



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Ecofisiologia Vegetal



Pressão seletiva de pastejo e o sucesso da restauração de matas ciliares sobre o rejeito da barragem do Fundão

Ana Clara Salgado Melo

Orientadora: Alessandra Rodrigues Kozovits,
Co-orientador: Bruno Nogueira Rego

Ouro Preto

2023



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Ecofisiologia Vegetal



Ana Clara Salgado Melo

Pressão seletiva de pastejo e o sucesso da restauração de matas ciliares sobre o rejeito da barragem do Fundão

Monografia apresentada ao
Departamento de Biodiversidade,
Evolução e Meio Ambiente da
Universidade Federal de Ouro Preto
como pré- requisito para
obtenção do título de bacharela
em Ciências Biológicas
Orientadora: Alessandra Kozovits
Nota: 7.5

Ouro Preto

2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M528p Melo, Ana Clara Salgado.

Pressão seletiva de pastejo e o sucesso da restauração de matas ciliares sobre o rejeito da barragem do Fundão. [manuscrito] / Ana Clara Salgado Melo. - 2023.

31 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Kozovits.

Coorientador: Me. Bruno Rego.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Mortalidade. 2. Herbivoria. 3. Gado. I. Kozovits, Alessandra. II. Rego, Bruno. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 502.75

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Clara Salgado Melo

Pressão de pastejo e o sucesso da restauração de matas ciliares sobre o rejeito da barragem do Fundão

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 27 de setembro de 2023

Membros da banca

Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits – Presidente da banca - Universidade Federal de Ouro Preto

Dra. Maria Cristina Teixeira Braga Messias - Universidade Federal de Ouro Preto

Dr. Cristiano Schetini de Azevedo - Universidade Federal de Ouro Preto

Alessandra Rodrigues Kozovits, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 27/09/2023



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Rodrigues Kozovits, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/09/2023, às 09:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0584226** e o código CRC **1CC872F8**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino gratuito e de qualidade. Além disso, meu laboratório de Ecofisiologia vegetal e a professora Alessandra Kozovits que me acolheram com tanto carinho. Obrigada à CNPQ pela ajuda financeira durante o desenvolvimento desse projeto. Obrigada Renova pela oportunidade, ao Bruno e ao Fernando.

RESUMO

As matas ciliares ou florestas ripárias, são consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com o Código Florestal Brasileiro, Lei Nº 4.771/65. Para cumprimento das leis ambientais, o Brasil deve restaurar até 2038 mais de 5 milhões de hectares de florestas ripárias somente nos domínios da Mata Atlântica. Em Minas Gerais, a demanda é 0,7Mha, o que inclui as extensas áreas que foram atingidas pelo rompimento das barragens, de Brumadinho em 2019 e Fundão em 2015 o foco deste trabalho. Afetadas pelo rejeito de minério de ferro, a restauração dessas APP's sobre este tecnossolo tem se demonstrado uma tarefa bastante complexa, muitas vezes, de baixo sucesso e alto custo. Dentre vários fatores, a tradição regional de permitir o forrageio de rebanhos de bovinos e equinos nessas áreas, reduz o crescimento e a sobrevivência das mudas plantadas ou de regenerantes naturais, principalmente em função do pisoteio e herbivoria. Para avaliar o impacto dos animais de criação nas mudas plantadas, foi realizado estudo de comportamento dos rebanhos e, verificou-se a ocorrência ou não de preferência alimentar, ou seja, de pressão seletiva de pastejo sobre algumas espécies. O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira houve uma falha no plantio em função da empresa contratada para tal, por isso realizamos a segunda etapa, que foi realizada em duas localidades. As áreas utilizadas para estudo se chamam UTs, uma chamada de B11, que é uma propriedade de pessoa jurídica no município de Bento Rodrigues, Mariana/MG onde há muita presença de gado, e a outra chamada de D018, localizada no município de Paracatu de Baixo, uma propriedade particular, na qual a frequência da entrada de gado é bem menor. Dessa forma, foram avaliados através de drones e monitoramentos frequentes os danos provocados pelos rebanhos, a mortalidade das mudas e o desenvolvimento das mesmas. Foi observado que a área com entrada de gado (B11) apresentou mais danos à vegetação do que a área sem entrada de gado (D018). Maiores valores de mortalidade foram encontrados nas mudas de 0,35 m em ambas etapas do estudo. Danos mais intensos foram observados em mudas de 0,35 m de Canafístula e Orelha-de-negro, e em mudas de 1,0 m de Aroeira e Pata-de-vaca no experimento 2. Em B11, danos por formigas foram menos frequentes que os causados pelo gado, exceto em mudas de 1,0 m de Orelha-de-negro. Já na D018, apresentou geralmente mais mudas afetadas por formigas do que pelo gado, com exceção de Orelha-de-negro e Pata-de-vaca (0,35 m). De maneira geral, a mortalidade aumentou de maio a julho na B11, à exceção das mudas de 0,35 m de Pata-de-vaca. Tendência de aumento de mortalidade ao longo do tempo também foi observada nessa espécie e na Orelha-de-negro em D018, comportamento oposto ao encontrado na Aroeira e na Canafístula

nessa área. Além dos impactos do pastejo por gado, o estabelecimento da estação seca pareceu exercer efeito sobre a mortalidade, crescimento e rebrotas basais. O avanço da estação seca reduziu o crescimento da parte aérea em todas as espécies e tamanhos de muda, exceto pelas mudas grandes (1,0 m) de *Canafístula* em B11. Nessa propriedade foram registrados os maiores números de indivíduos com rebrotas basais. Na D018 não foram observadas rebrotas basais em *Canafístula* e em Orelha-de-negro. Em todos os casos, o número foi maior em julho. O sucesso da restauração envolve gestão do solo, escolha de espécies adequadas, monitorização contínua e engajamento da comunidade.

Palavras chaves: mudas, pastejo, mortalidade, pressão seletiva e gado

ABSTRACT

Riparian forests are considered Permanent Preservation Areas (APP), in accordance with the Brazilian Forest Code, Law No. 4,771/65. To comply with environmental laws, Brazil must restore by 2038 more than 5 million hectares of riparian forests in the Atlantic Forest domains alone. In Minas Gerais, the demand is 0.7Mha, which includes the extensive areas that were affected by the dam collapse, Brumadinho in 2019 and Fundão in 2015, the focus of this work. Affected by iron ore waste, the restoration of these APPs on this technosol has proven to be a very complex task, often with low success and high cost. Among several factors, the regional tradition of allowing herds of cattle and horses to forage in these areas reduces the growth and survival of planted seedlings or natural regenerants, mainly due to trampling and herbivory. To evaluate the impact of farm animals on planted seedlings, a herd behavior study was carried out and the occurrence or not of food preference, that is, selective grazing pressure on some species, was verified. The study was carried out in two stages, the first there was a failure in planting due to the company hired to do so, so we carried out the second stage, which was carried out in two locations. The areas used for study are called UTs, one called B11, which is a property of a legal entity in the municipality of Bento Rodrigues, Mariana/MG where there is a lot of cattle, and the other called D018, located in the municipality of Paracatu de Baixo, a private property, where the frequency of cattle entry is much lower. In this way, the damage caused by livestock, the mortality of seedlings and their development were assessed using drones and frequent monitoring. It was observed that the area with livestock entry (B11) presented more damage to vegetation than the area without livestock entry (D018). Higher mortality values were found in 0.35 m seedlings in both stages of the study. More intense damage was observed in 0.35 m seedlings of Canafistula and Orelha-de-negro, and in 1.0 m seedlings of Aroeira and Pata-de-vaca in experiment 2. In B11, damage by ants was less frequent than those caused by cattle, except in 1.0 m seedlings of Black-eared. In D018, there were generally more seedlings affected by ants than by cattle, with the exception of Orelha-de-black and Pata-de-vaca (0.35 m). In general, mortality increased from May to July in B11, with the exception of 0.35 m Pata-de-vaca seedlings. An increasing trend in mortality over time was also observed in this species and in Orelha-de-negro in D018, a behavior opposite to that found in Aroeira and

Canafistula in this area. In addition to the impacts of cattle grazing, the establishment of the dry season appeared to have an effect on mortality, growth and basal regrowth. The advance of the dry season reduced shoot growth in all species and seedling sizes, except for the large seedlings (1.0 m) of Canafistula in B11. The highest numbers of individuals with basal regrowth were recorded on this property. In D018, no basal regrowth was observed in Canafistula and Orelha-de-negro. In all cases, the number was higher in July. Successful restoration involves soil management, choosing suitable species, continuous monitoring and community engagement.

Key words: seedlings, grazing, mortality, selective pressure and livestock

INTRODUÇÃO

No último século, extensas áreas de preservação permanentes (APPs) na bacia do rio Doce que deveriam se apresentar cobertas por ecossistema ciliar nativo, em geral, de feições estacionais à ombrófilas de Floresta Atlântica, foram substituídas por pastagens de gramíneas exóticas (Cheung et al. 2009) Estudos recentes com imagens de satélite com alta resolução estimaram que cerca de 5,2 Mha de matas ciliares nos domínios desse domínio vegetacional devem ser restaurados até de 2038 pelos proprietários de terras para cumprimento da legislação brasileira (Rezende et al. 2018, Brancalion et al. 2016). Somente em Minas Gerais, a área a ser obrigatoriamente restaurada é de 0,7Mha até 2038 (Soares-Filho et al. 2016).

Esses números revelam o imenso desafio logístico, tecnológico e financeiro para o poder público, proprietários e setores associados à recuperação de áreas degradadas no estado (Nunes et al. 2017). Este desafio tornou-se ainda mais complexo em função do rompimento da barragem de Fundão da mineradora SAMARCO, que se entende hoje como o maior desastre socioambiental do país no setor de mineração. Cerca de 45 milhões de metros cúbicos de rejeitos foram lançados no meio ambiente e poluentes ultrapassaram a barragem de Santarém, percorrendo 55 km no rio Gualaxo do Norte até o rio do Carmo, e outros 22 km até o rio Doce (IBAMA 2016). A onda de rejeitos, composta principalmente por óxido de ferro e sílica, soterrou o subdistrito de Bento Rodrigues e deixou um rastro de destruição de matas ciliares, rios, propriedades rurais, quintais urbanos e edificações até o litoral do Espírito Santo, percorrendo 663,2 km de cursos d'água. A reconstituição dessas formações florestais atingidas visa restabelecer importantes serviços ecossistêmicos como o controle de erosão, estabilização das margens dos rios, sombreamento dos córregos e fornecimento de matéria orgânica para a biota dos rios e corredores para fauna silvestre, contribuindo para dinâmica dos ciclos biogeoquímicos, sequestro de carbono e mitigação das mudanças climáticas conforme diversos estudos citados por Guidotti et al. (2018). Além disso, a revegetação das zonas ripárias constituiu-se como obrigação legal estipulada pelo código florestal, lei 12.651 do dia 25 de maio de 2012 (EMBRAPA 2016)

Para reparar o impacto nas zonas ripárias decorrente do rompimento da barragem de Fundão foram estabelecidas três fases de recuperação, sendo a primeira destinada a estabelecer cobertura vegetal emergencial com gramíneas e leguminosas, a segunda com execução de drenagem e bioengenharia e a terceira, finalmente, com a restauração florestal ripária, com base na aplicação das definições do novo código florestal (Fundação Renova, 2018). De maneira geral, as duas

primeiras fases foram consideradas bem sucedidas, porém, a terceira fase vem se mostrando bem menos trivial. As novas condições físicas, químicas e biológicas do tecnosolo resultante (Schaefer et al. 2016), cujos comportamentos e dinâmicas são apenas superficialmente conhecidos, somadas às relações muitas vezes conflituosas com os proprietários de terras, à complexa logística de plantio e manutenção de mudas de espécies arbóreas nativas da Floresta Atlântica e ao controle de diferentes herbívoros ao longo de toda a bacia, contribuem em proporções ainda não conhecidas para os diferentes graus de insucesso do estabelecimento de plantas nativas ripárias. De fato, as taxas de sobrevivência de mudas de espécies nativas das zonas ripárias em algumas regiões afetadas estão bastante aquém daquelas observadas em outros locais (em preparação, dados não publicados). A alta mortalidade das mudas exige inúmeros plantios subsequentes para reposição da densidade e manutenção da riqueza mínima de espécies, o que gera expressivo aumento dos custos do projeto de restauração por hectare (Inhamuns et al. 2021, Nunes et al. 2017)

Dentre os inúmeros fatores, a presença de animais de criação nas áreas afetadas, como bovinos, equinos, além de animais selvagens como aves e artrópodes, representa óbvia ameaça ao processo de restauração florestal em consequência do pisoteio e compactação nas áreas, consumo ou quebra de partes aéreas ou arranquio de toda a muda (Gomes et al. 2017, Costa, 2013). Estes animais comprometem ainda o banco natural de plântulas, reduzindo ou selecionando o recrutamento de espécies em áreas por regeneração natural (Caldeira 2012). De fato, o impacto da predação das mudas em áreas em processo de recuperação de áreas degradadas é amplamente documentado, sendo o cercamento da área ou a proteção das mudas via diferentes mecanismos, práticas fortemente recomendadas (Calle 2019, Etchebarne et al. 2015, Sweeney 2004). Por outro lado, sabe-se que a predação realizada por manadas de herbívoros silvestres ou rebanhos de produção pastoril pode não atuar de maneira homogênea sobre todas as espécies vegetais em ambiente natural ou de mudas plantadas em áreas degradadas (Inhamuns et al. 2021, Fortuny et al. 2020, Smit et al. 2006). Isso poderia explicar, pelo menos em parte, as altas taxas de mortalidade de mudas de determinadas espécies lenhosas plantadas nas zonas ripárias afetadas pelo rejeito da barragem de Fundão. A pressão seletiva de pastejo é um importante agente estruturante da comunidade vegetal, afetando o funcionamento dos ecossistemas mais abertos e, a depender da sua intensidade e de características da área a ser restaurada, a presença do gado pode inclusive, ser benéfica (Durigan et al. 2022).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a ocorrência ou não de preferência alimentar (pressão seletiva de pastejo) por parte de rebanhos comuns nas áreas em restauração sobre rejeito da barragem de Fundão, além de sua preferência por alguma espécie ou tamanho de muda. Os resultados podem auxiliar na tomada de decisões por parte dos responsáveis pelo planejamento e execução dos plantios para restauração, no sentido de aumentar o sucesso e reduzir os custos dos empreendimentos de restauração.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Este experimento foi dividido em duas etapas de plantios de mudas de espécies arbóreas nativas das zonas ripárias locais e observação dos impactos da herbivoria nas áreas destinadas à compensação ambiental. A primeira ocorreu em Bento Rodrigues, subdistrito de Santa Rita Durão, pertencente ao município de Mariana em Minas Gerais, na propriedade B11 (classificação interna da RENOVA, coordenadas são 23k 666121 E/ 7761422 N, Figura 1), banhada pelo Rio Gualaxo do Norte. Na segunda etapa, um novo plantio de mudas foi realizado na mesma propriedade, mas também na propriedade D018 (171320 S/ 455229 W, figura 2) localizada no município de Paracatu de Baixo, a 35 quilômetros de Mariana. Paracatu é subdistrito da cidade de Monsenhor Horta. Em ambas as propriedades observa-se a predominância de atividades agropastoris de subsistência (RENOVA,2016), mas diferentes frequências de animais de criação transitando e pastando pelas áreas de APP. O padrão de desenvolvimento das formações florestais das APPs em resposta aos plantios anteriores foi considerado inadequado, com baixa densidade de indivíduos arbóreos, muitas falhas de preenchimento em ambas as propriedades



Figura 1: Imagem da área de estudo da propriedade B11 às margens do rio Gualaxo do Norte. Imagens feitas via drone por Fernando Gomes (RENOVA, 2023)



Figura 2: Imagem da área de estudo da propriedade D018 às margens do rio Gualaxo do Norte. Imagens feitas via drone por Fernando Gomes.

Desenho experimental I

Na primeira etapa, em setembro de 2022, foram plantadas 90 mudas de espécies florestais na propriedade B11 (Tabela 1). Foram escolhidas espécies nativas da região que já se encontravam ali anteriormente, como Pau-cigarra (*Senna multijuga*), Orelha-de-negro ou Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), Ingá-feijão (*Inga marginata*), Ingá-branco (*Inga laurina*), Ingá-banana (*Inga edulis*), Monjoleiro (*Senegalia polyphylla*), Caviúna (*Machaerium scleroxylon*), Vinhático (*Persea indica*) e Canafístula (*Peltophorum dubium*). Foram selecionados também variados tamanhos de mudas para se avaliar a preferência dos animais por determinadas espécies e tamanhos, 0,35 m; 0,5 m; 1 m e 1,5 m (Tabela 1). Houve uma falha no plantio, em função da empresa contratada para tal, resultou em número desigual de mudas de cada tamanho e espécie. Além disso, após algumas semanas do plantio, algumas mudas já haviam morrido sem que tivessem sido devidamente identificadas pela empresa. Dessa forma, 21 mudas não puderam ser avaliadas, e a análise estatística da pressão seletiva de pastejo em função da espécie e do tamanho da muda não pode ser feita. Mesmo assim, a sobrevivência das mudas restantes foi avaliada a cada 15 dias por seis meses.

Tabela 1: Total de mudas de diferentes tamanhos (0,35 a 1,5 m de altura) de espécies arbóreas nativas plantadas na propriedade B11 em Bento Rodrigues na primeira etapa do experimento. 21 das mudas não foram identificadas antes de sua morte.

NOME POPULAR	Nº IND TOTAL	Nº 0,35 M	Nº 0,5 M	Nº 1,0 M	Nº 1,5 M
Canafistula	2	2	0	0	0
Caviuna	9	0	0	5	4
Ingá- banana	6	4	1	0	1
Ingá- branco	7	4	0	2	1
Ingá- feijão	9	4	0	0	5
Monjoleiro	13	3	0	5	5
Pau Cigarra	11	0	0	5	6
Tamboril	6	6	0	0	0
Vinhático	6	2	0	2	2
TOTAL	69	-	-	-	-
desconhecidas	21	-	-	-	-

Desenho experimental II

Na segunda etapa do estudo, o plantio foi realizado em março de 2023. Optou-se por reduzir o número de espécies e de tamanhos das mudas com a finalidade de garantir a identificação e número mínimo de repetições por espécie e tamanho. Além da propriedade B11, o plantio foi realizado também em outra propriedade de mata ciliar, a D018, em Paracatu de Baixo. Nessa propriedade foi verificada menor presença de gado que em B11. Foram plantadas 100 mudas em cada área, totalizando 200 mudas. As espécies escolhidas foram a Canafístula (*Peltophorum dubium*), Orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*), Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) e Aroeira (*Astronium fraxinifolium*), dos seguintes tamanhos 0,35 cm e 1,0 cm (Tabela 2).

Tabela 2: Número de mudas de dois tamanhos das espécies nativas plantadas nas propriedades B11 e D018.

LOCAL	BENTO RODRIGUES	B11	PARACATU DE BAIXO	D018
ESPÉCIE/ TAMANHO	<u>0,35 M</u>	<u>1,0 M</u>	<u>0,35 M</u>	<u>1,0 M</u>
Canafistula	14	12	12	11
Orelha de Negro	12	13	11	15
Pata de Vaca	13	12	13	12
Aroeira	11	13	13	13
TOTAL	50	50	49	51

Coleta de dados

Para verificar o impacto dos animais de criação (bovinos e equinos) sobre as mudas plantadas, foram realizados monitoramentos semanais ou quinzenais nas duas propriedades, visando o comportamento do rebanho e o estado das mudas. As seguintes informações foram anotadas ao longo do período de observação:

Animal pastando gramíneas, animal cheirando a muda plantada, animal predando parte aérea da muda, animal caminhando perto de muda plantada, animal arrancando a muda do solo, usando a muda para se coçar, ou outro tipo de comportamento, com o auxílio de drones que sobrevoaram durante 10 minutos nos dias de monitoramento e análises em cada uma das mudas. O método de coleta de dados comportamentais foi o Ad Libitum. Ao final de cada período de observação, as mudas relacionadas a cada comportamento foram identificadas com fitas plásticas numeradas e anotadas, a fita rosa se colocou nas mudas que sofreram herbivoria, as amarelas se houvesse presença de outros danos causados por outros herbívoros (formiga) além do gado e a fita azul significou mudas já muito afetadas ou mortas..

Censos de mortalidade, presença de gado equino e bovino nas áreas, danos causados pelo gado às mudas plantadas, assim como respostas de rebrota e crescimento foram realizados Os dados relativos aos tipos de danos sofridos pelas mudas, como gema apical afetada, galhos quebrados, pisoteamento, entre outros, que foram medidos através da observação e registros em cada uma das mudas. Qualquer emissão de novos ramos na parte aérea foi considerada como crescimento.

A coleta de dados de presença do gado em cada propriedade foi realizada através da utilização de drones, para que fosse possível observar toda a propriedade e seus arredores. Durante as inspeções foi construída uma tabela para registrar se foi encontrado algum animal e de qual espécie, além da descrição do clima e o horário que foi feita a inspeção (Tabela 3).

Tabela 3: Exemplo do relatório de inspeção que descreve a presença de animais e características observadas durante o campo como clima e horário de início e término do monitoramento.

Nº	DATA	QUANTIDADE DE ANIMAIS DURANTE A INSPEÇÃO	Espécie dos Animais	ÁREA	Descrição
1	4/13/2023	0	N/A	D018	Clima: Nublado Início da Inspeção: 08:54 08:54 - Sem presença de animais na área 09:05 - Experimento de irrigação da APP acontecendo na Unidade de trabalho anterior ao experimento, sem relação com o 09:10 - Não identificada a presença de animais nem fatos relevantes ao longo da avaliação do experimento. 09:15 - Fim da Inspeção
2	5/24/2023	0	N/A	D018	Clima: Ensolarado Início da Inspeção: 13:45 13:55 - Nenhum animal dentro ou próximo ao local do experimento. 14:30 - Identificada diversas feses de bovinos e capivaras próximo ao experimento. 15:35 - Fim da Inspeção.
3	8/18/2022	0	N/A	B11	Clima: Ensolarado Início da Inspeção: 08:54 09:50 Sem animais na área de plantio 10:12 Mudanças com sinais de herbivoria 10:23 Mudanças com sinais de pisoteamento 10:30 sem animais na área de plantio 10:35 - Fim da Inspeção
4	8/18/2022	2	Bovinos	B11	Clima: Ensolarado Início da Inspeção: 09:12 09:12 Atividades de manutenção sendo desenvolvida na Unidade de Trabalho (UT) 09:50 Sem animais na área de plantio 10:23 Mudanças com sinais de pisoteamento 10:30 sem animais na área de plantio 10:35 - Fim da Inspeção
5	6/22/2023	0	N/A	D018	Clima: Nublado Início da Inspeção: 10:12 10:50 Sem animais na área de plantio 11:23 Mudanças com sinais de pisoteamento 11:30 sem animais na área de plantio 11:35 - Fim da Inspeção
6	7/6/2023	3	Bovinos	B11	Clima: Ensolarado Início da Inspeção: 10:01 10:50 Animais dentro da unidade de trabalho 11:23 Mudanças com sinais de pisoteamento 11:30 sem animais na área de plantio 11:35 - Fim da Inspeção

Cedido por Fernando Gomes (RENOVA, 2023)

Análises estatísticas

Estatística descritiva foi usada para apresentar os resultados em figuras e tabelas. A preferência alimentar foi determinada pela porcentagem de danos, inclusive morte, causados por espécie e tamanho de muda plantada em relação ao total de mudas plantadas nas áreas de estudo. Os danos foram separados por agente (formigas e gado). Respostas de crescimento da parte aérea e o aparecimento de rebrotas basais também foram apresentados separadamente.

RESULTADOS

Experimento I

Em virtude das ausências de repetição equitativa de mudas no experimento 1, apresentamos os valores totais de mortalidade por muda e tamanho do último levantamento em novembro de 2022 na propriedade B11. (Tabela 4).

Tabela 4: Número de indivíduos mortos por espécie e tamanho das mudas plantadas sobre o tecnossolo na propriedade B11 e porcentagem de mortalidade.

Área	Espécie	Indivíduos mortos (Total)	Mortalidade de indivíduos (0,35 m)	Mortalidade de indivíduos (0,5 m)	Mortalidade de indivíduos (1 m)	Mortalidade de indivíduos (1,5 m)	Mortalidade (0,35 m) %	Mortalidade (0,5 m) %	Mortalidade (1 m) %	Mortalidade (1,5 m) %
B11	Canafístula	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Caviuna	1	0	0	1	0	0	0	20	0
	Ingá Banana	3	3	0	0	0	75	0	0	0
	Ingá Branco	1	1	0	0	0	25	0	0	0
	Ingá Feijão	2	2	0	0	0	50	0	0	0
	Monjoleiro	2	2	0	0	0	67	0	0	0
	Pau Cigarra	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tamboril	2	2	0	0	0	33	0	0	0
	Vinhatico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total		11	10	0	1	0			
	Desconhecidas	6								
	Mortalidade de desconhecidas (%)	29								

A mortalidade de mudas de 0,35 m foi superior às de demais tamanhos, variando de 33% (Tamboril) a 75% (Ingá-banana). Por outro lado, apenas um indivíduo de 1,0 m morreu, que foi de Caviuna.

Experimento II

As porcentagens de mortalidade de indivíduos de cada espécie variaram amplamente entre os tamanhos das mudas e as áreas de estudo (Tabela 5). Com exceção da Canafístula na propriedade B11, as mortalidades das mudas de 0,35 m foram sempre superiores às de 1,0 m em cada área. Na propriedade D018 somente um indivíduo das 50 mudas de 1,0 m plantadas morreu (Tamboril).

Comparando-se as duas áreas, as porcentagens de perdas de mudas dos dois tamanhos foram sempre mais elevadas na B11, embora a diferença para as mudas pequenas de Pata-de-vaca seja mínima. Na B11, os valores percentuais de mortes variaram de 38% (Pata-de-vaca) a 67% (Orelha-de-negro) nas mudas de 0,35 m, enquanto na D018 a variação foi de 8% (Aroreira) a 31% (Pata-de-vaca). A mortalidade média das mudas de 1,0 m foi de 34% na B11 e menor que 2% na D018.

Tabela 5: Número de indivíduos mortos por espécie e tamanho das mudas plantadas sobre o tecnossolo nas duas propriedades (B11 e D018) e porcentagem de mortalidade.

Área	Espécie	Indivíduos mortos (Total)	Mortalidad e ind. (0,35 m)	Mortalidad e ind. (1,0 m)	Mortalidad e (0,35 m) %	Mortalidad e (1,0 m) %
B11	Aroeira	9	5	4	45%	31%
	Canafistula	13	7	6	50%	50%
	Orelha de negro	12	8	4	67%	31%
	Pata de vaca	8	5	3	38%	25%
D018	Aroeira	1	1	0	8%	0%
	Canafistula	3	3	0	25%	0%
	Orelha de negro	3	2	1	18%	7%
	Pata de vaca	4	4	0	31%	0%

Maiores perdas de mudas de 0,35 m foram verificadas em Orelha-de-negro e Canafístula na B11 e em Pata-de-vaca e Canafístula na D018. Canafístula também apresentou maior mortalidade das mudas de 1,0 m na B11. Por outro lado, na D018, não foram encontradas perdas de mudas de 1,0 m (exceto pela morte de um indivíduo de Orelha-de-negro).

As taxas de mortalidade parecem refletir a diferença de avistamento de animais nas propriedades (Figura 3).

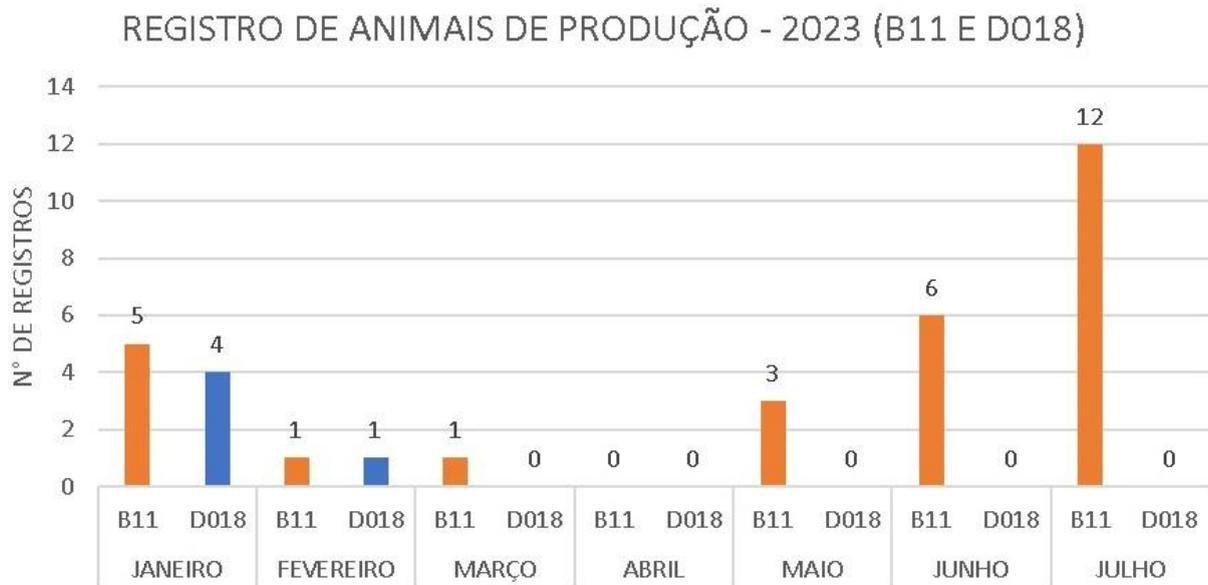


Figura 3: Registros da presença de animais de produção dentro das propriedades B11 e D018 de acordo com os meses monitorados em 2023.

Os registros de presença de gado foram semelhantes entre as áreas e decrescentes de janeiro a março. A partir de então, observou-se aumento expressivo na B11 até agosto, enquanto nenhum registro no mesmo período foi feito em D018.

O pastejo dos animais e seus danos causados nas propriedades pode ser melhor verificado na figura 4.

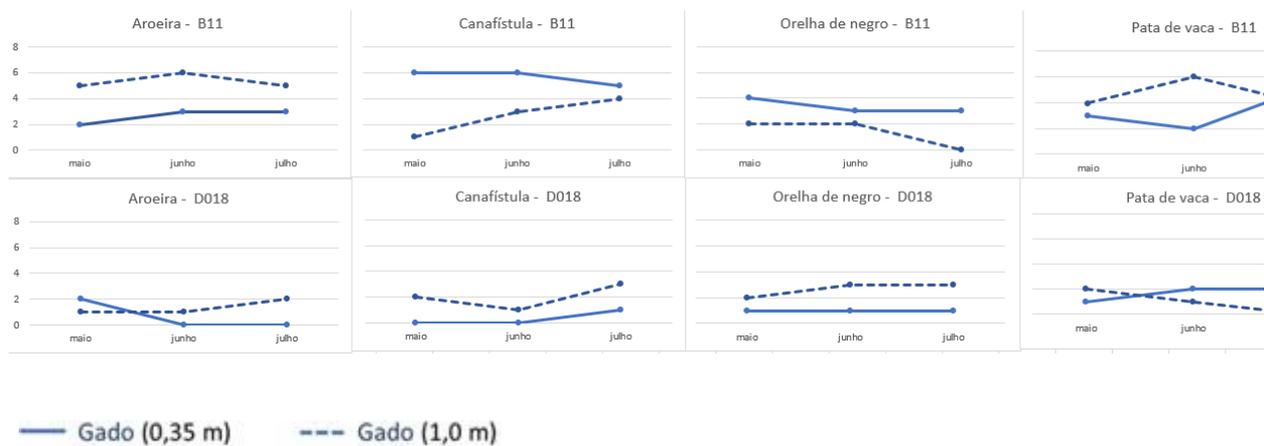


Figura 4: Número de indivíduos das propriedades B11 (gráficos superiores) e D018 (gráficos inferiores), divididos por espécie e tamanho das mudas, que apresentaram danos causados por pastejo provocado por bovinos em maio, junho e julho de 2023. Os números de indivíduos que

apresentaram algum tipo de dano causado pelo gado em maio representam o ocorrido no período de janeiro a abril. Em abril a entrada de gado na D018 foi minimizada.

De maneira geral, o número de indivíduos que apresentaram danos causados pelo gado foi maior na B11 que na D018. Maiores valores foram encontrados nas mudas de 0,35 m em Canafístula e Orelha-de-negro, e nas de 1,0 m em Aroeira e na Pata-de-vaca (até junho).

Nesta área, apesar da ausência de registros de presença de bovinos e equinos nas datas de sobrevoo do drone, danos causados pelo gado foram registrados, especialmente nas mudas grandes (1,0 m), exceto pela Pata-de-vaca.

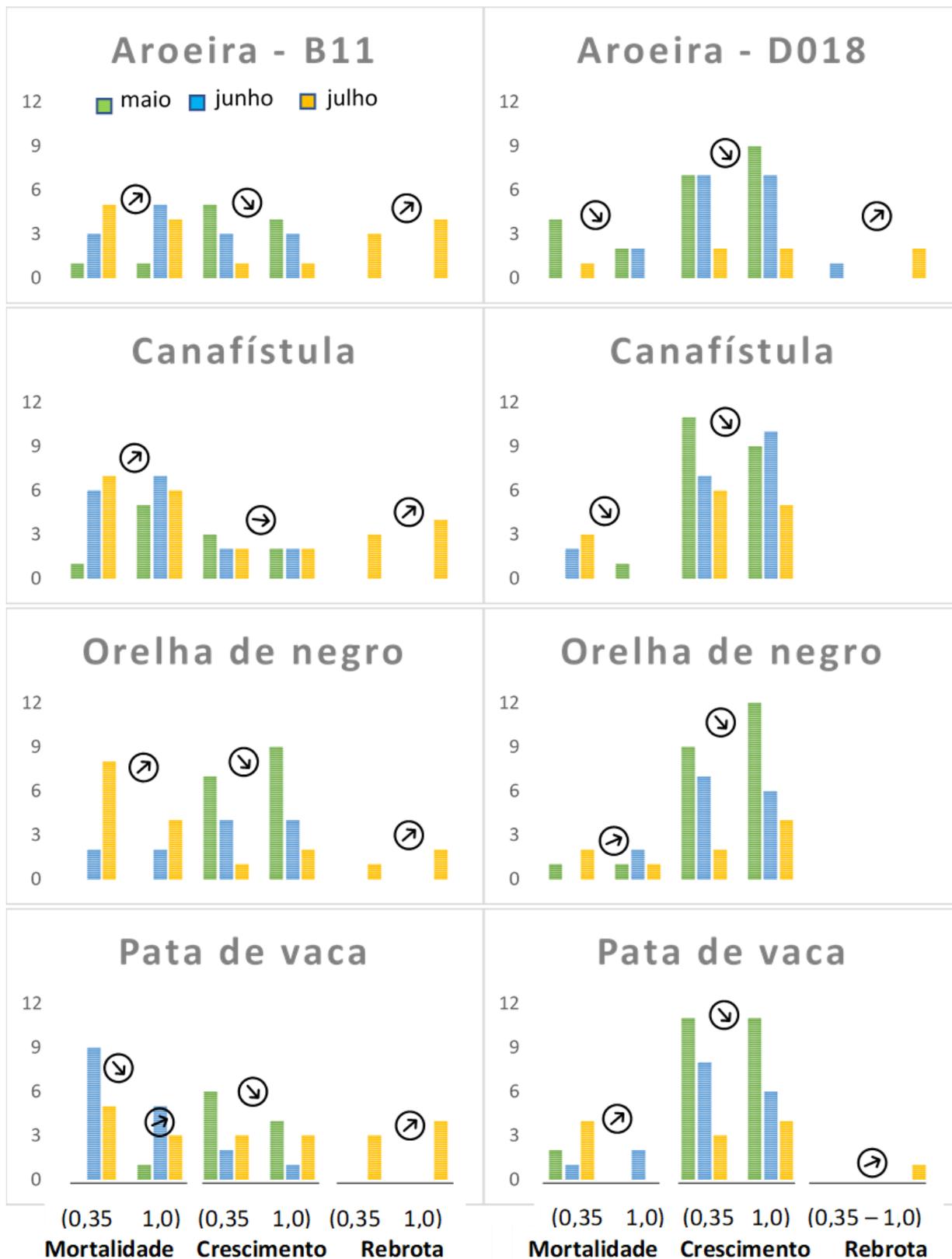


Figura 5: Mortalidade, crescimento da parte aérea e rebrotas basais dos indivíduos separados por espécie e tamanho de muda de maio a julho de 2023. Gráficos à esquerda representam a área B11, e à direita, a área D018. A direção da seta e seu ângulo indicam a tendência geral dos registros de maio a julho em cada tipo de parâmetro avaliado

Além dos impactos do pastejo por gado, o estabelecimento da estação seca pareceu exercer efeito sobre a mortalidade, crescimento e rebrotas basais verificadas através de observação e anotações (Figura 5). De maneira geral, a mortalidade aumentou de maio a julho na B11, à exceção das mudas de 0,35 m de Pata-de-vaca. Tendência de aumento de mortalidade ao longo do tempo também foi observada nessa espécie e na Orelha-de-negro em D018, comportamento oposto ao encontrado na Aroeira e na Canafístula nessa área.

O avanço da estação seca reduziu o crescimento da parte aérea em todas as espécies e tamanhos de muda, exceto pelas mudas grandes (1,0 m) de Canafístula em B11. Nessa propriedade foram registrados os maiores números de indivíduos com rebrotas basais. Na D018 não foram observadas rebrotas basais em Canafístula e em Orelha de negro. Em todos os casos, o número foi maior em julho.

DISCUSSÃO

Nossos dados pareceram revelar que a pressão de pastejo exerce papel crucial no sucesso da restauração das matas ciliares nas zonas ripárias estudadas afetadas pelo rejeito da barragem do Fundão. A taxa média de mortalidade (50% nas mudas pequenas) na propriedade B11, cuja frequência de entrada de equinos e bovinos foi mais elevada, supera levemente a média geral de mortalidade (cerca de 45%) dos plantios de reflorestamento das matas ciliares avaliados em 65 propriedades ao longo do trecho de Bento Rodrigues até Barra Longa (Rego, 2023). Esse estudo demonstrou, entretanto, que os danos causados pelo gado às mudas de mesmo tamanho só eram capazes de explicar parte da mortalidade nas propriedades mais próximas da barragem, perdendo importância em Barra Longa. A propriedade B11 localiza-se em Bento Rodrigues, local mais próximo da barragem de Fundão, e é continuamente visitada por bovinos e equinos, concordando com os resultados de Rego (2023). Embora Paracatu de Baixo, onde se localiza a propriedade D018, esteja a apenas 59 km da primeira, a menor frequência de entrada do gado na área de estudo reduziu drasticamente as taxas médias de mortalidade das mudas de 0,35 m para 20%.

Efeitos deletérios da presença de gados sobre a recuperação de áreas degradadas são amplamente relatados na literatura (Smit et al. 2006, Fortuny et al. 2020, Inhamuns et al. 2021). Em zonas ripárias sob diferentes modelos de restauração na Mata Atlântica, Inhamuns et al. (2021) demonstraram que a presença de gado reduziu tanto a riqueza das espécies quanto a densidade de indivíduos, e afetou a proporção de pioneiras *versus* clímax. Além do impacto direto de pastejo sobre as mudas, o trânsito dos animais pode levar a degradação do solo, à introdução de sementes de gramíneas e outras espécies exóticas via fezes depositadas, e ao comprometimento do habitat como um todo, dificultando também o estabelecimento de regenerantes (Lindenmayer *et al.* 2009, Mpanza et al. 2009, Fortuny et al. 2020). Por outro lado, o grau e tipo de impacto que o gado exerce sobre o sucesso de projetos de restauração florestal depende de vários fatores, como a frequência e o tamanho do rebanho entre outros, e há evidências de que sua presença em manejos específicos pode até mesmo ser benéfica para a recuperação de certas áreas degradadas (Olf e Ritchie 1998; Durigan et al. 2022) e pode ser alternativa rentável em sistemas agrosilvopastoris. A decisão de restaurar e preservar zonas ripárias, em desfavor de seus usos múltiplos, especialmente em países em desenvolvimento, para além das normativas legais, depende de ações de educação ambiental e de políticas públicas que compensem financeiramente os donos de terras (Calle 2020). Durante o período desse estudo, iniciativas de cooperação mais estreita entre a Renova e alguns proprietários de terras afetadas pelo rejeito, como a D018 (e em contraste com a B11), aumentaram o nível de engajamento dos donos da terra na proteção das áreas em restauração, reduzindo bastante a entrada do gado e a consequente mortalidade das mudas plantadas.

A redução da entrada do gado na área D018 a partir do fim da estação chuvosa pode também ter gerado algum efeito diferencial sobre a seletividade da herbivoria e seus impactos sobre a mortalidade em comparação com a área B11, cuja frequência de avistamento dos animais na

zona ripária aumentou durante a estação seca. De maneira geral, a preferência do gado pelas mudas menores (0,35 m) foi mantida nas duas áreas (como visto também no experimento 1, independentemente da espécie), mas a seletividade por espécie pode ter sido modificada ao longo do tempo.

Na B11, o maior número de registros de danos às mudas causados pelo gado coincide com as maiores taxas de mortalidade comparativamente à D018, especialmente nas mudas pequenas de Canafístula e Orelha-de-negro. De maneira geral, a mortalidade aumenta com o avanço da estação seca, sugerindo efeito sinérgico da herbivoria e baixa resistência ou resiliência à seca (Fensham 1998). O efeito da seca sobre a mortalidade ou redução de crescimento de mudas jovens de matas ciliares foi bem documentado em todo o mundo (Vasquez e Machado 2012 ; Qie et al. 2019 , Almeida 2020). Em ecossistemas savânicos, nem sempre o tamanho do indivíduo relaciona-se diretamente com a resistência ou resiliência à seca. Estratégias fisiológicas e anatômicas funcionais, histórico de experiências de estresse de fogo, seca e herbivoria, capacidade de enraizamento, entre outros fatores, podem modificar as taxas de mortalidade em função do tamanho (Sankaran 2019, Oliet *et al.* 2019). Tal situação, entretanto, não pode ser comparada com aquela encontrada por mudas de espécies florestais de zonas ripárias recém plantadas sobre o tecnossolo, pois os indivíduos, cultivados em viveiros, não experienciaram situações de estresse de nenhuma natureza e precisam enfrentar condições edáficas e climáticas pós-plantio na área afetada pelo rejeito bastante diferentes daquelas nas quais as espécies evoluíram.

Nas mudas maiores (1,0 m), os registros de herbivoria pelo gado se concentraram na Aroeira e na Pata de vaca, mas em meses diferentes, e parecem não explicar a maior mortalidade das mudas desse tamanho de Canafístula (Tabela 5). Os danos causados nas mudas maiores de Aroeira e na Pata-de-vaca pelo gado são mais registrados até junho. No caso da Canafístula, maior registro de mortalidade que as demais espécies ocorreu em junho. As mudas desse tamanho dessa espécie foram as únicas de apresentaram aumento progressivo de danos por gado entre maio e julho (Figura 4). Aparentemente, o gado demonstrou preferência inicial pelas mudas pequenas de Canafístula e Orelha-de-negro na B11, e com o passar do tempo e com aumento da mortalidade dessas espécies, especialmente nas mudas pequenas, passaram a consumir e afetar de diferentes maneiras também as demais espécies, reduzindo a seletividade inicial por espécie e tamanho das mudas. Alteração na seletividade do gado (Massad et al. 2011) relativa ao consumo das espécies e aos tamanhos das plantas pode se dever à variação da disponibilidade de biomassa palatável e da diversidade de espécies ofertadas no local (Smit et al. 2006, Fortuny et al. 2020, Inhamuns et al. 2021, Rivero et al. 2021_[AK6]). A variação nesses parâmetros, em geral, ocorre em função da sazonalidade climática, fertilidade do solo, e modelos de plantio de restauração. Por outro lado, o próprio tamanho do rebanho e nível de pastejo realizado pode afetar a disponibilidade e diversidade de recursos. Quanto menor a disponibilidade de biomassa e a diversidade de plantas, menos seletivos se tornam os herbívoros (Kauffman et al. 1983, Massad et al. 2011, Gomes et al. 2017; Rivero et al. 2021).

Em contraste, na propriedade D018, a redução da entrada do gado a partir de abril gerou menor nível de danos e mortalidade das mudas, mantendo maior oferta dos recursos para os animais

que eventualmente entraram na área. Dessa forma, a preferência por mudas maiores foi maior, exceto pela de Pata-de-vaca, e os danos causados pelo gado tenderam a aumentar ao longo do tempo (Figura 4). De fato, os registros de mortalidade das mudas aumentaram de maio a julho na Pata de vaca (especialmente nas mudas menores) e Orelha de Negro (nos dois tamanhos). Ao contrário, os registros de mortalidade das mudas diminuíram de maio a julho em Aroeira (assim como os registros de danos) e em Canafístula. Maiores registros de mortalidade foram anotados nas mudas de 0,35 m, contrastando com os registros de danos (efeito do grau e tipo de dano, e da seca nas mudas menores).

É importante notar as diferenças de mortalidade das mudas apresentadas na tabela 5 e na figura 5. Muitas vezes, mudas foram consideradas visualmente mortas por não apresentarem folhas ou até mesmo toda a parte aérea em algum momento, mas revelaram-se vivas posteriormente, apresentando rebrotas, em geral, basais, como verificado em todas as espécies na B11 e na Aroeira e Pata-de-vaca na D018 (Figura 5). Os dados da tabela 5 foram organizados no fim de julho, indicando que indivíduos considerados mortos no início do mês já haviam rebrotado tanto na parte aérea quanto basalmente (dados das rebrotas aéreas não apresentados). Rebrotas basais ocorrem tipicamente após perdas severas da biomassa da parte aérea em resposta ao fogo, mas também à herbivoria e estresse hídrico, luminoso e nutricional (Vesk 2006, Zeppel et al. 2014, LaMalfa et al. 2019, Sankaran 2019). Valores mais elevados de rebrotas basais foram encontrados na B11, sugerindo os maiores efeitos do pastejo sobre as mudas.

Compreender como os herbívoros impactam a comunidade vegetal em regiões restauradas é fundamental para o planejamento e a implementação eficazes de projetos de recuperação ambiental. A consideração desses resultados pode guiar abordagens mais informadas e estratégicas para a restauração de áreas afetadas por eventos semelhantes, visando a recuperação sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas.

CONCLUSÃO

Uma vez identificadas espécies nativas que foram preferencialmente predadas, enquanto outras foram evitadas pelos herbívoros em questão, o manejo de plantio pode ser alterado no sentido de ampliar, por exemplo, a densidade de plantio das espécies mais predadas, ou de criar barreiras naturais com plantio em linhas ou círculos de espécies evitadas pelos herbívoros que protejam espécies mais predadas (van Uytvanck & Verheyen, 2014, Smit et al. 2006, Nicodemo 2006). Entretanto, a redução da entrada do gado nas áreas estudadas parece ter exercido o papel mais relevante para a sobrevivência das mudas. A entrada de gado na B11 com maior frequência e intensidade inclusive pode ter levado à perda da seletividade de herbivoria sobre as espécies e tamanhos de mudas, especialmente com o avanço da estação seca. Assim, recomenda-se, de maneira geral, que as áreas em processo inicial de restauração sejam protegidas do gado, e que alta diversidade de espécies seja plantada, criando situação de maior variabilidade natural de defesa, resistência e resiliência ao estresse hídrico e capacidade de rebrota. Mudanças de 1 m também apresentaram maiores taxas de sobrevivência que aquelas de 0,35 m, devendo-se priorizar as primeiras.

No entanto, é essencial reconhecer que a pressão seletiva de pastejo não é o único fator determinante no sucesso da restauração. A gestão adequada do solo, a escolha de espécies nativas adequadas, a monitorização contínua e os esforços de engajamento da comunidade também desempenham papéis significativos na revitalização das matas ciliares afetadas pelo rejeito da barragem do Fundão.

Em última análise, ao considerar a interação entre herbivoria e restauração de matas ciliares, os tomadores de decisão e os profissionais podem desenvolver abordagens mais holísticas e eficazes para revitalizar esses ecossistemas cruciais. A pesquisa contínua nesse campo é fundamental para aprimorar nossa compreensão das dinâmicas complexas envolvidas e para orientar estratégias de conservação e recuperação cada vez mais bem-sucedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambio 2020, 49:593–604 <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01224-8>

Azevedo, C. S., Barçante, L. Teixeira, C. P. Comportamento Animal: Uma Introdução aos Métodos e à Ecologia Comportamental (orgs). Appris, Curitiba. 2018. 221 p;

Brançalion, P.H.S., Garcia, L.C., Loyola, R., Rodrigues, R.R., Pillar, V.D., Lewinsohn, T.M., 2016. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. Nat. Conserv. 14 (Suppl. 1), 1–15;

Caldeira, N. F. A influência do pisoteio e do pastejo no banco de plântulas de uma comunidade florestal em um remanescente de domínio da Mata Atlântica, no morro do Coco, Viamão, RS, 2012;

Calle, A. Holl, K. D. Riparian forest recovery following a decade of cattle exclusion in the Colombian Andes. 2019;

Caracterização e Monitoramento de Plantios Florestais para Recuperação de Áreas Degradadas na Serra do Espinhaço, Minas Gerais Fernanda Bernardes De Almeida. Dissertação de mestrado 2020

Costa, L; Voltolini, J. C; Impacto do pisoteio de gado sobre Floresta Ripária no Vale do Paraíba, Tremembé, Ed. Unitau, SP, 2013;

Durigan, G., Pilon, N. A. L., Souza, F. M., Melo, A. C. G., Scorzoni Ré, D., Souza, S. C.P.M. Low-intensity cattle grazing is better than cattle exclusion to drive secondary savannas toward the features of native Cerrado vegetation. 2022. Biotropica, Online first, April 2022. <https://doi.org/10.1111/btp.13105>;

Etchebarne, V; Brazeiro, A. Effects of livestock exclusion in forests of Uruguay: Soil condition and tree regeneration. Forest Ecology and Management. 2015: 120-129;

Magalhães E. M., Barros L., Silva L. G., Influência da cobertura vegetal no desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas

Fensham, R. J. (1998). The influence of cattle grazing on tree mortality after drought. *Australian Journal of Ecology*, 23(4), 405–407.

Fortuny, X., Carcaillet, C., Chauchard, S. Selective and taxon-dependent effects of semi-feral cattle grazing on tree regeneration in an old-growth Mediterranean mountain forest. *Forest Ecosystems* (2020) 7:11;

Fundação Renova, 2018. PG-25-Programa de recuperação da área ambiental 1, nos municípios de Mariana, Barra Longa, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado – MG. 2018;

Gomes, W. B., Albuquerque, L. B. de; Morais, F. M. de; Gebrim, J. L. R.; Ferreira, I. C.; Aquino, F. de G. Os bovinos influenciam no crescimento inicial de espécies em experimento de restauração ecológica? EMBRAPA, 2017;

Guidotti, V. et al. Changes in Brazil's Forest Code can erode the potential of riparian buffers to supply watershed services. *Land Use Policy*. 2018;

<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>;

Inhamuns, M. C., Rezende, R. S., Coelho, G. C. Restoring riparian forest in the Atlantic Forest: does planting seedlings make a difference? *Restoration Ecology*. 2021. doi: 10.1111/rec.13356;

Lan Qie et al 2019 *Environ. Res. Lett.* **14** 045012 **DOI** 10.1088/1748-9326/ab0783

Lindenmayer B. D., Blanchard, W., Crane M., Michael D., Sato F. C. - Os benefícios da biodiversidade da restauração da vegetação são prejudicados pelo pastoreio de gado

Milanez, B; Losekann, C. 2016. Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem;

New Phytologist(2015)206:583–589 doi: 10.1111/nph.13205

Nicodemo, M. L. F. Uso de repelentes na proteção de árvores dos danos provocados por herbívoros vertebrados. Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747. Campo Grande, MS, 33p;

Nunes, F. S. M., Soares-Filho, B. S., Rajão, R., Merry F. 2017 Environ. Res. Lett. 12 044022;

OLFF, Han; RITCHIE, Mark E. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 13, n. 7, p. 261–265, 1 jul. 1998.

Plant Size and Resprouting Ability: Trading Tolerance and Avoidance of Damage?

[Peter A. Vesik Journal of Ecology](#), Vol. 94, No. 5 (Sep., 2006), pp. 1027-1034 (8 pages)

<https://www.jstor.org/stable/3879594>

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online) v. 14, n. 2esp, p. 84-95, 2012

RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR EM DOIS TRECHOS DO RIO

JACÚ/RS, BRASIL Beatriz Alicia Firpo Vasquez¹ e Marcio Rodrigues de Freitas Machado²

Rego, B. N. ANÁLISE MULTICRITÉRIO ESPACIAL COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DEGRADADAS POR ATIVIDADES MINERÁRIAS. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG. 2023

Restoration of Pasture to Forest in Brazil’s Mata Atlântica: The Roles of Herbivory, Seedling Defenses, and Plot Design in Reforestation. *Restoration Ecology* Vol. 19, No. 201, pp. 257–267

ROONEY, Thomas P *et al.* Integrating Ungulate Herbivory into Forest Landscape Restoration.

14 ago. 2015. Disponível em:

<<https://typeset.io/papers/integrating-ungulate-herbivory-into-forest-landscape-aiezyx9wpm>>

Schaefer, C. E. G. R., dos Santos, E. E., Fernandes Filho, E. I., Assis, I. R. 8 BOLETIM INFORMATIVO DA SBCS | 2016. JAN - ABR.: 16 – 23.
<https://www.sbcs.org.br/wp-content/uploads/2016/06/vol42num1.pdf>;

Sensors **2021**, 21(8), 2696; <https://doi.org/10.3390/s21082696>

Silva, A. C., Cavalcante, L. C. D., Fabris, J. D. Chemical, mineralogical and physical characteristics of a material accumulated on the river margin from mud flowing from the collapse of the iron ore tailings dam in Bento Rodrigues, Minas Gerais, Brazil. *Revista Espinhaço*, 2016, 5(2): 44-53;

Soares-Filho B S, Rajão R, Merry F, Rodrigues H, Davis J, Lima L, Macedo M, Coe M, Carneiro A and Santiago L 2016 Brazil's market for trading forest certificates *Plos One* 11 e0152311;

SMIT, C., OUDEN, J. D., MÜLLER-SCHÄRER, H. Unpalatable plants facilitate tree sapling survival in wooded pastures. *Journal of Applied Ecology*, 2006, 43: 305–312;

Sweeney, B. W; Czapka, S. J. Riparian forest restoration: why each site needs an ecological prescription. *Forest Ecology and Management*. 2004. Pp149-168;

TDE Mpanza , PF Scogings , NW Kunene & AM Zobolo (2009) Impacts of cattle on ecological restoration of coastal forests in KwaZulu-Natal, South Africa, *African Journal of Range and Forage Science*, 26:1, 1-7, DOI: 10.2989/A JRFS.2009.26.1.1.696

Tozin S. L. R., Marques O. M., Rodrigues M. T. Herbivoria por formigas cortadeiras altera a densidade dos tricomas glandulares e os componentes voláteis em um modelo de planta aromática;

van Uytvanck, j. Verheyen, K. Grazing as a tool for wood-pasture restoration and management. In: European Wood-pastures in Transition: A Social-ecological Approach. Tibor Hartel, Tobias Plieninger, eds. Taylor & Francis, London. 2014;

VAIL, Stephen G. Selection for Overcompensatory Plant Responses to Herbivory: A Mechanism for the Evolution of Plant-Herbivore Mutualism. *The American Naturalist*, v. 139

Wasson, K, [Tanner](#), K, E, Woofolk, A, McCain, S, Suraci P, J, Top-down and sideways: Herbivory and cross-ecosystem connectivity shape restoration success at the salt marsh-upland ecotone;

