



ANA CLARA GERÔNIMO SILVA

**BANCO DE SEMENTES DE ÁREAS ATINGIDAS POR REJEITO
DE MINERAÇÃO EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO**

**LAVRAS-MG
2022**

ANA CLARA GERÔNIMO SILVA

**BANCO DE SEMENTES DE ÁREAS ATINGIDAS POR REJEITO
DE MINERAÇÃO EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal,
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Prof Dr. Soraya Alvarenga Botelho
Orientadora

Me. Mariana Miranda Andrade
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Ana Clara Gerônimo.

Banco de sementes de áreas atingidas por rejeito de mineração
em processo de restauração / Ana Clara Gerônimo Silva. - 2022.
64 p.

Orientador(a): Soraya Alvarenga Botelho.

Coorientador(a): Mariana Miranda Andrade.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Banco de Sementes. 2. Barragem do Fundão. 3. Restauração
Ecológica. I. Botelho, Soraya Alvarenga. II. Andrade, Mariana
Miranda. III. Título.

ANA CLARA GERÔNIMO SILVA

**BANCO DE SEMENTES DE ÁREAS ATINGIDAS POR REJEITO
DE MINERAÇÃO EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal,
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

APROVADA em 09 de setembro de 2022

Prof. Dr. Soraya Alvarenga Botelho
Me. Mariana Miranda Andrade

UFLA
UFLA

Prof Dr. Soraya Alvarenga Botelho
Orientador

Me. Mariana Miranda Andrade
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2022**

AGRADECIMENTOS

À Deus, senhor de todas as coisas, que me guia e dá forças para superar as dificuldades.

Aos meus amados pais, Cenize e Rogério, pelo amor incondicional e por não terem medido esforços para me ajudarem nesta jornada.

À minha Mãe Maria Sonia, anjo que sempre me guiou para os melhores caminhos.

Aos meus irmãos Aline, Thais e Diego pelo apoio.

À toda minha família, em especial a minha tia Ana Lúcia por todo suporte e acolhimento.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de ter acesso à um ensino de qualidade, especialmente o Departamento de Ciências Florestais.

A minha orientadora Soraya Alvarenga Botelho, pela orientação, apoio, confiança e conselhos.

A Mestre Mariana Miranda Andrade pela contribuição ao meu trabalho de conclusão de curso e especialmente pela paciência, compreensão e amizade.

Ao LASERF, pelo suporte e disposição do espaço, material e equipamentos para a elaboração deste trabalho.

Aos técnicos, José Pedro e Mateus, pelo auxílio em diversos momentos.

A todos aqueles que dedicaram tempo e esforço para a coleta de dados deste trabalho, em especial ao José Pedro, Carlos Vinícius, Artur, Bruna e Mariana.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha formação acadêmica.

Aos laços de amizade que construí ao longo da minha trajetória em Lavras, e que lembrarei sempre com carinho, de forma especial a Thaynara Andrade, por toda ajuda, amizade e por ter sido meu ambora em muitos momentos.

As colaboradoras do pavilhão II, que foram minha família e suporte em momentos de aflição e alegrias.

E, por fim, meus sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

Muito obrigada!

“Combati o bom combate, terminei a corrida, guardei minha fé.” 2 Timóteo

RESUMO

O banco de sementes representa um dos componentes mais importantes no processo de regeneração florestal em áreas degradadas, por isso, sua caracterização (riqueza e abundância) é extremamente importante para a definição de metodologias diferenciadas de restauração. O objetivo principal do presente trabalho é fazer uma comparação do banco de sementes, das áreas atingidas por rejeito de minério de ferro na Bacia do Rio Doce, com diferentes idades de processo de restauração. O estudo ocorreu na Bacia do Rio Doce que abrange uma área de 84 mil km², localizada entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. As áreas avaliadas estão inseridas nos municípios de Mariana e Barra Longa e encontram-se em estado de degradação devido o rompimento da barragem de Fundão em 2015, com exceção das áreas referência. A avaliação ocorreu em dez áreas, sendo oito áreas atingidas pelo rejeito do minério de ferro e que estão em processo de restauração, como dito anteriormente, e duas áreas de referência não impactadas pela lama, conservadas. Em seis áreas foram efetuadas intervenções visando restauração, inicialmente, por meio da semeadura de mix de sementes de espécies de rápido crescimento para recobrimento do solo e posteriormente, pelo plantio de mudas que veio ocorrendo progressivamente nas áreas a partir do ano de 2018. Essas intervenções foram realizadas pela Fundação RENOVA, que ao longo desse período veio modificando e alterando as técnicas de restauração utilizadas. A coleta do banco de sementes se deu durante o período de dezembro de 2020 e junho de 2021. Foram observados 22.504 indivíduos germinados, identificadas 99 espécies e estas se distribuem em 35 famílias. Dentre indivíduos, 4.714 não foram identificados, o que confere 20,50% da porcentagem de indivíduos. A maioria dos indivíduos amostrados no banco de sementes foi de espécies herbáceas, predominando entre esses as pioneiras, seguidas de secundária iniciais e secundárias tardias em números extremamente inferiores quando comparados a herbáceas. As famílias que se destacaram quanto ao número de espécies foram: Asteraceae; Malvaceae; Fabaceae; Solanaceae e Euphorbiaceae. Este trabalho permitiu concluir que as áreas apresentaram diversidade similares as áreas de referência, mas em relação a densidade observamos que os valores foram superiores, isso sugere que as áreas estão em processos de restauração.

Palavras-chave: Banco de Sementes; Barragem do Fundão; Monitoramento; Restauração Ecológica.

ABSTRACT

The seed bank represents one of the most important components in the forest regeneration process in degraded areas, therefore, its characterization (richness and abundance) is extremely important for the definition of differentiated restoration methodologies. The main objective of the present work is to make a comparison of the seed bank, of the areas affected by iron ore tailings in the Rio Doce Basin, with different ages of restoration process. The study took place in the Rio Doce Basin, which covers an area of 84 thousand km², located between the states of Minas Gerais and Espírito Santo. The areas assessed are located in the municipalities of Mariana and Barra Longa and are in a state of degradation due to the Fundão dam failure in 2015, with the exception of the reference areas. The evaluation took place in ten areas, eight of which were affected by iron ore tailings and which are in the process of restoration, as previously mentioned, and two reference areas not impacted by the mud, which are conserved. In six areas, interventions were carried out aiming at restoration, initially, through the sowing of a mix of seeds of fast-growing species to cover the soil and later, through the planting of seedlings that have been progressively occurring in the areas from the year 2018. These interventions were carried out by the RENOVA Foundation, which throughout this period has been modifying and altering the restoration techniques used. The collection of the seed bank took place between December 2020 and June 2021. 22,504 germinated individuals were observed, 156 species were identified and they are distributed in 35 families. Among individuals, 4,714 were not identified, which gives 20.50% of the percentage of individuals. Most individuals sampled in the seed bank were herbaceous species, predominating among these the pioneers, followed by early secondary and late secondary in extremely lower numbers when compared to herbaceous species. The families that stood out in terms of the number of species were: Asteraceae (55 species) with 35.26% of species present in the areas; Malvaceae; Fabaceae; and Euphorbiaceae. This work allowed us to conclude that the areas presented similar diversity to the reference areas, but in relation to the density we observed that the values were higher, which suggests that the areas are undergoing restoration processes.

Keywords: Seed Bank; Fundão Dam; Monitoring; Ecological Restoration.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Bacia do Rio Doce.....	10
2.2 Rompimento da barragem do fundão	11
2.3 Restauração ecológica	13
2.4.1 Regeneração natural em restauração de áreas	17
2.4.2 Estrato arbóreo em áreas de restauração	19
2.4.3 Banco de sementes	20
3 OBJETIVO	23
4 METODOLOGIA	24
4.1 Caracterização da área	24
4.2 Coleta de dados.....	26
5 RESULTADOS.....	29
5.1 Composição florística do banco de sementes	29
5.2 Forma de vida	29
5.3 Categoria sucessional	30
5.4 Método de dispersão.....	31
5.5 Parâmetros fitossociológicos.....	32
5.6 Variação das espécies nas áreas	34
6 DISCUSSÃO	39
6.1 Composição florística do banco de sementes	39
6.2 Forma de vida	40
6.3 Categoria sucessional	41
6.4 Método de dispersão.....	41
6.5 Parâmetros fitossociológicas.....	42
6.6 Variação das espécies nas áreas	43
7 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE	49

1 INTRODUÇÃO

As primeiras tentativas de restauração florestal foram realizadas de forma empírica, buscando reproduzir ecossistemas maduros de referência, por meio de plantios de mudas de espécies finais de sucessão e aplicando técnicas agronômicas e silviculturais. Essa fase da tentativa de restaurar florestas foi bastante influenciada pelo paradigma clássico da ecologia, em que ecossistemas eram considerados sistemas fechados, pouco sujeitos a perturbações, de modo que a sucessão culminava em um clímax único. No entanto, com a mudança dos paradigmas da ecologia (ecologia contemporânea), os ecossistemas passaram a ser entendidos como sistemas abertos e sujeitos a variados tipos de distúrbios bem como suscetíveis a influências por uma série de fatores após esses distúrbios (PARKER; PICKETT, 1997).

Processos de restauração ecológica, de acordo com a *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004), acontecem reestabelecendo a cobertura vegetal, com o intuito de formar comunidades ricas em espécies nativas, que possam a longo prazo beneficiar a dinâmica florestal, reestabelecer habitats, nichos ecológicos, e principalmente relações bióticas e abióticas intensas e complexas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A restauração em si, pode ser entendida como um processo que busca a retomada dos processos naturais e reestruturação de ecossistemas que foram degradados ou alterados, buscando tornar esses, autossustentáveis e resilientes às perturbações (NERY et al., 2013 IUCN; WRI, 2014; McDONALD, 2016). Ela não é considerada um assunto novo no Brasil, uma vez que vem sendo aplicada há décadas, principalmente no sudeste do país (NUNES et al., 2017). Contudo, ainda há grandes desafios para a restauração de ecossistemas altamente degradados, como em áreas impactadas pela mineração.

Dentre os grandes desafios da restauração de áreas degradadas pelas atividades de mineração, tem-se a recuperação das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, que ocasionou o derramamento de 39,2 milhões de m³ de rejeito de minério de ferro ao longo da bacia do Rio Doce (BELCHIOR; PRIMO, 2016; FUNDAÇÃO RENOVA, 2019), gerando impactos na qualidade e disponibilidade da água, vegetação ripária, fertilidade e microbiota do solo, sendo hoje considerado o maior desastre ambiental do país (SILVA; ALVES; FERREIRA, 2015; ANDRADE *et al.*, 2018). Com a degradação e devastação ambiental ocasionada pela onda de rejeito que avançou com tamanha força, grande parte da vegetação natural foi e continua sendo impactada, pois a vegetação ao longo do rio foi destruída e o acúmulo de rejeito afetou a resiliência das áreas (PINTO-COELHO, 2015). Por isso, logo após o rompimento, medidas emergenciais foram tomadas para recobrir rapidamente o solo e

impedir que partículas voltassem ao curso d'água (FUNDAÇÃO RENOVA, 2019). Sabe-se que devido à complexidade da degradação serão necessárias várias intervenções e a utilização de técnicas adequadas e diversas para restauração destes ambientes.

Devido a não consideração dos aspectos ecológicos que regem a organização florística e estrutural das populações de plantas ao longo do tempo, inúmeros projetos de recuperação de áreas degradadas com base apenas em técnicas silviculturais e agronômicas de plantio de mudas de poucas espécies arbóreas (inclusive exóticas e até gramíneas) mostraram-se ineficientes para resgatar a integridade dos ecossistemas e para garantir sua sustentabilidade, logo têm sido substituídos por modelos e técnicas de restauração florestal com base no paradigma contemporâneo. Dentre esses modelos e técnicas, destacam-se a transposição da serapilheira e banco de sementes do solo, uso de galhadas oriunda de podas e o resgate de plântulas em áreas a serem desmatadas ou de plântulas oriundas de germinação do banco de sementes do solo (MARTINS et al., 2007).

O banco de sementes representa um dos componentes mais importantes no processo de regeneração florestal em áreas degradadas, por isso, sua caracterização (riqueza e abundância) é extremamente importante para a definição de metodologias diferenciadas de restauração. Ele é um estoque de sementes dormentes, mas potencialmente capazes de germinar e substituir plantas adultas anuais ou perenes que desapareceram por causa natural ou não, por doenças, distúrbios ou consumo por animais. Entretanto, além da presença de plantas desejáveis e com número suficiente de espécies, o banco sempre contém, em maior ou menor escala, sementes de plantas indesejáveis (daninhas), geralmente com efeitos negativos de competição (SOUZA, 2003).

Através da avaliação do banco de sementes nas diferentes situações, é possível identificar casos em que, por exemplo, apenas o isolamento dos fatores de degradação garantiria a regeneração florestal. Em situações contrárias (áreas onde o banco de sementes não se apresenta promissor), deve haver outras intervenções, nesses casos complementares, como práticas de enriquecimento e reintrodução de espécies através de sementes e mudas. Assim, este método apresenta grande importância, não apenas devido à possibilidade de conservação da diversidade genética, mas também em virtude de fatores econômicos, podendo tornar o processo de revegetação mais barato e eficiente em alguns casos.

Com base nessas informações, o objetivo principal do presente trabalho é fazer uma análise do banco de sementes, das áreas atingidas por rejeito de minério de ferro na Bacia do Rio Doce, com diferentes idades de processo de restauração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bacia do Rio Doce

A bacia hidrográfica do Rio Doce apresenta uma área de 84 mil km², localizada entre os estados de Minas Gerais (86% da área da bacia) e Espírito Santo (14% da área da bacia). Seu rio principal é o Doce, formado pela confluência dos rios Piranga e Carmo. A bacia possui uma rica biodiversidade, estando situada entre dois hotspots globais, sendo 98% de sua área na Mata Atlântica e 2% no Cerrado (ANA, 2016).

O clima que opera sobre a bacia é o tropical úmido, caracterizado por duas estações, uma chuvosa, que se estende de novembro a abril, e outra seca, entre os meses de maio a outubro. As taxas médias de temperaturas e precipitação variam de 18° C a 25° C e 200 mm (estação seca) a 1050 mm (estação chuvosa), respectivamente (PIRES *et al.*, 2017). O regime fluvial do rio Doce é perene, com períodos de cheias que ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e março, e as vazantes, a partir de abril, com extremas nos meses agosto e setembro (COELHO, 2009).

Em relação a pedologia da bacia, predominam na região, os Latossolos Vermelho - Amarelo e Argissolos Vermelho – Amarelo. Outros tipos de solos que ocorrem em menor proporção na região são o Latossolo Ácrico, o Cambissolo, o Neossolo Litólico e o Neossolo Regolítico (COELHO, 2009).

O relevo é caracterizado como forte ondulado a montanhoso, estimulando a concentração dos espaços urbanos em locais próximos aos cursos d'água, que são áreas suscetíveis a inundações (ANA, 2016). O tipo de solo predominante em conjunto com as características do relevo descritas acima, indicam que a bacia é frágil em termos de suscetibilidade à erosão (OLIVEIRA; QUARESMA, 2017). Dessa forma, 58% da bacia apresenta forte suscetibilidade a erosão (ANA, 2016).

A bacia se situa em uma região densamente povoada, com cerca de 3,5 milhões de habitantes distribuídos em 228 municípios (AGUILA *et al.*, 2018; DAVILA *et al.*, 2020). Os recursos hídricos dessa bacia desempenham uma importante função econômica na vida dos moradores, sendo utilizados na geração de energia, no uso doméstico, na agropecuária, na indústria, etc (ANA, 2016). Além disso, a bacia possui o maior complexo siderúrgico da América Latina, onde várias empresas siderúrgicas e mineradoras encontram-se instaladas. Tais empresas estão focadas principalmente na exploração de ferro, alumínio, berilo, crisoberilo, mica, feldspato e ouro (SANTOLIN *et al.*, 2015).

Todas essas atividades resultam em diversos impactos negativos ao longo da bacia Rio

Doce, como o assoreamento, a erosão, a contaminação dos solos, a poluição dos cursos d'água, a perda de vegetação, entre outros (RESENDE FILHO; CORREA; TORRES, 2015).

2.2 Rompimento da barragem do fundão

É cediço que na história da mineração brasileira e mundial acidentes ocorrem com relativa frequência. Alguns sequer chegam a serem noticiados pela grande mídia, passando despercebidos pela maioria da população. Todavia, a tragédia ocasionada pelo rompimento da barragem de Fundão foi particularmente dramática, haja vista suas consequências socioambientais de grande amplitude (LOPES, 2016).

A represa encontrava-se localizada no município de Mariana, em Minas Gerais e foi especificamente construída para servir de depósito dos resíduos gerados durante o processo de mineração de ferro. Pertencia à empresa Samarco S/A, cujos acionistas majoritários são a Companhia Vale do Rio Doce e a mineradora anglo-australiana BHP Billinton (LOPES, 2016).

De acordo com Lopes (2016), as barragens de Fundão e Santarém, foram criadas para receberem os rejeitos provenientes do processo de extração de minério de ferro pela mineradora Samarco S/A e estavam localizadas num complexo que, ironicamente à tragédia anunciada, chamava-se “Alegria”.

Estudos preliminares (BRASIL, 2015) apontam que, somente na barragem de Fundão, havia aproximadamente 50 milhões de m³ de resíduos, classificados, segundo a NBR 10.004, como sólidos, não perigosos e não inertes, como os metais ferro e manganês, ou seja, sua composição era formada basicamente por areia e metais.

No dia 05/11/2015, por volta das 16 h e 20 min., a barragem de Fundão entrou em colapso e rompeu-se. Com a ruptura, cerca de 34 milhões de m³ de rejeitos de minério, o equivalente a quatorze mil piscinas olímpicas, foram diretamente lançados no meio ambiente, atingindo a barragem de Santarém, logo à jusante, causando-lhe sérias avarias e o seu transbordo. Os 16 milhões de m³ restantes ainda continuam sendo despejados, vagarosamente, seguindo o sentido da correnteza das águas em direção à foz do Rio Doce, no oceano espírito-santense (BRASIL, 2015).

Nas áreas logo abaixo a barragem, onde a onda de lama avançou com extrema brutalidade sobre a planície, parte da vegetação e do substrato foram carreados agravando ainda mais os danos na cabeceira. De acordo com estimativas do IBAMA (2015) a lama atingiu cerca de 1500 hectares de área, 80% do rejeito permaneceu ao longo dos primeiros 120 Km, mas o restante prosseguiu junto aos cursos d'água por 670 km, até desaguar no mar (ANA,

2016; SAMARCO, 2017; FUNDAÇÃO RENOVA, 2019).

Segundo Gonçalves, Vespa e Fusco (2015), as barragens do complexo operavam através de um método tradicionalmente utilizado em todo mundo: o aterro hidráulico. Nesse sistema, os resíduos separados do ferro durante o processo de mineração são escoados até as bacias (barragens) por força da ação gravitacional. Já a filtragem da água é realizada pela areia, localizada estrategicamente na parte frontal dessas bacias.

A despeito do sistema de aterro hidráulico ser o mais utilizado em todo mundo, atualmente existem técnicas mais modernas que permitem a drenagem mais segura dos resíduos da mineração através de filtros. Esse novo sistema, entretanto, eleva em até seis vezes os custos de produção, o que tem inviabilizado sua utilização pela maioria das empresas. Desta forma, esclarece Edilson Pissato, professor de geologia de engenharia da Universidade de São Paulo (USP), as mineradoras preferem assumir os riscos advindos da utilização de sistemas mais tradicionais e menos onerosos (GONÇALVES; VESPA; FUSCO, 2015).

No caso do rompimento da barragem de Fundão os especialistas são uníssimos em afirmar que a utilização de técnicas mais modernas de filtragem dos resíduos, a manutenção correta das barragens, a utilização de instrumentos de monitoramento eletrônico, a implementação de sistemas de alerta, a adoção de planos emergenciais e, sobretudo, uma fiscalização séria e eficiente pelos órgãos competentes são medidas que, se estivessem em pleno funcionamento, certamente teriam evitado o desastre ou minimizariam seus impactos socioambientais.

O desastre causou uma mudança brusca na carga sedimentar de toda a bacia, misturando rejeitos a sedimentos fluviais naturais. Segundo Hatje *et al.* (2017), ocorreu um aumento de cerca de 33.000 mg L⁻¹ no total de sedimentos em suspensão no Rio Doce, sendo que grande parte deste material ficou depositada nas margens e no próprio canal do rio.

Diversos foram os efeitos ocasionados pelo rompimento da barragem e consequente liberação do rejeito. Os impactos foram sentidos tanto na economia, quanto no meio ambiente, resultado da força da onda, acúmulo de sedimentos, pela estrutura, composição e toxicidade do rejeito, que vão desde impactos na qualidade da água, na vegetação ripária, destruição de áreas habitadas e agricultáveis, até óbitos (CARMO *et al.*, 2017; SANCHEZ *et al.*, 2018).

Quando se fala dos impactos diretos sobre a vegetação, segundo laudo fornecido pelo IBAMA (2015), a onda de resíduos impactou gravemente as matas ciliares, pois em grande parte das áreas atingidas, houve a remoção completa da cobertura vegetal e o soterramento do banco de sementes devido ao acúmulo de sedimentos, afetando negativamente a capacidade de resiliência e o processo de sucessão nas áreas atingidas.

2.3 Restauração ecológica

A restauração ecológica é uma ciência aplicada que integra diversas áreas da ecologia (YOUNG, 2000), com propósito de restabelecer condições abióticas e características bióticas de áreas degradadas. Os estudos de restauração ecológica inicialmente tiveram foco na estrutura e diversidade da comunidade local de plantas (RODRIGUES; LEITÃO FILHO 2001; KAGEYAMA *et al.*, 2003), porém, mais recentemente, a avaliação do funcionamento do ecossistema tem sido considerada essencial (KOLLMANN *et al.* 2016; BIRD; NIMMO, 2018). O funcionamento do ecossistema está relacionado aos processos e às funções ecológicas decorrentes de interações entre espécies destas com o ambiente. Assim, espera-se que o ecossistema em restauração consiga restabelecer trajetórias sucessionais inerentes ao seu tipo (seja ele florestal, campestre, aquático, etc.), após um certo período de intervenções humanas (ações de restauração) (ROSENFELD; MÜLLER, 2020).

Trata-se de uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação do ecossistema no que diz respeito aos processos funcionais, composição de espécies, estrutura da comunidade e resistência/resiliência a distúrbios. Assim, espera-se que o ambiente restaurado apresente ausência de ameaças, condições físicas do substrato e composição de espécies adequados, diversidade estrutural da vegetação, funcionalidade do ecossistema e conectividade na paisagem (MCDONALD *et al.*, 2016).

A restauração ecológica, é a recuperação espontânea de espécies vegetais após o acontecimento de distúrbios antrópicos ou naturais (CHAZDON *et al.*, 2017). Internacionalmente a Sociedade de Restauração Ecológica (SER, 2004) estabelece a restauração como um processo que inicia ou estimula a recuperação de um ambiente degradado (PALMER *et al.*, 2016). Anteriormente, a restauração ecológica tinha como objetivo principal retornar uma área degradada a sua condição original (OLIVEIRA; ENGEL, 2011). Porém, faz-se necessário compreender que as condições ambientais atuais da área, certamente, são diferentes das do passado (CHOI *et al.*, 2008).

Nesse viés, percebe-se que as mudanças climáticas e as temperaturas atmosféricas vem sendo alteradas e com isso, a adaptação de diversas espécies são prejudicadas (ARNETH *et al.*, 2019). Vale ressaltar ainda, que a busca por retornar o ambiente nas mesmas condições anteriores as alterações é inatingível, visto que a natureza está em constante modificação (CHOI *et al.*, 2008).

Posto isso, é válido salientar sobre o conceito de ecossistemas de referência, visto que este é uma fonte fundamental para a ação de restauração. O ecossistema de referência baseia-

se na condição original, ou seja, o ecossistema natural antecedente a distúrbios, o qual se deseja aproximar, sendo este a base para a restauração (SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Além disso, o ecossistema de referência atua como molde para o planejamento e avaliação de um projeto de restauração (SER, 2004).

A função primordial exercida pelas áreas de referência é oferecer informações ecológicas sobre o local de interesse, indicando um provável estado de como o ambiente degradado estaria na inexistência de perturbações (PALMER; ZEDLER; FALK, 2016).

A restauração ecológica utiliza práticas que visam atender à recuperação de ecossistemas degradados, reavendo aspectos estruturais e funcionais, a fim de reconstituir processos ecológicos relacionados à estabilidade, sucessão e resiliência do sistema (SER, 2004).

Restabelecer os processos ecológicos irá conferir equilíbrio ao ecossistema degradado, tal fato representa uma dificuldade no sentido de formar comunidades com biodiversidades que alcancem uma rápida estabilização. Ou seja, restaurar é remodelar ecossistemas de forma artificial, desafio este que consiste em iniciar um processo de sucessão o mais semelhante possível com os processos naturais, formando comunidades que apresentem uma rápida estabilização (REIS *et al.*, 2003). Com isso, restituir toda teia alimentar de uma comunidade é altamente complexo e para isso, cabe ao restaurador proporcionar estímulos ecológicos que acelerem a sucessão natural (WILLIAMS; MARTINEZ, 2000).

Nesse contexto, planejar a restauração ecológica não é um trabalho simples, pois cada área alterada ou degradada possui peculiaridades específicas (Rodríguez - Uña *et al.* 2020) e circunstâncias ecológicas singulares (STUBLE *et al.*, 2017).

Por conseguinte, não existe uma “prescrição geral” de restauração a ser empregada, assim sendo, os projetos de restauração ecológica devem ser elaborados de forma a expressar todos os fenômenos em sua totalidade, visando atender distintos filtros ambientais (MARTINS, 2018).

Há uma necessidade legal de restaurar áreas degradadas, que vai desde acordos internacionais para promover a restauração (CHAZDON *et al.*, 2017), como o da Convenção pela Diversidade Biológica (através das metas de Aichi; www.cbd.int) e o Desafio de Bonn (lançado pela IUCN; www.bonnchallenge.org), acordos nacionais, como o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica – PACTO (CALMON *et al.*, 2011; www.pactomataatlantica.org.br), até legislações específicas nacionais e regionais. No Brasil, a Lei nº 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa), complementada pelo PLANAVEG (Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa), aborda a necessidade e importância da recuperação/restauração da vegetação nativa. No âmbito estadual, o Estado de São Paulo é um

bom exemplo no desenvolvimento de regulamentação para promover a restauração de áreas degradadas. Através da Resolução SMA nº 32/2014, ele apresenta diretrizes específicas para elaboração, execução e monitoramento de projetos de restauração ecológicas em seu território (CHAVES *et al.*, 2015).

De acordo com Rosenfield e Müller (2020), é importante implementar ações de restauração para que áreas degradadas, que não proporcionam qualquer benefício direto ou indireto, possam prover serviços e manter a biodiversidade.

2.4 Indicadores ecológicos

Indicadores ecológicos são determinados como componentes que podem ser coletados com eficiência e exatidão, apresentando a verdadeira condição de uma área em caminho de restauração, onde os valores alcançados devem ser associados com aqueles estipulados no preparação do projeto, ou ligados a valores obtidos por meio de análises realizadas nas áreas de referência, e que reflitam como molde para a restauração da área em questão (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

De modo geral, eles podem ser classificados quanto a sua forma de coleta ou medição (quantitativos ou qualitativos), quanto ao atributo do ecossistema avaliado (estrutura, composição, funcionamento, serviços ecossistêmicos) e quanto a época de avaliação (fase de implantação, pós implantação e de vegetação formada) (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

São muito empregados para a avaliação de condições ambientais, pois retrata uma análise científica, com a categorização numérica ou descritiva de dados ambientais, e é frequentemente fundamentado em informações que representam a condição do ecossistema (VAN STRAALLEN, 1998; MANOLIADIS, 2002).

Quaisquer que sejam os padrões elegidos como indicadores da restauração, eles devem ser embasados em parâmetros que espelhem a viabilidade e a estabilidade do ecossistema no longo prazo (MUMMEY *et al.*, 2002).

O indicador escolhido deve retratar uma associação de quatro principais peculiaridades: (i) o indicador ‘pressão’, que expõe a causa do obstáculo ou repercussão; (ii) a ‘situação’, que retrata alguns atributos ambientais físicas e calculáveis que derivam-se da pressão; (iii) o ‘impacto’, equivalente ao indicador ‘pressão’, que tem de acompanhar os efeitos no longo prazo; e (iv) o indicador ‘retorno’, retratado pelas políticas, intervenções ou aplicações que são destinadas a solucionar o distúrbio (MANOLIADIS, 2002).

De acordo com Manoliadis (2002), os possíveis indicadores devem, de modo geral: (a) ter uma associação muito restrita com os propósitos do projeto e das perturbações ambientais abordados; (b) ser a fração de um sucinto grupo buscando uma aproximação efetiva; (c) ser determinado, a fim de esquivar-se de discordâncias em seu progresso; (d) ser práticos e objetivo, o que supõe levar em conta o custo de coleta; (e) ser de alta qualidade e segurança; e (f) ser utilizado nas escalas espacial e temporal apropriadas.

O uso repetido de bioindicadores em trabalhos de monitoramento pode auxiliar, por exemplo, na determinação de mudanças ambientais em estágios primitivos ou estimar a competência das medidas seguidas para alcançar a qualidade ambiental (VAN STRAALLEN, 1998).

Somente a introdução de técnicas não assegura o sucesso e a restauração da área. Nesse sentido, para averiguar se os propósitos estão sendo alcançados são necessárias avaliações periódicas na etapa de monitoramento. Quaisquer etapas, são importantes para o sucesso da restauração, falhas na trajetória do método podem causar perdas ecológicas, econômicas ou até sociais (DEVOTO *et al.*, 2012),

Com isso, a avaliação e o monitoramento da restauração deve constatar se os objetivos e metas foram atingidos e se o estado atual está promovendo uma condição de sustentabilidade ou se são importantes o uso de ações corretivas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Nessas avaliações são utilizados bons indicadores ecológicos, o que promove desafios futuros na avaliação dos resultados das intervenções de restauração (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).

Devido ao grande número de indicadores ecológicos vigentes, para analisar a trajetória de restauração é possível utilizar distintos métodos de medição e coleta para cada um. A definição por cada indicador a ser utilizado, modo de coleta e de medição, será definida pelo restaurador, salientando que cada indicador identificará fatores desiguais e suas particularidades, desde sua metodologia, quanto a percepção, rendimento funcional e de custos (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A trajetória dos indicadores é uma área crítica da pesquisa, pois, ainda que o embasamento para a sua escolha esteja medianamente bem estabelecida, a maior tarefa é aferi-los e validá-los (NOSS, 1999). Para Eiswert e Haney (2001), a credibilidade dos indicadores depende de características como sensibilidade, peculiaridade e capacidade de predição.

Com isso, a seleção de indicadores, segundo Manoliadis (2002) deve: i) Estar profundamente conectada aos objetivos do projeto. ii) Proporcionar a aproximação efetiva com o processo. iii) Ser estabelecida nitidamente, de forma a esquivar-se de desacordos nas

aplicações ou interpretações. iv) Ser objetiva e considerar os investimentos para a realização de sua coleta. v) Ter elevada qualidade e credibilidade. vi) Observar janelas temporais e espaciais apropriadas. Estes indicadores precisam ainda alcançar os seguintes atributos dos ecossistemas: a) formação (espécies-indicadoras, espécies-chaves, espécies invasoras); organização (número de habitat na paisagem, grandeza médio dos remanescentes de habitat, longitude média entre os fragmentos, associação entre as áreas na paisagem; e c) papel expressado no ambiente. A seleção de indicadores assertivos é explicação para o alcance do sucesso de quaisquer projetos de monitoramento, e deve ser realizada embasada em parâmetros aderentes as mudanças ocorridas no sistema (ANDREASEN *et al.*, 2001).

E por último, quaisquer que sejam as métricas escolhidas como indicadores da restauração, estes devem ser selecionados baseado nos parâmetros que expressem a exequibilidade e o desenvolvimento do ecossistema no longo prazo (MUMMEY *et al.*, 2002). Além disso, indicadores ecológicos contribuem no reconhecimento de como os objetivos propostos no projeto de restauração se confrontam com os processos sucessionais naturais (HOBBS; HARRIS, 2001).

2.4.1 Regeneração natural em restauração de áreas

A restauração ecológica utiliza práticas que visam assistir à recuperação de ecossistemas degradados, resgatando aspectos estruturais e funcionais observados nos sistemas de referência, a fim de reestabelecer processos ecológicos associados à estabilidade, sucessão e resiliência do sistema (SER, 2004). Isto é almejado, por exemplo, para áreas degradadas ribeirinhas, as quais são de extrema importância para a manutenção de serviços ecossistêmicos e fluxos ecológicos (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2001). A meta de restabelecer processos ecológicos, como ciclos hidrológicos, produtividade e interações bióticas, deve ser preferencialmente almejada e instituída em projetos de restauração, em vez de simplesmente avaliar o retorno de uma estrutura e composição particular (STANTURF *et al.*, 2014).

As técnicas de restauração de ecossistemas degradados geralmente incluem a eliminação da fonte de distúrbios, intervenções no solo, eliminação ou manejo de espécies invasoras e introdução de espécies desejadas. No Brasil, a maioria dos trabalhos de restauração ecológica se restringe a ecossistemas florestais, embora também existam muitas áreas degradadas em ecossistemas campestres e poucos estudos de restauração (OVERBECK *et al.*, 2013). Em ecossistemas florestais, a introdução de espécies é geralmente feita através do plantio de mudas, nos quais um dos objetivos é facilitar a chegada (atração de dispersores) e o

estabelecimento de espécies lenhosas a partir da melhoria das condições de sombreamento e temperatura nestes locais (SER, 2004).

A influência de plantios sobre a regeneração natural em áreas de restauração florestal tem sido observada (SUGANUMA; DURIGAN, 2015), bem como há resultados que ressaltam a importância de fatores como disponibilidade de propágulos, características da paisagem do entorno e presença de gramíneas invasoras (KAUANO *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2013).

O processo de regeneração natural tem como fonte primária os diásporos que chegam na área através da chuva de sementes, que posteriormente formará o banco de sementes do solo (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

Neste sentido, a avaliação da regeneração natural através de dados sobre estrutura, composição e diversidade de espécies lenhosas aparece como uma ferramenta amplamente utilizada e com potencial de indicar processos ecológicos associados à dinâmica sucessional das comunidades em restauração (MELO; DURIGAN, 2007; RIGUEIRA; MARIANO-NETO, 2013; PIOVESAN *et al.*, 2013).

Análises de trajetória das comunidades em regeneração, quando comparadas com padrões de áreas de referência, permitem inferir sobre barreiras ecológicas na regeneração natural de determinadas espécies ou grupos funcionais (SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Assim, entende-se que avaliar a regeneração natural como um processo de retomada da sucessão possibilita estabelecer relações entre padrões de composição e diversidade de espécies observados e mecanismos que aceleram ou retardam este processo.

A recuperação de um ambiente natural, diferentemente da recomposição, que é a restauração natural do ambiente sem a interferência do homem, necessita de técnicas e iniciativas antrópicas para lograr êxito. Nos processos de recuperação, podem ser usadas duas técnicas distintas: restauração e reabilitação. Segundo Viana (1990), a restauração refere-se ao conjunto de tratamentos que visam a recuperar a forma original do ecossistema, ou seja, a sua estrutura original, dinâmica e interações biológicas, sendo recomendada para ecossistemas raros e ameaçados que demandam maior tempo e resultam em custos elevados. A reabilitação, de acordo com Jesus (1997, 1994), diz respeito a tratamentos que buscam à recuperação de uma ou mais funções do ecossistema, as quais podem ser basicamente econômica e/ou ambiental; ela é aplicada normalmente em áreas onde o nível de degradação é elevado e há a necessidade de imediata recuperação.

2.4.2 Estrato arbóreo em áreas de restauração

O sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas depende, entre outros fatores, da escolha correta das espécies vegetais. Decorrente do grande número de espécies e de suas complexas inter-relações e interações com o ambiente, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento pertinente a elas. Esse conhecimento se refere, basicamente, à auto-ecologia e ao comportamento silvicultural (FERREIRA, 2001).

Entretanto, segundo Arato (2003), nem sempre é possível o retorno de um ecossistema degradado à sua condição original devido, entre outras causas, ao estado de degradação a que foi submetido. O plantio de espécies arbóreas sob diversas condições edafoclimáticas e o monitoramento de seu desempenho por meio de medições periódicas são, portanto, importantes no sentido de fundamentar sua escolha e a melhor forma de plantá-las, principalmente em áreas degradadas (FERREIRA, 2001).

A importância da restauração das áreas degradadas surge a partir deste quadro, já que ela pode ser uma forma alternativa de manutenção da biodiversidade (BAWA; SEIDLER, 1998). Além de ser uma ferramenta complementar às práticas conservacionistas através da criação de habitats para espécies animais e vegetais ameaçadas (JORDAN III et al., 1988), a restauração pode trazer grandes contribuições ao conhecimento da ecologia (JORDAN III et al., 1987; PALMER et al., 1997). O processo de restaurar permite o teste de hipóteses e a observação do comportamento das espécies e do funcionamento dos ecossistemas, o que pode ser muito importante para auxiliar as práticas de manejo e conservação das florestas.

A avaliação e o monitoramento das áreas já restauradas são fundamentais para o aprimoramento das metodologias empregadas na restauração (CLEWELL; RIEGER, 1997).

O mais importante dentro destas definições é perceber que as atividades de reabilitação, recuperação e restauração formam um contínuo no qual os resultados variam em relação ao grau de similaridade à condição existente antes do distúrbio, indo do menos para o mais similar, respectivamente (JACKSON *et al.*, 1995).

Embora raramente utilizada com este propósito, a restauração permite o teste de ideias e a avaliação de hipóteses sobre as comunidades e de questões como a teoria da sucessão, aspectos genéticos e fatores determinantes dos padrões da vegetação e da manutenção da biodiversidade das comunidades vegetais (ASHBY, 1987; GROSS, 1987). A prática da restauração torna-se, portanto, uma excelente oportunidade para a avaliação do nível de conhecimento sobre o funcionamento dos ecossistemas (ABER, 1987; BRADSHAW, 1987; HARPER, 1987).

Tendo em vista que as plantas constituem a base dos projetos de restauração (GILPIN, 1987; YOUNG, 2000), a grande maioria dos parâmetros que vêm sendo utilizados nas avaliações das áreas restauradas são relativos à vegetação. As medidas mais comumente utilizadas referem-se à estrutura e composição tanto do estrato arbóreo (área basal, altura, densidade, número de espécies e densidade de copa) quanto do sub-bosque (densidade e número de espécies estabelecidas através de regeneração natural), além da densidade e número de espécies das plantas representantes de outras formas de vida, tais como arbustos, herbáceas, gramíneas e lianas (JANSEN, 1997; CLEWELL, 1999; PARROTA, KNOWLES; 1999).

A ausência da dispersão, aliada a altas taxas de predação limitam a disponibilidade de sementes (HOLL; LULLOW, 1997) e, conseqüentemente, a eficiência e a velocidade da sucessão secundária.

Alguns fatores podem afetar diretamente a dispersão de sementes numa área, como por exemplo a estrutura da vegetação (STRYKSTRA *et al.*, 1998) e sua atratividade à fauna (Mc PARROTA *et al.*, 1997), a distância (STAMPFLI; ZEITER, 1999) e o grau de isolamento da área restaurada à fonte de propágulos (PETERKEN; GAME, 1984) e a condição das áreas que servem como fontes colonizadoras (PARROTA *et al.*, 1997).

As características da paisagem na qual está inserida a área também podem facilitar ou inibir o processo de dispersão (NOSS; HARRIS, 1986). Robinson e Handel (1993) ressaltam a importância de fontes colonizadoras para auxiliar o processo de sucessão, cuja existência pode ser limitada em paisagens degradadas (WUNDERLE JR., 1997).

O processo de dispersão por si só, no entanto, não garante o sucesso da regeneração. É preciso que as condições do solo, o microclima e a relação com os predadores sejam apropriadas para o estabelecimento das sementes (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993). Nos trópicos, grande parte das sementes são consumidas por predadores (HOLL; LULLOW, 1997).

As sementes sobreviventes vão originar o banco de sementes do solo, outro processo responsável pela existência de propágulos numa área (STRYKSTRA *et al.*, 1998) e pela determinação do potencial da restauração (BAKKER; BERENDESE, 1999). Este banco pode conter tanto espécies presentes quanto ausentes na área, e pode exercer uma forte influência na vegetação futura (BROWN, 1992).

Vale ressaltar que a regeneração não se restringe somente a espécies arbóreas. O recrutamento de outras formas de vida, como as lianas, também pode ser crítico para acriação da estrutura semelhante a uma floresta natural tropical (TUCKER; MURPHY, 1997).

2.4.3 Banco de sementes

O banco de sementes, é composto pelo acúmulo de sementes distintas presentes no solo (KAGEYAMA; VIANA, 1991), constituído tanto por sementes desenvolvidas em área definida quanto por sementes deslocadas de outros pontos, sendo essas viáveis, em estado de dormência real ou imposta, presentes na superfície ou no interior do solo (HARPER, 1977; FENNER, 1985). Por isso, este é considerado uma importante técnica para auxílio na restauração de ecossistemas e um componente de extrema importância na conservação de populações de plantas (HARPER, 1977; PUTZ, 1983; SWAINE; HALL, 1983; GARWOOD, 1989), participando de processos ecológicos, como o restabelecimento de comunidades após distúrbios e a manutenção da diversidade de espécies, entre outros (PUTZ, 1983; SWAINE; HALL, 1983; LAWTON; PUTZ, 1988; GARWOOD, 1989).

Além disso, tal técnica está totalmente vinculada aos antecedentes de uso da área, visto que em áreas que a vegetação foi extinta e manejada com variados usos por longos intervalos de tempo, o potencial de riqueza e diversidade de espécies no solo é reduzido (HOLL, 2013).

O banco de sementes do solo é um depósito de sementes dormentes, mas potencialmente capazes de germinar e substituir plantas adultas anuais ou perenes que desapareceram por causa natural ou não, por doenças, distúrbios ou consumo por animais. Entretanto, além da presença de plantas desejáveis e com número suficiente de espécies, o banco sempre contém, em maior ou menor escala, sementes de plantas indesejáveis (daninhas), geralmente com efeitos negativos de competição (SOUZA, 2003).

Nesse contexto, considerando sua composição florística e densidade, o banco de sementes pode ser um bom indicador para a restauração de ecossistemas (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998; MARTINS, 2001), uma vez que, através da sua avaliação, relativamente rápida e de baixo custo financeiro, é possível definir estratégias para acelerar o processo de sucessão ecológica nas áreas em restauração.

Assim, o tipo de matriz do entorno, o histórico de uso e o estado de conservação de uma área são extremamente importantes para a composição do seu banco de sementes, uma vez que no solo de bordas de florestas e de florestas muito jovens ocorre elevada densidade de espécies herbáceas, muitas podendo ser invasoras agressivas ou pioneiras arbóreas, sendo necessário, em alguns casos, o enriquecimento posterior com espécies pertencentes aos estágios finais de sucessão e que se caracterizam por grandes sementes, uma vez que essas, normalmente, não compõem o banco de sementes do solo (BAIDER *et al.*, 2001).

Cabe ressaltar que o banco de sementes do solo é constituído, principalmente, por espécies pioneiras responsáveis pelo início da sucessão florestal em áreas perturbadas (HOPFENSBERGER, 2007).

A avaliação do estoque de sementes no solo é importante na determinação da melhor estratégia de manejo a ser empregada na conservação ou recomposição de florestas nativas (GROMBONE- GUARATINI; RODRIGUES, 2002; SORREANO, 2002) e no monitoramento e avaliação de áreas restauradas, obtendo melhores diagnósticos quanto ao desempenho e sucesso da restauração de ecossistemas florestais (MARTINS, 2009).

O banco de sementes do solo, considerando sua dinâmica, composição florística e densidade, é um bom indicador do estado de conservação e do potencial de restauração de ecossistemas florestais (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998; MARTINS, 2007; MARTINS *et al.*, 2008). A transposição do banco de sementes do solo tem sido indicada como alternativa de restauração florestal em áreas degradadas, dado o seu baixo custo financeiro e a possibilidade de conter alta riqueza florística e densidade de sementes viáveis (MARTINS, 2007; CALEGARI *et al.*, 2008).

Os elevados valores de densidade e riqueza encontrados no banco do solo na maioria dos levantamentos realizados em florestas brasileiras (COSTA; ARAÚJO, 2003; MÔNACO *et al.*, 2003) e de outros países tropicais (MILLER, 1999; DALLING, 2002; FORNARA; DALLING, 2005) evidenciam o potencial da utilização do banco na restauração florestal em áreas degradadas, contribuindo para o aumento da diversidade e redução dos custos de implantação e manutenção dos projetos de restauração (ZHANG *et al.*, 2001).

Em geral, as espécies que formam banco de sementes do solo, como estratégia de estabelecimento, apresentam produção abundante, dormência e longevidade elevada das sementes, bem como mecanismos de dispersão eficientes (BUDOWSKI, 1965; PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 1992).

Denomina-se banco de sementes no solo a todas as sementes viáveis no solo ou associadas à serapilheira, para uma determinada área num dado momento. É um sistema dinâmico, com entrada de sementes através da chuva de sementes, e dispersão, podendo ser transitório, com sementes que germinam dentro de um ano após o início da dispersão, ou persistente, com sementes que permanecem no solo por mais de um ano. Essa persistência personifica, segundo Simpson *et al.* (1989), uma reserva do potencial genético acumulado.

Além disso, o banco de sementes do solo reflete a composição potencial da floresta após perturbações (BAIDER *et al.*, 1999). É um dos fatores mais importantes na recolonização natural de áreas perturbadas, dando início ao processo sucessional (VIEIRA *et al.*, 2003), representando um depósito de elevada densidade, com ampla variedade de espécies em estado de latência, sobretudo de espécies pioneiras e secundárias iniciais (UHL; CLARK., 1983; GARWOOD, 1989; PINA-RODRIGUES *et al.*, 1990).

3 OBJETIVO

O objetivo principal do presente trabalho é fazer uma análise do banco de sementes, das áreas atingidas por rejeito de minério de ferro na Bacia do Rio Doce, com diferentes idades de processo de restauração e as áreas referência, que se encontram conservadas.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área

A bacia do rio Doce abrange uma área de 84 mil km², localizada entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (ANA, 2016)

O clima predominante é o tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso. Além disso, apresenta temperaturas médias de 18° C a 25° C (PIRES *et al.*, 2017).

A bacia apresenta dois períodos bem definidos, o período chuvoso que ocorre de outubro a março, com precipitações variando de 800 a 1300 mm, e o período seco, que acontece entre abril e setembro, com as precipitações variando de 150 a 250 mm (ANA, 2016).

As áreas estudadas apresentam relevo acidentado e solos predominante Latossolos Vermelho - Amarelo e Argissolos Vermelho - Amarelo (ANA, 2013).

As áreas avaliadas estão inseridas nos municípios de Mariana e Barra Longa, no estado de Minas Gerais. Encontram-se em estado de degradação, devido ao rompimento da barragem de Fundão, em 2015, com exceção das áreas referências.

A avaliação ocorreu em dez áreas, sendo oito áreas atingidas pelo rejeito do minério de ferro e que estão em processo de restauração, e duas áreas de referência não impactadas pela lama, sendo caracterizadas como conservadas.

Em seis áreas foram efetuadas intervenções visando restauração, inicialmente, por meio da semeadura de mix de sementes de espécies de rápido crescimento para recobrimento do solo (Tabela 1) e posteriormente, pelo plantio de mudas que ocorreu progressivamente nas áreas a partir do ano de 2018. Essas intervenções foram realizadas pela Fundação RENOVA, que ao longo desse período veio modificando e alterando as técnicas de restauração utilizadas.

O mix de sementes (Tabela 2) começou a ser utilizado a partir de 2016 e o plantio de mudas realizado em diferentes épocas. As áreas estão distribuídas equitativamente em uma matriz florestal conservada e em uma matriz antropizada, sendo cinco áreas em cada matriz.

Tabela 1. Descrição das dez áreas de estudo dispostas na bacia do rio doce.

Áreas	Coordenadas	Matriz		Rejeito		Técnicas de restauração		Ano de Plantio
		Cons.	Ant.	Aus.	Prest.	Aus.	Prest.	
A1	20°16'16.3"S43°18'49.8"W	x			x	x		
A2	20°16'19.5"S43°11'42.4"W		x		x	x		
A3	20°15'07.9"S43°22'31.4"W	x			x		x	2018
A4	20°18'04.1"S43°13'54.5"W		x		x		x	2018
A5	20°16'16.1"S43°18'40.9"W	x			x		x	2019
A6	20°14'24.9"S43°25'12.8"W		x		x		x	2019
A7	20°14'31.5"S43°24'15.0"W	x			x		x	2020
A8	20°15'44.7"S43°07'59.9"W		x		x		x	2020
A9	20°14'51.0"S43°20'58.7"W	x		x		x		
A10	20°15'30.6"S42°59'22.1"W		x	x		x		

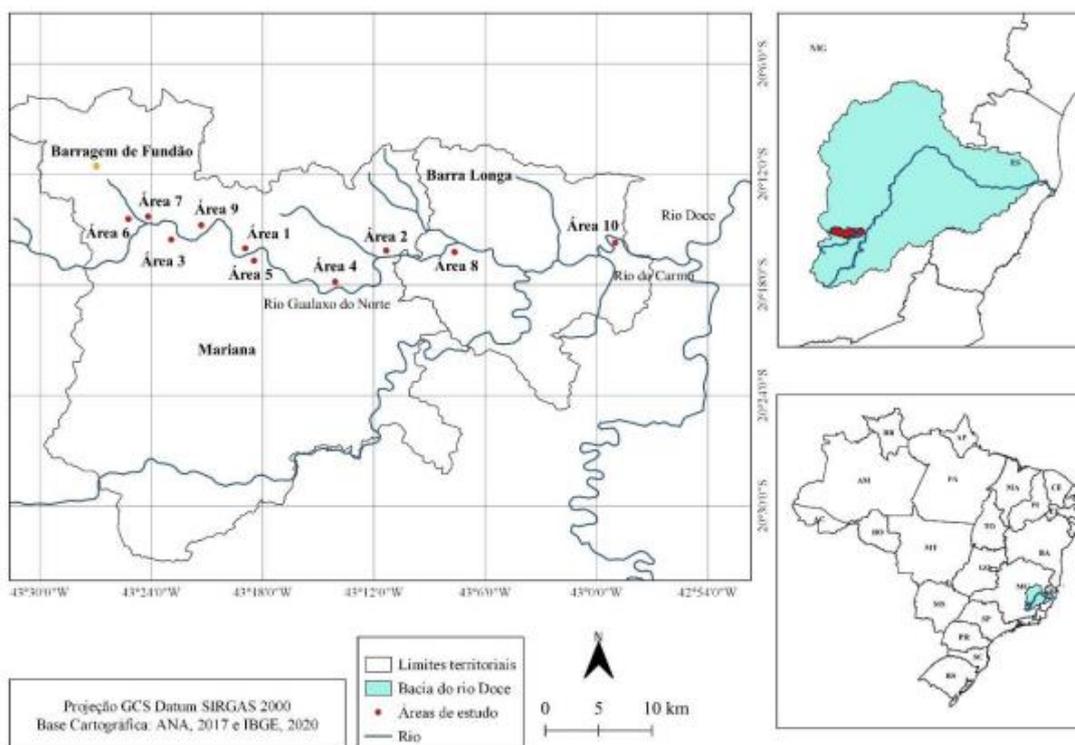
Fonte: elaborado pela autora (2022).

Tabela 2. Espécies presente no mix de sementes.

Espécie	Nome Comum	Família	Hábito
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga fogo	Amaranthaceae	Herbáceo
<i>Helianthus annuus</i>	Girassol Forrageiro	Asteraceae	Forrageiro
<i>Raphanus sativus</i>	Nabo Forrageiro	Brassicaceae	Erva
<i>Cratalaria spp.</i>	Chocalho de cascavel	Fabaceae	Arbustivo
<i>Dolichos lablab</i>	Dolichos lab lab	Fabaceae	Rasteiro trepador
<i>Lotus corniculatus</i>	Cornichão	Fabaceae	Forrageiro
<i>Neonotonia wightii</i>	Soja Perene	Fabaceae	Rasteiro trepador
<i>Stylosanthes spp.</i>	Estilosante	Fabaceae	Herbáceo
<i>Vicia sativa</i>	Ervilhaça	Fabaceae	Trepador
<i>Avena spp.</i>	Aveia Amarela e preta	Fabaceae	Forrageiro
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma seda	Fabaceae	Rasteiro
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	Fabaceae	Forrageiro
<i>Pennisetum glaucum</i>	Milheto	Fabaceae	Ereta, cespitosa
<i>Pennisetum setosum</i>	Capim custódio	Fabaceae	Ereta, cespitosa
<i>Sorghum bicolor</i>	Sorgo formoso	Fabaceae	Erva

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Figura 1. Mapa de localização das dez áreas de estudo na bacia do rio Doce.



Fonte: Ribeiro (2019).

4.2 Coleta de dados

A coleta do banco de sementes se deu durante o período de dezembro de 2020 junho de 2021. As avaliações das áreas foram realizadas utilizando transectos com 10 metros de largura, orientados no sentido da margem dos cursos d'água e possuíam comprimento variando de acordo com a faixa atingida pelo rejeito e da área em restauração (18 a 120 metros).

Para a amostragem do banco de sementes foi adotado uma intensidade de quatro parcelas, e próximo a cada parcela foram coletadas uma amostra de banco de sementes, sendo esta coletada tanto do lado esquerdo quanto do lado direito, totalizando oito amostras por transecto. Como as avaliações continuarão e as parcelas e transectos tem a funcionalidade de serem pontos de coletas de diversidade de espécies arbóreas e regeneração natural, a coleta do banco de sementes foi realizada próxima as parcelas, mas de fora da área delimitada pelo transecto, do lado esquerdo e direito. As parcelas e os transectos foram utilizados para coleta de dados que foram e serão utilizados em outros trabalhos, não sendo estes avaliados neste trabalho.

Os transectos foram utilizados principalmente para coleta de densidade, diversidade de indivíduos arbóreas, regeneração natural, cobertura do solo e dossel e por essa razão as amostras

do banco de sementes foram coletadas ao lado das parcelas, mas fora da área delimitada pelos transectos.

O banco de sementes foi coletado com auxílio de um molde metálico de $0,25 \times 0,25 \times 0,05$ m, retirando assim o solo até a profundidade de 5 cm.

O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e transportados até a casa de vegetação do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras.

As amostras foram destorroadas e organizadas de formas aleatórias em bandejas plásticas e identificada com o local e lado das coletas em campo.

As bandejas foram mantidas em ambiente protegido e irrigadas em dias alternados ou quando se observava a necessidade, este processo se estendeu por um período de três meses, as plântulas resultantes da germinação foram contadas e identificadas quinzenalmente e retiradas imediatamente após o seu registro.

A avaliação do banco de sementes foi realizada através do método indireto, por meio da identificação das plântulas decorrentes da germinação das sementes presentes nas amostras (BASKIN; BASKIN, 1989).

A identificação das plântulas emergidas, ocorreu por meio de chave botânica, consultas a herbários e literatura.

Figura 2. Coleta do banco de semente nas áreas de estudo na bacia do rio Doce.



Fonte: Acervo da autora (2022).

Figura 3. Disposição do banco de semente das áreas de estudo no viveiro de muda da Universidade Federal de Lavras.



Fonte: Acervo da autora (2022).

5 RESULTADOS

5.1 Composição florística do banco de sementes

A listagem de todas as espécies amostradas no banco de sementes nas dez áreas é representada nas tabelas localizada o Apêndice.

Foram observados 22.504 indivíduos germinados, identificadas 99 espécies e estas se distribuem em 35 famílias. Dentre os indivíduos, 4.714 não foram identificados, o que representa 20,50% de indivíduos.

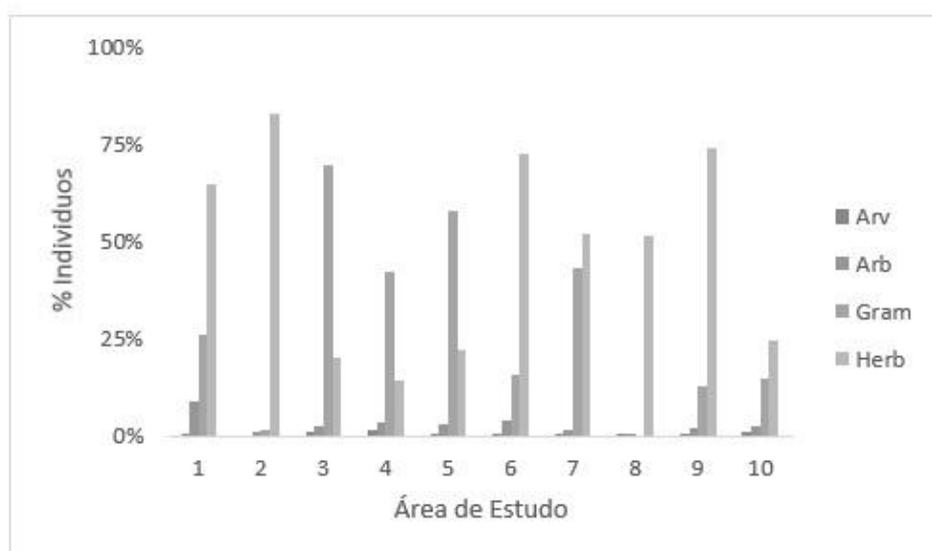
As famílias identificadas que se destacaram quanto ao número de espécies, ou seja, que tiveram maior riqueza, foram Asteraceae; Malvaceae; Fabaceae; Solanaceae e Euphorbiaceae.

A maioria dos indivíduos amostrados no banco de sementes foram de espécies herbáceas, predominando entre esses as pioneiras, seguidas de secundária iniciais e secundárias tardias em números extremamente inferiores quando comparados a herbáceas.

5.2 Forma de vida

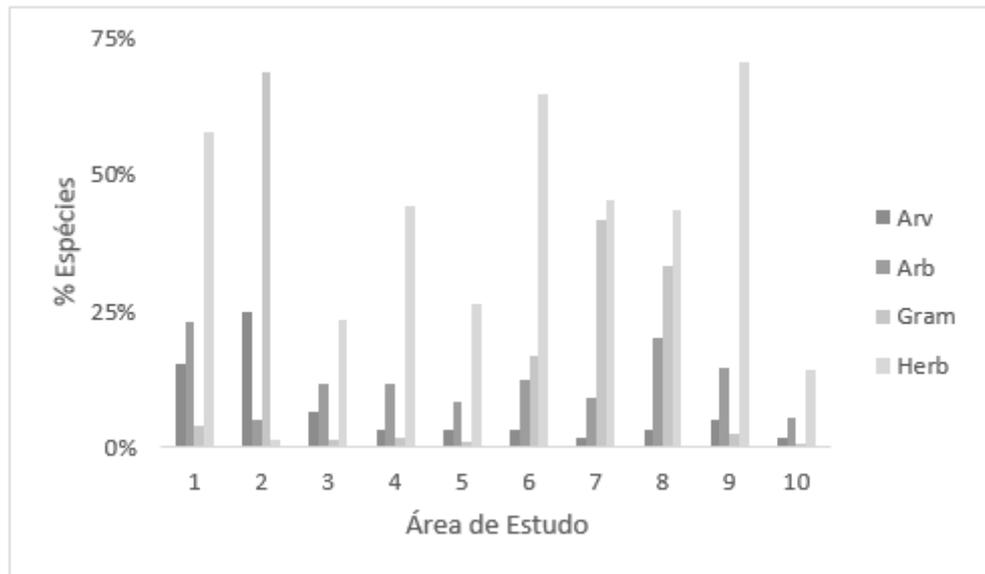
Analisando as Figuras 4 e 5, é possível observar que, quanto à forma de vida dos regenerantes, os indivíduos herbáceos foram predominantes em todas as áreas, tanto em relação a densidade de indivíduos, quanto a riqueza de espécies. E que, às proporções de espécies arbustivas em todas as áreas são superiores as arbóreas.

Figura 4. Forma de vida dos regenerantes com relação aos indivíduos.



Fonte: elaborado pela autora (2022).

Figura 5. Forma de vida dos regenerantes com relação as espécies.

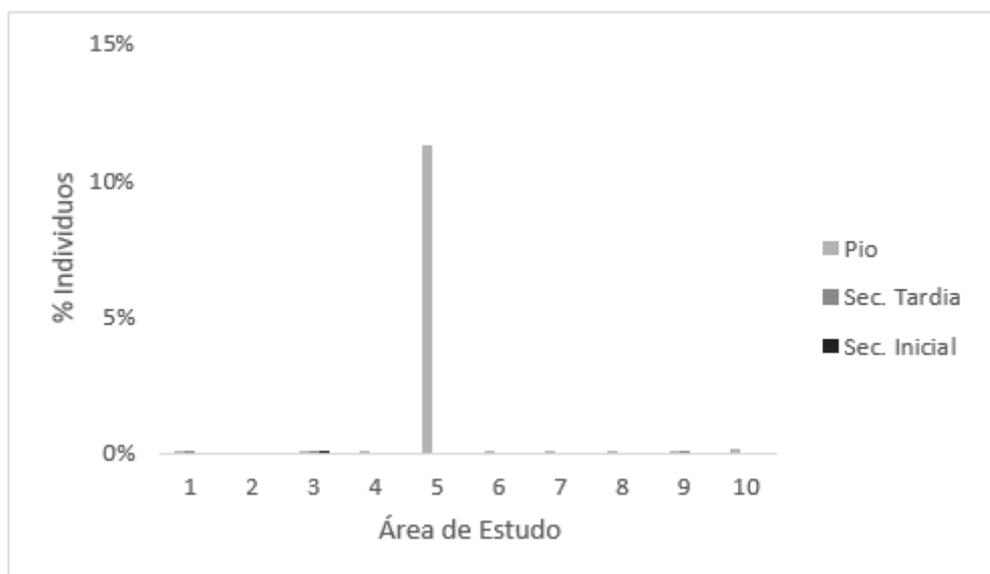


Fonte: elaborado pela autora (2022).

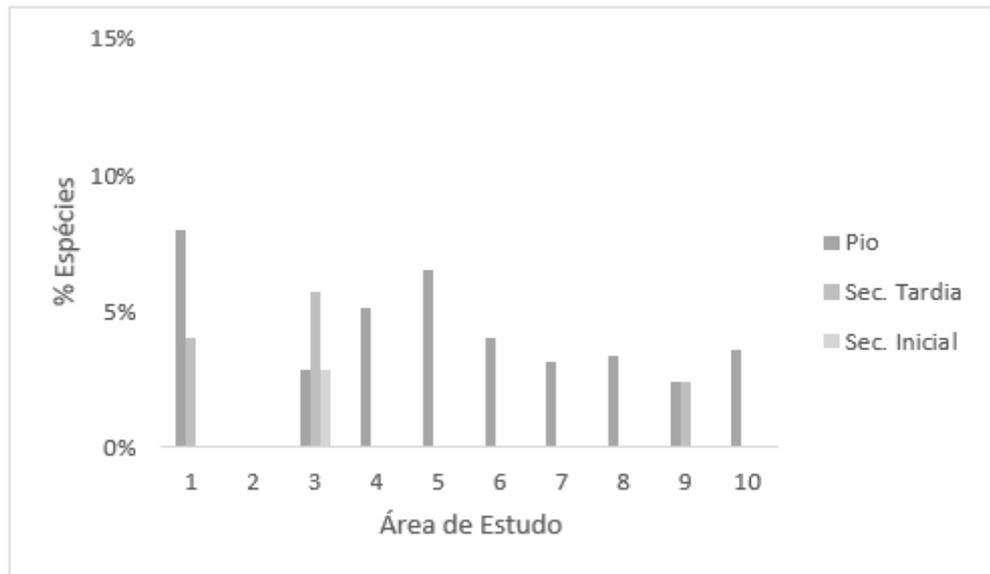
5.3 Categoria sucessional

A proporção de indivíduos (Figura 6) e espécies (Figura 7) pioneiros foram maiores em todas as áreas. As avaliações acerca deste parâmetro foi realizada apenas para espécies arbóreas, neste sentido a ocorrência em todas as áreas foram baixas.

Figura 6. Categoria sucessional com relação aos indivíduos



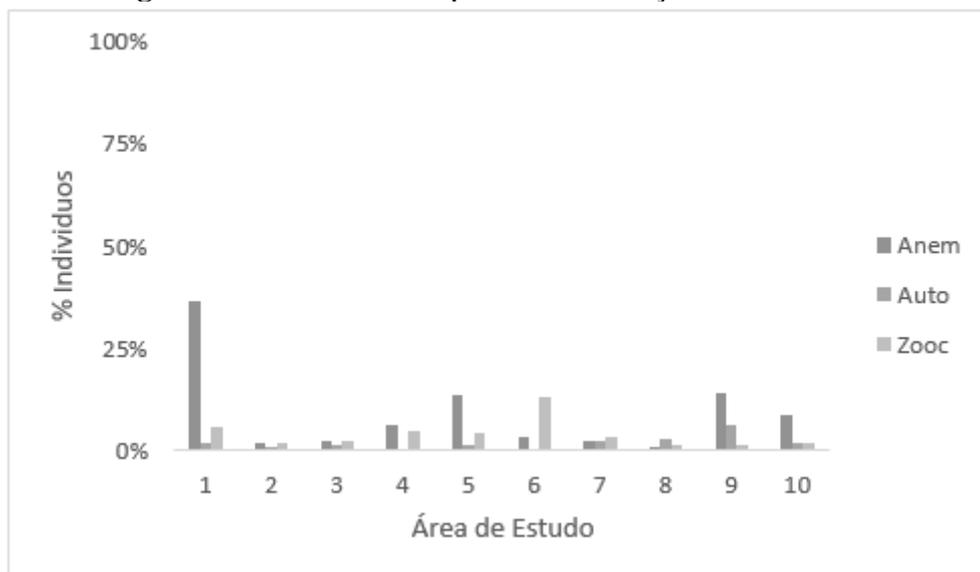
Fonte: elaborado pela autora (2022).

Figura 7. Categoria sucessional com relação as espécies.

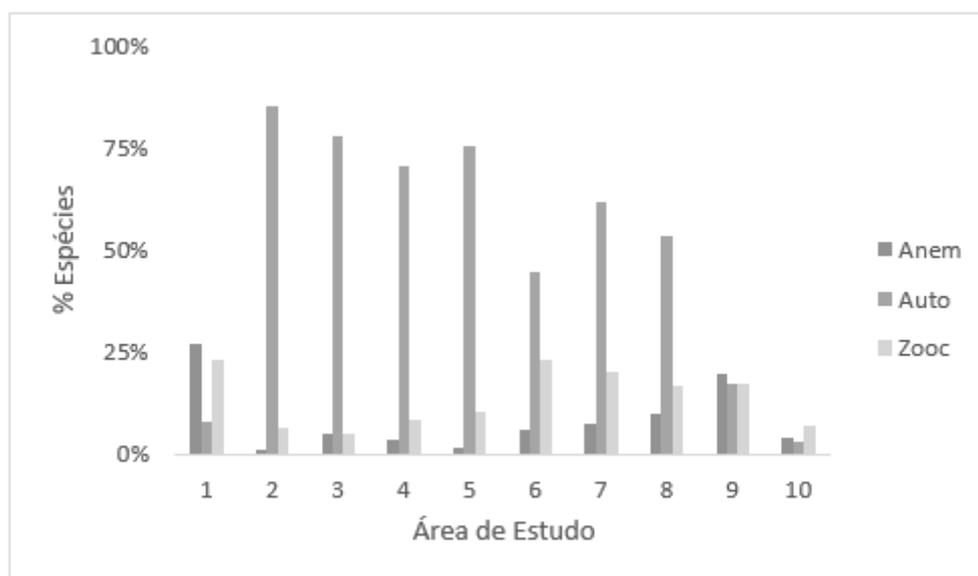
Fonte: elaborado pela autora (2022).

5.4 Método de dispersão

Em relação a síndrome de dispersão (Figura 8 e 9), a proporção de indivíduos anemócoricos é superior em todas as áreas, mas em relação a espécie, a maior proporção foi de espécies autocóricas.

Figura 8. Síndrome de dispersão com relação aos indivíduos.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Figura 9. Síndrome da dispersão com relação as espécies.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

5.5 Parâmetros fitossociológicos

As tabelas com os resultados para os parâmetros fitossociológicos se encontram no Apêndice deste trabalho.

Em relação as avaliações de frequência absoluta, que representa a ocorrência de cada espécie nas unidades amostrais, observamos que as áreas que apresentaram mais espécies que ocorreram em todos os transectos, respectivamente foram, a área A2, área A1, área A6, área A7, área A3, área A5, área A4, área A9 e área A10.

Em contrapartida as áreas que apresentaram a menor porcentagem de espécies ocorrendo em cada transecto foram respectivamente: área A4, área A8, área A9, área A1, área A3, área A7, área A10, área A5, área A2, área A6.

Em relação a frequência relativa, que é o número de ocorrências de uma espécie em relação percentual ao número total de ocorrências de todas as espécies, podemos notar que na área A1, as seguintes espécies apresentaram os melhores valores: *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob, *Solanum paniculatum*, *Ageratum conyzoides*, *Cyperus spp.*, *Graminea spp.*, *Siegesbeckia orientalis* L., *Solanum americanum*, *Vernonia polysphaera*. Sendo delas, 50% pertencentes a família asteraceae.

Já na área A2, as espécies que se destacaram foram: *Ageratum conyzoides* L., *Cordamine bonariensis*, *Cyclosporum leptophyllum*, *Erigeron bonariensis*, *Gamochoaeta spicata*, *Graminea spp.*, *Gynura auratiaca*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Pilea peperomioides*, *Sida santaremnensis* H. Monteiro. E a família mais abundante foi a Asteraceae, com 40% das

espécies pertencentes a esta família.

Na área A3, as seguintes espécies se destacaram: *Alternanthera sessilis*, *Graminea spp.*, *Neonotonia wightii*, *Pilea peperomioides*, já em relação a família, Amaranthaceae, Poaceae, Fabaceae, ocorreram em iguais proporções.

A área A4 apresentou a seguinte espécie com maior ocorrência: *Ipomoea purpurea*, sendo elas pertencente da família Convolvulaceae.

Na área A5 podemos observar as seguintes espécies: *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.*, *Sida santaremnensis* H. Monteiro e em relação a família, ocorreram com maior frequência, respectivamente, Asteraceae, Poaceae e Malvaceae.

A área A6 apresentou as seguintes espécies com maior frequência: *Graminea spp.*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Pilea peperomioides*, e as famílias predominantes em proporções iguais (33,33%) foram Poaceae, Oxalidaceae, Urticaceae.

Na área A7 as espécies predominantes foram: *Begônia cucullata*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides*, sendo as seguintes famílias com maior ocorrência: Begoniaceae, Apiaceae, Poaceae, Asteraceae e Urticaceae.

Na área A8, as espécies em destaque foram: *Begônia cucullata*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.* e as famílias Begoniaceae, Apiaceae, Asteraceae e Poaceae apareceram respectivamente, com proporção de 25%.

Na área A9 as espécies: *Conyza bonariensis*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Unxia kubitzkii* tiveram destaque em relação a suas frequências e a família que apresentou maior destaque foi a Asteraceae com 75%.

Já a área A10 apresentou a *Euphorbia hirta* da família Euphorbiaceae com maior valor de frequência relativa.

A densidade absoluta compreende ao número de indivíduos de cada espécie localizado em uma determinada área amostral, e as espécies que se destacaram foram *Cyperus spp.*, *Graminea spp.*, *Eclipta alba*, *Alternanthera sessilis*, *Ageratum conyzoides* L., *Pilea peperomioides*, *Cyclospermum leptophyllum*, *Cardamine bonariensis* e *Gamochaeta spicata*, sendo este um parâmetro avaliado nas dez áreas e identificando as espécies de maiores ocorrências.

Já a densidade relativa se configura no número de indivíduos encontrados de uma determinada espécie, em relação percentual ao número absoluto de indivíduos das demais espécies localizadas em uma unidade amostral. Com isso, as espécies que tiveram a maior densidade relativa foram: *Cyperus spp.*, *Graminea spp.*, *Siegesbeckia orientalis* L. (área A1); *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.* (área A2); *Eclipta alba*, *Graminea spp.*, *Trifolium repens*

(área A3); *Acmella uliginosa*, *Graminea spp.* (área A4); *Ageratum conyzoides L.*, *Gramínea spp* (área A5); *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides* (área A6); *Cyclosporum leptophyllum*, *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides* (área A7); *Cyclosporum leptophyllum*, *Euphorbia hirta*, *Graminea spp.* (área A8); *Cardamine bonariensis*, *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.* (Área 09); *Erigeron bonariensis*, *Gamochoaeta spicata* (área A10). As demais espécies ocorreram com baixa densidade. Percebe-se a ocorrência de espécies gramíneas em grandes proporções, densidade, em todas as áreas.

5.6 Variação das espécies nas áreas

No caso das áreas de estudo A1 e A3, as espécies *Solanum paniculatum*, *Graminea spp.*, *Ipomoea prpurea (L.) Roth*, *Senna obtusifolia* e *Vernonia polysphaera* foram as que apareceram de forma comuns no banco de semntes das duas áreas, totalizando assim 5 espécies compartilhadas.

Nas áreas A1 e A9 as espécies que ocorreram de formas compartilhadas foram: *Solanum paniculatum*, *Emilia fosbergii Nicolson*, *Graminea spp.*, *Senna obtusifolia* e *Vernonia polysphaera*, totalizando 5 espécies comuns.

Em relação as áreas A3 e A9, as espécies que foram compartilhadas foram: *Sida rhombifolia*, *Senegalia polyphylla*, *Senna obtusifolia*, *Phyllanthus niruri L*, *Oxalis latifolia Kunth*, *Vernonia polysphaera*, *Erigeron bonariensis*, *Solanum paniculatum* e *Graminea spp.*, o que confere 9 espécies comuns nas áreas.

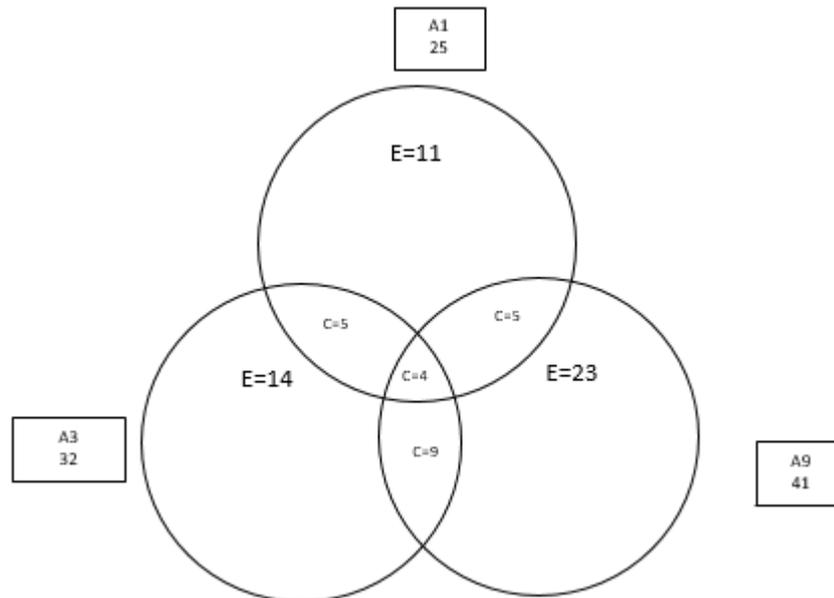
Nas áreas A1, A3 e A9, foram encontradas as seguintes espécies comuns: *Solanum paniculatum*, *Graminea spp.*, *Senna obtusifolia*, *Vernonia polysphaera*, o que confere 4 espécies comuns nas 3 áreas (A1, A3 e A9).

As espécies exclusivas foram superiores na A9 (23 espécies), seguidas por A3 (32 espécies) e A1 (11 espécies).

Já em relação a espécies ocorrentes em cada uma das áreas os totais foram: 25 espécies na A1, 32 espécies na A3 e 41 espécies na A9.

Podemos perceber ainda que, a ocorrência de espécies de *Graminea spp.* foi comum em todos os fragmentos.

Figura 10. Diagrama de Venn elaborado a partir do banco de sementes estudado para as áreas 1, 3 e 9 (A1, A3 e A9), informando o número de espécies compartilhadas e exclusivas.



Em que: A1: Área com rejeito e sem intervenção (Matriz conservada); A3: Área com rejeito e com plantio 2018 (Matriz conservada); A9: Área sem rejeito (Referência –Matriz conservada). E = Espécies exclusivas; C = Espécies compartilhadas; E = Número total de espécies amostradas na área.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

No caso das áreas A2 e A4, as espécies *comuns* no banco de sementes das duas áreas foram: *Bidens sulphurea*, *Erigeron bonariensis*, *Senna obtusifolia*, *Sida urens*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides* totalizando assim 7 espécies compartilhadas.

Nas áreas A2 e A10 as espécies que ocorreram de forma compartilhada foram: *Gamochoaeta spicata*, *Cyclosporum leptophyllum*, *Ageratum conyzoides* L., *Erigeron bonariensis*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Phyllanthus niruri* L., *Solanum Granuloso-Leprosus*, *Pilea peperomioides*, totalizando 8 espécies comuns.

Em relação as áreas A4 e A10, as espécies que foram compartilhadas foram: *Bidens sulphurea*, *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Pilea peperomioides*, *Senna obtusifolia*, *Sida urens*, o que confere 7 espécies comuns nas áreas.

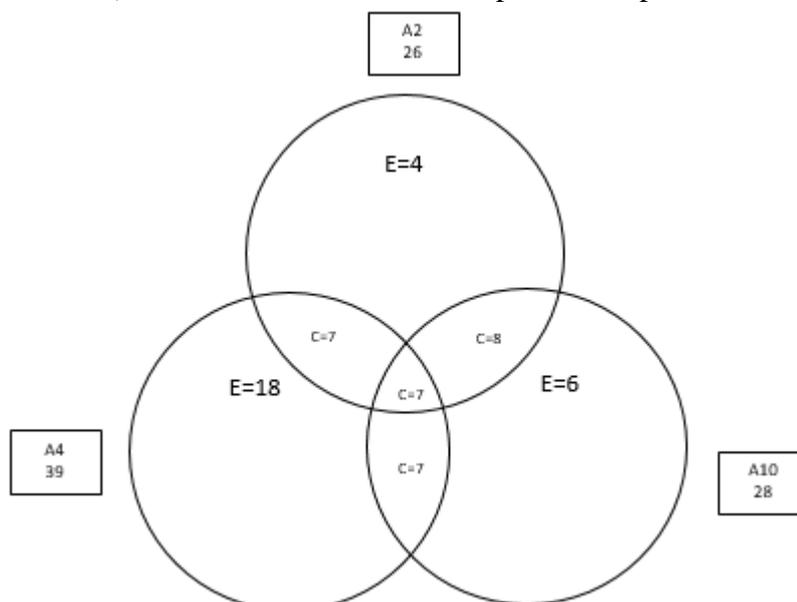
Nas áreas (A2, A4 e A10), foram encontradas as seguintes espécies comuns *Bidens sulphurea*, *Erigeron bonariensis*, *Senna obtusifolia*, *Sida urens*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides* o que confere 7 espécies comuns nas 3 áreas (A2, A4 e A10).

As espécies exclusivas foram superiores na A4 (18 espécies), seguidas por A10 (6 espécies) e A2 (4 espécies).

Já em relação a espécies ocorrentes em cada uma das áreas os totais foram: 26 espécies na A2, 39 espécies na A4 e 28 espécies na A10.

Podemos perceber ainda, a ocorrência de espécies de *Graminea spp.*

Figura 11. Diagrama de Venn elaborado a partir do banco de sementes estudado para as áreas 2, 4 e 10 (A2, A4 e A10), informando o número de espécies compartilhadas e exclusivas.



A2: Área com rejeito e sem intervenção (Matriz antropizada); A4: Área com rejeito e com plantio 2018 (Matriz antropizada); A10: Área sem rejeito (Referência –Matriz antropizada). E = Espécies exclusivas; C = Espécies compartilhadas; E = Número total de espécies amostradas na área.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Nos áreas A3 e A5, as espécies *comuns* no banco de sementes das duas áreas, *Erigeron bonariensis*, *Vernonia polysphaera*, *Neonotonia wightii*, *Senegalia polyphylla*, *Sida rhombifolia*, *Sida urens*, *Oxalis latifolia Kunth*, *Solanum paniculatum*, *Pilea peperomioides*, *Hedychium chrysoleucum* totalizando assim 11 espécies compartilhadas. Nas áreas A3 e A7 as espécies que ocorreram de formas compartilhadas foram 8 espécies comuns.

Em relação as áreas A3 e A7, as espécies que foram compartilhadas foram. *Petroselinum crispum*, *Erigeron bonariensis*, *Vernonia polysphaera*, *Neonotonia wightii*, *Senegalia polyphylla*, *Oxalis latifolia Kunth*, *Phyllanthus niruri L*, *Graminea spp.*, *Solanum americanum*, *Pilea peperomioides* o que confere 10 espécies comuns nas áreas.

Em relação as áreas A5 e A7, as espécies que foram compartilhadas foram. *Ageratum conyzoides L.*, *Alternanthera tenella*, *Amaranthus retroflexus*, *Cyclosporum leptophyllum*, *Erigeron bonariensis*, *Gamochoaeta spicata*, *Neonotonia wightii*, *Oxalis latifolia Kunth*, *Phyllanthus niruri L*, *Pilea peperomioides*, *Praxelis pauciflora (Kunth) R.M. King & H. Rob.*, *Senegalia polyphylla*, *Sida glaziovii*, *Sida santaremnensis H. Monteiro*, *Sida spp.*, *Tripogandra diurética*, *Vernonia polysphaera* que confere 17 espécies comuns nas áreas.

Nas áreas (A3, A5 e A7), foram encontradas as seguintes espécies comuns *Oxalis*

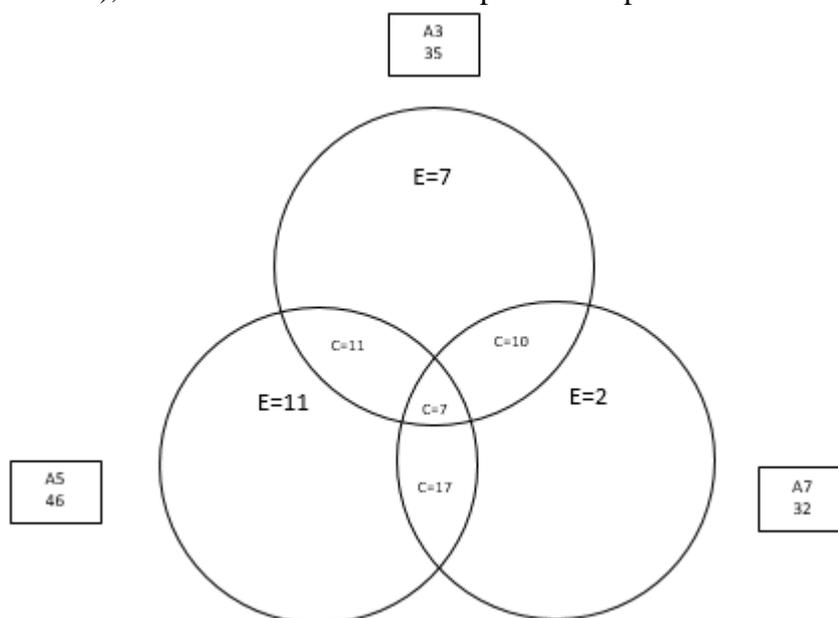
latifolia Kunth, *Phyllanthus niruri* L, *Pilea peperomioides*, *Senegalia polyphylla*, *Neonotonia wightii*, *Vernonia polysphaera*, *Erigeron bonariensis* o que confere 7 espécies comuns nas 3 áreas (A3, A5 e A7).

As espécies exclusivas foram superiores na A5 (11 espécies), seguidas por A3 (7 espécies) e A7 (2 espécies).

Já em relação a espécies ocorrentes em cada uma das áreas os totais foram A3 (35 espécies), A5 (46 espécies) e A7 (32 espécies).

Podemos perceber ainda a ocorrência de espécies *Graminea spp.*

Figura 12. Diagrama de Venn elaborado a partir do banco de sementes estudado para as áreas 3, 5 e 7 (A3, A5 e A7), informando o número de espécies compartilhadas e exclusivas.



A3: Área com rejeito e com plantio 2018 (Matriz conservada); A5: Área com rejeito e com plantio 2019 (Matriz conservada); A7: Área com rejeito e com plantio 2020 (Matriz conservada). E = Espécies exclusivas; C = Espécies compartilhadas; E = Número total de espécies amostradas na área.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Nas áreas A4 e A6, as espécies *comuns* no banco de sementes das duas áreas, *Solanum paniculatum*, *Alternanthera sessilis*, *Emilia sonchifolia*, *Erigeron bonariensis*, *Neonotonia wightii*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Pilea peperomioides*, *Sapium argutum*, *Sida santaremnensis*, *Sida urens*, *Vernonia polysphaera*. Nas áreas A4 e A6 as espécies que ocorreram de formas compartilhadas foram 12 espécies comuns.

Em relação as áreas A4 e A8, as espécies que foram compartilhadas foram. *Amaranthus viridis*, *Erigeron bonariensis*, *Graminea spp.*, *Pilea peperomioides*, *Sida urens*, *Vernonia polysphaera* o que confere 8 espécies comuns nas áreas.

Em relação as áreas A6 e A8, as espécies que foram compartilhadas foram. *Ageratum*

conyzoides L., Amaranthus deflexus, Begônia cucullata, Cyclospermum leptophyllum, Erigeron bonariensis, Euphorbia hirta, Oxalis latifolia Kunth, Pilea peperomioides, Sida glaziovii, Sida urens, Solanum americanum, Vernonia polysphaera, Yongia japonica que confere 12 espécies comuns nas áreas.

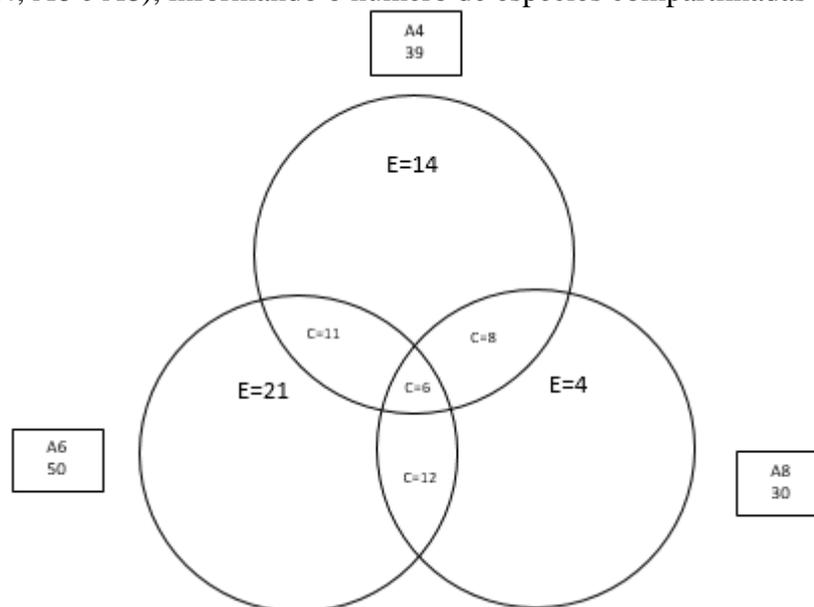
Nas áreas (A4, A6 e A8), foram encontradas as seguintes espécies comuns *Erigeron bonariensis, Oxalis latifolia Kunth, Pilea peperomioides, Sida urens, Vernonia polysphaera* o que confere 6 espécies comuns nas 3 áreas (A3, A5 e A7).

As espécies exclusivas foram superiores na A6 (21 espécies) de espécies, seguidas por A4 (14 espécies) e A8 (4 espécies).

Já em relação a espécies ocorrentes em cada uma das áreas os totais foram A4 (39 espécies), A6 (50 espécies) e A8 (30 espécies).

Podemos perceber ainda a ocorrência de espécies *Graminea spp.*

Figura 13. Diagrama de Venn elaborado a partir do banco de sementes estudado para as áreas 4, 6 e 8 (A4, A6 e A8), informando o número de espécies compartilhadas e exclusivas.



Em que: A4: Área com rejeito e com plantio 2018 (Matriz antropizada); A6: Área com rejeito e com plantio 2019 (Matriz antropizada) ; A8: Área com rejeito e com plantio 2020 (Matriz antropizada).

Fonte: elaborado pela autora (2022).

6 DISCUSSÃO

6.1 Composição florística do banco de sementes

Nos resultados encontrados na composição florística das áreas, as famílias que se destacaram quanto ao número de espécies, ou seja, que tiveram maior riqueza, foram Asteraceae (55 espécies) conferindo 35,26% de espécies presentes nas áreas; Malvaceae (16 espécies) 10,26% de espécies; Fabaceae (11 espécies) 7,05% de espécies; Solanaceae (9 espécies) 5,77% de espécies e Euphorbiaceae (8 espécies) 5,13% de espécies.

Podemos notar um número significativo de espécies da família Asteraceae e isso se explica devido esta família possuir um eficiente mecanismo de dispersão, devido a altas especializações desta família, dada a presença de pappus que se expandem e facilitam a dispersão (VAN DER PIJL, 1982). Esta família também se destacou no trabalho de Soares (2009), realizado em Juiz de Fora - MG, onde foi avaliada uma clareira localizada no interior de um fragmento de vegetação.

Nota-se ainda, que a maioria dos indivíduos amostrados no banco de sementes das dez áreas foram predominantemente de espécies herbáceas, seguidos por espécies pioneiras e secundárias iniciais e tardias respectivamente. Este resultado, se difere de um estudo realizado onde o predomínio de indivíduos arbustivos foi comum na composição inicial de vegetações que sofreram distúrbios antrópicos ou naturais (ROBINSON et al., 2015; TRENTIN et al., 2018).

Porém, a presença elevada de espécies pioneiras pode ser explicada pelo fato de estas espécies serem resistentes e se estabelecem facilmente em um ecossistema.

Em relação ao padrão da forma de vida das áreas de referências, áreas 09 e 10, estes também foram observado em outros estudos com florestas maduras (NARVAES; BRENA; LONGHI, 2005; NETO et al., 2012; PASTÓRIO; BLOEMER; GASPER, 2018). E este fato pode ser explicado por esta ser uma área onde não houve intervenção, tendo a sua composição inicial mantida.

Outro fator que explica tal resultado é que, o banco de sementes do solo é um depósito de elevada densidade de sementes de muitas espécies em estado de latência, armazenando, principalmente, espécies pioneiras (HALL; SWAINE, 1980; FENNER, 1985; GARWOOD, 1989; DALLING et al., 1998). Estas espécies, representadas por árvores, arbustos e ervas, são comuns como formas de vida predominante do banco de sementes persistente do solo, permanecendo aptas a germinar, por muito tempo, em resposta à alteração da floresta (BAZZAZ;

PICKETT, 1980).

Por fim, vale ressaltar que as áreas avaliadas neste trabalho estão em processos inicial de restauração e de acordo com Lode et al. (2020), quando o método de restauração tem por base a regeneração natural, somente após algumas décadas que a riqueza das florestas em recuperação alcança resultados semelhantes aos ecossistemas de referência.

6.2 Forma de vida

Nos resultados podemos notar que os indivíduos herbáceos foram predominantes em todas as áreas.

Segundo Oliveira et al. (2018) esta representatividade de espécies herbáceas ocorre comumente em florestas tropicais degradadas. Machado et al. (2013) menciona esta predominância de espécies herbáceas como característica de uma área que se encontra ainda em seu processo inicial de sucessão ecológica.

Diversos autores lidam com as perturbações no ambiente como uma causa relevante para a ocorrência de espécies herbáceas, devido sua elevada resiliência e produção de diásporos, além de seu caráter pioneiro e adaptativo a diversos ambientes (WEBER et al., 2012).

Segundo Baidier et al., (2001), é importante ressaltar a tendência de redução na densidade de espécies herbáceas no banco de sementes e conseqüentemente o aumento de sementes arbustivas e arbóreas com o avanço da trajetória de restauração nas áreas.

Isso pode ser explicado pelo fato de que com o estabelecimento das espécies arbóreas, haverá um maior sombreamento nas áreas, e como observamos por meio dos resultados, a maioria das espécies herbáceas são pioneiras, estas tendem a desaparecer e dar espaço ao desenvolvimento de espécies secundárias as quais apresentam bom desenvolvimento em áreas sombreadas.

Em relação aos indivíduos arbóreas, estes foram inferiores as proporções de espécies arbustivas em todas as áreas. A baixa ocorrência de sementes de espécies arbóreas presentes no banco de sementes pode ser explicada pelo fato de as áreas em estudo estarem em processo inicial de sucessão ecológica Saulei & Swaine (1988). Vale ressaltar, que parte das áreas estão dispostas em matrizes antropizadas, e por isso, estas não possuem árvores matrizes circundando-as, o que dificulta a chegada de propágulos.

Já em relação as espécies arbustivas, estas apresentaram uma grande densidade de indivíduos, fazendo com que a proporção da forma de vida em relação aos indivíduos seja maior do que quando é avaliado a nível de espécie, isso pode ser explicado pelo bom desenvolvimento e adaptabilidade de tais espécies (DURIGAN et al., 2010).

Em um trabalho realizado por Miranda Neto et al. (2010) não constatarem a germinação de espécies arbustivo nas áreas avaliadas, em restauração, demonstrando que, possivelmente, as sementes oriundas da chuva de sementes do entorno não se estabeleceram no local.

6.3 Categoria sucessional

Como observado, as espécies pioneiras apresentaram uma grande abundância nas áreas em restauração.

Tal fato, também se fez presente nos estudos realizados por Araujo et al. (2001), onde fora analisado um banco de sementes de um fragmento de floresta sucessional de diferentes idades e o predomínio de espécies pioneiras se fez presente. Este resultado pode ser explicado por que estas espécies apresentarem maior resistência a pleno sol, que é comum em áreas em processo inicial de restauração. Vale ressaltar ainda, que a inexistência do dossel permite uma maior entrada de luz, o que pode desfavorecer o estabelecimento de espécies dos estágios finais de sucessão (MORES *et al.*, 2020).

As espécies pioneiras, apresentam rápido crescimento, agressividade e elevada sobrevivência à pleno sol, conferindo acelerado recobrimento de uma área degradada por essas espécies, e tais irão conferir condições propícias para o desenvolvimento das espécies secundárias que futuramente formarão a floresta definitiva (Rodrigues *et al.*, 2009)

De acordo com Siminski *et al.* (2021), as espécies tolerantes à sombra começam a colonizar os locais degradados em idades precoces, mas as proporções desse grupo tornam-se semelhantes aos ecossistemas de referência após 30 – 40 anos de sucessão (SUGANUMA; DURIGAN, 2014).

Ademais, pode-se inferir que ao longo da trajetória do processo de restauração das áreas de estudo a ocorrência de espécies tolerantes a sombra aumentará.

6.4 Método de dispersão

Conforme os resultados apresentados, a proporção de indivíduos anemócoricos foi superior em todas as áreas, isso pode ser explicado pelo fato de as espécies anemocóricas atingirem alturas mais elevadas quanto a dispersão, esta é uma tendência esperada quanto a essa classificação. De acordo com Giehl *et al.* (2007), elevadas alturas de dispersão permite que o propágulo permaneça por mais tempo no ar, sujeito a diferentes velocidades e intensidades de ventos, além de existirem menos obstáculos aos diásporos, já que estes ficam acima do dossel.

Outra estratégia para diminuir os obstáculos na dispersão pelo vento no caso de espécies que apresentam dispersão anemocórica, é a perda das folhas durante a época de reprodução.

Em relação as áreas de estudo, podemos perceber que estas estão em processos inicial de restauração, sendo estas florestas jovens e isso pode também ser um fator que tenha contribuído para a alta dispersão anemocórica. De acordo com Leyser *et al.* (2009), em florestas estacionais, onde predomina a anemocoria, a perda das folhas em determinadas épocas do ano é comum, em virtude de garantir o sucesso na propagação.

Em relação a espécies, a maior proporção se deu em espécies autocóricas e tal resultado pode ser explicado devido à maior presença de vento e maiores temperaturas. Esses padrões podem acarretar em semelhanças na distribuição das síndromes Giehl *et al.* (2007). Em um estudo realizado por Willson (1993), observou-se altas proporções de espécies autocóricas e isso pode ter ocorrido porque, normalmente, a autocoria limita a distribuição de propágulos para próximo da planta mãe, pois, o alcance de dispersão por autocoria é pequeno.

6.5 Parâmetros fitossociológicas

Nas áreas avaliadas, observamos que a fitossociologia constitui uma importante ferramenta a ser empregada, em função de evidenciar quais são as espécies presentes e como estão distribuídas.

As áreas que apresentaram mais espécies que ocorreram em todos os transectos respectivamente foram a área A2, área A1, área A6, área A7, área A3, área A5, área A4, área 09 e área 10. Isso pode ser explicado pelo fato de tais espécies apresentarem distribuição ampla e estarem se distribuindo bem nas áreas, ou seja, apresentando um alto teor de dispersão.

As espécies *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob, *Solanum paniculatum*, *Ageratum conyzoides*, *Cyperus spp.*, *Graminea spp.*, *Siegesbeckia orientalis* L., *Solanum americanum*, *Vernonia polysphaera*, *Cordamine bonariensis*, *Cyclosporum leptophyllum*, *Erigeron bonariensis*, *Gamochoaeta spicata*, *Gynura auratiaca*, *Oxalis latifolia* Kunth, *Pilea peperomioides*, *Sida santaremnensis* H. Monteiro, *Alternanthera sessilis*, *Neonotonia wightii*, *Ipomoea purpurea*, *Begônia cucullata*, *Unxia kubitzkii*, apresentaram maiores proporções de ocorrências nas dez áreas avaliadas, tal fator pode ser explicado por estas espécies terem se adaptado bem as condições da região e as características do tecnosolo.

Estudos apontam que valores de densidade e frequência elevados para espécies de *Vernonia polysphaera* apontam que as áreas estão reagindo bem ao processo de restauração, pois tal espécie é comum em áreas iniciais de restauração (FIORINI *et al.*, 2020; TOLEDO *et al.*, 2020; CAMPANHARO *et al.*, 2021). Podemos perceber ainda que a espécie citada acima, apresentou índices significativos no trabalho realizado e isto corrobora para um caminho

assertivo em direção a restauração.

6.6 Variação das espécies nas áreas

A análise realizada comparou as áreas atingidas por rejeito onde não foi realizado nenhum tipo de intervenção, áreas em restauração onde houve intervenção e áreas de referências, onde não houveram ocorrência de rejeito, estas avaliações levou em consideração a matriz de localização da área, matriz antropizada e conservada, afim de verificar a influencia de tais fatores.

A baixa similaridade encontrada entre as áreas das áreas estudadas pode ser em função da influência de propágulos provenientes de áreas circunvizinhas, além das próprias condições locais, as quais podem estar favorecendo o desenvolvimento de espécies que não estejam presentes no banco de sementes.

De acordo com Oliveira (2017), esses valores não levam em conta o número de indivíduos, o que é mais relevante quando se trata do potencial de regeneração de uma comunidade (SALLES; SCHIAVINI, 2007).

Por fim, podemos observar ainda que as áreas em restauração em matriz conservada apresentaram maiores valores em relação as espécies compartilhadas e tal fator pode ser explicado pela influência de fragmentos ao entorno das áreas, além de as condições adaptativas de tais espécies terem sido favoráveis as características do tecnosolo (SILVA *et al.*, 2006; BARROS *et al.*, 2018).

7 CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu concluir que as áreas apresentaram diversidade similar as áreas de referência, mas em relação a densidade observamos que os valores foram superiores, isso sugere que as áreas estão em processos de restauração. Outro fator que evidencia isso é a presença da espécie *Vernonia polysphaera* nas áreas, pois essa espécie é recorrentes em áreas em processo de restauração.

Notamos ainda que as espécies herbáceas ocorreram em altos índices e isso se dá pelo fato das áreas apresentarem características de ambientes em seu processo inicial de sucessão ecológica.

Além disso, o grupo ecológico das pioneiras apresentaram valores superiores as demais categorias. Espécies pioneiras apresentam rápido crescimento e elevada sobrevivência à pleno sol, o que confere um acelerado recobrimento de uma área degradada por essas espécies.

Por fim, em relação a síndrome de dispersão observamos que indivíduos da família Asteraceae apresentaram destaque, esta família apresenta características adaptativas que contribuem para o sucesso da restauração ecológica.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional das Águas. **Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce Rompimento da Barragem em Mariana/MG**. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2016. 50p.
- ANDERSEN, A.N.; HOFFMANN, B.D.; SOMES, J. Ants as indicators of minesite restoration: community recovery at one of eight rehabilitation sites in central Queensland. **Ecological Management & Restoration**, 4 (supplement February): 13-19. 2003.
- ARNETH, A. et al. **Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Genebra: IPCC, 2019. 896p.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.1, p.35-44, 2001.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de Floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 2, n. 59, p. 319 – 328, 1999.
- BARROS, D. A.; JUNIOR, M. G. C.; DE OLIVEIRA, A. L.; DA SILVA NETO, E. C. Matéria orgânica e agregação do solo em áreas sobre influência da mineração de bauxita na região do planalto de Poços de Caldas, MG. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 14, n. 2, p. 160-167, 2018.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L.; (Eds.). **Ecology of soil seed bank**. London: Academic Press, 1989. P. 53-65.
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 431 p.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional process. **Turrialba**, Turrialba, v.15, n.1, 1965.
- CHAZDON, R. L. et al. Landscape Restoration, Natural Regeneration, and the Forests of the Future. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 251-257, 2017.
- CHOI, Y. D. Et al. Ecological restoration for future sustainability in a changing environment. **Ecoscience**, v. 15, n. 1, p. 53-64, 2008.
- DEVOTO, M. Et al. Understanding and planning ecological restoration of plant–pollinator networks. **Ecology Letters**, Oxford, v. 15, p. 319-328, 2012.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Recomposição de Florestas Nativas: algumas perspectivas metodológicas para o estado de São Paulo. In: **III Curso de Atualização de Recuperação de Áreas Degradadas**. Curitiba, PR. 1996.141p.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.759-774, 2002.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.

HOBBS, R.J.; HARRIS, J.A. Restoration Ecology: repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. **Restoration Ecology**, v.9, n.2,p.232-246. 2001.

HOLL, K.D. Factors limiting rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. **Biotropica**, v.31, n.2, p.229-242, 1999.

HOPFENSBERGER, K.N. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. **Oikos** , v.116, n.9, p.;1438-1444, 2007.

INSTITUTO FLORESTAL DE SÃO PAULO, SÉRIE REGISTROS. **Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica**. IF Sér. Reg. São Paulo, n. 44, p. 1- 38. 2011.

KAGEYAMA, L.G.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: **Anais Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Sementes Florestais**; 1991; Atibaia. Atibaia: SMA; 1991.

MACHADO, V. M. et al. Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 303-312, nov. 2013.

MANOLIADIS, O.G. Development of ecological indicators – a methodological framework using compromise programming. **Ecological Indicators**, v.2, n.1, p.169-176, 2002.

MARTINS, S.V. Alternative Forest Restoration Techniques. In: Viana H, editor. **New Perspectives in Forest Science**. 1st ed. London: IntechOpen. 2018. p. 131-148.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 255p.

MONACO, L. M.; MESQUITA, R. C. G.; WILLIAMSON, G. B. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazônica**, v.33, p.41-52, 2003.

MUMMEY, D.L.; STAHL, P.D.; BUYER, J.S. Microbial biomarkers as an indicator of ecosystem recovery following surface mine reclamation. **Applied Soil Ecology**, v.21, n.1, p.251-259, 2002.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 219-231, 2011.

OLIVEIRA, T. J. F. et al. Banco de sementes do solo para uso na recuperação de matas ciliares degradadas na região noroeste fluminense. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p.206-217, jan. 2018.

PALMER, M. A.; ZEDLER J. B.; FALK, D. A. Ecological Theory and Restoration Ecology.

In: PALMER, M. A.; ZEDLER, J. B.; FALK, D. A. **Foundations of Restoration Ecology**. Washington: Island Press, 2016. P. 3-26.

RANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, p. 98-110.

RODRIGUES, R. R. et al. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 264 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; SOBRADE, 1998. P.203-215.

RODRÍGUEZ-UÑA, A.; CRUZ-ALONSO, V.; ROHRER, Z.; MARTÍNEZ-BAROJA, L. (2020). Fresh perspectives for classic forest restoration challenges. **Restoration Ecology**, v.28, n.1, p.12-15, 2020.

RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, n. 3, p. 569-577, 2005.

SAULEI, S. M.; SWAINE, M. D. Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua-Nova Guiné. **J. Ecol.**, v. 62, n. 4, p. 1133-1152, 1988.

SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. **Ecology of soil seed banks**. California: Academic Press, 1989. 385 p.

SOARES, S. M. P. **Banco de sementes, chuva de sementes e uso de técnicas de nucleação na restauração ecológica de uma clareira dominada por *Melinis miluniflora* P. BEAUV.** Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Conservação e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. **Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política**. 2004. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica. Disponível em: . Acesso em: 1 set. 2022.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SOUZA, P.A. **Efeito da sazonalidade da serapilheira sobre o banco de sementes visando seu uso na recuperação de áreas degradadas**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

STUBLE, K.L.; FICK, S.E.; YOUNG, T.P. Every restoration is unique: testing year effects and site effects as drivers of initial restoration trajectories. **Journal of Applied Ecology**, v.54, n.4, p.1051-1057, 2017.

SUGANUMA, M. S., DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 3, p. 238-251, 2015.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRÃO, E. A. S. Abandoned pastures in Eastern Amazonia: 1-patterns of plants succession. **Journal of Ecology**, Athens, v. 76, p. 663 – 681, 1988.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin:Springer-Verlag. 1982.

VAN STRAALLEN, N.M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, v.9, n.1, p.429-437, 1998.

VIEIRA, N. K.; REIS, A. **O papel do banco de sementes na restauração de áreas degradadas**. Disponível em: . Acesso em: 01 set. 2022.

WEBER, A. J. C. S. et al. Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 70, p. 193-207, jun. 2012.

WILLIAMS, R.; MARTINEZ, N. Simple rules yield complex food webs. **Nature**, London, v. 404, p.180-183, 2000.

ZHANG, Z. Q. et al. Soil seed banks as an input of seed source in revegetation of lead/zinc mine tailings. **Restoration Ecology**, v.9, n.4, p.378-385, 2001.

APÊNDICE

Tabela 3. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continua).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 01									
<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	99	100	7,04225	396000	3,1349
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	51	100	7,04225	204000	1,61495
<i>Acnistus arborescens</i>	Solanaceae	Arb	-	Nc	1	20	1,40845	4000	0,03167
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	90	100	7,04225	360000	2,84991
<i>Bidens subalternans</i>	Asteraceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,40845	4000	0,03167
<i>Cyperus spp.</i>	Cyperaceae	Herb	-	Nc	1320	100	7,04225	5280000	41,7986
<i>Eclipta prostrata</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	7	20	1,40845	28000	0,22166
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	20	1,40845	4000	0,03167
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Anem	825	100	7,04225	3300000	26,1241
<i>Guarea macrophylla</i>	Meliaceae	Arv	Sec.Tard	Nc	2	20	1,40845	8000	0,06333
<i>Hyoscyamus niger</i>	Solanaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,40845	4000	0,03167
<i>Ipomoea urpúrea</i>	Convolvulaceae	Herb	-	Nc	7	60	4,22535	28000	0,22166
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Arv	-	Nc	3	20	1,40845	12000	0,095
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	Herb	-	Nc	100	80	5,6338	400000	3,16656
<i>Malvaceae spp.</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	6	20	1,40845	24000	0,18999
<i>Melampodium perfoliatum</i>	Asteraceae	Arb	-	Zooc	16	80	5,6338	64000	0,50665
<i>Mimosa pudica</i>	Fabaceae	Herb	-	Auto	60	40	2,8169	240000	1,89994
<i>Phyllanthus tenellus</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Anem	5	20	1,40845	20000	0,15833
<i>Senna obtusifolia</i>	Herbácea	Arv	Pio	Auto	2	40	2,8169	8000	0,06333
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	48	60	4,22535	192000	1,51995
<i>Sidastrum micranthum</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	12	40	2,8169	48000	0,37999

Siegesbeckia orientalis Asteraceae Herb - Nc 317 100 7,04225 1268000 10,038

Tabela 4. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 01									
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	112	100	7,04225	448000	3,54655
<i>Trema micrantha</i>	Cannabaceae	Arv	Pio	Zooc	2	40	2,8169	8000	0,06333
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	70	100	7,04225	280000	2,21659
Área 02									
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	11	100	5,88235	73333,3	0,84098
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	3	33,3333	1,96078	20000	0,22936
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Begônia cucullata</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Bidens sulphurea</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	2	33,3333	1,96078	13333,3	0,15291
<i>Cordamine bonariensis</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	33	100	5,88235	220000	2,52294
<i>Cycospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	35	100	5,88235	233333	2,67584
<i>Eclipta prostrata</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	231	100	5,88235	1540000	17,6606
<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	19	66,6667	3,92157	126667	1,4526
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	81	100	5,88235	540000	6,19266
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	438	100	5,88235	2920000	33,4862
<i>Gynura auratiaca</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	128	100	5,88235	853333	9,78593
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	Herb	-	Nc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Malva lanceta</i>	Malvaceae	Herb	-	Nc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Melampodium paniculatum</i>	Asteraceae	Arb	-	Zooc	3	33,3333	1,96078	20000	0,22936
<i>Oxalis latifolia Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	93	100	5,88235	620000	7,11009
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Anem	8	66,6667	3,92157	53333,3	0,61162

<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	5	100	5,88235	33333,3	0,38226
<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	Arb	-	Auto	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645

Tabela 5. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 02									
<i>Sida espinosa</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	4	33,3333	1,96078	26666,7	0,30581
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	2	66,6667	3,92157	13333,3	0,15291
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	13	100	5,88235	86666,7	0,99388
<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	1	33,3333	1,96078	6666,67	0,07645
<i>Solanum Granuloso-Leprosum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	5	33,3333	1,96078	33333,3	0,38226
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	187	100	5,88235	1246667	14,2966
Área 03									
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	4	40	2,22222	16000	0,20253
<i>Acacia dealbata</i>	Fabaceae	Arb	-	Zooc	9	20	1,11111	36000	0,4557
<i>Achyrocline satureioides</i>	Asteraceae	Herb	-	NC	20	40	2,22222	80000	1,01266
<i>Alternanthera sessilis</i>	Amaranthaceae	Nc	-	Anem	9	100	5,55556	36000	0,4557
<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	10	20	1,11111	40000	0,50633
<i>Annona glabra L</i>	Meliaceae	Arv	Sec Ini	Zooc	6	60	3,33333	24000	0,3038
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Leguminosae	Arv	Sec Tard	Zooc	1	20	1,11111	4000	0,05063
<i>Eclipta alba</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	132	60	3,33333	528000	6,68354
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	26	80	4,44444	104000	1,31646
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	1350	100	5,55556	5400000	68,3544
<i>Hedychium chrysoleucum</i>	Zingiberaceae	Arb	-	Anem	2	40	2,22222	8000	0,10127
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	Herb	-	Nc	7	60	3,33333	28000	0,35443
<i>Lippia alba</i>	Verbenaceae	Herb	-	Nc	4	40	2,22222	16000	0,20253
<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae	Herb	-	Nc	3	40	2,22222	12000	0,1519
<i>Melissa officinaliss</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	2	20	1,11111	8000	0,10127

<i>Microcarpus hurtus</i>	Pandanaceae	Herb	-	Nc	2	40	2,22222	8000	0,10127
<i>Neonotonia wightii</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	33	100	5,55556	132000	1,67089

Tabela 6. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 03									
<i>Oxalis urpúrea Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	34	80	4,44444	136000	1,72152
<i>Petroselinum crispum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	12	20	1,11111	48000	0,6076
<i>Phlebodium decumanum</i>	Polypodiaceae	Herb	-	Nc	4	20	1,11111	16000	0,20253
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	3	40	2,22222	12000	0,1519
<i>Phyllanthus tenellus</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	10	60	3,33333	40000	0,50633
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	24	100	5,55556	96000	1,21519
<i>Sapium argutum</i>	Euphorbiaceae	Arv	Sec Ini	Auto	8	80	4,44444	32000	0,40506
<i>Saponaria officinalis</i>	Caryophyllaceae	Arv	-	Nc	1	20	1,11111	4000	0,05063
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	Arv	Pio	Anem	8	40	2,22222	32000	0,40506
<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	Arb	-	Auto	2	20	1,11111	8000	0,10127
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	1	20	1,11111	4000	0,05063
<i>Sida santaremensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	2	20	1,11111	8000	0,10127
<i>Sida spp.</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	4	40	2,22222	16000	0,20253
<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	4	20	1,11111	16000	0,20253
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	12	80	4,44444	48000	0,6076
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	85	80	4,44444	340000	4,3038
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	11	80	4,44444	44000	0,55696
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	130	100	5,55556	520000	6,58228
Área 04									
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	25	11,1111	1,36986	55555,6	0,52367
<i>Acacia dealbata</i>	Fabaceae	Arb	-	Zooc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Acmella uliginosa</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	341	11,1111	1,36986	757778	7,14286

<i>Acnistus arborescens</i>	Solanaceae	Arb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Alternanthera sessilis</i>	Amaranthaceae	Nc	-	Anem	246	44,4444	5,47945	546667	5,15291

Tabela 7. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 04									
<i>Amaranthus flavus</i>	Amarantáceae	Herb	-	Zooc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	9	22,2222	2,73973	20000	0,18852
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	8	11,1111	1,36986	17777,8	0,16757
<i>Bidens subalternans</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	8	11,1111	1,36986	17777,8	0,16757
<i>Bidens sulphurea</i>	Asteraceae	Herb	-	Zooc	2	11,1111	1,36986	4444,44	0,04189
<i>Cardamine lyrata</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	8	11,1111	1,36986	17777,8	0,16757
<i>Cassia occidentalis</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Eclipta alba</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	14	11,1111	1,36986	31111,1	0,29326
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Emilia sonchifolia</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	2	11,1111	1,36986	4444,44	0,04189
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	31	33,3333	4,10959	68888,9	0,64935
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	2	11,1111	1,36986	4444,44	0,04189
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	2012	100	12,3288	4471111	42,145
<i>Guaxima de istima</i>	Malváceas	Herb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Ipomoea urpúrea</i>	Convolvulaceae	Herb	-	Nc	32	66,6667	8,21918	71111,1	0,6703
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	Herb	-	Nc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	9	22,2222	2,73973	20000	0,18852
<i>Neonotonia wightii</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	41	22,2222	2,73973	91111,1	0,85882
<i>Oxalis icranta</i> Kunth	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	38	11,1111	1,36986	84444,4	0,79598
<i>Physalis peruviana</i>	Solanaceae	Herb	-	Nc	3	22,2222	2,73973	6666,67	0,06284
<i>Pilea Microphylla</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	12	11,1111	1,36986	26666,7	0,25136

<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	84	11,1111	1,36986	186667	1,75953
<i>Sapium argutum</i>	Euphorbiaceae	Arv	Pio	Zooc	76	22,2222	2,73973	168889	1,59196

Tabela 8. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 04									
<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	Arb	-	Auto	10	11,1111	1,36986	22222,2	0,20947
<i>Sida glasiiovii</i>	Urticaceae	Herb	-	Anem	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Sida rombhifolia</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	9	11,1111	1,36986	20000	0,18852
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Sida urens</i>	Urticaceae	Herb	-	Zooc	6	11,1111	1,36986	13333,3	0,12568
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	91	55,5556	6,84932	202222	1,90616
<i>Trema icranta</i>	Cannabaceae	Arv	Pio	Zooc	1	11,1111	1,36986	2222,22	0,02095
<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	24	11,1111	1,36986	53333,3	0,50272
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	31	33,3333	4,10959	68888,9	0,64935
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	1589	66,6667	8,21918	3531111	33,2845
Área 05									
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	10	75	3,57143	50000	0,37566
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	218	75	3,57143	1090000	8,18933
<i>Alternanthera ficoidea</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	3	50	2,38095	15000	0,1127
<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	3	50	2,38095	15000	0,1127
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	25	75	3,57143	125000	0,93914
<i>Amaranthus flavus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	3	25	1,19048	15000	0,1127
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Amaranthus spinosus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	4	25	1,19048	20000	0,15026
<i>Artemísia absinthium</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	3	25	1,19048	15000	0,1127
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Arb	-	Zooc	16	25	1,19048	80000	0,60105

<i>Calêndula spp.</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Cardamine bonariensis</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	8	25	1,19048	40000	0,30053

Tabela 9. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 05									
<i>Conyza bonariensis</i>	Asteraceae	Nc	-	Zooc	2	25	1,19048	10000	0,07513
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	7	50	2,38095	35000	0,26296
<i>Erechtites Valerianaefolia</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	2	50	2,38095	10000	0,07513
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	58	100	4,76191	290000	2,17881
<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Euphorbiaceae	Arb	-	Auto	2	25	1,19048	10000	0,07513
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	23	75	3,57143	115000	0,86401
<i>Gramínea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	1541	100	4,76191	7705000	57,8888
<i>Gynura auratiaca</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	2	50	2,38095	10000	0,07513
<i>Hedychium chrysoleucum</i>	Zingiberaceae	Arb	-	Anem	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Mentha suaveolens</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	3	25	1,19048	15000	0,1127
<i>Monstera pertusa</i>	Araceae	Herb	-	Zooc	12	25	1,19048	60000	0,45079
<i>Neonotonia wightii</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Oxalis atifolia Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	104	75	3,57143	520000	3,90684
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	27	75	3,57143	135000	1,01428
<i>Physalis spp.</i>	Solanaceae	Arb	-	Nc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	8	75	3,57143	40000	0,30053
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Herb	-	Nc	7	25	1,19048	35000	0,26296
<i>Praxelis pauciflora</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	3	25	1,19048	15000	0,1127
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	Arv	Pio	Anem	15	50	2,38095	75000	0,56349
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	5	50	2,38095	25000	0,18783
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	6	75	3,57143	30000	0,22539
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	32	100	4,76191	160000	1,2021

<i>Sida spp.</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	2	25	1,19048	10000	0,07513
<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	16	50	2,38095	80000	0,60105

Tabela 10. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 05									
<i>Solanum Granuloso-Leprosum</i>	Solanaceae	Arv	Pio	Zooc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Sphagneticola trilobada</i>	Asteraceae	Herb	-	Zooc	15	25	1,19048	75000	0,56349
<i>Tibouchina</i>	Melastomataceae	Arv	Pio	Zooc	1	25	1,19048	5000	0,03757
<i>Tradescantia fluminensis</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	24	25	1,19048	120000	0,90158
<i>Tripogandra diurética</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	2	25	1,19048	10000	0,07513
<i>Unxia kubitzkii</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	7	75	3,57143	35000	0,26296
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	4	25	1,19048	20000	0,15026
<i>Ziziphus joazeiro Mart</i>	Rhamnaceae	Arv	Nc	Nc	2	25	1,19048	10000	0,07513
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	429	75	3,57143	2145000	16,1157
Área 06									
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Acanthospermum australe</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	10	60	1,94805	40000	0,31797
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Achyrocline satureioides</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	4	40	1,2987	16000	0,12719
<i>Aeschynomene</i>	Fabaceae	Arb	-	Anem	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	13	60	1,94805	52000	0,41336
<i>Alternanthera sessilis</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	10	40	1,2987	40000	0,31797
<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	4	60	1,94805	16000	0,12719
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	4	60	1,94805	16000	0,12719
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	11	80	2,5974	44000	0,34976
<i>Amaranthus lividus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	4	40	1,2987	16000	0,12719

<i>Begônia cucullata</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	13	40	1,2987	52000	0,41336
<i>Begônia elatior</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	6	40	1,2987	24000	0,19078

Tabela 11. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 06									
<i>Brassicaceae spp.</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae	Arb	-	Nc	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Callisia repens</i>	Commelinaceae	Herb	-	Zooc	123	60	1,94805	492000	3,91097
<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae	Herb	-	Nc	9	40	1,2987	36000	0,28617
<i>Chamaesyce hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Anem	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	94	120	3,8961	376000	2,98887
<i>Conyza bonariensis</i>	Asteraceae	Nc	-	Anem	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Conyza spp.</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Croton glandulosus</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Zooc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	Herb	-	Auto	2	60	1,94805	8000	0,06359
<i>Emilia sonchifolia</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	14	40	1,2987	56000	0,44515
<i>Erechtites hieraciifolius</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	38	100	3,24675	152000	1,20827
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	3	60	1,94805	12000	0,09539
<i>Galeopsis polychroma Beck</i>	Lamiaceae	Herb	-	Anem	8	40	1,2987	32000	0,25437
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	26	60	1,94805	104000	0,82671
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	491	140	4,54546	1964000	15,6121
<i>Hedychium chrysoleucum</i>	Zingiberaceae	Arb	-	Anem	7	60	1,94805	28000	0,22258
<i>Hyptis capitata</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	5	40	1,2987	20000	0,15898
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Malvaceae	Arb	-	Auto	3	40	1,2987	12000	0,09539
<i>Nasturtium officinale</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Neonotonia wightii</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	5	120	3,8961	20000	0,15898

<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	141	140	4,54546	564000	4,48331
<i>Phyllanthus tenellus</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	3	60	1,94805	12000	0,09539

Tabela 12. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 06									
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	1555	140	4,54546	6220000	49,4436
<i>Sapium argutum</i>	Euphorbiaceae	Arv	Pio	Zooc	14	60	1,94805	56000	0,44515
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	Arv	Pio	Anem	3	40	1,2987	12000	0,09539
<i>Sennero vulgaris</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	P-	Anem	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	2	40	1,2987	8000	0,06359
<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	11	80	2,5974	44000	0,34976
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	83	120	3,8961	332000	2,63911
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	40	1,2987	4000	0,0318
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	21	80	2,5974	84000	0,66773
<i>Yongia japonica</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	139	100	3,24675	556000	4,41971
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	246	120	3,8961	984000	7,82194
Área 07									
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	2	20	1,26582	8000	0,1084
<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Anem	4	60	3,79747	16000	0,2168
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	2	20	1,26582	8000	0,1084
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	2	20	1,26582	8000	0,1084
<i>Begônia cucullata</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	44	100	6,32911	176000	2,38482
<i>Conyza spp.</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	3	20	1,26582	12000	0,1626
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	Herb	-	Auto	22	40	2,53165	88000	1,19241
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	531	100	6,32911	2124000	28,7805

<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	75	100	6,32911	300000	4,06504
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	4	80	5,06329	16000	0,2168

Tabela 13. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 07									
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	3	20	1,26582	12000	0,1626
<i>Graminea spp.</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	798	100	6,32911	3192000	43,252
<i>Lindernia dubia</i>	Linderniaceae	Herb	-	Auto	7	20	1,26582	28000	0,3794
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	Herb	-	Nc	3	20	1,26582	12000	0,1626
<i>Neonotonia wightii</i>	Fabaceae	Herb	-	Nc	3	60	3,79747	12000	0,1626
<i>Oxalis latifolia Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	40	60	3,79747	160000	2,16802
<i>Petroselinum crispum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,26582	4000	0,0542
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	12	80	5,06329	48000	0,65041
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	153	100	6,32911	612000	8,29268
<i>Praxelis pauciflora</i>	Poaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,26582	4000	0,0542
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	Arv	Pio	Anem	3	40	2,53165	12000	0,1626
<i>Sida cordifolia</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	1	20	1,26582	4000	0,0542
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	6	40	2,53165	24000	0,3252
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	3	40	2,53165	12000	0,1626
<i>Sida spp.</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	8	40	2,53165	32000	0,4336
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	13	20	1,26582	52000	0,70461
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	2	20	1,26582	8000	0,1084
<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	1	20	1,26582	4000	0,0542
<i>Tripogandra diurética</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	15	60	3,79747	60000	0,81301
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	4	40	2,53165	16000	0,2168
<i>Yongia japonica</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	21	80	5,06329	84000	1,13821
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	58	100	6,32911	232000	3,14363

Área 08

Tabela 14. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 08									
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	6	16,6667	1,66667	20000	0,32823
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	16,6667	1,66667	3333,33	0,05471
<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	Arb	-	Zooc	1	16,6667	1,66667	3333,33	0,05471
<i>Begônia cucullata</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	15	83,3333	8,33333	50000	0,82057
<i>Conyza sumatrensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	2	33,3333	3,33333	6666,67	0,10941
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	785	83,3333	8,33333	2616667	42,9431
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	22	83,3333	8,33333	73333,3	1,2035
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	42	66,6667	6,66667	140000	2,29759
<i>Graminea spp.</i>	Poaceae	Nc	-	Nc	849	100	10	2830000	46,4442
<i>Kalanchoe brasiliensis Cambess</i>	Crassulaceae	Nc	-	Nc	1	16,6667	1,66667	3333,33	0,05471
<i>Lindernia dubia</i>	Linderniaceae	Nc	-	Nc	6	16,6667	1,66667	20000	0,32823
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Onagraceae	Nc	-	Nc	10	16,6667	1,66667	33333,3	0,54705
<i>Oxalis latifolia Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	7	50	5	23333,3	0,38293
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	9	33,3333	3,33333	30000	0,49234
<i>Phyllanthus tenellus Roxb.</i>	Phyllantaceae	Arv	Pio	Auto	2	16,6667	1,66667	6666,67	0,10941
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	36	66,6667	6,66667	120000	1,96937
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	4	33,3333	3,33333	13333,3	0,21882
<i>Sida santaremnensis</i>	Malvaceae	Arb	-	Anem	2	33,3333	3,33333	6666,67	0,10941
<i>Sida urens</i>	Malvaceae	Herb	-	Zooc	2	16,6667	1,66667	6666,67	0,10941
<i>Solanum americanum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	6	50	5	20000	0,32823
<i>Unxia kubitzkii</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	1	16,6667	1,66667	3333,33	0,05471
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	2	33,3333	3,33333	6666,67	0,10941
<i>Yongia japonica</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	3	33,3333	3,33333	10000	0,16411

Não identificada Nc Nc - Nc 14 66,6667 6,66667 46666,7 0,76586

Tabela 15. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 09									
<i>Sida spinosa</i>	Malvaceae	Nc	-	Zooc	3	20	1,33333	12000	0,33296
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Arb	-	Zooc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Ageratum conyzoides</i>	Compositae	Herb	-	Anem	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Amaranthus deflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Begonia elatior</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	4	40	2,66667	16000	0,44395
<i>Cardamine bonariensis</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	248	60	4	992000	27,525
<i>Comelina bengalensis</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Conyza bonariensis</i>	Asteraceae	Nc	-	Anem	10	80	5,33333	40000	1,10988
<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Apiaceae	Herb	-	Nc	82	80	5,33333	328000	9,101
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Emilia sonchifolia</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Erechtites Valerianaefolia</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	11	60	4	44000	1,22087
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	99	60	4	396000	10,9878
<i>Euphorbia Heterophylla</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	2	20	1,33333	8000	0,22198
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	96	60	4	384000	10,6548
<i>Graminea</i>	Poaceae	Gram	-	Nc	117	60	4	468000	12,9856
<i>Leonurus sibiricus</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	7	60	4	28000	0,77692
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Malvaceae	Herb	-	Auto	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Mentha piperita</i>	Lamiaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	32	60	4	128000	3,55161
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	44	60	4	176000	4,88346
<i>Plantago tomentosa</i>	Plantaginaceae	Herb	-	Nc	2	20	1,33333	8000	0,22198

Tabela 16. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 09									
<i>Pluchea Sagittalis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Herb	-	Auto	3	40	2,66667	12000	0,33296
<i>Pterogyne nitens</i>	Fabaceae	Arv	Sec Ini	Anem	4	40	2,66667	16000	0,44395
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae	Arv	Pio	Anem	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Senna obtusifolia</i>	Herbácea	Arb	-	Auto	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Herb	-	Anem	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	2	20	1,33333	8000	0,22198
<i>Solanum Granuloso-Leprosum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	2	20	1,33333	8000	0,22198
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Spermacoce Latifolia Aubl</i>	Rubiaceae	Arb	-	Nc	1	20	1,33333	4000	0,11099
<i>Tripogandra diurética</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	13	60	4	52000	1,44284
<i>Unxia kubitzkii</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	10	80	5,33333	40000	1,10988
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	2	20	1,33333	8000	0,22198
<i>Waltheria douradinha</i>	Brassicaceae	Herb	-	Auto	4	40	2,66667	16000	0,44395
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	86	80	5,33333	344000	9,54495
Área 10									
<i>Solanum paniculatum</i>	Solanaceae	Herb	-	Zooc	6	40	3,27869	24000	0,72727
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	4	40	3,27869	16000	0,48485
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121
<i>Begonia elatior</i>	Begoniaceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121
<i>Begonia maculata</i>	Begoniaceae	Nc	-	Zooc	2	40	3,27869	8000	0,24242
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Arb	Pio	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121

Tabela 17. Espécies amostradas no estrato do banco de sementes das dez áreas estudadas na bacia do rio Doce, com as respectivas formas de vida, categorias sucessionais, síndromes de dispersão e parâmetros fitossociológicos (continuação).

Espécie	Família	FV	CS	DS	Ni	FA	FR	Dai	DR
Área 10									
<i>Cardamine bonariensis</i>	Brassicaceae	Herb	-	Nc	23	60	4,91803	92000	2,78788
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Arb	-	Nc	1	40	3,27869	4000	0,12121
<i>Erechtites Valerianaefolia</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	1	40	3,27869	4000	0,12121
<i>Erigeron bonariensis</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	47	60	4,91803	188000	5,69697
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	4	80	6,55738	16000	0,48485
<i>Euphorbia mellifera</i>	Euphorbiaceae	Herb	-	Auto	5	40	3,27869	20000	0,60606
<i>Gamochaeta spicata</i>	Asteraceae	Herb	-	Anem	61	60	4,91803	244000	7,39394
<i>Oxalis latifolia Kunth</i>	Oxalidaceae	Herb	-	Nc	3	40	3,27869	12000	0,36364
<i>Phyllanthus niruri</i>	Phyllanthaceae	Herb	-	Auto	2	40	3,27869	8000	0,24242
<i>Physalis spp.</i>	Solanaceae	Arb	-	Nc	5	60	4,91803	20000	0,60606
<i>Pilea peperomioides</i>	Urticaceae	Herb	-	Nc	12	60	4,91803	48000	1,45455
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	2	40	3,27869	8000	0,24242
<i>Sida spp.</i>	Malvaceae	Arb	-	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121
<i>Solanum Granuloso-Leprosum</i>	Solanaceae	Arv	Pio	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Herb	-	Nc	12	60	4,91803	48000	1,45455
<i>Tripogandra diurética</i>	Commelinaceae	Herb	-	Nc	15	60	4,91803	60000	1,81818
<i>Unxia kubitzkii</i>	Asteraceae	Arb	-	Nc	6	20	1,63934	24000	0,72727
<i>Vernonia polysphaera</i>	Asteraceae	Arb	-	Anem	6	60	4,91803	24000	0,72727
<i>Waltheria douradinha</i>	Malvaceae	Herb	-	Auto	5	60	4,91803	20000	0,60606
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Rutaceae	Herb	-	Zooc	1	20	1,63934	4000	0,12121
<i>Ziziphus joazeiro Mart</i>	Rhamnaceae	Arv	-	Nc	9	40	3,27869	36000	1,09091
Não identificada	Nc	Nc	-	Nc	588	60	4,91803	2352000	71,2727

Em que: NI = Número de indivíduos; FA = Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; DAI = Densidade absoluta; DR = Densidade relativa; FV = Forma de vida; Arb = Arbusto; Arv = Arvore; Herb = Herbácea; Gram = Gramínea; Nc = Não Classificado; SC = Categoria sucessional; Pio = Pioneira; Sec. Ini = Secundária inicial; Sec. Tard = Secundária tardia; DP = Síndrome de dispersão; Zoo = Zoocórica; Anem = Anemocórica e Auto = Autocórica.

Fonte: elaborado pela autora (2022).