plantation and natural regeneration. *Research in Ecology*, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2021.

MARTINS, S. V.; VILLA, P. M.; NABETA, F. H.; SILVA, L. F.; KRUSCHEWSKY, G. C.; DIAS, A. A. Study on site preparation and restoration techniques for forest restoration in mining tailings of Mariana, Brazil. *Research in Ecology*, v. 2, n. 4, p. 42-52, 2020.

MENDES, M. S.; LATAWIEC, A. E.; SANSEVERO, J. B. B.; CROUZEILLES, R.; MORAES, L. F. D.; CASTRO, A.; ALVES-PINTO, H. N.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; CHAZDON, R. L.; BARROS, F. S. M.; SANTOS, J.; IRIBARREM, A.; MATA, S.; LEMGRUBER, L.; RODRIGUES, A.; KORYS, K.; STRASSBURG, B. B. N. Look down—there is a gap—the need to include soil data in Atlantic Forest restoration. *Restoration Ecology*, v. 27, n. 2, 2019.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L.; LOIOLA, P. P.; MORAES, L. F. D.; VISMARA, E. S. Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators*, v. 127, 2021.

REIS, B. P.; MARTINS, S. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; SARCINELLI, T. S. S.; GLERIANI, J. M.; LEITE, H. G.; HALASSY, M. Forest restoration monitoring through digital processing of high resolution images. *Ecological Engineering*, v. 127, p. 178-186, 2019a.

REIS, B. P.; MARTINS, S. V.; FERNANDES FILHO, E. I.; SARCINELLI, T. S.; GLERIANI, J. M.; MARCATTI, G. E.; LEITE, H. G.; HALASSY, M. Management recommendation generation for areas under forest restoration process through images obtained by UAV and LiDAR. *Remote Sensing*, v. 11, n. 13, 2019b.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018.

ROSA, M. R.; BRANCALION, P. H. S.; CROUZEILLES, R.; TAMBOSI, L. R.; PIFFER, P. R.; LENTI, F. E. B.; HIROTA, M.; SANTIAMI, E.; METZGER, J. P. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. *Science Advances*, v. 7, n. 4, 2021.

- SCHWEIZER, D.; PETTER, G.; CÉSAR, R. G.; FERRAZ, S.; MORENO, V. S.; BRANCALION, P. H. S.; BUGMANN, H. Natural forest regrowth under different land use intensities and landscape configurations in the Brazilian Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, v. 508, 2022.
- SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; LOPES, A. T.; MIRANDA NETO, A.; BALESTRIN, D. A regeneração natural como indicador da restauração ecológica de uma área minerada de bauxita. *MG Biota*, v. 10, p. 4-17, 2018.
- SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA, A.; DEMOLINARI, R. D. A.; LOPES, A. T. Restauração florestal de uma mina de bauxita: avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 3, p. 309-319, 2016.
- SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A. Influence of environmental variables on the natural regeneration of a forest under restoration after bauxite mining and in a reference ecosystem in southeastern Brazil. *Research in Ecology*, v. 2, n. 4, p. 1-11, 2020.
- SIMINSKI, A.; ZAMBIAZI, D. C.; SANTOS, K. L.; FANTINI, A. C. Dynamics of Natural Regeneration: Implications for Landscape Restoration in the Atlantic Forest, Brazil. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 4, 2021.
- VAN DER BIJ, A. U.; WEIJTERS, M. J.; BOBBINK, R.; HARRIS, J. A.; PAWLETT, M.; RITZ, K.; BENETKOVÁ, P.; MORADI, J.; FROUZ, J.; VAN DIGGELEN, R. Facilitating ecosystem assembly: plant-soil interactions as a restoration tool. *Biological Conservation*, v. 220, p. 272-279, 2018.
- VAN DER PIJL, L. *Principles of dispersal in higher plants*. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1982.
- VIANI, R. A. G.; BARRETO, T. E.; FARAH, F. T.; RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S. Monitoring Young Tropical Forest Restoration Sites: how much to measure? *Tropical Conservation Science*, v. 11, p. 1-9, 2018.
- VOLPATO, G. H.; MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S. V. Avifauna como bioindicadora para avaliação da restauração florestal: estudo de caso em uma floresta restaurada com 40 anos em Viçosa-MG. *Ciência Florestal*, v. 28, n. 1, p. 336-344, 2018.
- WEIDLICH, E. W. A.; FLÓRIDO, F. G.; SORRINI, T. B.; BRANCALION, P. H. S. Controlling invasive plant species in ecological restoration: A global review. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 9, 2020.
- XIONG, M.; SUN, R.; CHEN, L. Effects of soil conservation techniques on water erosion control: A global analysis. *Science of The Total Environment*, v. 645, n. 15, p. 753-760, 2018.



Divisão de Gráfica
Universitária
Universidade Federal de Viçosa



PEC
PRÓ-REITORIA DE
EXTENSÃO E CULTURA

UFV
Universidade Federal
de Viçosa