

AVALIAÇÃO DE INDICADORES ECOLÓGICOS E PROPRIEDADES DO SOLO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL COM PLANTIO DE MUDAS: Estudo de Caso no Sul de Minas Gerais

Lucas Leodoro Lima 1

Lilian Vilela Andrade Pinto 2

Conservação de solos e
recuperação de áreas degradadas

Resumo

Este estudo avalia a eficácia da restauração florestal em áreas com diferentes idades de reflorestamento no Sul de Minas Gerais, comparando duas áreas de restauração (A e B). A análise incluiu indicadores ecológicos como cobertura do solo, densidade, riqueza de espécies, altura média, sobrevivência e serapilheira, além das propriedades físicas e químicas do solo. Os resultados mostraram que ambas as áreas atendem aos indicadores mínimos de densidade populacional e número de espécies da população conforme a SMA 32/2014. No entanto, a densidade e o número de espécies dos regenerantes na Área A estão em níveis críticos, sugerindo a necessidade de readequação do projeto, como o plantio de espécies frutíferas para enriquecimento. A cobertura do solo em ambas as áreas está abaixo dos 80% exigidos, indicando que a cobertura arbórea ainda não atingiu os padrões esperados. A Área B, que possui um tempo de plantio maior, apresenta um desenvolvimento mais avançado, com 93% mais serapilheira do que a Área A, indicando uma ciclagem de nutrientes mais eficiente. Apesar de desafios como compactação e maior resistência à penetração na Área B, esses problemas são superados por uma melhor ciclagem de nutrientes e maior diversidade. Por outro lado, a Área A, com menor serapilheira e adequação de densidade para solos arenosos, pode enfrentar limitações na disponibilidade de nutrientes e retenção de água, afetando sua sucessão ecológica a longo prazo. Intervenções antrópicas são essenciais para melhorar a cobertura do solo, reduzir a compactação e promover a recuperação ecológica sustentável.

Palavras-chave: Reflorestamento; Cobertura; Número de espécies; Resistência a penetração do solo; Densidade.

¹Aluno do Curso de graduação em Engenharia Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, lucas.leodoro.lima@gmail.com

² Prof. Dr. Lilian Vilela Andrade Pinto, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Inconfidentes, lilian.vilela@ifsuldeminas.edu.br

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, as técnicas de recuperação ambiental têm se aprimorado e estruturado de maneira mais eficiente. A cada dia, a recuperação ambiental emerge como uma necessidade urgente para o Brasil, visando mitigar os impactos ambientais do país. Além disso, a regularização ambiental em áreas agrícolas é crucial dentro do contexto brasileiro (Ibama, 2022).

A restauração de florestas é uma das técnicas de recuperação ambiental e está se expandindo rapidamente no Brasil devido à crescente demanda pela regularização ambiental das atividades produtivas e pela necessidade de mitigar diversos impactos ambientais (Rodrigues et al., 2009). Segundo os autores, essa expansão tem sido acompanhada por uma revisão contínua dos métodos de restauração empregados. Houve uma evolução significativa, passando de reflorestamentos majoritariamente compostos por espécies arbóreas exóticas para plantios caracterizados por uma ampla diversidade de espécies exclusivamente nativas da região. Além disso, estão sendo exploradas outras estratégias para catalisar o potencial de auto-recuperação da área a ser restaurada, como por exemplo a adoção da regeneração natural assistida (Alves et al., 2022), a semeadura direta de espécies nativas em conjunto com espécies de leguminosas de ciclo curto (Santos, 2010) e técnicas de nucleação (Reis et al., 2014).

De acordo com Engel e Parrota (2003), ao iniciar o planejamento de restauração, é crucial estabelecer metas de longo prazo voltadas para a criação de um ecossistema auto sustentável, estável e resiliente. Considera-se que o ecossistema de uma área está restaurado quando houver recursos bióticos e abióticos que consigam fazer seu trabalho natural, sem interferência antrópica para auxiliar em seu desenvolvimento (SER, 2004).

A recuperação de áreas degradadas têm diferentes técnicas que auxiliam e melhoram o progresso evolutivo das áreas, e um dos mais utilizados é o plantio de mudas (Moreira, 2020). Além disso, segundo a autora, “É necessário ter em mente que é preciso analisar todo o ambiente antes de plantar as espécies vegetais, além de estudar a fisionomia do local antes de sua degradação.”. Sendo assim, para que o plantio de mudas seja eficaz, uma análise profunda na área em que a técnica será aplicada, deve ser feita, com maior exatidão possível. Segundo Cavalheiro (2002), há muitos estudos em que, afirmam a eficácia de plantio de mudas pioneiras, ou seja, com um rápido crescimento, assim, construindo habitats para espécies frugívoras, e dispersores de sementes.

O plantio de mudas por si só não assegura a restauração da área. Portanto, segundo Piaia et al. (2021), é fundamental realizar avaliações periódicas durante a fase de monitoramento para verificar se

os objetivos estão sendo alcançados. Rodrigues (2009) destaca que, através de técnicas de avaliação, como indicadores, é possível analisar o progresso de áreas em processo de recuperação e concluir se o ecossistema se encontra recuperado. Para Benini (2017), os indicadores ecológicos são muito utilizados para a avaliação de condições ambientais, representando uma análise científica, com a categorização numérica ou descritiva de dados ambientais.

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a eficácia da restauração florestal em áreas com diferentes idades de reflorestamento, verificando o cumprimento dos indicadores estabelecidos e a necessidade de intervenções antrópicas para otimizar a recuperação ecológica.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas áreas em processo de restauração florestal pela técnica de plantio de mudas localizadas no município de Inconfidentes, Sul de Minas Gerais, e são áreas localizadas na área de abrangência do Plano Conservador da Mantiqueira. O município de Inconfidente está localizado na Mata Atlântica a 869 metros de altitude, tem clima subtropical de altitude Cwb, com variações térmicas marcadas entre verão e inverno. A temperatura média anual é de 18 °C e a precipitação média anual é de 1744,2 mm (Inconfidentes s/d).

A área A, com 0,544 hectares, está sendo restaurada pelo projeto Raízes do Mogi e IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes desde fevereiro de 2020. A restauração inclui 0,0777 ha de Regeneração Natural e 0,4674 ha de plantio de 780 mudas, metade pioneiras e metade clímax, com espaçamento de 3 m x 2 m em berços de 0,4x0,4x0,4 m. A área B, na Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes, tem 1,54 ha e foi implementada em dezembro de 2019. Para a restauração foram utilizadas três técnicas de restauração com 0,5 ha cada: Regeneração Natural Assistida, Plantio de Mudas e Muvuca de Sementes. Foram usadas 833 mudas, metade pioneiras e metade clímax, com espaçamento de 3 m x 2 m em berços de 0,4x0,4x0,4 m.

A avaliação dos indicadores ecológicos de restauração florestal e de propriedades dos solos ocorreu em uma parcela de 25m x 4m, lançada de forma aleatória, em cada uma das áreas de plantio de mudas. As parcelas foram lançadas pelo método do transecto, sendo este de 25 metros de comprimento e a partir deste transecto, fizeram parte da parcela, a área de 2 metros do lado esquerdo e de 2 metros do lado direito, totalizando uma área de 100 m² por parcela.

Os indicadores de restauração consistiram na determinação da cobertura dos solo pelas espécies arbóreas (C%), densidade de indivíduos arbóreos regenerantes (DiRe), número de espécies arbóreas regenerantes (NEsRe), Shannon-Weaver (H'), altura média (H), sobrevivência e serrapilheira.

A determinação da cobertura pelas espécies nativas lenhosas (arbustivos ou arbóreos) ocorreu com a quantificação da projeção da sombra no início e no fim da copa das espécies, seguindo um transecto no meio da parcela no sentido de seu maior comprimento (método linear, também conhecido como interceptação de linha). Além disso, na área total da parcela foram quantificados e identificados os indivíduos lenhosos nativos para atender ao monitoramento dos indicadores ecológicos (densidade e riqueza), conforme estabelecido pelo Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica na Portaria CBRN1/2015 - Resolução SMA32/2014, que considera todos os indivíduos com mais de 0,5 metros de altura. Como valores de referência para estes três indicadores, foi utilizada a tabela da Resolução SMA N° 32, de 03 de abril de 2014. Tanto a densidade quanto a riqueza foram calculadas considerando todos os indivíduos presentes na área da parcela considerando apenas os indivíduos regenerantes. A diversidade foi determinada fazendo uso do cálculo de Shannon-Weaver (Equação 1).

Equação 1

$$H' = \frac{N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)}{N}$$

em que:

H' = Índice de Shannon-Weaver; n_i = Número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; S = número total de espécies amostradas; \ln = logaritmo de base neperiana; Por fim, quanto maior o valor de H' , maior será a diversidade do local (Brancaion et al., 2013).

Para a determinação da altura média (H), todos os indivíduos lenhosos de cada parcela tiveram suas alturas quantificadas fazendo uso do equipamento denominado vara telescópica. Em seguida os valores das alturas foram somados e divididos pelo número de indivíduos para se conhecer o valor médio da altura de cada área. A taxa de sobrevivência foi calculada a partir do número de indivíduos de que cada parcela deveria ter, considerando o espaçamento de plantio, e o número de indivíduos presentes, ou seja, quantos indivíduos da área plantada que conseguiram se estabelecer.

Foram coletadas duas amostras de serapilheira por área fazendo uso de esquadros de 40 cm de comprimento por 40 cm de largura com 0,16 m², lançados aleatoriamente na parcela amostral por três vezes. Toda serapilheira presente nos esquadros foi coletada, colocada em sacos de aninhagem, levadas para o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas, seca em estufa com circulação de ar forçada regulada a 65 °C até atingirem peso constante.

Os indicadores das propriedades do solo avaliados foram matéria orgânica, análise granulométrica, carbono do solo, densidade do solo e resistência a penetração (compactação).



As amostras de solo foram coletadas aos 5, 10, 15 e 20 metros do transecto. As amostras deformadas foram coletadas com auxílio de sonda amostradora de solo à 0-20 cm de profundidade e as amostras indeformadas à 0-7,81cm (altura do anel) com anel volumétrico tipo Uhland, coletadas ao lado da coleta da amostra indeformada. As amostras deformadas de cada área foram colocadas em um balde, misturadas, homogeneizadas e 500g desta amostra composta foi encaminhada ao laboratório de física do solo para análise granulométrica, matéria orgânica (M.O) e carbono e as amostras indeformadas ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas para análise da densidade do solo que consistiu na secagem das amostras de solo em estufa a 105°C, na mensuração da dimensão do cilindro com paquímetro e na determinação da densidade do solo com razão da massa de solo seco pelo volume do cilindro.

Para identificar camadas de solo que apresentem resistência mecânica que caracteriza a compactação do solo no perfil de até 60 cm de profundidade foi utilizado o equipamento penetrômetro de impacto. A coleta destes dados foi realizada próxima a coleta das amostras deformadas e indeformadas. Conforme descrito por Stolf et al. (1983), o penetrômetro de impacto utiliza um peso de curso constante para induzir a penetração da haste no solo por meio de impactos. À medida que o penetrômetro encontra camadas mais compactadas, a penetração por impacto diminui, permitindo a identificação dessas áreas no perfil do solo. As leituras de penetração são realizadas diretamente na haste, a qual é graduada em centímetros.

Os indicadores foram coletados no segundo trimestre de 2024: na área B, em 4 de junho, e na área A, em 6 de junho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O indicador de cobertura do solo mostra que a Área B apresenta um desempenho superior em comparação com a Área A, conforme ilustrado na Tabela 1. Uma boa cobertura do dossel está positivamente correlacionado com a biomassa da área, promovendo um refúgio para a fauna local e influenciando positivamente o microclima da zona em restauração (Suganuma; Durigan, 2015).

A cobertura arbórea, ou área do dossel, é crucial para a inibição de plantas exóticas invasoras. A cobertura dossel reduzida favorece o crescimento de gramíneas sob as árvores, dificultando a regeneração de novas árvores e arbustos e prejudicando a sucessão ecológica (Martins, 2011). Segundo a resolução SMA 32/2014, ambas as áreas estão abaixo dos 80% mínimos de cobertura exigidos, necessitando de intervenções antrópicas corretivas para evitar comprometimento dos resultados futuros.

Tabela 1: Indicadores da Resolução SMA 32/2014: Cobertura florestal, densidade e número de

Áreas	Tempo de restauração florestal	Cobertura (%)	Densidade populacional (indivíduos plantados e regenerantes) (ind/ha)	Nº de espécies da população	Densidade de regenerantes (ind/ha)	Nº de espécies de regenerantes
ÁREA A	50 meses	47,8	3300	13	250	1
ÁREA B	54 meses	57,6	5100	16	1900	10

espécies.

Fonte: Dos Autores (2024).

Na Área A, a densidade populacional é de 3.300 indivíduos por hectare e a de regenerantes é de 250 indivíduos por hectare. A densidade populacional está muito acima do limite de 1.000 indivíduos por hectare estabelecido para áreas de 5 anos, enquanto a densidade de regenerantes está abaixo do nível mínimo recomendado. A área possui mais de 10 espécies, mas o número de espécies regenerantes é crítico, exigindo ações corretivas como o plantio de espécies frutíferas para melhorar a sucessão e o sucesso da restauração. Na Área B, a densidade populacional é de 5.100 indivíduos por hectare e a de regenerantes é de 1.900 indivíduos por hectare, ambos significativamente acima do limite de 1.000 indivíduos por hectare. O número de espécies está adequado para a faixa etária, e a densidade de espécies regenerantes está no limite superior do recomendado. Deve-se continuar o monitoramento para garantir a sucessão progressiva e, se necessário, introduzir espécies para manter a diversidade.

A densidade e o número de espécies (riqueza) observadas em ambas as áreas indicam uma recuperação bem-sucedida, favorecendo a funcionalidade ecológica e a estabilidade dos ecossistemas. Contudo, é crucial realizar ações de manutenção, como controle de formigas e espécies invasoras, para garantir a continuidade dos resultados e promover a recuperação ecológica a longo prazo. O sucesso dos projetos de restauração florestal geralmente depende de monitoramento e manutenção contínuos, permitindo a adaptação das técnicas e estratégias conforme a situação real das áreas restauradas e assegurando que os objetivos ecológicos sejam alcançados (Suding et al., 2015).

A diversidade na Área B, onde o plantio de mudas ocorreu há 54 meses, foi maior que na Área A (Tabela 2). De acordo com Saporreti (2003), para que uma área seja classificada como altamente diversa e com formações arbóreas bem conservadas, o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')

deve ser superior a 3,11. Os valores observados nas áreas A e B, inferiores ao citado por Saporreti (2003), são esperados devido ao tempo relativamente curto desde o plantio de mudas de ambas as áreas. A recuperação e o estabelecimento de uma diversidade arbórea significativa requerem um período mais longo para que a maturação e a consolidação da diversidade se estabilizem e se desenvolvam adequadamente.

A altura média das árvores foi semelhante entre as áreas, mas o desenvolvimento mais avançado foi observado na Área B, que teve um tempo de plantio maior em comparação com a Área A (Tabela 2). Seguindo os dados de Piaia et al. (2021), pode-se dizer que a altura média está sendo satisfatória considerando o tempo de plantio que as áreas têm no processo de restauração.

A taxa de sobrevivência na área B foi de 75%, superior à taxa observada na área A, que foi de 68,75%. No monitoramento de projetos de restauração, a sobrevivência é indicador de suma importância para garantir diversidade e boa cobertura do solo. Para Brancalion et al. (2013), o replantio é necessário para que o sucesso da restauração florestal seja alcançada e Silva, Kunz e Bighi (2012) recomendaram o replantio em áreas de preservação permanente em razão da mortalidade ter alcançado a mortalidade de 19%, valor inferior ao observado nas áreas em estudo desta pesquisa.

A quantidade de serrapilheira na Área B foi 93% superior à observada na Área A (Tabela 2). A produção de serrapilheira é um fator relevante para o desenvolvimento dos ecossistemas florestais, pois contribui para o fornecimento de nutrientes ao solo (Faccelli et al., 1991) e atua como indicador da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais (Rogers, 2002). Assim, espera-se que a Área B possua maior disponibilidade de nutrientes devido à ciclagem mais eficiente da serrapilheira, o que poderá facilitar a absorção desses nutrientes pelas raízes dos indivíduos arbóreos presentes e, conseqüentemente, apoiar o desenvolvimento arbóreo local.

Áreas	Diversidade	Altura média (m)	Sobrevivência (%)	Serapilheira (kg/ha)
Área A	1,92	2,85	68,75	10.386,87
Área B	2,42	2,96	75	20.259,06

Tabela 2: Diversidade, Altura média, Sobrevivência, Serapilheira

Fonte: Dos Autores (2024).

A diversidade e a sobrevivência das espécies são indicadores de alta importância, com potencial

para comprometer o desenvolvimento da área restaurada a curto prazo e apresentando um grau elevado de dificuldade para correção. Em contraste, a altura média das árvores tem uma importância intermediária e pode ser ajustada mais facilmente (Brancalion et al., 2013).

Para a restauração florestal, a Área B apresenta melhor qualidade do solo em comparação com a Área A, principalmente devido à presença mais equilibrada de nutrientes essenciais (Tabela 3). Na Área B, o solo tem acidez média, fósforo e potássio adequados, com níveis satisfatórios de alumínio, cálcio, magnésio, cobre, boro, zinco e acidez total. Apesar de variações na CTC, SB e V%, o fósforo remanescente e a matéria orgânica são adequados. Em contraste, a Área A enfrenta problemas com baixos níveis de fósforo, potássio mediano e zinco elevado, além de CTC, SB e V% apenas razoáveis, dificultando a disponibilidade de nutrientes necessários para a restauração (Ribeiro et al., 1999)

Tabela
da
Química

ÁREAS	PH em água	mg/dm ³		Cmol/dm ³						%	dag/dm ³
		P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC		
ÁREA A	5,53	2,1	53,2	0,3	2,6	0,5	4,91	3,27	8,18	39,95	3,21
ÁREA B	5,47	10,3	47,2	0,6	2,5	0,45	5,55	3,05	8,6	35,49	3,1

3: Dos
resultados
Amostra

ÁREAS	%	Ca/Mg	Mg/K	mg/dm ³					mg/L
				Zn	Fe	Mn	Cu	B	
ÁREA A	8,41	5,25	3,68	7,8	48,9	17,6	1,7	0,5	28,06
ÁREA B	16,42	5,53	3,72	2,4	76,3	11,4	1,8	0,7	26,11

Fonte: Dos

Autores (2024).

Em que: SB = Soma de Bases; CTC = Capacidade de Troca de Cátions a pH7; m= Saturação de Alumínio; B = Extrator Água Quente; V = Saturação de Bases à CTC pH7; M.O. = Matéria Orgânica; P-rem = Fósforo Remanescente; Ca/mg e Mg/K= Relação; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu = Extrator Mehlich 1:10; Ca, Mg e Al = Extrator KCL 1 N 1:10; S = Extrator Fosfato Monocálcio em ácido Acético.

O grupamento textural das áreas (Tabela 4) revela que o solo da Área A é predominantemente arenoso, o que proporciona boa infiltração, mas baixa retenção de água e nutrientes. Em contraste, a Área B possui solo argiloso, que é excelente para retenção de água e nutrientes, embora possa ter drenagem inadequada, potencialmente prejudicando plantas que não toleram solos encharcados. Contudo, a área B apresenta relevo acidentado, não havendo problemas de encharcamentos.

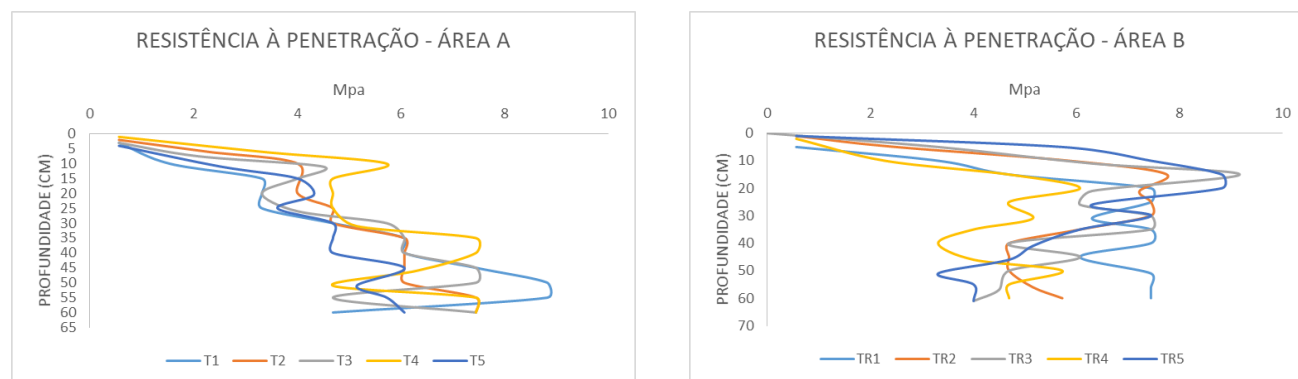
ÁREAS	% Areia	% Silte	% Argila	Grupamento textural	Densidade 1 (g/cm ³)	Densidade 2 (g/cm ³)	Densidade 3 (g/cm ³)
ÁREA A	48,83	23,17	28	Solo Tipo 2 - Textura Média	0,91	1,13	1,14
ÁREA B	36,35	23,15	40,5	Solo Tipo 3 - Textura Argilosa	1,03	0,87	0,88

Tabela 4: Textura e densidade do solo das Áreas A e B em restauração florestal

Fonte: Dos autores (2024).

A densidade do solo na Área A está dentro dos parâmetros aceitáveis para solos arenosos (< 1,60 g/cm³), enquanto na Área B, a densidade sugere problemas de compactação (Tabela 4), pois para solos argilosos o valor recomendado é < 1,10 g/cm³ (Arshad, 1996). A densidade do solo é um parâmetro crítico que reflete a qualidade estrutural do solo e sua capacidade de suportar o crescimento vegetal (Lima et al., 2006).

Figura 1: Resistência do solo à penetração.



Fonte: Dos autores (2024).

Em que: TRC = Tratamento.

A resistência à penetração do solo na Área A foi mais elevada entre 50 e 60 cm de profundidade, enquanto na Área B o maior valor foi observado entre 10 e 20 cm (Figura 1). Comparando os resultados, a compactação na Área B é mais acentuada do que na Área A. A compactação do solo é influenciada



por fatores internos, como densidade inicial, umidade, textura, histórico de tensão e teor de carbono (Richart et al., 2005). Uma compactação excessiva pode limitar a adsorção e absorção de nutrientes, a infiltração de água e as trocas gasosas, prejudicando o desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, o crescimento das plantas (Tieche, 2016).

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que as Áreas A e B superaram significativamente os indicadores mínimos de densidade populacional e número de espécies da população estabelecidos pela SMA 32/2014. No entanto, a cobertura do solo em ambas as áreas está abaixo dos 80% exigidos pela SMA 32/2014. Quando avalia-se os dados de densidade e número de espécies dos regenerantes da Área A, estes encontram-se na faixa de nível mínimo e crítico, respectivamente, devendo ocorrer ações de readequação do projeto e para isso recomenda-se o plantio de enriquecimento com espécies frutíferas.

São necessárias intervenções antrópicas para melhorar a cobertura do solo, reduzir a compactação e promover a recuperação ecológica a longo prazo, garantindo que as áreas restauradas alcancem os objetivos de funcionalidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, Julio; OLIVEIRA, Mariana; CHAZDON, Robin; CALMON, Miguel; PINTO, Andreia; DARVIN, Eduardo; PEREIRA, Bruna. **O papel da regeneração natural assistida para acelerar a restauração de paisagens e florestas: experiências práticas ao redor do mundo.** Nota prática. São Paulo: WRI Brasil, 2022.

BENINI, Rubens de Miranda; ADEODATO, Sérgio. **Economia da restauração florestal.** São Paulo: The Nature Conservancy, 2017. 71 p.

BRANCALION, Pedro Henrique Santin et al. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados.** Tradução . Viçosa: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2013.

CAVALHEIRO, A. L., J. M. D. Torezan e L. Fadelli. 2002. **Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas.** Páginas: 213-224 em M. E. Medri, E. Bianchini, O. A. Shibatta, e J. A. Pimenta, editores. A bacia do rio Tibagi. Londrina, PR.



ENGEL, V.L. & PARROTTA, J.A. **Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais.** In: Restauração Ecológica de Sistemas Naturais. Organizadores: KAGEYAMA, P.Y (et al.). Botucatu, ed. FEPAF ed. 1, 2003. 3-25 p.

FACCELLI, J.M. & PICKETT, S.T.A. 1991. **Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure.** The Botanical Review 57:1-32.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Recuperação Ambiental.** 2017.

MARTINS, Adriana Ferrer. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, floresta estacional semidecidual, Itu-SP.** 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MOREIRA, I.J.R. **Técnicas de recuperação de áreas degradadas com a utilização de plantio de mudas e semeadura direta utilizando leguminosas nativas do Cerrado.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

PIAIA, Bruna Balestrin; ROVEDDER, Ana Paula Moreira; PROCKNOW, Djoney; CAMARGO, Betina. **Avaliação de indicadores ecológicos na restauração por plantio em núcleo com diferentes idades.** Ciência Florestal, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 1512-1534, 6 set. 2021. Universidade Federal de Santa Maria.

REIS, Ademir; BECHARA, Fernando Campanhã; TRES, Deisy Regina; TRENTIN, Bruna Elisa. **Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica.** Ciência Florestal, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 509-519, 27 jun. 2014. Universidade Federal de Santa Maria.

RIBEIRO, Antonio Carlos; GUIMARÃES, Paulo Tácito G.; V., Victor Hugo Alvarez (ed.). **RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES EM MINAS GERAIS.** 5. ed. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - Cfseng, 1999. 359 p.

RICHART, Alfredo; TAVARES FILHO, João; BRITO, Osmar Rodrigues; LLANILLO, Rafael

Fuentes; FERREIRA, Rogério. **Compactação do solo: causas e efeitos**. Semina: Ciências Agrárias,

RODRIGUES, Ricardo R.; LIMA, Renato A.F.; GANDOLFI, Sérgio; NAVE, André G.. **On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the brazilian atlantic forest**. Biological Conservation, [S.L.], v. 142, n. 6, p. 1242-1251, jun. 2009.

ROGERS, H.M. 2002. **Litterfall, decomposition and nutrient release in a lowland tropical rain forest, Morobe Province, Papua New Guinea**. Journal of Tropical Ecology 18:449-456

SANTOS, Paula Luíza. **Semeadura direta com espécies florestais nativas para recuperação de agrossistemas degradados**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agrossistemas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2010.

SAPORETTI JUNIOR, Amilcar Walter; MEIRA NETO, João Augusto Alves; ALMADO, Roosevelt de Paula. **Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté-MG**. Revista Árvore, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 413-419, jun. 2003. FapUNIFESP (SciELO).

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL E POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. www.ser.org e Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004.

SILVA, Wiane Meloni; KUNZ, Sustanis Horn; BIGHI, Kelly Nery. **Avaliação e monitoramento de projeto de restauração de Áreas de Preservação Permanente, por meio de plantio aleatório de espécies pioneiras e não-pioneiras, no município de Alegre, ES**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2., 2012, Guarapari. Anais [...] . Guarapari: Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental, 2012.

SUDING, Katharine; HIGGS, Eric; PALMER, Margaret; CALLICOTT, J. Baird; ANDERSON, Christopher B.; BAKER, Matthew; GUTRICH, John J.; HONDULA, Kelly L.; LAFEVOR, Matthew C.; LARSON, Brendon M. H.. **Committing to ecological restoration**. Science, [S.L.], v. 348, n. 6235, p. 638-640, 8 maio 2015. American Association for the Advancement of Science (AAAS).

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. **Indicators of restoration success in riparian tropical forests**

using multiple reference ecosystems. Restoration Ecology , Malden, v. 23, p. 238-251, 2015.

TIECHE, T. Manejo e conservação do solo e água e em pequenas empresas rurais no sul do Brasil. Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS. 2016. 188p.