

Artigos

Influência da compactação do solo na regeneração natural em uma pista de pouso desativada em processo de recuperação

Influence of soil compaction on natural regeneration on a deactivated gravel airstrip in the land restoration process

Wendy Carniello Ferreira^I , Deivid Lopes Machado^I ,
Frederico Augusto Guimarães Guilherme^{II} , Soraya Alvarenga Botelho^{III} 

^IUniversidade Federal de Jataí, Instituto de Ciências Agrárias, Jataí, Goiás, GO, Brasil

^{II}Universidade Federal de Jataí, Instituto de Biociências, Jataí, Goiás, GO, Brasil

^{III}Universidade Federal de Lavras, Escola de Ciências Agrárias de Lavras, Lavras, Minas Gerais, MG, Brasil

RESUMO

A regeneração natural tem se mostrado um bom indicador do estado de recuperação de áreas degradadas. Desta forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de conhecer a florística e a estrutura da comunidade vegetal regenerante e avaliar a influência da resistência do solo à penetração sobre as variáveis diâmetro, altura, densidade e área basal da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, em uma área degradada em processo de recuperação. O estudo foi realizado em uma pista de pouso desativada no município de Itutinga, MG. Para inventário da regeneração natural, foram lançadas 19 parcelas sistemáticas de 5 m x 2 m, perfazendo área amostral de 190 m². Foram levantadas todas as espécies arbustivas ou arbóreas que apresentaram altura maior ou igual a 10 cm, que foram medidas no diâmetro ao nível do solo e na altura. A influência da resistência mecânica do solo à penetração sobre o diâmetro, a altura, a densidade e a área basal da regeneração foram calculadas pelo índice de Correlação de Pearson. A avaliação ocorreu 17 anos após o reflorestamento, que foi realizado por meio de plantio em quincênio, em área total. A regeneração apresentou satisfatório desenvolvimento e diversidade, indicando que a sucessão florestal ocorre naturalmente. O diâmetro e a altura das plantas arbustivo-arbóreas regenerantes foram influenciados negativamente pela compactação do solo em camadas abaixo de 40 cm de profundidade. Algumas espécies que se destacaram em crescimento podem ser recomendadas para plantios em áreas degradadas pela compactação do solo. Recomenda-se a subsolagem profunda cruzada em áreas degradadas por corte ou aterro do solo.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas; Resistência do solo à penetração; Sucessão florestal

ABSTRACT

Natural regeneration has been shown to be a good indicator of the state of land restoration. Therefore, this work was carried out with the aim of understanding the floristics and structure of the regenerating plant community and evaluating the influence of soil penetration resistance on the variables diameter, height, density, and basal area of the natural regeneration of shrub-tree species in a degraded area in the land restoration process. The study was carried out on a deactivated airstrip in the municipality of Itutinga, MG. To inventory natural regeneration, 19 systematic plots of 5 m x 2 m were launched, totaling a sampling area of 190 m². All shrub or tree species that had a height greater than or equal to 10 cm were surveyed, which were measured in diameter at ground level and in height. The influence of the soil's mechanical resistance to penetration on the diameter, height, density, and basal area of regeneration were calculated using the Pearson Correlation index. The evaluation took place 17 years after reforestation, which was carried out through quincunx planting across the entire area. The regeneration showed satisfactory development and diversity, indicating that forest succession occurs naturally. The diameter and height of regenerating shrub-tree plants were negatively influenced by soil compaction in layers below 40 cm deep. Some species that stand out in growth can be recommended for planting in areas degraded by soil compaction. Deep cross subsoiling is recommended in areas degraded by cutting or filling the soil.

Keywords: Land restoration; Soil penetration resistance; Forest succession

1 INTRODUÇÃO

Por se constituírem como a fonte de energia renovável mais importante para o país, as usinas hidrelétricas são consideradas pela legislação brasileira como obras de utilidade pública. Estas e seus empreendimentos associados, por sua vez, causam degradação ambiental e social nas fases de construção e operação. Desta forma, a legislação ambiental determina que os empreendedores devem recuperar os danos das atividades degradadoras (Margutti *et al.*, 2021).

A construção de hidrelétricas e estruturas auxiliares como estradas de acesso, áreas de empréstimo, bota foras e pistas de pouso são atividades que envolvem o uso de implementos pesados e máquinas de terraplanagem de alta capacidade. Estes projetos de engenharia em grande escala promovem a compactação do solo, principalmente nas camadas mais próximas da superfície. O dano concomitante à estrutura do solo pode dificultar o crescimento dos sistemas radiculares das plantas, e também reduz a aeração e a infiltração de água, provocando escoamento superficial e erosão (Carvalho *et al.*, 2015).

A degradação física é o mais evidente e preocupante estágio de degradação de uma área, pois a compactação do solo desencadeia problemas como erosão, lixiviação e baixa produtividade. Além disso, a compactação promove a degradação da estrutura do solo, resultando em impactos negativos nas propriedades físicas, com prejuízos ao crescimento das plantas, devido à restrição ao crescimento do sistema radicular (Mioto *et al.*, 2020). Um importante indicador desta degradação é a resistência do solo à penetração (RP), o qual é diretamente influenciado por processos que promovem a compactação de solos (Jourgholami *et al.*, 2019).

Uma vez que o processo de restauração de ecossistemas florestais degradados começa, é preciso avaliá-los e monitorá-los para verificar se os objetivos propostos foram alcançados. Para este efeito, podem ser utilizados diversos instrumentos de monitoramento. Neste caso, a regeneração natural tem se mostrado um bom indicador do estado de recuperação de áreas degradadas (Campos; Martins, 2016).

O efeito da resistência do solo à penetração (RP) sobre a sucessão florestal em áreas degradadas é muito importante e tem sido avaliado por diversos autores, pois, o aumento do grau de resistência do solo a penetração (compactação do solo) em áreas degradadas diminui a densidade da regeneração natural, influenciando negativamente na sustentação da cobertura vegetal (Silva *et al.*, 2018). Lage (2016), a partir da caracterização dos atributos químicos e físicos (incluindo a RP) de substratos degradados pela construção de rodovias, observou que estes apresentam elevada limitação ao desenvolvimento de plantas colonizadoras, devido a compactação, carência de macronutrientes e matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica. Cava (2019) elaborou modelos que demonstraram que os atributos do solo (proporção de partículas finas, resistência à penetração e saturação por bases) explicaram parte da variação do ritmo de recuperação da vegetação do cerrado em pastagens abandonadas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento florístico e fitossociológico e avaliar a influência da resistência do solo à penetração sobre as variáveis diâmetro ao nível do solo, altura, densidade e área basal da

regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em uma área degradada em recuperação em uma pista de pouso desativada no município de Itutinga, MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na sub-bacia do Alto Rio Grande, em área de influência das hidrelétricas de Camargos e Itutinga, no sul de MG, nas coordenadas 21°19'35" sul e 44°36'40" oeste. Esta sub-bacia pertence à Bacia do Rio Grande, cuja nascente localiza-se junto à Serra da Mantiqueira, drenando até o reservatório das referidas usinas, por meio de dois rios principais, Grande e Aiuruoca (Mello *et al.*, 2010). O clima, de acordo com classificação de Köppen, é Cwa, caracterizado por verões amenos e úmidos e invernos frios e secos, com temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1.500 mm (Mello *et al.*, 2012). As principais unidades de solos na região sob influência do Reservatório de Itutinga/Camargos são Cambissolos, Latossolos, Neossolos Litólicos e Solos Hidromórficos (Giarola, 1994). A região corresponde a um mosaico vegetacional composto por um ecótono entre duas fisionomias vegetais distintas: floresta estacional semidecidual e cerrado típico (Veloza *et al.*, 1992).

A área foi ocupada por uma pista de pouso não pavimentada desativada que serviu de apoio para a construção das Usinas Hidrelétricas de Camargos e Itutinga, no domínio fitogeográfico do Alto Rio Grande, em Minas Gerais. Após a desativação da pista de pouso, o local encontrava-se degradado pela compactação do solo e foi reflorestado de forma mista com espécies nativas e exóticas. Este reflorestamento foi desenvolvido no âmbito do convênio Cemig/Ufla/Faepe, que passou a desenvolver estudos na região sob influência destas hidrelétricas para desenvolver metodologias aplicadas a recuperação de ecossistemas florestais degradados, como uma forma de suavizar os impactos ambientais provocados pela criação dos reservatórios. As práticas mecânicas de recuperação realizadas foram a construção de terraços em nível e a subsolagem de toda a área, com posterior sulcamento em nível intercalado às linhas de subsolagem. O modelo de plantio utilizado foi o de sucessão secundária e plantio

em quincôncio, em área total, onde cada muda de espécie clímax foi posicionada no centro de um quadrado composto de quatro mudas de espécies pioneiras.

Para inventário da regeneração natural, foram lançadas 19 parcelas sistemáticas de 5 m x 2 m, com sua maior dimensão disposta transversalmente ao declive, perfazendo uma área amostral de 190 m². Foram inclusas no inventário todas as espécies arbustivas ou arbóreas que apresentaram altura maior ou igual a 10 cm, que foram medidas no diâmetro ao nível do solo e na altura. As identificações foram feitas no campo por especialistas. Quando a identificação em campo não foi possível, o material botânico foi herborizado e comparado com amostras existentes no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário Esal). A nomenclatura das espécies, gêneros e famílias foi atualizada pelo Programa Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – REFLORA, uma parceria entre o CNPq e o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (REFLORA, 2023). O aspecto da área em processo de recuperação na ocasião da avaliação da regeneração natural é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Aspecto do estrato arbóreo e da regeneração natural durante a realização deste estudo na área degradada em recuperação no município de Itutinga, MG



Fonte: Autores (2024)

As árvores foram classificadas quanto à fitofisionomia de origem de acordo com Oliveira Filho (2006) e, à síndrome de dispersão e à classificação sucessional, de acordo com as metodologias propostas por Barbosa *et al.* (2017). Os parâmetros fitossociológicos estimados foram densidade, frequência e dominância, em valores absolutos e relativos, além do valor de importância (VI), de acordo com Scolforo, Pulz e Melo (1998). Os índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') foram calculados conforme Magurran (1988) e Souza e Soares (2013). Também foi avaliada a regeneração natural do fragmento florestal mais próximo da área de estudo, adotando os mesmos critérios de inclusão. Esse fragmento foi utilizado como ecossistema de referência para comparação dos dados de regeneração natural.

A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada utilizando o penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF, de acordo com Stolf *et al.* (1983), até uma profundidade de 60 cm. Por se tratar de parcelas para avaliação da regeneração natural com pequenas dimensões, a avaliação da resistência do solo à penetração foi feita em um ponto de amostragem no centro de cada uma. Os cálculos foram realizados com o apoio do programa *PENETRON'*, tendo os valores, obtidos em Kgf/cm^2 , sido convertidos em MPa, multiplicando-se pela constante 0,098. A influência da resistência mecânica do solo à penetração sobre o diâmetro, a altura, a densidade e a área basal da regeneração foi calculada pelo índice de Correlação de *Pearson r*, utilizando-se o *Microsoft Excel*®. A avaliação ocorreu 17 anos após o reflorestamento.

3 RESULTADOS

Foram encontrados na avaliação 823 indivíduos, pertencentes a um total de 66 espécies arbustivo-arbóreas (Tabela 1). Destas 66 espécies, uma foi identificada ao nível de família, uma de gênero e 57 de espécie. Sete espécies não foram identificadas, principalmente pela ausência de estruturas vegetativas ou reprodutivas durante a avaliação. Com relação à riqueza de espécies, os gêneros mais representativos foram *Miconia* e *Myrcia*, com três e, os demais, apresentaram uma ou duas espécies. As

famílias mais ricas foram Fabaceae e Myrtaceae, com oito espécies, Lauraceae, com cinco, Melastomataceae, com 4 e, Anacardiaceae, Asteraceae, Rubiaceae e Solanaceae, com três.

A família Fabaceae apresentou 197 indivíduos, seguida de Myrtaceae com 187, Anacardiaceae com 113, Primulaceae com 57 e Annonaceae com 47 indivíduos. As outras 22 famílias tiveram menos de 40 indivíduos (Tabela 1). Houve predominância de espécies com síndrome de dispersão zoocórica, com 72 % dos indivíduos regenerantes (Figura 2 a). A proporção considerável de autocoria se deve principalmente à densidade encontrada de regenerantes de *Anadenanthera colubrina* (Tabela 1). Com relação à classificação sucessional, 69 % dos indivíduos foram classificados como pertencentes às espécies não pioneiras, características grupos ecológicos secundários ou climáticos (Figura 2 b). A distribuição dos indivíduos regenerantes inventariados de acordo com a origem é apresentada na Figura 2 c, onde se observa que praticamente só foram encontradas espécies nativas, com 97% do total. As exóticas encontradas foram *Eriobotrya japonica*, *Psidium guajava* e *Syzygium cumini*.

Tabela 1 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

(continua)						
Família/Espécie	Ni	S.D.	C.S.	Origem	P. R.	
Anacardiaceae						
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	20	Zoo	P	Nat	X	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	92	Zoo	NP	Nat	-	
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	1	Zoo	NP	Nat	-	
Annonaceae						
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	46	Zoo	P	Nat	-	
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	1	Zoo	NP	Nat	-	
Araliaceae						
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	1	Zoo	P	Nat	-	
Asteraceae						
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	4	Ane	P	Nat	-	

Tabela 1 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

(continuação)					
Família/Espécie	Ni	S.D.	C.S.	Origem	P. R.
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	18	Ane	P	Nat	-
<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Sprengel) Vega & Dematteis	7	Ane	P	Nat	-
Bignoniaceae					
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	1	Ane	NP	Nat	-
Burseraceae					
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	Zoo	NP	Nat	-
Calophyllaceae					
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	6	Zoo	NP	Nat	-
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	10	Zoo	NP	Nat	-
Euphorbiaceae					
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	3	Zoo	P	Nat	-
Fabaceae					
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	125	Aut	NP	Nat	X
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	2	Zoo	NP	Nat	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	9	Zoo	NP	Nat	X
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	13	Ane	NP	Nat	-
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	1	Ane	NP	Nat	X
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	9	Aut	P	Nat	X
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	3	Ane	P	Nat	-
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	35	Aut	P	Nat	X
Hypericaceae					
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	1	Zoo	NP	Nat	-
Lacistemataceae					
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	2	Zoo	NP	Nat	-
Lamiaceae					
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	3	Zoo	P	Nat	-
Lauraceae					
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	6	Zoo	NP	Nat	-
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	11	Zoo	NP	Nat	-

Tabela 1 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Família/Espécie	(continuação)				
	Ni	S.D.	C.S.	Origem	P. R.
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	1	Zoo	P	Nat	X
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2	Zoo	NP	Nat	-
<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez	9	Zoo	-	Nat	-
Malpighiaceae					
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	1	Zoo	P	Nat	-
Melastomataceae					
<i>Miconia flammea</i> Casar.	5	Zoo	P	Nat	-
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	3	Zoo	NP	Nat	--
<i>Miconia pepericarpa</i> (Mart.) DC.	2	Zoo	P	Nat	-
<i>Pleroma ursinum</i> (Cham.) Triana	3	Ane	P	Nat	-
Myrtaceae					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	35	Zoo	NP	Nat	-
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	4	Zoo	NP	Nat	-
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	117	Zoo	NP	Nat	-
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	16	Zoo	NP	Nat	-
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	1	Zoo	P	Nat	-
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	1	Zoo	NP	Nat	-
<i>Psidium guajava</i> L.	1	Zoo	-	Ex/Br	X
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	12	Zoo	-	Ex/Br	X
Peraceae					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	9	Zoo	P	Nat	-
Primulaceae					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	39	Zoo	P	Nat	X
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	18	Zoo	NP	Nat	X
Rosaceae					
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	1	Zoo	-	Ex/Br	X
Rubiaceae					
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	5	Zoo	P	Nat	-
<i>Psychotria</i> sp.	1	Zoo	NP	Nat	-
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	1	Zoo	NP	Nat	-

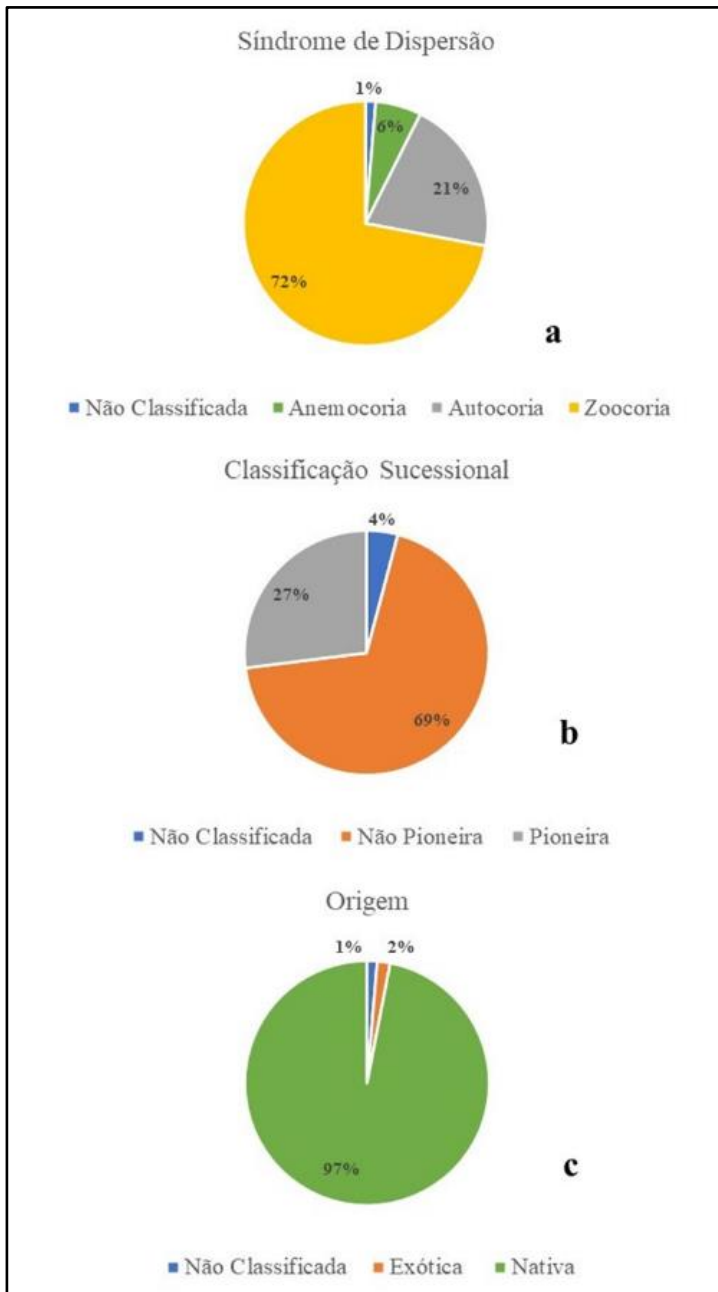
Tabela 1 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Família/Espécie	Ni	S.D.	C.S.	Origem	(conclusão)
					P. R.
Rutaceae					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	17	Zoo	NP	Nat	X
Salicaceae					
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	31	Zoo	NP	Nat	-
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	5	Zoo	P	Nat	-
Sapindaceae					
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	Zoo	NP	Nat	-
Siparunaceae					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	Zoo	NP	Nat	-
Solanaceae					
Solanacea 1	3	-	-	-	-
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	1	Zoo	P	Nat	-
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	Zoo	P	Nat	-
Styracaceae					
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	35	Zoo	NP	Nat	-
Indeterminadas					
Indeterminada 1	2	-	-	-	-
Indeterminada 2	1	-	-	-	-
Indeterminada 3	1	-	-	-	-
Indeterminada 4	1	-	-	-	-
Indeterminada 5	1	-	-	-	-
Indeterminada 6	1	-	-	-	-
Indeterminada 7	1	-	-	-	-
Total	823	-	-	-	-

Fonte: os autores (2024)

Nota: (Ni = Número de indivíduos; S.D. = Síndrome de dispersão - Zoo: espécie dispersa por animais, Ane: espécie dispersa pelo vento e, Aut: espécie dispersa por estratégias da própria planta; C.S. = Classificação sucessional - P: Pioneira, NP: Não Pioneira; Origem - Nat: ocorre naturalmente na região do Alto Rio Grande, Ex/Br: não ocorre naturalmente no Brasil. P. R. = Espécie utilizada no reflorestamento).

Figura 2 – Síndrome de dispersão (a), classificação sucessional (b) e origem (c) dos indivíduos arbustivo-arbóreos regenerantes na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG



Fonte: Autores (2024)

Os parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em regeneração natural são apresentados na Tabela 2. De acordo com os resultados, as cinco espécies com maior valor de importância (VI) foram *Myrcia splendens*, *Tapirira guianensis*, *Anadenanthera colubrina*, *Myrsine coriacea* e *Eremanthus incanus*, que representaram

juntas 47,5 % de todos os indivíduos inventariados na área de estudo. As espécies com maior frequência, ou seja, melhor distribuídas pela área em recuperação, foram *M. splendens*, *Annona dolabripetala*, *Senna macranthera*, *T. guianensis* e *M. coriacea*.

A densidade encontrada foi de 43.315,88 plantas/ha, onde as principais espécies que contribuíram para tal resultado, como se observa na Tabela 2, foram *A. colubrina* (15,19 %), *M. splendens* (14,22 %), *T. guianensis* (11,18 %), *A. dolabripetala* (5,59 %) e *M. coriacea* (4,74 %). A biomassa de regenerantes, que foi medida indiretamente pela área basal, foi influenciada também por espécies que não foram as mais abundantes, mas que apresentaram dominância relativa considerável, como *E. incanus*, *M. coriacea* e *Styrax ferrugineus* (Tabela 2). O valor índice de diversidade de Shannon (H') encontrado foi de 3,161 e da equabilidade de Pielou (J') foi de 0,754.

Tabela 2 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Espécie	(continua)			
	FR	DR	DoR	VI
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	6,25	14,22	14,55	35,02
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	5,21	11,18	16,91	33,30
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	2,43	15,19	6,58	24,20
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	4,51	4,74	9,60	18,86
<i>Eremanthus incanus</i> (Less.) Less.	2,08	2,19	11,75	16,02
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	5,56	5,59	4,66	15,80
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	4,17	4,25	5,83	14,25
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	5,56	4,25	3,43	13,24
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	4,51	3,77	2,73	11,01
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	3,47	4,25	2,78	10,51
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	3,13	2,19	1,24	6,55
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	3,13	1,09	2,30	6,52
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	3,82	1,94	0,54	6,30
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	3,13	2,07	0,77	5,96

Tabela 2 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Espécie	(continuação)			
	FR	DR	DoR	VI
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	2,08	2,43	1,09	5,61
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	2,43	1,58	1,27	5,28
<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Sprengel) Vega & Dematteis	2,08	0,85	2,32	5,26
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	2,43	1,22	1,22	4,87
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	2,43	1,09	0,87	4,40
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	2,08	1,34	0,96	4,38
<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez	1,39	1,09	0,78	3,26
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	1,74	0,61	0,89	3,23
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1,39	1,46	0,05	2,89
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1,39	1,09	0,32	2,81
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1,39	0,49	0,72	2,60
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1,39	0,73	0,35	2,46
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	1,04	0,36	0,86	2,27
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1,39	0,61	0,17	2,16
<i>Pleroma ursinum</i> (Cham.) Triana	1,04	0,36	0,60	2,01
<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	1,39	0,49	0,05	1,92
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1,04	0,73	0,08	1,85
<i>Miconia flammea</i> Casar.	0,69	0,61	0,34	1,64
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	0,69	0,36	0,32	1,38
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	0,69	0,24	0,30	1,24
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	0,69	0,36	0,15	1,21
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	0,35	0,12	0,74	1,21
<i>Miconia pepericarpa</i> (Mart.) DC.	0,69	0,24	0,10	1,04
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,69	0,24	0,06	1,00
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	0,69	0,24	0,04	0,97
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	0,69	0,24	0,03	0,97
Indeterminada 2	0,35	0,12	0,40	0,86
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D.Mitch.	0,35	0,12	0,40	0,86

Tabela 2 – Parâmetros fitossociológicos das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Espécie	(conclusão)			
	FR	DR	DoR	VI
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	0,35	0,24	0,18	0,77
Solanaceae 1	0,35	0,36	0,05	0,76
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	0,35	0,36	0,02	0,73
Indeterminada 1	0,35	0,24	0,06	0,65
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	0,35	0,12	0,12	0,59
Indeterminada 7	0,35	0,12	0,08	0,55
Indeterminada 5	0,35	0,12	0,06	0,53
Indeterminada 3	0,35	0,12	0,05	0,51
<i>Solanum granulosoleprosum</i> Dunal	0,35	0,12	0,05	0,51
<i>Vismia brasiliensis</i> Choisy	0,35	0,12	0,03	0,50
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	0,35	0,12	0,03	0,50
Indeterminada 6	0,35	0,12	0,02	0,49
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	0,35	0,12	0,02	0,49
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	0,35	0,12	0,02	0,49
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	0,35	0,12	0,01	0,48
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	0,35	0,12	0,01	0,48
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	0,35	0,12	0,01	0,48
<i>Psidium guajava</i> L.	0,35	0,12	0,01	0,48
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0,35	0,12	0,01	0,48
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	0,35	0,12	0,01	0,47
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	0,35	0,12	0,01	0,47
<i>Psychotria</i> sp.	0,35	0,12	0,01	0,47
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	0,35	0,12	0,00	0,47
Indeterminada 4	0,35	0,12	0,00	0,47
Total	100,00	100,00	100,00	300,00

Fonte: Autores (2024)

Nota: (FR = frequência relativa, DR = densidade relativa, DoR = dominância relativa e VI = valor de importância).

A correlação entre a resistência do solo à penetração em diferentes profundidades e as variáveis da regeneração natural diâmetro ao nível do solo (DAS), altura, densidade de plantas por hectare e área basal é apresentada na Tabela 3. Houve correlação negativa significativa da resistência do solo à penetração, que é uma medida indireta de compactação do solo, na profundidade de 40-60cm, para as variáveis DAS e altura.

Tabela 3 – Índice de Correlação de *Pearson r* entre a resistência do solo à penetração e variáveis da regeneração natural na área degradada reflorestada na região do Alto Rio Grande, MG

Resistência à penetração				
(profundidade - cm)	DAS (cm)	Altura (m)	Densidade (ind.ha⁻¹)	Área Basal (m²)
0-20	-0,144	-0,204	-0,239	-0,356
20-40	-0,190	-0,284	0,098	-0,218
40-60	-0,430*	-0,459*	0,249	-0,133

Fonte: Autores (2024)

Nota: * = Diferença significativa com probabilidade $\leq 5\%$. DAS: diâmetro à altura do solo.

4 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que, após 17 anos do plantio, a comunidade vegetal regenerante é rica e diversificada, assemelhando-se a áreas em bom estado de conservação (Oliveira *et al.*, 2015) e em processos de restauração (Ferreira *et al.*, 2023). Os resultados mostraram que Fabaceae foi a família com maior número de indivíduos e espécies. A predominância de Fabaceae na regeneração natural em áreas degradadas é comum no Cerrado e na Mata Atlântica (Jesus *et al.*, 2016), devido as características da família como a capacidade de fixação biológica de nitrogênio e o estabelecimento de simbiose com bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos em solos degradados (Moura *et al.*, 2020). Entretanto, uma observação interessante é que Myrtaceae apresentou apenas 10 indivíduos a menos, o que é muito positivo, pois, as espécies dessa família apresentam grande importância na

restauração florestal, com seus frutos suculentos e carnosos que são fontes de alimento à fauna silvestre. Muitos animais que se alimentam desses frutos acabam veiculando a dispersão das sementes e favorecendo a sobrevivência e permanência dessas espécies (Staggemeier *et al.*, 2015).

O predomínio de espécies zoocóricas, que representou 72% dos indivíduos levantados, indica que as árvores utilizadas no plantio foram eficientes para atração da fauna, o que é fundamental para o sucesso de projetos de recuperação de áreas degradadas (Fróes *et al.*, 2020), ao contribuírem, por exemplo, com a colonização de espécies alóctones. A zoocoria é predominante em florestas tropicais, com porcentagens superiores à 60% (Carmo; Morellato, 2001), sendo comumente representada em florestas conservadas e áreas em processos de restauração (Ferreira *et al.*, 2018). Com exceção de *A. colubrina*, espécie autocórica mais abundante no levantamento, as espécies zoocóricas *M. splendens* e *T. guianensis* obtiveram a segunda e maior abundância. Essas duas espécies são frequentes em levantamentos de regeneração natural em florestas estacionais semidecíduais (Oliveira *et al.*, 2015), as quais possuem grande importância ecológica, no que tange à alimentação e atração de animais dispersores.

Com relação à classificação sucessional, o fato de 69% dos indivíduos levantados serem classificados como pertencentes a espécies não pioneiras (Figura 2) indica mudanças na composição de espécies e avanço na sucessão florestal. Espécies pioneiras, típicas de estágios sucessionais iniciais, que são abundantes na região como *Cecropia pachystachya* e *Trema micranta*, que inclusive foram utilizadas no plantio, não foram observadas. Após 17 anos de plantio, a área em processo de recuperação apresenta dossel contínuo, e isso tem permitido o estabelecimento de plantas de estágios mais avançados da sucessão, que são tolerantes à sombra.

Apesar de as espécies nativas predominarem no levantamento, foram identificadas três espécies exóticas (*Syzygium cumini*, *Eriobotrya japonica* e *Psidium guajava*), conhecidas popularmente como jambolão, nêspera e goiaba, respectivamente, que juntas totalizaram 2 % do total. Essas espécies foram utilizadas no plantio, mas

somente o jambolão foi contabilizado com abundância expressiva (12 indivíduos) (Tabela 1). O uso de espécies exóticas em consorciação com espécies nativas é permitido pelo Código Florestal Brasileiro em algumas situações para recomposição de Áreas de Preservação Permanente e da Reserva Legal (Brasil, 2012). Contudo, os plantios florestais devem favorecer a regeneração natural de espécies nativas e o uso de espécies com potencial de se tornarem invasoras não é recomendado. Pelo o fato de essas três espécies terem sido encontradas em número reduzido, considera-se que não seriam motivo de preocupação, pois são consideradas exóticas casuais, que eventualmente se reproduzem no ambiente no qual foram introduzidas e não são capazes de manter uma população autônoma em longo prazo (Silva, Ferreira e Gama, 2021). Associado a isso, um estudo florístico de monitoramento de componentes florestais duas décadas após o plantio, na mesma bacia hidrográfica do estudo, revelou que espécies arbóreas exóticas nem sempre são invasoras em áreas sob restauração ecológica, pois a resistência biótica nas comunidades reunidas impede que as árvores exóticas aumentem sua abundância e tornam-se invasoras (Londe *et al.*, 2020).

Os valores de densidade e dos índices de diversidade de Shannon (H') e de equabilidade de Pielou (J') foram comparados com os dados da regeneração natural obtidos utilizando o mesmo critério de inclusão no fragmento florestal mais próximo, localizado a 300 metros de distância. Para a área de estudo na pista de pouso desativada, o H' foi 3,161, o J' foi de 0,754 e a densidade de 43.316 plantas/ha. Para o fragmento, o H' foi 2,822, o J' foi de 0,691 e a densidade 29.590 plantas/ha. Estes resultados são considerados indicadores positivos de recuperação da área, pois todos foram superiores aos do fragmento, que foi considerado o ecossistema de referência, que são ecossistemas naturais próximos e do mesmo tipo fitogeográfico do local em recuperação e são utilizados para verificar a efetividade dos processos de recuperação (Brancaion *et al.*, 2015).

Com relação ao valor de importância das espécies (VI), é importante ser destacado que das cinco espécies com maior valor, três não foram plantadas (Tabela 1), indicando que os diásporos são de origem alóctone, de fragmentos florestais da

região. *Myrcia splendens*, espécie que apresentou o maior VI, possui ampla distribuição, sendo encontrada em todos os estados do Brasil (REFLORA, 2023). Considerando sua ampla distribuição no território brasileiro, a espécie apresenta variações estruturais em resposta aos diferentes ambientes (Amorim *et al.*, 2016), o que explica o seu sucesso na colonização de áreas degradadas, como foi verificado neste estudo. *Tapirira guianensis* é considerada uma espécie nucleadora, de elevado potencial biótico ou pouca limitação de dispersão (Oliveira *et al.*, 2015). Essas duas espécies com os maiores VI possuem grande importância para a conservação e recuperação de áreas degradadas, por produzirem e dispersarem grande quantidade de sementes são fonte de alimento para elevado número de espécies animais, que podem possibilitar a colonização de outras espécies e o avanço sucessional da área. Já *Anadenanthera colubrina* se destacou-se em VI devido sua expressiva abundância, em que foi observada grande quantidade de indivíduos de regenerantes sob a copa de árvores adultas plantadas dessa espécie e ausência em outros locais, conforme é indicado pela alta densidade e frequência relativa (Tabela 2).

A espécie *Myrsine coriacea*, utilizada no plantio, apresentou o quarto maior valor de importância (Tabela 2). Zimmermann (2021) identificou um elevado número espécies de aves que interagem com *Myrsine coriacea* e afirma que o uso e manejo dessa espécie vegetal em projetos de restauração ecológica se mostra como importante e viável estratégia para se reconstruir ambientes degradados. *Eremanthus incanus* foi a quinta espécie em valor de importância, destacando-se principalmente por apresentar alto valor de dominância relativa (Tabela 2), com indivíduos de maior porte, sendo os primeiros a se estabelecerem na área. Segundo Ferreira *et al.* (2014), essa espécie se destaca por possuir grande capacidade de regeneração, rusticidade e baixa exigência edáfica, se desenvolvendo em solos rasos, pouco férteis e em altitudes entre 700 e 1800 m, onde outra cultura, agrícola ou florestal, dificilmente teria sucesso. Ferreira *et al.* (2016) verificaram que *E. incanus* foi a planta regenerante que mais se desenvolveu em área de exploração de cascalho no mesmo município. Portanto, essa

espécie possui alto potencial para a recuperação de áreas degradadas com substratos compactados e pobres em nutrientes.

Apesar de todas as camadas do solo, de forma geral, afetarem negativamente a estrutura da comunidade regenerante, os resultados deste estudo mostraram que as camadas compactadas mais profundas (40-60 cm) tiveram efeitos negativos significativos no diâmetro à altura do solo e a altura dos indivíduos. Esse resultado provavelmente deve-se ao fato de que o preparo do solo pode ter descompactado o solo apenas superficialmente. Mesmo a subsolagem a 60 cm de profundidade parece não ter sido totalmente eficiente, pois a mesma foi realizada apenas nas linhas de plantio das mudas no reflorestamento. Desta forma, apesar da área apresentar uma recuperação satisfatória, há uma influência negativa das características limitantes do substrato. Constata-se que há uma clara tendência de redução do DAS e da altura com o aumento da compactação do solo avaliada via resistência do solo à penetração na profundidade de 40-60cm. O efeito negativo da compactação sobre o crescimento de espécies florestais em plantios e em regeneração natural já foi constatado por diversos autores (Ferreira *et al.*, 2023; Rocha *et al.*, 2015), onde a massa de raiz e da parte aérea decresce à medida que se aumenta o grau de compactação (Rodrigues *et al.*, 2022; Spliethoff *et al.*, 2020). Deste modo, a resposta dessas variáveis biométricas indica que, provavelmente, a existência de camadas compactadas são as principais responsáveis por esta variação de crescimento da regeneração natural.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regeneração natural apresenta satisfatório desenvolvimento e diversidade, com predominância de espécies não pioneiras, indicando que a sucessão florestal ocorre naturalmente. O diâmetro e a altura das plantas arbustivo-arbóreas regenerantes foram influenciados negativamente pela compactação do solo em camadas abaixo de 40 cm de profundidade. Por se destacarem na regeneração natural, as espécies *M. splendens*, *T. guianensis*, *A. colubrina*, *M. coriacea* e *E. incanus* podem ser

recomendadas para plantios em áreas degradadas pela compactação do solo. Como a presença de camadas restritivas ao desenvolvimento radicular reduziu o crescimento das plantas, recomenda-se a subsolagem profunda cruzada em duas direções perpendiculares, em áreas degradadas por corte ou aterro do solo e, não apenas na linha de plantio, como realizado no local de estudo.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. W.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Plasticidade morfológica de *Myrcia splendens* (SW) CD. (Myrtaceae) ocorrente em Mata Atlântica e Cerrado. **Iheringia, Série Botânica**, [S. l.], v. 71, n. 3, p. 261-268, 2016.
- BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017.
- BRANCALION, P. H. S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina e Textos, 2015.
- BRASIL. **Decreto Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 10 abr. 2023.
- CAMPOS, W. H.; MARTINS, S. V. Estrato de regeneração natural como indicador do processo de restauração em área de compensação ambiental pela mineração de calcário, município de barroso, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, p. 189-196, 2016.
- CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. *In*: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 125-141.
- CARVALHO, J. C. B. D.; ESPINDOLA, C. R.; ALVES, M. C.; FIGUEIREDO, G. C.; DECHEN, S. C. F. Recuperação de um latossolo degradado pela implantação de uma usina hidrelétrica. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1776-1785, 2015.
- CAVA, M. G. D. B. **Trajatórias sucessionais e fatores condicionantes da regeneração natural do cerrado em pastagens abandonadas**. 2019. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2019.

FERREIRA, G. W. D.; FERRAZ FILHO, A. C.; PINTO, A. L. R.; SCOLFORO, J. R. S. Influência do desbaste na forma do fuste de povoamentos naturais de *Eremanthus incanus* (Less.) Less. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1707-1720, 2014.

FERREIRA, W. C.; MACHADO, D. L.; GUILHERME, F. A. G.; BOTELHO, S. A. Regeneração natural em área de exploração de cascalho após 16 anos de reflorestamento. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 47, 2023.

FERREIRA, W. C.; MACHADO, L. S.; FREITAS, D. V.; CORRÊA, R. S.; GUILHERME, F. A. G. Regeneração natural em uma área de nascente em recuperação no Parque Ecológico Diacuí, Goiás. **Global Science & Technology**, Rio Verde, v. 11, n. 3, 2018.

FERREIRA, W.C.; FREITAS, D. V.; DIAS, D. P.; BOTELHO, S. A. Crescimento de espécies arbóreas plantadas em área de exploração de cascalho em usina hidrelétrica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 24, 2016.

FRÓES, C. Q.; COSTA, P. F. D.; FERNANDES, S. S. L.; SILVA, A. P. V. D.; JESUS, R. M. D.; PEREIRA, Z. V. Chuva de sementes como indicador ambiental de áreas em processo de restauração ecológica do Mato Grosso do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, p. 1032-1047, 2020.

GIAROLA, N. F. B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos (MG)**. 1994. 226p. (Dissertação de Mestrado), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

JESUS, E. N. D.; SANTOS, T. S. D.; RIBEIRO, G. T.; ORGE, M. D. R.; AMORIM, V. O.; BATISTA, R. C. R. C. Regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, p. 191-200, 2016.

JOURGHOLAMI, M.; GHASSEMI, T.; LABELLE, E. R. Soil physio-chemical and biological indicators to evaluate the restoration of compacted soil following reforestation. **Ecological indicators**, New York, v. 101, p. 102-110, 2019.

LAGE, M. R. **Caracterização de áreas degradadas pela extração de cascalho: substrato, estrutura horizontal e florística da regeneração natural**. 2016. 87 p. (Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

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**, [S. l.] v. 192, n. 10, p. 618, 2020.

MAGURRAN, A. E. **Diversidad ecologica y su medición**. Espanha: Ediciones Vedra, 1988.

MARGUTTI, A.; ISLA, C.; CARDOSO, W. S. Análise da estrutura formal dos Programas de Recuperação de Áreas Degradadas de seis usinas hidrelétricas na Amazônia Brasileira sob a ótica da restauração ecológica. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 52448-52457, 2021.

MELLO, C. R.; NORTON, L. D.; CURI, N.; YANAGI, S. N. M. Sea surface temperature (SST) and rainfall erosivity in the Upper Grande River Basin, Southeast Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, p. 53-59, 2012.

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; BESKOW, S. Vazões máximas e mínimas para bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 494-502, 2010.

MIOTO, L. S.; ARAÚJO, M. A.; SERON, C. C.; LAVANHOLI, R.; BATISTA, M. A.; USHIWATA, S. Y. Resistência mecânica do solo à penetração avaliada em área de segundo ano de implantação da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 4601-4620, 2020.

MOURA, E. G.; CARVALHO, C. S.; BUCHER, C. P. C.; SOUZA, J. L. B.; AGUIAR, A. C. F.; FERRAZ JUNIOR, A. S. L.; BUCHER, C. A.; COELHO, K. P. Diversity of Rhizobia and importance of their interactions with legume trees for feasibility and sustainability of the tropical agrosystems. **Diversity**, [S. l.] v. 12, n. 5, p. 206, 2020.

OLIVEIRA, L. C. S.; GUIMARÃES, J. C. O.; SOUZA, I. C. S.; LIMA, C. M.; FERREIRA, W. C. Levantamento florístico e fitossociológico da regeneração natural de uma mata de galeria localizada no município de Jataí-GO. **Global Science & Technology**, Rio Verde, v. 8, n. 3, 2015.

OLIVEIRA, M. A. M. D.; OLIVEIRA, A. C. D.; ROSSI, L.; CATHARINO, E. L. M.; GOMES, E. P. C.; SANTOS, N. A. D. Dinâmica da regeneração natural em uma floresta baixa de restinga degradada. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, p. 759-774, 2015.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais**: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: Editora UFLA, 2006.

REFLORA. **Plantas do Brasil**: resgate histórico e herbário virtual para o conhecimento e conservação da flora brasileira. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ROCHA, J. H. T.; SANTOS, A. J. M.; DIOGO, F. A.; BACKES, C.; MELO, A. G. C. D.; BORELLI, K.; GODINHO, T. D. O. Reflorestamento e recuperação de atributos químicos e físicos do solo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, p. 299-306, 2015.

RODRIGUES, H. V.; SANTOS, R. F.; LEWANDOSKI, C. F.; VILLA, B.; TOKURA, L. K.; SIQUEIRA, J. A. C. Desenvolvimento inicial da cultura do eucalipto submetido a diferentes níveis de compactação do solo com regime de stress hídrico. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, 2022.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELO, J. M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. *In*: Scolforo, J. R. S., (Orgs). **Manejo florestal**. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 1998. p. 189-246.

SILVA, D. L.; FERREIRA, R. A.; GAMA, D. C. *Bambusa vulgaris* e outras espécies exóticas no Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, Sergipe: uma preocupação com invasão biológica. **Revista Nordestina de Biologia**, [S. l.], v. 29, n. 1, 2021.

SILVA, K. D. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; LOPES, A. T. Estoque de serapilheira em uma floresta em processo de restauração após mineração de bauxita. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, p. 853-861, 2018.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: UFV. 2013.

SPLIETHOFF, J.; POTT, C. A.; RAMPIM, L.; WATZLAWICK, L. F.; JADOSKI, S. O. Limites de compactação do solo para *Ilex paraguariensis*. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. e23953101-e23953101, 2020.

STAGGEMEIER, V. G.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; ZIPPARRO, V. B.; GRESSLER, E.; CASTRO, E. R.; MAZINE, F.; COSTA, I. R.; LUCAS, E.; MORELLATO, L. P. C. Clade-specific responses regulate phenological patterns in Neotropical Myrtaceae. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 476-490, 2015.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto**: modelo IAA/PLANALSUCAR/STOLF. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim Técnico, 1), 1983.

VELOZO, H. P. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Manuais técnicos em geociências).

ZIMMERMANN, C. E. Frugivoria por aves em *Myrsine coriacea* [(SW.) R. BR. ex ROEM. & SCHULT.] (Primulaceae) e seu uso potencial em projetos de restauração. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 33-42, 2021.

Contribuições de autoria

1 – Wendy Carniello Ferreira

Universidade Federal de Jataí, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-0068-5084> • wendy@ufj.edu.br

Contribuição: realização das atividades de campo, escrita científica, análises dos dados, correção final.

2 – Deivid Lopes Machado

Universidade Federal de Jataí, Engenheiro Florestal, Doutor em Ciência Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-0567-4288> • deivid.machado@ufj.edu.br

Contribuição: escrita científica, análises dos dados, correção final.

3 – Frederico Augusto Guimarães Guilherme

Biólogo, Doutor em Ciências Biológicas

<https://orcid.org/0000-0002-5623-4127> • fredericoagg@ufj.edu.br

Contribuição: escrita científica, análises dos dados, correção final.

4 – Soraya Alvarenga Botelho

Universidade Federal de Lavras, Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0003-4178-465X> • sbotelho@ufla.br

Contribuição: orientação, escrita científica, análises dos dados, correção final.

Como citar este artigo

FERREIRA, W. C.; MACHADO, D. L.; GUILHERME, F. A. G.; BOTELHO, S. A. Influência da compactação do solo na regeneração natural em uma pista de pouso desativada em processo de recuperação.

Revista Ecologia e Nutrição Florestal, Santa Maria, v. 12, e85578, 2024. DOI 10.5902/2316980X85578. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2316980X85578>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.