UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

JOANA SCHEIDEGGER MARINATO

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE NO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2024

JOANA SCHEIDEGGER MARINATO

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE NO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

JOANA SCHEIDEGGER MARINATO

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SAZONALIDADE NO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS.

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 05 de Setembro de 2024

COMISSÃO EXAMINADORA

Henrique Machado Dias

Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador

Thaís Arão Feletti

Thaís Arão Feletti

Universidade Federal do Espírito Santo

Denyse Cássia de Maria Sales

Denyse Cássia de Maria Sales

Universidade Federal do Espírito Santo

A minha família, por tanto, sempre.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu”. Eclesiastes 3,1

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por guiar meus passos e me permitir alcançar os sonhos que Ele coloca em meu coração.

À minha família, pelo apoio incondicional. Vocês sempre me incentivaram a buscar o melhor e que acreditaram em meu potencial, muitas vezes mais do que eu mesma. Cada conquista minha é, na verdade, nossa. Eu sou porque vocês são.

Aos meus pais, Adriana e Renato, por todos os sacrifícios que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui. Por não medirem esforços para que nossos sonhos se tornassem realidade.

Às minhas irmãs, Maria Júlia e Mariana, minhas melhores amigas e companheiras de todas as horas, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e celebrando cada etapa da minha vida.

Aos meus amigos, Amanda, Iago, Daniela, Paola, Thaynara e Iago, que tornaram essa jornada mais leve com sua amizade e companhia.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente aqueles que me ajudaram nas coletas de campo, meu sincero agradecimento.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por proporcionar uma educação pública de excelência. Aos professores de Engenharia Florestal, por compartilharem seu conhecimento e por me inspirarem ao longo dessa caminhada acadêmica.

Por fim, ao meu orientador, que me guiou na concretização deste trabalho, tornando-o possível.

RESUMO

A vegetação dos inselbergs se difere das do entorno devido às condições edáficas e microclimáticas locais, como altas temperaturas e taxas de evapotranspiração e menor cobertura de solo. O banco de sementes funciona como um depósito de elevada densidade de sementes de muitas espécies em estado de latência. Neste estudo foram identificadas espécies do banco de sementes de inselbergs inseridos no Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, em Jerônimo Monteiro, ES. As coletas foram realizadas na estação seca e chuvosa, para avaliar os efeitos da sazonalidade. As amostras foram coletadas, homogeneizadas e encaminhadas ao Viveiro, aonde foram quinzanalmente, sendo realizada a identificação dos indivíduos germinados e classificação quanto a família, gênero e espécie. Quanto aos resultados, obteve-se uma baixa taxa de germinação, diferindo da maioria dos estudos, possivelmente devido a excentricidade do local estudado e a submissão do banco a condições que diferem do ambiente natural, ocasionando um estresse. Foi notória a ausência de espécies arbóreas e todas as espécies identificadas foram classificadas como pioneiras, a maioria como plantas daninhas. Houve maior taxa de germinação no período chuvoso do ano e nas parcelas do pico e do afloramento rochoso.

Palavras-chave: Regeneração. Germinação. Inselbergs.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS vii
LISTA DE FIGURAS viii
1. INTRODUÇÃO 9
1.2.1 Objetivo Geral 11
1.2.2 Objetivos específicos 11
2. REVISÃO DE LITERATURA 12
3. METODOLOGIA.....16
3.1 Área de estudo.....16
3.2 Coleta de dados.....17
3.3 Análise de dados.....20
4. RESULTADOS DA PESQUISA.....21
5. CONCLUSÕES 29
6. REFERÊNCIAS.....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies germinadas identificadas no banco de sementes do solo, classificadas a nível de família, forma de vida, substrato e grupo ecológico.....21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da unidade de conservação Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, no município de Jerônimo Monteiro, ES e sua zona de amortecimento.....16
Figura 2. Vista dos afloramentos Três Irmãs na Unidade de Conservação Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, no município de Jerônimo Monteiro, ES.....17
Figura 3. a) Equipe da primeira coleta de dados nas parcelas do topo do afloramento rochoso. b) Coleta do banco de sementes do solo justaposto à rocha. 18
Figura 4. Deposição das amostras nas bandejas plásticas no viveiro. 19
Figura 5. Curva de rarefação de espécies. 22
Figura 6. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com comparação entre as estações. 23
Figura 7. Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com comparação entre as áreas de coleta. 24
Figura 8. Agrupamento taxonômico UPGMA entre estações. 25
Figura 9. Agrupamento taxonômico UPGMA entre áreas. 26
Figura 10. Diagrama de Venn para comparação as estações de coleta. 27
Figura 11. Diagrama de Venn para comparação as áreas de coleta. 27

1. INTRODUÇÃO

Os maciços rochosos isolados, também conhecidos como inselbergs, se elevam abruptamente acima das planícies circundantes, criando ecossistemas únicos. Sua vegetação se distingue do entorno devido às condições edáficas e microclimáticas, como menor cobertura de solo, elevada radiação solar, altas temperaturas e intensas taxas de evaporação (Porembski et al., 1998). A escassez de solo e a pouca retenção de umidade, causada pelo rápido escoamento superficial da água da chuva, são comuns nesses locais, resultados das inclinações acentuadas, limitando o estabelecimento de diversas espécies vegetais (Porembski, 2007). Essas características fazem dos inselbergs ambientes peculiares e desafiadores para a vegetação.

Além disso, a crescente exploração de recursos naturais, como a mineração, tem contribuído significativamente para a perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses habitats. No entanto, os inselbergs têm se destacado como refúgios importantes para plantas epífitas, incluindo espécies ameaçadas de extinção (INMA, 2023). As principais ameaças à biodiversidade desses ecossistemas vêm, além da mineração de mármore e granito, das monoculturas agrícolas e pastagens que os circundam, as quais facilitam a invasão de espécies exóticas e invasoras, que competem de forma agressiva com as plantas nativas (Alho, 2012).

Um elemento essencial na regeneração e resiliência da vegetação desses ecossistemas é o banco de sementes do solo. Este depósito de sementes latentes de diversas espécies promove a regeneração natural, armazenando diferentes grupos ecológicos que são essenciais para a recuperação da vegetação (Araujo et al., 2001). A regeneração iniciada pelo banco de sementes marca o começo dos estágios iniciais de sucessão ecológica, e o desenvolvimento de plântulas desempenha um papel crucial no equilíbrio das florestas (Bastos, 2010).

A composição e a quantidade de sementes viáveis no banco de sementes são fortemente influenciadas pela sazonalidade, variando entre os períodos de seca e chuva (Joly, 2001). Existem dois tipos principais de bancos de sementes: o persistente, composto por espécies pioneiras com frutificação contínua, e o transitório, formado por espécies que dispersam sementes em momentos específicos, com ciclos

de vida mais curtos (Garwood, 1989). Isso evidencia a importância de entender melhor os mecanismos adaptativos das espécies que utilizam o banco de sementes em diferentes estações, o que pode ajudar a planejar estratégias de conservação e recuperação.

1.1. O problema e sua importância

O ecossistema de inselbergs no Brasil carece de estudos de longo prazo, o que ressalta a necessidade de intensificar a produção científica para ampliar o conhecimento sobre esses habitats (Scarano, 2007). Essas áreas são especialmente vulneráveis às atividades humanas, como a extração mineral, que ameaça a biodiversidade endêmica e pode levar à extinção de muitas espécies (Lopes-Silva, 2020). Dada a importância econômica da mineração de rochas ornamentais para o Espírito Santo, que representa cerca de 7% do Produto Interno Bruto estadual (Governo do Estado do Espírito Santo, 2021), é essencial compreender os impactos ambientais gerados por essas atividades para a criação de políticas de conservação eficazes que promovam a sustentabilidade e a preservação da biodiversidade. Dessa forma, este estudo visa contribuir para o conhecimento científico sobre os inselbergs e os bancos de sementes do solo, com o objetivo de entender sobre a vegetação de ambientes excêntricos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a composição florística do banco de sementes no solo de uma Floresta Estacional Semidecidual justaposta e outra sobre afloramentos rochosos em duas diferentes estações climáticas.

1.2.2 Objetivos específicos

Caracterizar a composição do banco de sementes no solo e avaliar a similaridade entre as unidades amostrais;

Categorizar as espécies de acordo com a forma de vida, o substrato e grupo ecológico.

Contribuir no desenvolvimento de pesquisas abordando os meios biológicos de resiliência florestal de inselbergs de uma unidade de conservação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biodiversidade em afloramentos rochosos

A diversidade da vegetação que cresce em afloramentos rochosos no Brasil é única (Scarano, 2007), sendo resultado de um alto grau de especificidade florística. Essa especificidade é alcançada por meio de adaptações fisiológicas, anatômicas e reprodutivas, que permitem às plantas sobreviverem em ambientes com severas restrições ambientais (Biedinger et al., 2000). Devido a essas características, esses ecossistemas tendem a abrigar uma grande riqueza de espécies e um alto grau de endemismo (Porembski, 2007).

A alta diversidade dos ecossistemas montanhosos pode ser explicada por três fatores principais: a evolução biótica resultante dos ciclos climáticos e geológicos, as adaptações das espécies às restrições ambientais e as interações biológicas com as terras baixas ao redor (Sarmiento, 2002). Apesar de sua resistência ao estresse ambiental, a vegetação rupícola é facilmente removida da rocha, o que, combinado com sua colonização lenta e sucessão complexa, torna o sistema vulnerável (Ribeiro, 2002).

Esses ecossistemas abrigam uma rica diversidade de plantas, que desenvolveram estratégias de sobrevivência em condições adversas, como a capacidade de reter água e resistir à desidratação. Essas adaptações permitem que vivam expostas ao sol intenso e à seca (Frahm, 1996).

2.2 Ameaças aos inselbergs

Os inselbergs estão entre as áreas mais ameaçadas e negligenciadas do mundo (Ferreira et al., 2014). As principais ameaças incluem a sensibilidade dos solos às atividades antrópicas, a remoção da vegetação nas áreas circundantes, a baixa capacidade competitiva da flora local contra espécies invasoras, o fogo, a extração de

plantas, a mineração, a expansão urbana e a agricultura de alta altitude (Martinelli, 2007).

A exploração antrópica, especialmente a mineração, tem sido a principal responsável pela perda de biodiversidade nos afloramentos rochosos (Silva, 2016). Essa exploração afeta diretamente o ecossistema, comprometendo a sobrevivência de muitas espécies e alterando a estrutura do habitat, formado por longos processos erosivos (Cavalcante et al., 2023). Além disso, a substituição da vegetação nativa por plantas de interesse agrícola nas áreas ao redor dos inselbergs também representa uma séria ameaça à flora local (Sarthou et al., 2003).

Outra ameaça significativa é a invasão por espécies exóticas, que competem com as plantas nativas, alterando a composição e estrutura da vegetação (Rabarimanarivo, 2019). Mudanças climáticas também representam perigo, pois a alteração nos padrões de precipitação e temperatura pode impactar negativamente as espécies adaptadas a esses ambientes específicos (Francisco et al., 2023). Deslizamentos, provocados pela saturação do solo com água da chuva, são recorrentes nesses ecossistemas e afetam a abundância de espécies ao deslocar plantas e até mesmo grandes touceiras (Porembski, 2007).

2.3 Banco de sementes no solo

O banco de sementes no solo (BSS) atua como um reservatório de biodiversidade, garantindo a continuidade das espécies mesmo sob condições adversas (Baskin & Baskin, 2014). O BSS é dinâmico, com sementes entrando no sistema por meio da dispersão e saindo através de processos como germinação ou morte (Simpson et al., 1989).

Estudos sobre a distribuição, composição e quantidade de sementes no solo permitem entender a evolução das espécies e a dinâmica de um ecossistema florestal (Nóbrega et al., 2009). O BSS também pode fornecer informações sobre quais espécies ocuparam a área no passado (Hopfensperger, 2007).

O potencial de regeneração de uma área degradada está diretamente relacionado ao BSS, que é fundamental para a compreensão dos processos sucessórios (Scherer

& Jarenkow, 2006). Silva-Weber (2012) demonstrou que, em casos de perturbação, espécies pioneiras presentes no BSS podem iniciar a recomposição da vegetação. No entanto, ainda são poucos os estudos sobre a composição florística e a quantidade de indivíduos no BSS, especialmente em diferentes estágios de regeneração de áreas degradadas (Ferreira et al., 2014).

Técnicas de recuperação de áreas degradadas que utilizam o BSS, como a transposição de bancos de sementes, vêm ganhando destaque como alternativas mais sustentáveis ao plantio de mudas (Jakovac, 2007). Compreender o tamanho, a composição e a dinâmica do BSS é essencial para o manejo e conservação de ecossistemas tropicais (Leal Filho, 1992). Além disso, o estudo da ecologia dos BBS no solo é crucial para o sucesso da regeneração em áreas sujeitas a distúrbios (Leck, Parker & Simpson, 1989).

2.4 Efeitos da sazonalidade no banco de sementes do solo

A sazonalidade refere-se às variações periódicas nas condições ambientais ao longo do ano, como mudanças de temperatura e precipitação, que influenciam diretamente processos ecológicos, como germinação, crescimento e reprodução de plantas (Baskin & Baskin, 2014). Thompson e Grime (1979) destacam que as variações sazonais afetam a quantidade e a composição das sementes, sendo que períodos com maior precipitação tendem a aumentar a emergência de plântulas, enquanto a seca reduz esse processo (Silva, 2020).

Além disso, a interação entre o BBS e processos ecológicos, como predação de sementes e competição interespecífica, também é influenciada pela sazonalidade (Fenner & Thompson, 2005). A viabilidade das sementes no solo depende de diversos fatores, como a disponibilidade de água e luz, que variam conforme as estações do ano (Garwood, 1989). Em biomas tropicais e temperados, onde as variações climáticas são mais acentuadas, a sazonalidade exerce um impacto ainda maior no BSS (Thompson & Grime, 1979).

Entender essas variações sazonais é crucial para compreender os estágios iniciais da sucessão ecológica em áreas degradadas. Além disso, esse entendimento pode

auxiliar na padronização de metodologias de avaliação de bancos de sementes, facilitando a comparação entre estudos (Weber et al., 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no complexo rochoso do Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, localizado no município de Jerônimo Monteiro, Espírito Santo (20° 47 '24” S e 41° 23' 19,6” W) (Figura 1). Formado por um conjunto de inselbergs, o estudo foi conduzido, especificamente, no afloramento rochoso denominado de Pedra de Três Irmãs.

O Maciço da Andorinhas está inserido numa faixa altitudinal que varia de 150 a 500 metros (Figura 2), circundados majoritariamente por áreas de pastagens, monoculturas de café e eucalipto e fragmentos florestais, apresentando muitas áreas degradadas em seu entorno. O clima, segundo a classificação de Köeppen, é do tipo Cwa, com meses mais secos entre junho e setembro e chuvosos de novembro a abril. Os afloramentos rochosos estão inseridos dentro da fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual (Garbin *et al.*, 2017).

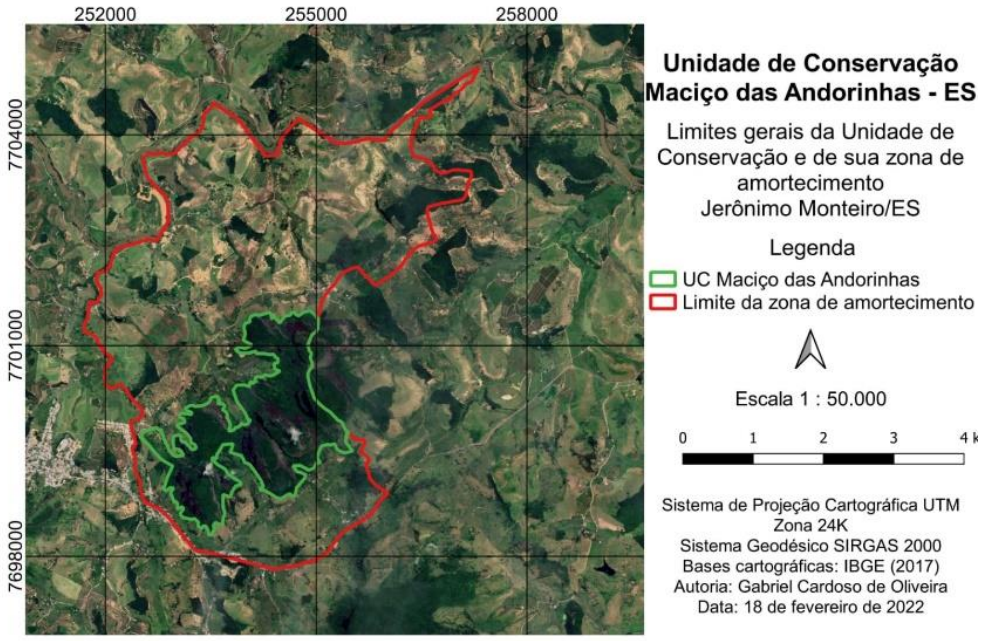

Figura 1: Mapa de localização da unidade de conservação Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, no município de Jerônimo Monteiro, ES e sua zona de amortecimento.

Fonte: Oliveira, 2022.

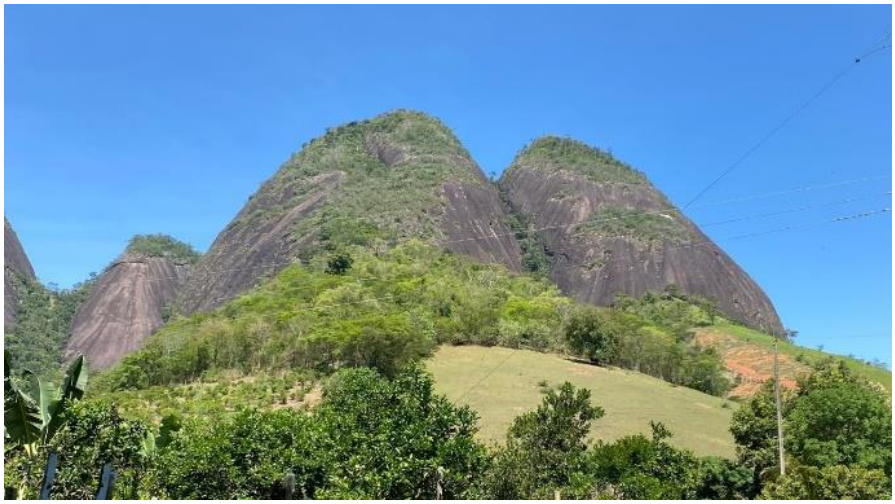

Figura 2: Vista panorâmica dos afloramentos Três Irmãs na Unidade de Conservação Monumento Natural Municipal Maciço das Andorinhas, no município de Jerônimo Monteiro, ES.

Fonte: A autora, 2023.

3.2 Coleta de dados

A coleta do banco de sementes do solo foi realizada em nove parcelas de 15 x 10 metros, demarcadas com estacas e pontos de GPS. As parcelas foram divididas em três áreas de coleta: três parcelas na camada de solo sobre o afloramento rochoso, três na vegetação formada no topo do afloramento e três na área de floresta justaposta a ele.

Para coletar as amostras de BSS no interior dessas parcelas, foram utilizados gabaritos de madeira de dimensões: 25 x 25 x 8 cm (0,005 m^3). Sendo alocados dois pontos amostrais em cada parcela e em cada ponto amostral, que variaram diagonalmente entre os dois momentos de coleta entre as estações. A parte superficial das amostras (serapilheira não decomposta) foi retirada antes da coleta do solo. As amostras no interior do gabarito foram coletadas até a profundidade de 10 centímetros, sendo homogeneizadas para cada parcela, formando uma amostra composta (Figura 3). Foram realizadas duas coletas, uma na estação chuvosa em janeiro de 2023 e outra na estação seca em setembro de 2023, ambas utilizaram as mesmas parcelas.

a) b)

Figura 3: a) Equipe da primeira coleta de dados nas parcelas do topo do afloramento rochoso. b) Coleta do banco de sementes do solo justaposto à rocha.

Fonte: A autora, 2023.

As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao Viveiro Florestal Universitário, localizado na Área Experimental da Ufes, no município de Jerônimo Monteiro – ES. Posteriormente, o material coletado foi alocado em bandejas plásticas (44 x 30 x 8 cm), identificadas e perfuradas, permitindo a drenagem da água, evitando o acúmulo de umidade. As bandejas foram alocadas em estrutura coberta por sombrite, responsável por reter 50% da luminosidade direta e submetidas a irrigação diária feita de forma automatizada (Figura 4).

Figura 4: Deposição das amostras nas bandejas plásticas no viveiro.

Fonte: A autora, 2023.

O método utilizado para avaliar o banco de sementes do solo foi o de emergência de plântulas (Brown, 1992), obtendo-se os dados de abundância e riqueza existentes no banco de sementes. As amostras foram examinadas quinzenalmente, durante seis meses, permitindo a identificação dos indivíduos que germinaram. Após a identificação, eles foram removidos das bandejas, assim como indivíduos que estiveram férteis, para facilitar a identificação botânica, com o intuito de agilizar a germinação de outras sementes e impedir a contaminação interna.

A identificação e classificação dos indivíduos do banco de sementes, foi realizada por meio de comparação com o material do Herbário Capixaba (CAP) da Universidade do Espírito Santo e com herbários virtuais disponíveis na internet, assim como a literatura e o auxílio de aplicativo de identificação de plantas (PlantNet Identify). Os nomes científicos das espécies foram verificados na lista da Flora do Brasil (Flora do Brasil, 2018), seguindo o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* IV (APG IV, 2016). Após a classificação das espécies, foram realizadas agrupamento quanto ao grupo ecológico, estratégias de dispersão e forma de vida. Em relação ao grupo ecológico, foi utilizada a classificação adotada por Gandolfi *et al.* (1995), dividindo as espécies entre pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias. Além disso, a forma de vida das espécies, proposta pela Flora do Brasil, classificando as

espécies entre árvores, arbustos, ervas e lianas. O substrato em que a espécie se desenvolve também seguiu a classificação da Flora do Brasil.

3.3 Análise de dados

Foram construídas Curvas de rarefação de espécies (Gotelli & Colwell, 2011) para verificar a suficiência amostral e a riqueza estimada das espécies amostradas, utilizando o software EstimateS (Colwell, 2013). Sendo realizadas 10.000 aleatorizações baseada em uma matriz de abundância de espécies nas parcelas. Dois estimadores de riquezas não-paramétricos, Chao 2 e Jackknife 1 foram utilizados. Realizou-se também o escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) e plotado a ordenação resultante da composição de espécies nos afloramentos, utilizando Bray-Curtis como medida de distância, baseada na abundância das espécies registradas em cada amostra. O NMDS foi realizado com duas dimensões e calculada a distorção (estresse) entre a ordenação determinada na representação gráfica dos eixos e a matriz de dissimilaridade, para ponderar a confiabilidade do teste. Os valores de estresse variam de 0 a 1, resultados de ajuste mais próximo de 0 indica melhor ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida (Legendre; Legendre, 2012).

Para comparar a composição de espécies entre as áreas de coleta, foi realizado a análise de variância multivariada permutacional, PERMANOVA (Anderson, 2001), calculada a partir da matriz de Bray-Curtis e a significância probabilística obtida por meio de 10.000 permutações. Para a análise de agrupamento (cluster), realizou-se o cálculo da similaridade taxonômica entre os afloramentos utilizando o índice de similaridade de Jaccard (Magurran, 1988), baseado na matriz de presença e ausência de espécies por meio do algoritmo de agrupamento UPGMA (método de grupo de pares não ponderados com média aritmética). Para testar se o cluster representa adequadamente a matriz de similaridade original entre os inselbergs, foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (Borcard *et al*., 2011). Também foi construído um diagrama de Venn para avaliar o número de espécies exclusivas e compartilhadas entre as áreas estudadas. Para comparar a similaridade entre as áreas foram utilizadas as mesmas análises descritas acima. As análises foram realizadas com auxílio do software PAST (Paleontological Statistics).

4. RESULTADOS DA PESQUISA

As plântulas germinadas foram identificadas taxonomicamente, dentre elas 12 espécies não foram identificadas (Tabela 1). As condições ambientais peculiares dos inselbergs exercem forte influência sobre a flora local, resultando em alta especificidade florística. As adaptações morfológicas, anatômicas e reprodutivas dessas plantas são consideradas vantajosas para sua sobrevivência em ambientes tão adversos (Paula, 2015). É importante ressaltar que o banco de sementes desse tipo de ambiente, submetido a condições diferentes do original, como sombreamento e irrigação diária, pode sofrer estresse local. Esse fator provavelmente resulta em uma taxa de germinação mais baixa em comparação a estudos realizados com bancos de sementes em solos florestais (Silva-Weber, 2012; Ferreira, 2014; Araújo, 2014).

Tabela 1. Espécies germinadas e identificadas, número de indivíduos no banco de sementes do solo, classificação a nível de espécie, família, forma de vida, substrato e grupo ecológico.

Espécie	**N° Ind.**	**Família**	**Forma de vida**	**Substrato**	**Grupo ecológico**
Cyperus rotundus L.	13	Cyperaceae	E	T	P
Cnidoscolus urens (L.) Arthur	3	Euphorbiaceae	E/A/S	T	P
Digitaria Haller	105	Poaceae	E	T	P
Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn	30	Talinaceae	E	R/T	P
Fimbristylis dichotoma (L.) Vahl	19	Cyperaceae	E	R/T	P
Brachiariabrizantha (Hochst. ex A.Rich.) Stapf	35	Poaceae	E	T	P

Cyperus esculentus L.	8	Cyperaceae	E	T	P
Emilia sonchifolia (L.) DC.	1	Asteraceae	E	T	P
Urochloa decumbens (Stapf) R.D.Webster	8	Poaceae	E	T	P
Youngia japonica (L.) DC.	3	Asteraceae	E/S	T	P
Euphorbia ophthalmica Pers.	8	Euphorbiaceae	E	T	P
Phyllanthus niruri L.	65	Phyllanthaceae	E/S	T	P

Legenda: E - erva, A – arbusto, S – subarbusto, T – terrícola, R – rupícola, P – pioneira.

Fonte: A autora, 2024.

A curva de rarefação (Figura 5) sugere suficiência amostral a partir da estabilização da riqueza de espécies após a quinta amostra, sendo que nove amostras foram utilizadas para a pesquisa ao todo.

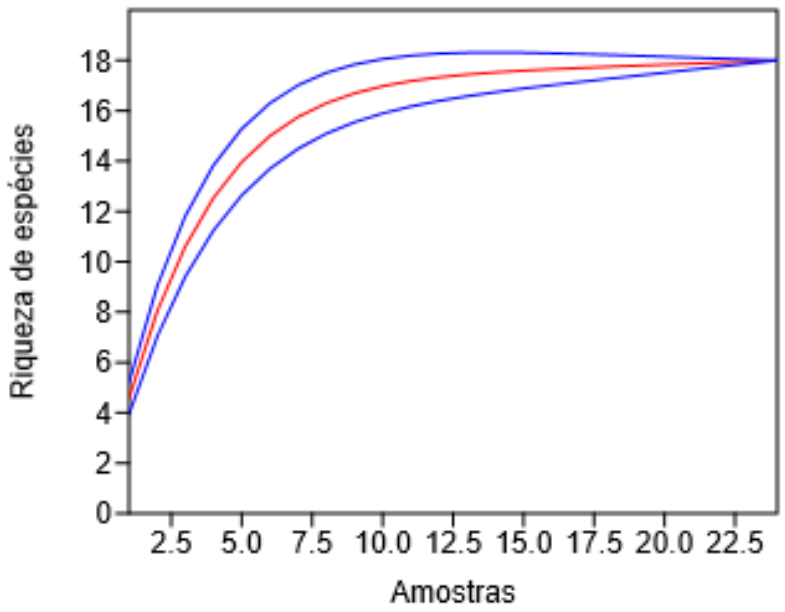

Figura 5: Curva de rarefação de espécies.

Fonte: O A autora, 2024.

O escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) apresentou grande dispersão, demonstrando variações entre amostras tanto nas diferentes estações (seca e chuvosa) (Figura 6) quanto nos locais de coleta (área justaposta ao afloramento, topo e sobre o afloramento) (Figura 7). Os valores de estresse foram baixos (0,1879 para áreas e 0,1958 para estações), indicando um bom ajuste na distância original dos objetos e na configuração obtida.

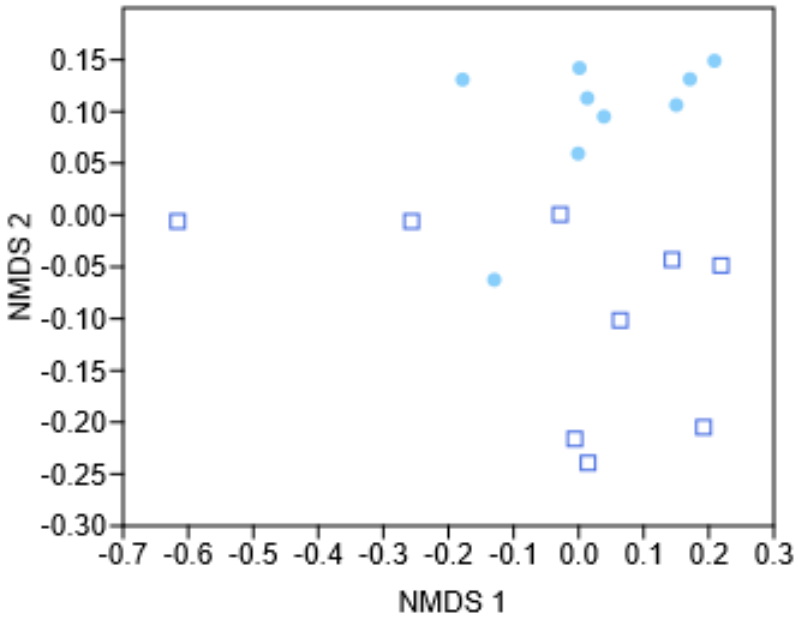

Figura 6: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com comparação entre as estações.

Legenda: Quadrado: Estação seca; Círculo: Estação chuvosa.

Fonte: A autora, 2024.

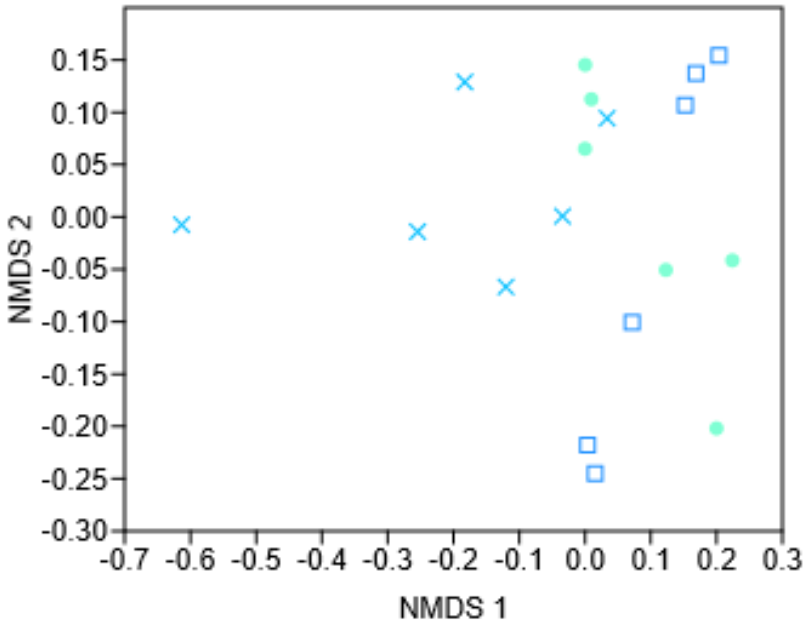

Figura 7: Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) com comparação entre as áreas de coleta.

Legenda: Quadrado: Topo; X: Área Justaposta; Círculo: Afloramento.

Fonte: A autora, 2024.

A análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA), com matriz de Bray-Curtis e 10.000 permutações, mostrou diferença significativa entre as estações. Foram contabilizadas 564 espécies no período chuvoso e 382 no seco. Grombone-Guaratini & Rodrigues (2002) afirmam que grande parte das sementes anuais se concentra no final da estação seca, e espécies herbáceas anuais completam rapidamente seu ciclo de vida no período chuvoso, garantindo a reposição do banco de sementes (Pereira et al., 1989).

Nas áreas de coleta, também houve diferenças, com a área justaposta ao afloramento apresentando menor taxa de germinação ($p = 0,02$). Segundo Sarthou et al. (2003), áreas ao redor dos afloramentos podem acumular mais nutrientes e água devido ao escoamento, o que aumenta a fertilidade do solo e favorece a germinação, mas resulta em menor tempo de permanência das sementes no solo.

O agrupamento taxonômico UPGMA (Figura 8) identificou dois grupos de espécies, um deles exclusivo da estação seca. Para as áreas de coleta, dois grupos foram formados, sendo que um inclui apenas a área justaposta (Figura 9).

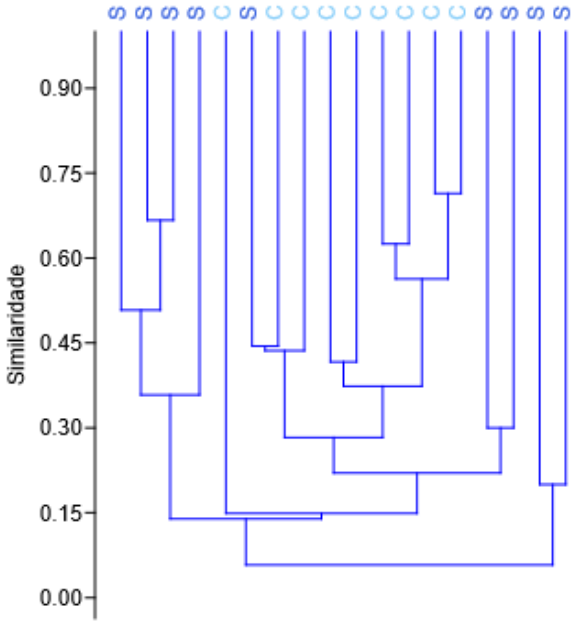

Figura 8: Agrupamento taxonômico UPGMA entre estações.

Fonte: A autora, 2024.

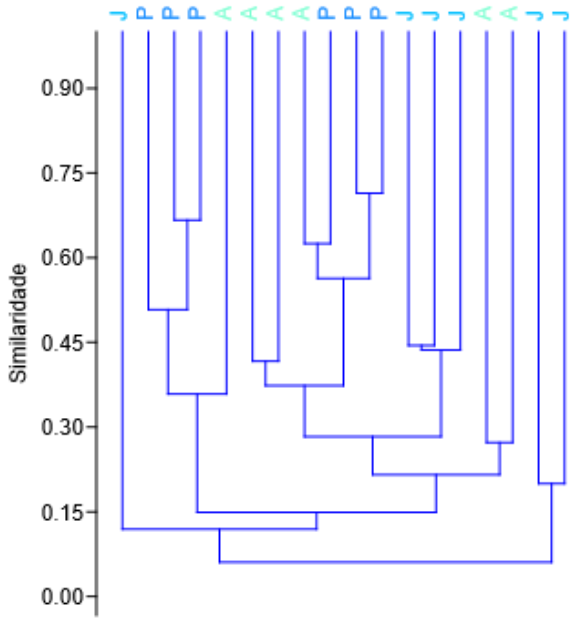

Figura 9: Agrupamento taxonômico UPGMA entre áreas.

Fonte: A autora, 2024.

O diagrama de Venn indicou 13 espécies comuns entre as estações, sete exclusivas da estação seca e quatro da chuvosa (Figura 10). A *Cnidoscolus urens,* espécie adaptada a afloramentos rochosos, foi exclusiva da estação chuvosa, enquanto as exclusivas da seca eram plantas daninhas, representando uma ameaça à biodiversidade. O diagrama de Venn para as áreas de coleta apontou três espécies exclusivas do afloramento, uma do pico e uma da área justaposta (Figura 11).

Figura 10: Diagrama de Venn para comparação as estações de coleta.

Fonte: A autora, 2024.

Figura 11: Diagrama de Venn para comparação as áreas de coleta.

Fonte: A autora, 2024.

A maioria das espécies identificadas possuem forma de vida herbácea, corroborando com os achados de Martins et al. (2008), com poucas arbustivas ou subarbustivas e ausência de espécies arbóreas, o que concorda com Calegari et al. (2013). Todas as espécies identificadas eram pioneiras. Segundo Baider et al. (1999), essas espécies facilitam a colonização, mas muitas são plantas daninhas, o que pode representar um risco para a vegetação local, que já enfrenta limitações de nutrientes, água e luz (Oliveira Jr. et al., 2011). A predominância de plantas daninhas e a ausência de espécies perenes impõem desafios ao uso do banco de sementes em projetos de restauração (Machado, 2019).

5. CONCLUSÕES

O banco de sementes do solo apresentou baixa taxa de germinação, recomendando-se então, estudos onde a germinação seja feita em estufas com condições controladas, assemelhando-se as áreas de coleta.

Todas as espécies avaliadas foram classificadas como pioneiras, e a maioria delas como plantas daninhas, sendo assim, torna-se essencial a tomada de medidas para a preservação desse ambiente, que pode sofrer perdas de biodiversidade. Houve uma maior taxa de germinação quando a coleta foi realizada no período chuvoso do ano, que é a estação mais favorável a germinação de espécies.

Sendo assim, conclui-se que para a utilização do banco de sementes do solo é recomendado que a coleta seja realizada na estação chuvosa e que se dê preferência as áreas de afloramento ou pico.

6. REFERÊNCIAS

Alho, C. J. R. The importance of biodiversity to human health: an ecological perspective. Estudos Avançados, v. 26, n. 74, p. 151–166, 2012.

Anderson, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Austral Ecology, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

Araújo, E. L. de; Schneider, P. R. Composição florística de um trecho de floresta de terra firme no rio Trombetas, estado do Pará, Brasil. Scientia Forestalis, n. 59, p. 63-80, 2001.

Araújo, F. S.; et al. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. Revista Árvore, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 107-116, 2006.

Araujo, R.; et al. Influence of forest status and seasonal variation on the seed bank in the Brazilian semi-arid region. 2014.

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination (2nd ed.)..

Bastos, Suzane de Castro. Aplicações de avaliação e monitoramento em um projeto de restauração florestal, reserva particular do patrimônio natural – RPPN Fazenda Bulção, Aimorés, MG. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

Biedinger, N.; Porembski, S.; Barthlott, W. Vascular plants on inselbergs: vegetative and reproductive strategies. 2000. p. 117-142.

Borcard, D.; Gillet, F.; Legendre, P. Numerical ecology with R. New York: Springer, 2011. p. 227-292.

Brown, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of seed extraction and seedling emergence methods. Canadian Journal of Botany, v. 70, p. 1603-1612, 1992.

Calegari, L.; et al. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. Revista Árvore, v. 37, n. 5, p. 871–880, 1 out. 2013.

Cavalcante, L. M.; et al. Biodiversidade e antropismo em inselbergues como instrumento de Educação Ambiental e sustentabilidade. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 18, n. 5, p. 39–60, 18 ago. 2023.

Colwell, R. K. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9, 2013.

Dalling, J.W.; Swaine, M.D.; Garwood, N. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest, Panama. Journal of Tropical Ecology, v. 13, p. 659-680, 1997.

Fenner, M. Seed ecology. London: Chapman and Hall, 1985. 147 p.

Fenner, M., & Thompson, K. (2005). The Ecology of Seeds. Cambridge University.

Ferreira, J.; et al. Brazil's environmental leadership at risk. Science, v. 346, p. 706-707, 2014.

Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

Frahm, J.P. 1996. Diversity, life strategies, origins and distribution of tropical inselberg bryophytes. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Série Botánica, 67(1), 73-86

Francisco, T. M.; Couto, D. R.; Moreira, M. M.; et al. Inselbergs from Brazilian Atlantic Forest: high biodiversity refuges of vascular epiphytes from Espírito Santo. Biodiversity and Conservation, v. 32, n. 7, p. 2561-2584, 2023.

Gandolfi, S.; Leitão Filho, H. F.; Bezerra, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua

no município de Guarulhos, SP. Revista Brasileira de Biologia, v. 55, n. 4, p. 783-767, 1995.

Garbin, M. L.; Saiter, F. Z.; Carrijo, T. T.; Peixoto, A. L. Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. Rodriguesia, v. 68, n. 5, p. 1883-1894, 2017.

Garwood, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M. A.; Parker, T.; Simpson, R. S. (eds.). Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press, 1989. p. 148-209.

Gotelli, N. J.; Colwell, R. K. Estimating species richness. In: Magurran, A. E.; Mcgill, B. J. (eds.). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford: Oxford University Press, 2011.

Governo do Estado do Espirito Santo. Produção de rochas ornamentais capixaba tem recursos do Bandes. Portal ES. 2021. Disponível em: < https://encurtador.com.br/j9UHz>. Acesso em: 10 jun. 2024.

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, n. 1, p. 759-774, 2002.

Hall, J. B.; Swaine, M. B. Seed stocks in Ghanaian forest soil. Biotropica, v. 12, p. 256-263, 1980.

Hopfensperger, K. N. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. Oikos. 2007.

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF. Manejo florestal na Amazônia Oriental. Scientia Forestalis, n. 66, p. 163-174, 2004. Disponível em: <https://www.ipef.br/PUBLICACOES/SCIENTIA/nr66/cap13>.

Instituto Nacional da Mata Atlântica – INMA. Afloramentos rochosos da Mata Atlântica capixaba servem de refúgio para orquídeas e bromélias. 2023.

Jackovac, Ana. O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 2007.

Joly, C. A. Heterogeneidade ambiental e diversidade em florestas tropicais. Estudos Avançados, v. 15, n. 43, p. 47-53, 2001.

Leal Filho, N. Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais 1992. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.

Leck, M. A., Parker, V. T., & Simpson, R. L. (1989). Ecology of Soil Seed Banks

Legendre, P.; Legendre, L. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier, 2012. 880 p.

Lopes, D. F. S.; et al. Environmental monitoring of an inselberg in the Atlantic Forest. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 8, p. 3586-3596, 2020.

Machado, B. A. Banco de sementes do solo em diferentes áreas de manejo e de fragmento florestal em Açailândia, Maranhão, Brasil. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

Magurran, A.E. Ecological diversityand its measurement. London: Croom Hell Limited, 179p, 1988.

Martinelli, G. Mountain Biodiversity in Brazil. Revista Brasil and Botanic. N. 4, 2007, p587–597.

Martins, S. V.; Almeida, D. P.; Fernandes, L. V.; Ribeiro, T. M. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. Revista Árvore, Viçosa, v. 32, n. 6, p.1018-1088, 2008.

Nóbrega, A.M.F., Valeri, S.V., Paula, R.C., Pavani, M.C.M.D. & Silva, S.A. 2009. Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma várzea do rio Mogi-guaçu – SP. Revista Árvore 33: 403-411.

Oliveira Jr., R. S. *et al.* Biologia e plantas daninhas. (2011). Cap. 1. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/45445/1/Biologia-plantas-daninhas.pdf>.

Paula, L. F. A. Comunidades vegetais em inselberg: aspectos florísticos e funcionais. (2015).

Pereira, T. S., Martins, S. V., Silva, E., & Fonseca, F. (1989). Germinação e ciclo de vida de espécies herbáceas anuais durante o período chuvoso. Revista Brasileira de Botânica, 12(2), 135-142.

Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemuller, R. and Bartholott, W. (1998), Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. Diversity and Distributions, 4: 107-119.

Porembski, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. Brazilian Journal of Botany, v. 30, n. 4, p. 579–586, out. 2007.

Rabarimanarivo, M. N. et al. The extraordinary botanical diversity of inselbergs in Madagascar. *Candollea*, v. 74, n. 1, p. 65-84, 2019.

Ribeiro, K.T. & Medina, B.M.O. 2002. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rocha do Planalto do Itatiaia, RJ. Boletim do Parque Nacional do Itatiaia, 10:11-82.

Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F.; Crestana, M. N. Restauração ecológica de matas ciliares: o estado da arte. São Paulo: Edusp/FAPESP, 2007.

Sarmiento, F.O. 2002. Human drivers of landscape change: treelines dynamics in neotropical montology. Ecotropicos 15:129-146.

Sarthou, C., Villiers, J. F., & Gaucher, P. (2003). Dynamics of plant communities and species diversity in a rock outcrop in French Guiana. Biodiversity and Conservation, 12(9), 1801-1822.

Scarano, F. R. (2007). Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. Brazilian Journal of Botany, 30, 561-568.

Scherrer, C.; Jarenkow, J. A.. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, n. 1, p. 67–77, jan. 2006.

Silva, Joselane Príscila Gomes da, et al. Banco de sementes no solo e ecologia morfofuncional de plântulas em remanescente de Floresta Tropical conectado com matriz agrícola. Rodriguésia 71 (2020).

Silva-Weber, A. J. C. et al. Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 32, n. 70, p. 193–193, 13 jun. 2012.

nobre

Thompson, K., & Grime, J. P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology.