



DIOGO FELCAR SARAIVA

**ESTUDOS DE ESPÉCIES DE *TOPSOIL* DE
CAMPO RUPESTRE FERRUGINOSO
POTENCIAIS PARA RECUPERAÇÃO DE
ÁREAS MINERADAS**

**LAVRAS - MG
2018**

DIOGO FELCAR SARAIVA

**ESTUDOS DE ESPÉCIES DE *TOPSOIL* DE CAMPO RUPESTRE
FERRUGINOSO POTENCIAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
MINERADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora
Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho
Coorientador
Prof. Dr. Cláudio Coelho de Paula

**LAVRAS - MG
2018**

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

Saraiva, Diogo Felcar.

Estudos de espécies de *topsoil* de campo rupestre ferruginoso
potenciais para recuperação de áreas mineradas / Diogo Felcar Saraiva. -
2018.

100 p.

Orientador(a): Soraya Alvarenga Botelho.

.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Análise fitossociológica. 2. Gramínea. 3. Revegetação. I. Botelho,
Soraya Alvarenga. II. Título.

DIOGO FELCAR SARAIVA

**ESTUDOS DE ESPÉCIES DE *TOPSOIL* DE CAMPO RUPESTRE
FERRUGINOSO POTENCIAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS
MINERADAS**

**TOPSOIL SPECIES STUDY OF FERRUGINOUS ROCKY FIELDS
POTENTIAL FOR RECOVERY OF MINING AREAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 08 de fevereiro de 2018.

Dra. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

Dr. Gilvano Ebling Brondai UFLA

Dr. Cláudio Coelho de Paula UFLA

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho
Orientadora
Prof. Dr. Cláudio Coelho de Paula
Coorientador

**LAVRAS - MG
2018**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao corpo docente do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, pelos ensinamentos transmitidos.

À professora Dra. Soraya, pela orientação e disposição para enfrentar o desafio de ampliar o conhecimento e contribuir para as pesquisas do Campo Rupestre Ferruginoso.

Ao meu coorientador e amigo Prof. Dr. Cláudio Coelho, que foi fundamental para a realização desta pesquisa, pela orientação, ensinamentos e envolvimento, assim como o envolvimento do pesquisador Dr. Paulo Moraes.

À minha família, ao meu pai, José Salvador Saraiva; à minha mãe, Clarice Galego Felcar Saraiva; ao meu irmão, Thiago Felcar Saraiva e à minha irmã, Karolina Felcar Saraiva, pelo apoio, valores e pela formação da base, educação.

À Unidade de Pesquisa em Campo Rupestre Ferruginoso da Gerdau e ao meu gestor, Francisco de Assis Lafeté Couto, pelo apoio e visão da importância da capacitação dessa magnitude.

Às grandes amizades formadas durante todo esse período e a oportunidade de conviver com profissionais de diferentes áreas de conhecimento.

RESUMO GERAL

A sociedade moderna apresenta demanda crescente por minério de ferro, gerando impactos econômicos, sociais e ambientais. O licenciamento das atividades minerárias requer o atendimento de ampla legislação ambiental que define diretrizes para recuperar, revegetar e reabilitar as áreas exploradas. Associados aos depósitos de minério de ferro encontram-se os Campos Rupestres Ferruginosos, ambiente rico em diversidade e endemismo de plantas. Devido à especificidade da vegetação, que ainda é pouco estudada, somada à carência de mudas e sementes de suas espécies no mercado, a recuperação e, até mesmo, a reabilitação desses ambientes são desafiadoras. Uma das alternativas para se obter material biológico passível de revegetar esses taludes, cortes e aterros das áreas mineradas é utilizar as espécies que se desenvolveram a partir do banco de sementes do *topsoil* desse local. Diante do exposto, os objetivos, neste trabalho, foram avaliar as espécies oriundas do banco de sementes do *topsoil* ferruginoso depositado na Unidade de Pesquisa e Inovação de Campos Rupestres Ferruginoso, localizada em Ouro Branco, MG e selecionar a gramínea de maior índice de valor de importância (IVI). Na análise, foram calculados os parâmetros de densidade, frequência e cobertura, absolutas e relativas, além do IVI para todas as espécies, identificando 430 indivíduos de 42 espécies, distribuídas em 12 famílias, sendo a família Poaceae a de maior importância e a espécie *Eragrostis polytricha*, por apresentar o maior IVI, identificada como a espécie potencial para ser utilizada em programas de revegetação e recuperação de áreas degradadas. Mediante o resultado obtido, as sementes da espécie *Eragrostis polytricha* foram coletadas, armazenadas e beneficiadas com os objetivos de avaliar se apresentavam dormência, caracterizar a sua germinação, avaliar o efeito de diferentes tratamentos sobre a germinação e determinar as condições de temperatura e regime de luz, para a condução do teste de germinação. Os tratamentos constaram de quatro repetições de 50 sementes cada. Foram montados testes de germinação utilizando as temperaturas alternadas de 15-35 °C, 25 °C e 35 °C constantes, também embebidas em solução de KNO₃ a 0,2%. Nos testes de germinação, o tratamento com temperatura alternada (15-35 °C) com uso de KNO₃ obteve o melhor resultado, com 95,5% de germinação. Também foram comparados os testes de germinação de temperatura alternada 20-30 °C utilizando KNO₃ em sementes sem casca e com casca, as quais não apresentaram diferença significativa. Assim, concluiu-se que as altas porcentagens de germinação desta espécie e a rapidez com que as sementes germinam em condições mais favoráveis permitem sugerir que *Eragrostis polytricha* é uma espécie potencialmente apta à recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Análise fitossociológica. Gramínea. Revegetação. Germinação de sementes.

GENERAL ABSTRACT

The modern society has a growing demand for iron ore, generating economic, social and environmental impacts. Mining activities licensing requires compliance with a broad environmental legislation that establishes guidelines for recovering, revegetating and rehabilitating exploited areas. Associated with iron ore deposits are the Ferruginous rocky fields, an environment rich in diversity and plant endemism. Due to the vegetation specificity, which is still little studied, in addition to the lack of seedlings and seeds of its species in the market, the recovery and even the rehabilitation of these environments are challenging. One of the alternatives to obtain biological material able to revegetate these slopes, cuts and landfills of the mined areas is to use the species that have developed from the topsoil seed bank of that site. Against the foregoing, this study's objectives were to evaluate the species from the ferruginous topsoil seed bank deposited in the Research and Innovation Unit of the Ferruginous rocky fields, located in Ouro Branco - MG and to select the grass with the highest importance value index (IVI). In the analysis, absolute and relative density, frequency and coverage parameters were calculated in addition to IVI for all species, identifying 430 individuals from 42 species, distributed in 12 families, being the Poaceae family the most important and the *Eragrostis polytricha*, because of its higher IVI, was identified as the potential species to be used in revegetation and recovery of degraded areas. Through the result obtained, seeds of the *Eragrostis polytricha* species were collected, stored and benefited with the objectives of evaluating the presence of dormancy, characterizing their germination, evaluating the effect of different treatments on germination and determining the temperature and regime conditions to conduct the germination test. The treatments consisted of four replicates of 50 seeds each. Germination tests were performed using alternating temperatures of 15-35°C, 25°C and 35°C constants, also soaked in 0.2% KNO₃ solution. In the germination tests, the treatment with alternating temperature (15-35°C) using KNO₃ obtained the best result with 95.5% of germination. It was also compared the test of alternating temperature germination 20-30°C using KNO₃ in seeds without bark and with bark, which did not present significant difference. It was concluded that the high percentages of germination of this species and the speed with which the seeds germinate under more favorable conditions suggest that *Eragrostis polytricha* is a species that is potentially suitable for the recovery of degraded areas.

Keywords: Phytosociological analysis. Grass. Revegetation. Seed germination.

LISTA DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

Figura 1 -	Aspecto da distribuição da canga e distinção entre canga couraçada e canga nodular.	16
Figura 2 -	Detalhe da diversidade da vegetação sobre a couraça.	17
Figura 3 -	Valores das exportações de minerais metálicos, com destaque para o minério de ferro.	20
Figura 4 -	Valores do CFEM, com destaque para o minério de ferro.	20
Figura 5 -	Participação dos estados na produção comercializada no ano de 2015.	21
Figura 6 -	Delimitação, em vermelho, do entorno do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.	22
Figura 7 -	Domínio do Bioma da mata Atlântica na região do Quadrilátero Ferrífero	25
Figura 8 A -	Raspagem da superfície; B – detalhe do topsoil ferruginoso (cangas e propágulos); C - aspecto da área após a supressão/decapeamento.	30

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

Figura 1 -	Distância entre a origem e o destino do topsoil.	52
Figura 2 -	Conformação do topsoil.	53
Figura 3 -	Delimitação das parcelas de estudo.	55
Figura 4 -	Detalhes da morfologia vegetativa e reprodutiva da <i>Eragrostis polytricha</i> - A- Habito, B- Bainha , C- Espigueta , D- Lema , E- Pálea , F- Flor.	67

ARTIGO 2

Figura 1 -	Planta e inflorescência de <i>Eragrostis polytricha</i> ; (A) Planta no campo experimental da Unidade de Pesquisa e Inovação de Campos Rupestres da GERDAU, Ouro Branco, MG; (B) Inflorescência, apresentando sementes maduras, no ponto de colheita (hastes com tonalidade avermelhada).	80
Figura 2 -	Esquema da inflorescência mostrando os vários estágios de desenvolvimento da inflorescência de <i>Eragrostis polytricha</i>	81
Figura 3 -	Descrição das peneiras utilizadas na separação das sementes e quantificação do material separado.	82

Figura 4 -	Sementes de <i>Eragrostis polytricha</i> , com casca e sem casca, medindo 0,5 mm, aumentadas 50 x vezes em microscópio (Zeiss, modelo: Stemi 2000-C).	83
Figura 5 -	Estágios de desenvolvimento de <i>Eragrostis polytricha</i> ; A- Semente em três vistas, B / H- Germinação até o desenvolvimento da primeira folha.	86

LISTA DE GRÁFICOS

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

Gráfico 1 - Curva do coletor com as espécies amostradas do topsoil. 58

ARTIGO 2

Gráfico 1 - Porcentagens de germinação acumulada de sementes de *Eragrostis polytricha*, submetidas a diferentes tratamentos para a quebra da dormência. Tratamentos: Trat 1- 15-35 °C com KNO₃; Trat 2 - 20-30 °C com KNO₃; Trat 3 – 20-30 °C com KNO₃ e sementes com casca; Trat 4 – 20-30 °C com H₂O; Trat 5 – 35 °C com KNO₃; Trat 6 – 25 °C com KNO₃ e Trat 7 – 15 °C com KNO₃. 88

Gráfico 2 - Porcentagem de germinação de sementes de *Eragrostis polytricha* sob diferentes tratamentos envolvendo temperaturas alternadas (20-30 °C e 15-35 °C) e constantes (25 °C e 3 5°C), na presença e na ausência de KNO₃ e apresentando casca envolvendo a semente. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. 92

Gráfico 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de *Eragrostis polytricha* sob diferentes tratamentos envolvendo temperaturas alternadas (20-30°C e 15-35°C) e constantes (25°C e 35°C) na presença e ausência de KNO₃ e apresentando casca envolvendo a semente. As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 94

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no *topsoil* ferruginoso, Ouro Branco, MG. N: número de indivíduos; P: parcela; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA cobertura absoluta; CR: cobertura relativa e IVI: índice de valor de importância.....59
- Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos das famílias amostradas.61
- Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos da família Poaceae.....64

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Descrição dos tratamentos aplicados em sementes de *Eragrostis polytricha*.....85

APÊNDICE

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação de sementes (%) de *Eragrostis polytricha*. Viçosa, MG, 2017.99
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de plântulas de *Eragrostis polytricha*. Viçosa, MG, 2017.100

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	12
1	INTRODUÇÃO.....	12
2	Referencial teórico.....	14
2.1	Campos rupestres ferruginosos	14
2.2	Importância do minério de ferro	19
2.3	Dispositivos legais.....	23
2.4	Uso de <i>topsoil</i> como estratégia para recuperação	26
2.5	Uso de <i>topsoil</i> de campo rupestre ferruginoso	28
2.6	Utilização de gramínea na recuperação de áreas mineradas	31
2.7	Germinação de sementes de gramíneas	34
	referências	37
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	47
	ARTIGO 1 Seleção de gramínea nativa a partir de <i>topsoil</i> de Campo Rupestre ferruginoso para utilização em programas de recuperação	47
	ARTIGO 2 Estudo de germinação em sementes de <i>Eragrostis polytricha</i>	72

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Os Campos Rupestres Ferruginosos estão associados ao substrato rico em ferro e apresentam distribuição restrita, sendo o Quadrilátero Ferrífero (QF) a região de ocorrência de maior notoriedade no Brasil (JACOBI; CARMO, 2008).

Nos campos ferruginosos é possível encontrar grande diversidade de fitofisionomias e de espécies, muitas delas endêmicas. Como há grande interesse pelas áreas onde eles ocorrem, devido ao seu potencial econômico, conseqüentemente esses ambientes se tornaram um dos mais ameaçados do estado de Minas Gerais.

A exploração econômica do minério de ferro que afeta esses ambientes é regida por ampla legislação, desde a Constituição Federal, passando por leis, decretos, instruções normativas, etc., permeando as etapas de supressão, recuperação e compensação. Apesar da existência de legislação, a recuperação dos Campos Rupestres Ferruginosos torna-se um grande desafio, não apenas pela sua especificidade, mas também pelas pesquisas que ainda se apresentam incipientes. Grandes áreas demandam mudas e sementes das espécies nativas em larga escala, que não se encontram disponíveis no mercado, havendo a necessidade de constituir bancos de germoplasma.

Atualmente, devido à carência de material biológico de espécies nativas destinado aos projetos de recuperação em áreas anteriormente ocupadas por vegetação de canga, são aplicados coquetéis de sementes compostos por gramíneas e leguminosas de espécies exóticas. Apesar de atender ao que se propõe, recobrir rapidamente o solo e atenuar os processos erosivos, essas espécies se alastram e competem com as espécies nativas.

Uma das estratégias para subsidiar pesquisas e selecionar espécies nativas para serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas é a conservação *ex situ*, da vegetação colonizadora do *topsoil* (material originado do decapeamento superficial), que contém banco de sementes das espécies nativas, atuando como um reservatório de diversidade genética vegetal.

Assim, como há a necessidade de identificar espécies nativas potenciais para programas de recuperação, é necessário também conhecer as características das sementes destas espécies, pois elas são de fundamental importância para a produção de sementes de alta qualidade, produção de muda, manejo de biodiversidade ou para se obter resultados satisfatórios na recuperação de áreas degradadas (CARMONA; MARTINS; FÁVERO, 1998; FOSTER et al., 2007; TEIXEIRA; FONSECA, 1992).

Nesse contexto, os objetivos, neste trabalho, foram os seguintes: avaliar as espécies oriundas do banco de sementes de um determinado *topsoil* ferruginoso; selecionar a gramínea de maior índice de valor de importância, potencial para ser utilizada em programas de recuperação; caracterizar a germinação de suas sementes sob diferentes tratamentos e avaliar o efeito de diferentes tratamentos sobre a sua germinação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Campos rupestres ferruginosos

As couraças ferruginosas localizam-se, predominantemente, no estado de Minas Gerais, principalmente no Quadrilátero Ferrífero (QF) e ao longo da vertente leste da Cadeia do Espinhaço. Outras localidades relevantes são a Serra de Carajás (Pará), a Morraria do Urucum (Mato Grosso do Sul) e a região de Caetité (Bahia) (CARMO et al., 2012).

Nas montanhas formadas pelos gigantescos depósitos de minério de ferro que delimitam o QF estão localizados os conglomerados ferruginosos superficiais, também conhecidos como cangas. Estes afloramentos são couraças compostas, geralmente, por minerais derivados das formações ferríferas bandadas, hematita compacta e fragmentos de itabirito cimentados por limonita (DORR, 1964) que, em alguns locais, podem chegar a mais de 30 metros de espessura (SIMMONS, 1963). Constituem verdadeiras “ilhas de ferro” distribuídas nos topos e encostas de algumas dessas serras, em altitudes que variam de 900 a 1.900 m.

Os sistemas ferruginosos encontrados no QF (JACOBI; CARMO, 2012; SILVA; SECCO; LOBO, 1996) estão associados aos afloramentos (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997), os quais representam parcela significativa do patrimônio biológico brasileiro, principalmente por apresentarem inúmeras espécies de plantas raras e endêmicas.

A heterogeneidade topográfica das cangas, resultado de uma evolução geomorfológica muito peculiar (ROSIÈRE; CHEMALE, 2000), reflete na variedade de ambientes, tendo sido identificados, recentemente, oito habitats associados aos afloramentos, cada um com predominância de diferentes comunidades de plantas (JACOBI et al., 2007), tais como paredões e entradas de

cavernas, capões, tapetes de monocotiledôneas, fissuras na rocha, fendas e depressões, lagoas temporárias, cavidades alagadas e rocha exposta com as respectivas denominações.

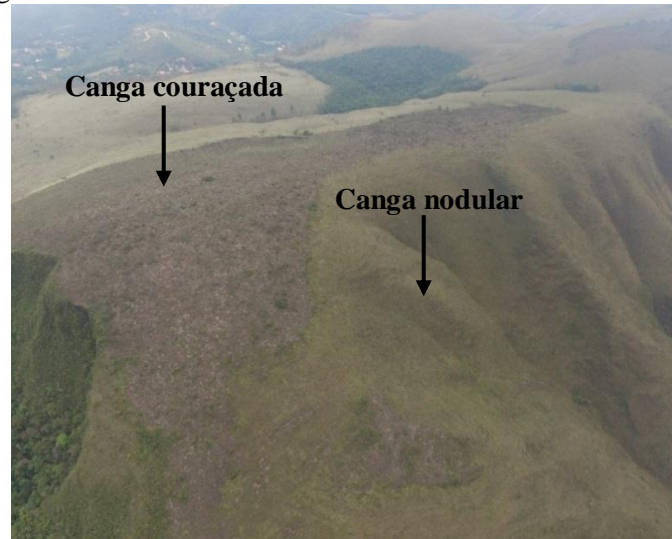
Na literatura são encontrados muitos termos para denominar a vegetação associada à canga, como campos ferruginosos (RIZZINI, 1979), savana metalófila (PORTO; SILVA, 1989), vegetação metalófila (SILVA, 1992), Campos Rupestres Ferruginosos (MOURÃO; STEHMANN, 2007; VIANA; LOMBARDI, 2007) e vegetação de bancada laterítica (SILVA; TOZZI, 2011).

Uma vez que o termo campo rupestre vem sendo utilizado particularmente para a vegetação associada a substratos quartzíticos (GIULIETTI et al., 1987; MAGALHÃES, 1966), é recomendável que se discrimine o tipo de substrato ao tratar de outros campos rupestres, como o campo rupestre sobre substrato granítico e o campo rupestre hematítico ou sobre rocha ferruginosa (VINCENT, 2004).

Há também denominação distinta para os Campos Rupestres Ferruginosos, ao considerar a vegetação que ocorre sobre os conglomerados maciços de ferro, conhecidos como canga couraçada ou sobre os seixos ferruginosos, que possibilita o estabelecimento massivo da vegetação graminoide, denominado canga nodular, como demonstrado na Figura 1 (RIZZINI, 1979).

Com frequência, as cangas distribuem-se insularmente nas porções mais altas do relevo (Figura 1), recobrando jazidas de minério de ferro e constituindo extensos platôs interconectados por vales e escarpas (CARMO et al., 2011; DORR II, 1969).

Figura 1 - Aspecto da distribuição da canga e distinção entre canga couraçada e canga nodular.



Fonte: Do autor (2017).

Os campos ferruginosos estão associados a vários tipos de substratos ricos em ferro, podendo se apresentar totalmente fragmentados ou formando uma espessa e sólida couraça (Figura 2). Entre estes dois extremos ocorrem várias fisionomias campestres, tais como campo limpo, campo sujo e os campos rupestres propriamente ditos, também conhecidos como vegetação sobre canga (JACOBI; CARMO, 2008).

Figura 2 - Detalhe da diversidade da vegetação sobre a couraça.



Fonte: Do autor (2017).

Segundo Carmo (2010), a canga fornece condições ecológicas que, geralmente, diferem da paisagem adjacente, ou matriz. Esta heterogeneidade permite que os afloramentos ferruginosos constituam um refúgio para espécies adaptadas a condições xéricas, como a cactácea *Arthrocereus glaziovii* N.P. Taylor & D.C.Zappi e a condições méxicas, como *Stauro gyneminarum* Kuntze (Acanthaceae) e *Juncus* sp. (Juncaceae).

Além de apresentar considerável diversidade alfa, relacionada aos tipos de micro-habitats, as vegetações sobre cangas apresentam alta diversidade beta, decorrente do isolamento e, provavelmente, de variações climáticas e mineralógicas do substrato ferruginoso (VILELA et al., 2004).

Comparações florísticas entre diferentes afloramentos de um mesmo tipo de substrato geológico têm mostrado baixa similaridade (MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999; VINCENT, 2004). Jacobi et al. (2007), em levantamentos florísticos de duas cangas localizadas no QF, uma na Serra do Rola Moça e outra na Serra da Moeda, distantes apenas 32 km entre si,

encontraram similaridade de plantas vasculares de apenas 27%. A indicação de espécies potenciais de canga para uso em programas de restauração deve, portanto, considerar a análise prévia da área alvo (JACOBI et al., 2007).

Apesar de constatar baixa similaridade entre áreas, algumas espécies são frequentes em cangas do Quadrilátero Ferrífero, como *Syngonanthus caulescens*, *Acianthera teres* (Lindl.) Borba (Orchidaceae), *Mimosa calodendron* Mart. (Fabaceae), *Tibochina multiflora* Cogn. (Melastomataceae) e *Stachytarpheta glabra* Cham. (Verbenaceae) (JACOBI et al., 2007).

Nos estudos realizados por Carmo e Jacobi (2013), a partir de estudos florísticos exclusivos da canga do QF, pode-se caracterizar a sua vegetação, composta predominantemente por ervas (37%), que constituem a forma de crescimento mais frequente entre as espécies, seguida por arbustos (21%), subarbustos (20%), árvores (11%) e trepadeiras (10%). Parasitas e palmeiras somaram 1%. As espécies herbáceas foram mais frequentes entre as famílias Poaceae (99), Orchidaceae (79), Cyperaceae (43), Bromeliaceae (28) e Eriocaulaceae (27).

Como a distribuição do Campo Rupestre Ferruginoso ocorre em áreas restritas, de difícil acesso e por apresentar relação intrínseca e direta com o minério de ferro, os afloramentos ferruginosos estão entre os ecossistemas mais ameaçados e menos estudados em Minas Gerais (JACOBI; CARMO, 2008; JACOBI et al., 2007; MENDONÇA, 2013). Levantamentos florísticos exclusivamente nestes afloramentos ainda são muito recentes (JACOBI et al., 2007; MENDONÇA, 2006; STEHMANN; OLIVEIRA, 2007; VIANA; LOMBARDI, 2007).

Na década de 1960, Dorr (1964) estimou que a cobertura total dessas cangas era de 10.000 ha, uma área muito limitada quando comparada com a dos campos rupestres quartzíticos, que ocorrem ao longo de toda a Cadeia do Espinhaço, a Serra da Canastra, a Serra de São José e outras.

Segundo Carmo (2010), a área total das cangas atinge, aproximadamente, 11.170 ha, distribuída entre 225 afloramentos com áreas médias de 49,7 ha. Nas últimas décadas, pouco mais de 40 anos, já foram impactados, aproximadamente, 7.340 ha de cangas e extintos 100 afloramentos ferruginosos.

2.2 Importância do minério de ferro

A relevância dos minerais e dos metais para as sociedades modernas é evidenciada no dia a dia da humanidade. A mineração integra a cadeia produtiva composta pelas indústrias de base e o seu produto é também matéria-prima de diversas outras. Este conjunto produz e dissemina uma infinidade de produtos que se relacionam diretamente com a qualidade de vida das populações. A demanda pelos minerais, em particular o minério de ferro, promove um significativo impacto na economia mundial (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM, 2015).

Segundo dados do IBRAM (2015), o Brasil, em seu território de dimensões continentais e de notável diversidade geológica, representada por jazidas de vários minerais, algumas de classe mundial, conquistou posição de destaque no cenário global, tanto em reservas quanto em produção mineral, a qual atingiu, no ano de 2014, o valor de US\$ 40 bilhões, o que representou cerca de 5% do PIB industrial do país.

No comércio exterior, a indústria extrativa mineral contribuiu com mais de US\$ 34 bilhões em exportações de minérios, tendo somente o minério de ferro sido responsável por US\$ 25,8 bilhões deste valor (IBRAM, 2015).

No ano de 2015, o minério de ferro ainda continuou em destaque dentre as substâncias da classe de metálicos, correspondendo a, aproximadamente, 61,7% dos 67,5 bilhões de reais de produção comercializada. A produção

exportada gerou 25,7 bilhões de dólares, dos quais 14,1 bilhões foram gerados com a comercialização do minério de ferro (Figura 3) (BRASIL, 2016).

Figura 3 - Valores das exportações de minerais metálicos, com destaque para o minério de ferro.

Substâncias	Tipo de produto				Total Geral ⁽¹⁾
	Bens primários	Semimanufaturados	Manufaturados	Compostos químicos	
Total ⁽¹⁾	16.627.242.458	8.569.261.514	411.732.009	60.151.282	25.668.387.263
Alumínio	270.718.106	3.093.284.215	-	-	3.364.002.321
Cobre	1.984.113.856	703.073.911	343.856.694	5.836.684	3.036.881.145
Estanho	20.858.674	123.922.471	5.382.801	18.994	150.182.940
Ferro	14.076.103.623	-	-	-	14.076.103.623
Manganês	149.146.661	12.674.032	78	53.527.834	215.348.605
Nióbio	-	1.612.528.782	-	-	1.612.528.782
Níquel	126.301.538	699.443.144	55.053.686	767.770	881.566.138
Ouro	-	2.324.334.959	7.438.750	-	2.331.773.709

⁽¹⁾ Valores em dólar americano (US\$ - FOB).

Fonte: Brasil (2016).

Segundo dados de Brasil (2016), a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) foi de R\$1,1 bilhão de reais, tendo o minério de ferro sido responsável por 68,93% desse montante (Figura 4).

Figura 4 - Valores do CFEM, com destaque para o minério de ferro.

Substância	CFEM arrecadada (R\$)	Participação (%) ⁽²⁾
Total	1.149.437.730	
Alumínio (bauxita)	89.401.138	7,78
Cobre	135.328.777	11,77
Estanho	9.517.322	0,83
Ferro	792.301.783	68,93
Manganês	19.108.553	1,66
Nióbio	11.678.617	1,02
Níquel	21.751.049	1,89
Ouro	70.350.490	6,12

⁽¹⁾ Valores referentes a depósitos realizados no exercício de 2015.

⁽²⁾ Participação percentual da substância no valor total da CFEM arrecadada para as principais substâncias metálicas.

Fonte: Brasil (2016).

A produção de minério de ferro comercializada no ano de 2015 (bruta somada à beneficiada) oriunda, principalmente, dos estados de Minas Gerais e do Pará, atingiu a marca de, aproximadamente, 435 milhões de toneladas. O Estado de Minas Gerais contribui com cerca de 70% e o estado do Pará com, aproximadamente, 29% da produção, equivalendo a, aproximadamente, 304 e 125 milhões de toneladas, respectivamente (Figura 5) (BRASIL, 2016).

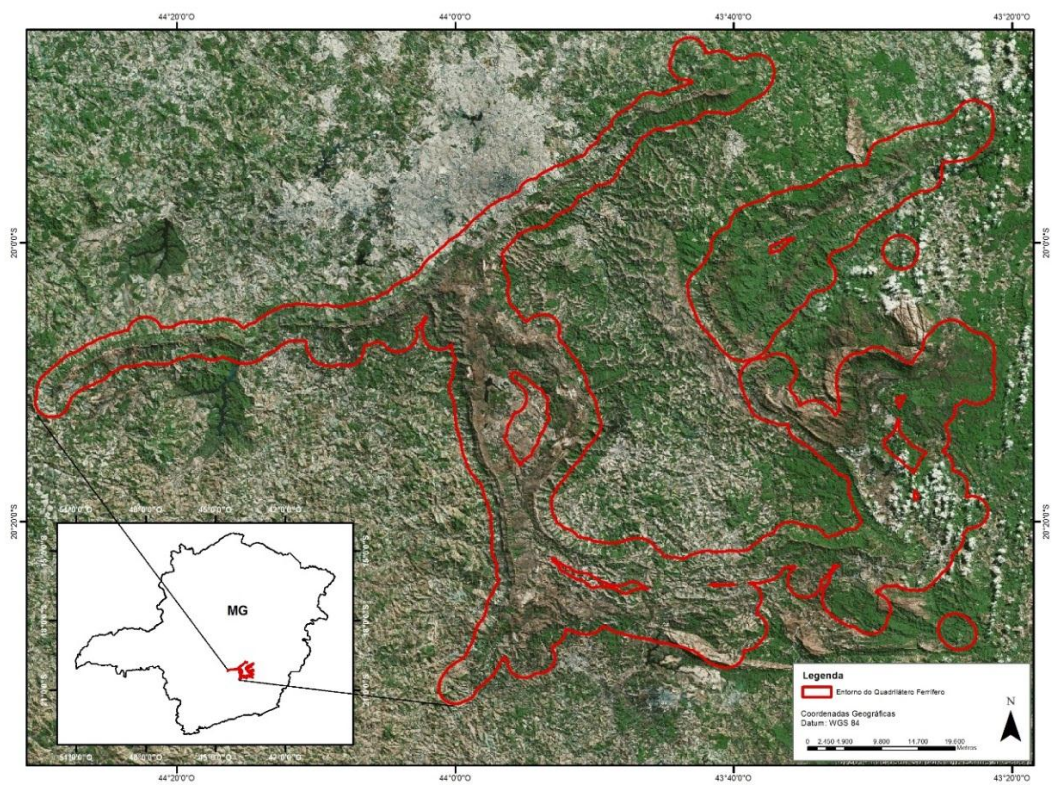
Figura 5 - Participação dos estados na produção comercializada no ano de 2015.

Substância	BRUTA		BENEFICIADA		VALOR TOTAL (R\$)
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)	
Ferro	16.218.330 t	357.798.188	418.618.954 t	41.940.186.664	42.297.984.853
Minas Gerais	15.842.723 t	354.724.385	288.233.742 t	28.087.806.692	28.442.531.077
Pará			125.274.505 t	13.337.308.379	13.337.308.379
Mato Grosso do Sul			4.779.230 t	495.538.638	495.538.638
Ceará	74.019 t	1.081.268	69.793 t	8.897.871	9.979.139
Amapá			47.463 t	4.775.712	4.775.712
São Paulo	284.418 t	1.529.795	167.600 t	2.850.135	4.379.930
Goiás			30.018 t	2.147.775	2.147.775
Rio Grande do Norte	3.080 t	49.897	16.603 t	861.463	911.360
Amazonas	14.090 t	412.843			412.843

Fonte: Brasil (2016).

A grande participação do estado de Minas Gerais é consequência da exploração realizada no Quadrilátero Ferrífero (Figura 6), uma das mais importantes províncias minerais do mundo (SPIER; BARROS; ROSIERE, 2003).

Figura 6 - Delimitação, em vermelho, do entorno do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais.



Fonte: Instituto Prístino (2017).

2.3 Dispositivos legais

A pesquisa e a exploração mineral, sejam pelo seu caráter de utilidade pública, implicações ambientais e pelo princípio da utilização de bens da União, são norteadas por ampla legislação, que se inicia pela Constituição Federal, passando por leis e decretos, chegando a resoluções, deliberações e portarias que detalham vários aspectos da atividade, incluindo a recuperação ambiental.

A Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225 § 2º, estabelece que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da Lei (BRASIL, 1988).

A Resolução CONAMA 01/86 aborda os empreendimentos sujeitos à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), nos quais a mineração está inserida (BRASIL, 1986).

Em atendimento ao art. 1º do Decreto nº 97.632, os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do EIA e do RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) (BRASIL, 1989).

Dessa forma, os empreendimentos minerários estão sujeitos à obtenção do licenciamento ambiental e necessitam de licenças ambientais para cada fase de atividade a ser realizada pelo proponente do projeto, que são a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO), além de incluir, obrigatoriamente, o EIA/RIMA e o PRAD.

O artigo 3º do Decreto nº 97.632 define que a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção da estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1989). De acordo com artigo nº 4 da

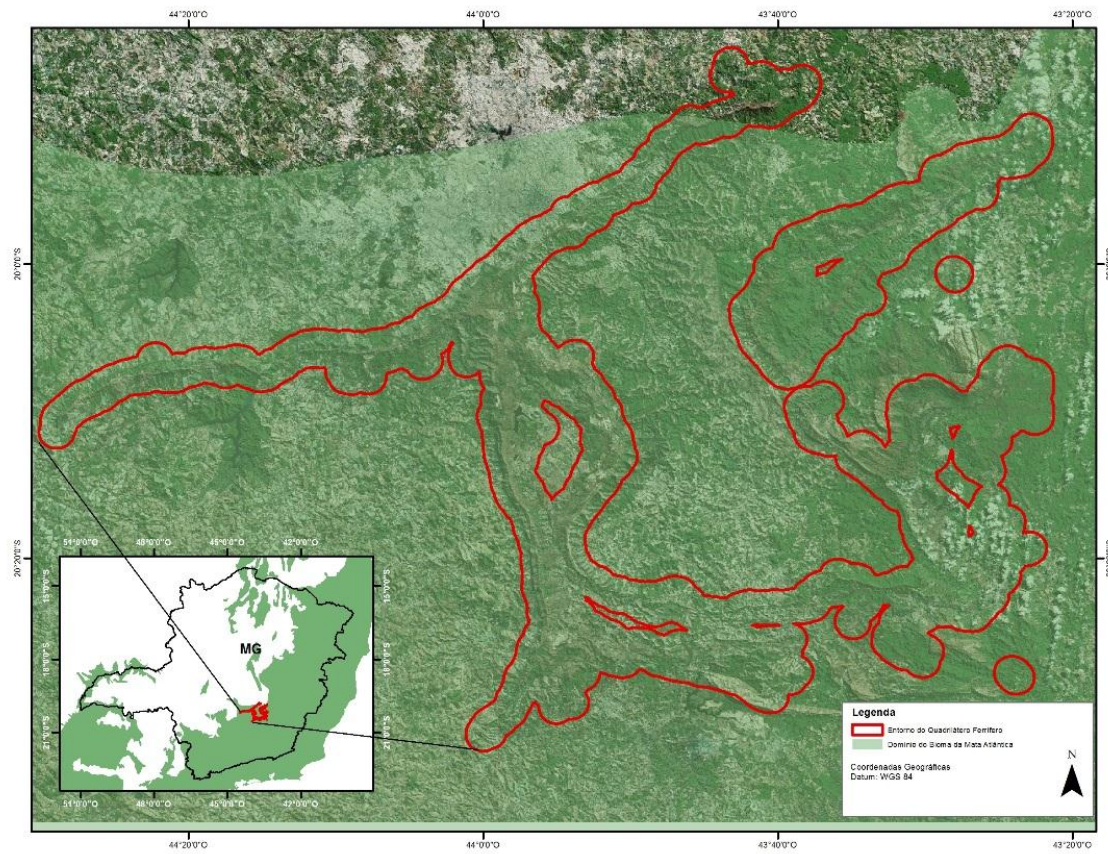
Instrução Normativa nº 4 do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), recuperar é restituir um ecossistema ou uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (IBAMA, 2011).

Ressalta-se que a norma brasileira NBR 13030, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que regulamenta os processos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração, aconselha a utilização de espécies nativas (ABNT, 1999), assim como a Instrução Normativa nº 4 do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), ao estabelecer as exigências mínimas para a elaboração do PRAD (IBAMA, 2011).

Durante o processo de licenciamento, o órgão ambiental licenciador, seja em âmbito municipal, estadual ou federal, quando da concessão da licença, poderá impor condicionantes atrelando a obrigatoriedade de se utilizar espécies nativas processo de recuperação das áreas (MENDONÇA, 2013).

Contudo, uma das mais importantes legislações que consideram a proteção dos Campos Rupestres Ferruginosos é a Lei nº 11.428 (BRASIL, 2006), popularmente conhecida com a Lei da Mata Atlântica, posteriormente regulamentada pelo Decreto Federal nº 6.660 (BRASIL, 2008). A abrangência do domínio Bioma Mata Atlântica no Quadrilátero Ferrífero é muito significativa, e apenas uma pequena área ao norte excetua-se do seu limite (Figura 7).

Figura 7 - Domínio do Bioma da mata Atlântica na região do Quadrilátero Ferrífero



Fonte: Instituto Prístino (2016).

De acordo com o art. 17 desta Lei, o corte ou a supressão de vegetação secundária nos estágios médios ou avançados de regeneração do Bioma Mata Atlântica ficam condicionados à compensação na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrológica, sempre que possível na mesma microbacia (BRASIL, 2006). Vale destacar, conforme art. 26 § 1º do Decreto Federal nº 6.660, que uma das alternativas para o atendimento da medida compensatória é por meio da reposição florestal, atingindo índices de diversidade florística, compatíveis com os estágios de regeneração anteriores à intervenção (BRASIL, 2008), o que reforça a necessidade de ampliar o conhecimento das espécies de ocorrência natural.

Sendo assim, para o desenvolvimento de empreendimentos minerários no Quadrilátero Ferrífero, inseridos no domínio da Mata Atlântica, deve ser prevista a compensação pela supressão tanto da vegetação florestal quanto da vegetação campestre, na proporção de 1:1. Entretanto, quando se trata de licenciamento ambiental no âmbito do estado de Minas Gerais, devem ser seguidas as diretrizes da Deliberação Normativa COPAM nº 73 (MINAS GERAIS, 2004), de forma que esta compensação deve ser realizada na proporção de, no mínimo, duas vezes a área dos ambientes suprimidos.

2.4 Uso de *topsoil* como estratégia para recuperação

Segundo Mendonça (2013), o grande desafio da conservação de espécies é reduzir as pressões negativas que recaem sobre elas e seu habitat e, com isso, aumentar as chances de sobrevivência. Contudo, em casos extremos, é preciso manejá-las, tanto geneticamente quanto demograficamente, para mantê-las viáveis, enquanto, paralelamente, se trabalha a redução das ameaças (VALLADARES-PÁDUA; MARTINS; RUDRAN, 2003).

Mesmo com os significativos avanços alcançados nas últimas décadas com relação à conservação *ex situ* de recursos genéticos, ainda não há, no país, estrutura sólida a longo prazo, considerando as perdas atuais e as crescentes ameaças à biodiversidade, como, por exemplo, as mudanças climáticas. Sendo assim, a conservação *ex situ* terá, cada vez mais, papel de destaque e decisivo para a garantia de suficiente variabilidade genética para os programas de melhoramento e recuperação (MENDONÇA, 2013).

Dentre as modalidades de conservação *ex situ* destaca-se a utilização de *topsoil*, material resultante do decapeamento da camada superficial do solo, pois atua como importante fonte de semente e propágulos, permitindo o restabelecimento das espécies nativas da região, os quais são de grande interesse para programas de recuperação de áreas degradadas (PARKER; SIMPSON; LECK, 1989; SANTOS, 2010; THOMPSON; BAND; HODGSON, 1993; ZHANG et al., 2001).

A utilização do *topsoil* e de resgate de flora são práticas recomendadas internacionalmente e no Brasil (BARTH, 1989; GRIFFITH, 2007). Esse procedimento implica em remoção e recolocação do material na área de interesse para recuperação (ZHANG et al., 2001). Ele é formado por sementes viáveis e dormentes de várias espécies, predominantemente pequenas, leves e compactas, que aí estão enterradas ou presentes na superfície, sendo a germinação completamente inibida no escuro (BEWLEY; BLACK, 1994; THOMPSON; BAND; HODGSON, 1993).

A entrada de sementes no banco ocorre durante a dispersão, tanto por sementes produzidas em determinada área quanto por aquelas transportadas de outros locais, sendo essas viáveis, em estado de dormência real ou imposta, presentes na superfície ou no interior do solo. A saída se dá por meio de germinação, deterioração, predação, lixiviação ou quando ocorrem a morte

natural das sementes e a perda da sua capacidade germinativa (FENNER, 1985, 1995).

Essa reserva genética é um componente de extrema importância na conservação de populações de plantas (GARWOOD, 1989; HARPER, 1977; PUTZ, 1983; SWAINE; HALL, 1983), participando de processos ecológicos, como o restabelecimento de comunidades após distúrbios e a manutenção da diversidade de espécies, entre outros (GARWOOD, 1989; LAWTON; PUTZ, 1988; PARKER; SIMPSON; LECK, 1989; PUTZ, 1983; SWAINE; HALL, 1983).

2.5 Uso de *topsoil* de campo rupestre ferruginoso

Quando se trata, especificamente, de supressão e recuperação de áreas de ocorrência de Campos Rupestres Ferruginoso, ainda é preciso aprofundar os estudos, pois, apesar de existirem, no país, importantes regiões com afloramentos rochosos ricos em metais, como o próprio QF e a Serra de Carajás (SILVA, 1991), a importância biológica das comunidades metalófilas ainda é subestimada, em parte devido ao pequeno número de estudos ecológicos, geobotânicos e biogeográficos realizados até o presente.

As comunidades rupestres associadas a substratos metalíferos têm grande importância ambiental, porém, ainda não são devidamente reconhecidas, resultando no desconhecimento da dinâmica desses ecossistemas e do potencial da vegetação nativa para o uso sustentável ou para a recuperação de áreas degradadas por mineração (GINOCCHIO; BAKER, 2004).

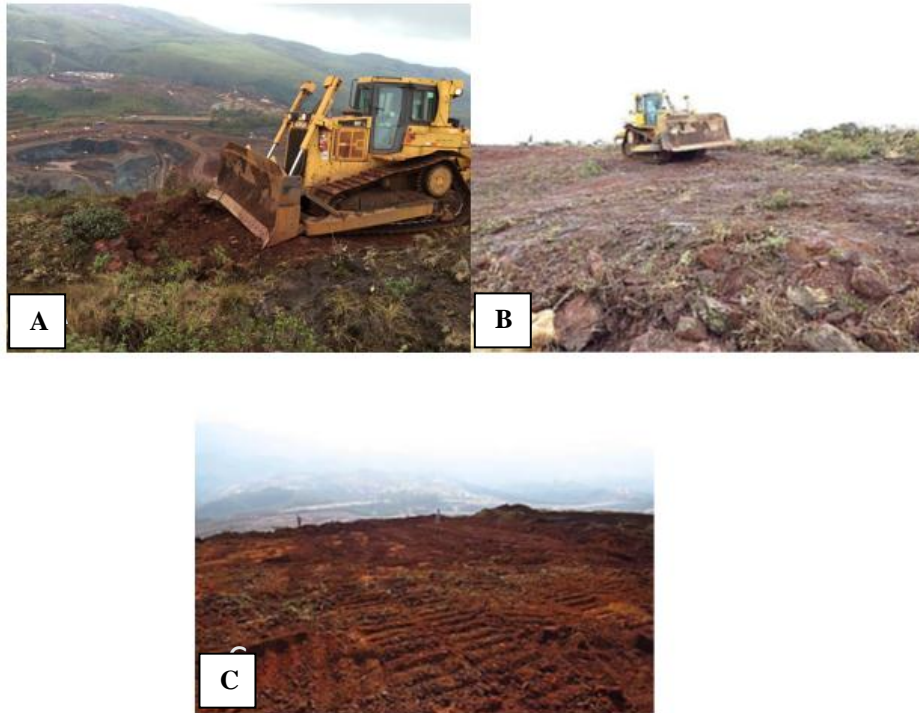
As escassas contribuições de pesquisas utilizando o *topsoil*, em parte, podem ser justificadas pelo custo da sua retirada e pela sua baixa disponibilidade, sendo apontados por pesquisadores como fatores limitantes à sua utilização em programas de restauração (BRADSHAW; CHADWICK,

1980). Num cenário local, nas áreas de mineração, observa-se que o maior desafio ao emprego dessa técnica é operacionalizar a remoção e o uso do material. Entre as causas dos obstáculos encontrados, ressalta-se a escassez de áreas livres para deposição do *topsoil* em minas em atividade (SANTOS, 2010).

O licenciamento tem papel importante para mudar essa realidade. Nos processos de licenciamento do estado de Minas Gerais, o resgate de flora e a coleta do *topsoil* são condicionados na fase de obtenção da Licença, na etapa de supressão da vegetação. Segundo Santos (2010), a partir de 2001, por determinação legal, esses procedimentos passaram a ser exigidos em Minas Gerais nos processos de licenciamento ambiental.

O material originado da raspagem superficial do solo de área de mineração (Figura 8) contém uma mescla de crosta ferruginosa, banco de sementes, micro, meso e macrofauna/flora do solo (micro-organismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas e algas), todos fatores importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo (SANTOS, 2010).

Figura 8 A - Raspagem da superfície; B – detalhe do topsoil ferruginoso (cangas e propágulos); C - aspecto da área após a supressão/decapeamento.



Fonte: Do autor (2017).

O banco de sementes do *topsoil* atua como um reservatório de diversidade genética vegetal que pode ser utilizado para restaurar zonas perturbadas ou recuperar espécies da flora que estão em via de extinção (PÉREZ; SANTIAGO, 2001). Todo esse potencial deve ser avaliado quanto à sua composição, para evitar a infestação de plantas exclusivamente ruderais (MACHADO et al., 2003).

Nesse contexto, o banco de sementes do solo, considerando-se sua composição florística e densidade, pode ser um bom indicador para a restauração de ecossistemas (MARTINS, 2001; RODRIGUES; GANDOLFI, 1998), uma vez que, por meio da sua avaliação, relativamente rápida e de baixo custo financeiro, é possível definir estratégias para acelerar o processo de sucessão

ecológica e seleção de espécies para os projetos de recuperação. Tais informações poderão subsidiar futuros programas de revegetação, reabilitação de populações vegetais ou de áreas onde se deu redução de diversidade genética (MELO; VARELA, 2006; OLIVEIRA, 2001).

2.6 Utilização de gramínea na recuperação de áreas mineradas

Os programas de recuperação de áreas degradadas devem ser concomitantes com todas as etapas de mineração, não se restringindo ao término da exploração (BARTH, 1989). Porém, segundo Toy, Griffith e Ribeiro (2001), muitas empresas de mineração no Brasil continuam com práticas de recuperação de curto prazo, mesmo com a criação, em 1989, da exigência de um Plano para Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) durante processos de licenciamento ambiental.

Na recuperação em áreas de mineração e às margens da rodovia, que envolve movimentação de terra, há duas situações distintas no que tange à recuperação da vegetação que são cortes e aterros. Em ambos os casos a estrutura do solo é alterada completamente (DURIGAN, 2003).

Áreas muito degradadas dificultam a revegetação natural, devido não só aos contínuos processos erosivos, mas também à escassez de nutrientes e de matéria orgânica, além da possível ausência ou limitação de propágulos da comunidade vegetal anterior, sendo necessárias medidas de revegetação antrópica (PETERS et al., 2006). A importância da cobertura vegetal do solo, para atenuar processos erosivos, é amplamente difundida (DE BAETS et al., 2006; MORGAN, 2005).

A recuperação da cobertura vegetal de áreas degradadas é de grande importância à medida que se procura, por meio do uso de espécies adequadas a

cada condição ambiental, proteger o solo e, a partir daí, estabelecer condições para a sucessão vegetal, visando atingir uma comunidade mais estável (LIMA, 1986).

Para tanto, uma das técnicas amplamente utilizadas no recobrimento do solo é a hidrossemeadura. Segundo o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (IBAMA, 1990), hidrossemear é recobrir, por via aquopastosa, uma área descoberta com sementes de espécies herbáceas e outros materiais que induzem a fixação e o crescimento das sementes, e a retenção da umidade.

O processo de hidrossemeadura se tornou o método mais empregado de revestimento vegetal, principalmente pela facilidade de se promover o restabelecimento vegetal em áreas de cortes e aterros e outras áreas descobertas (MACEDO et al., 2003).

A facilidade, a rapidez de execução, a uniformidade dos resultados obtidos e o maior controle do material semeado propiciam um menor custo, em comparação com outros métodos de revestimento vegetal (ALVES JÚNIOR, 1997).

Para um maior sucesso na aplicação da técnica de hidrossemeadura é aconselhado que se selecionem, preferencialmente, espécies locais que já são naturalmente adaptadas às prováveis carências nutricionais e às condições climáticas da região (MACEDO et al., 2003). Porém, a prática dessa técnica esbarra na ausência de sementes de gramíneas nativas e comumente empregam-se coquetéis de sementes de gramíneas e leguminosas exóticas.

A utilização de espécies exóticas e invasoras para a estabilização de taludes e recuperação de áreas degradadas ainda ocorre em larga escala (TOY; GRIFFITH, 2001). Estas fontes de distúrbio contribuem para a alteração e/ou a diminuição da qualidade ambiental, podendo alterar processos em ecossistemas, comunidades e populações de espécies nativas (FERNANDES; BARBOSA;

MAURICIO, 2008; TOY; GRIFFTH; RIBEIRO, 2001; WHITING; REEVES; BAKER, 2002).

No Brasil, mesmo com tanta diversidade e ampla distribuição de gramíneas e leguminosas nativas, a maior parte dos trabalhos que visam à recuperação de áreas degradadas é realizada com espécies exóticas (BARBOSA, 2000; MARTINS, 1996). A introdução de tais espécies pode causar sérios problemas à biodiversidade local (MARTINS, 2006), impactar o ecossistema, descaracterizar fisionomias e modificar sua estrutura (PIVELLO, 2005).

Apesar de serem encontrados muitos trabalhos com recomposição de florestas nativas (ISERNHAGEN; SILVA; GALVÃO, 2001; OLIVEIRA-FILHO, 1994; RODRIGUES; GANDOLFI, 1996, 1998, 2000), pouco se conhece sobre a recuperação de degradação nos Campos Rupestres Ferruginoso, quartzíticos e graníticos, porém, a sua ocupação continua, sem uma efetiva ação de órgãos ambientais ou implementada voluntariamente pelos empreendedores (MENDONÇA, 2013).

O relativo sucesso das espécies exóticas em recuperação de áreas degradadas no Brasil pode ser responsável, em parte, pelo conformismo acadêmico quanto à busca por alternativas mais ecologicamente viáveis e o reduzido conhecimento técnico e empreendedor sobre a biologia das espécies nativas com potencial para a revegetação (BARBOSA, 2000).

Conforme o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração, é reconhecida a grande dificuldade de se recuperar áreas anteriormente ocupadas por estratos herbáceos, como, por exemplo, as áreas de Campo Rupestre Ferruginoso e Campo Limpo, principalmente devido à ausência de sementes no mercado e devido à enorme deficiência de pesquisas sobre o cultivo das espécies nativas, situação mundialmente compartilhada (IBAMA, 1990).

Mesmo existindo lacunas de conhecimento e, conseqüentemente, dificultando a seleção de espécies herbáceas para a utilização em projetos de reabilitação, recuperação e até restauração das áreas de interesse, o uso de espécies nativas apresenta ganhos, quanto comparado ao emprego de espécies exóticas. Dentre as vantagens, destacam-se a manutenção da flora e da fauna nativa, além das adaptações edafoclimáticas locais (BARBOSA et al., 1990; BELL; UNGAR, 1981; MCGINNIES; WILSON, 1982).

Soma-se a esses benefícios, quando da utilização de espécies nativas para favorecer o reestabelecimento do equilíbrio entre a fauna e flora e entre o solo e a vegetação, mediante o aumento de matéria orgânica, maior taxa de decomposição e da ciclagem de nutrientes, assim como a melhora das condições nutricionais (PARROTTA, 1992).

Para trabalhos de recuperação de áreas anteriormente ocupadas por Campo Rupestre Ferruginoso é possível obter gramíneas a partir da germinação do banco de sementes de seu *topsoil* (SANTOS, 2010). As gramíneas possuem notável potencial de desenvolvimento como vegetação pioneira para recuperação de áreas degradadas por atividades mineradoras (MARTINS, 1996). Porém, apesar da existência de inúmeras espécies de gramíneas nativas, elas ainda são pouco estudadas, sendo necessário ampliar os estudos para suportar a sua utilização (ALMEIDA, 1995).

2.7 Germinação de sementes de gramíneas

Segundo Carmona, Martins e Fávero (1998), as gramíneas apresentam diversas formas de reprodução, sejam sexuadas ou assexuadas (cariópses, rizomas, estolões, perfilhos) e algumas espécies são propagadas pelo homem quase que exclusivamente de forma vegetativa, devido às dificuldades de obtenção de sementes de boa qualidade.

Apesar de eficiente, a propagação vegetativa pode acarretar em um maior custo para atender à demanda por grandes quantidades, assim como em seu plantio, além de vulnerabilidade às pragas e doenças, razões pelas quais, sempre que possível, é preferível a utilização de sementes (CARMONA; MARTINS; FÁVERO, 1998).

A produção de mudas via sementes é de grande importância, pois assim mantém-se a variabilidade genética, importante requisito para futuros projetos de recuperação de áreas degradadas e reintrodução de espécies ameaçadas de extinção (SILVA; SCATENA, 2011).

Há inúmeras espécies de gramíneas nativas nos cerrados pouco estudadas e, conseqüentemente, muito pouco aproveitadas até o momento (ALMEIDA, 1995). Esta situação é, sobretudo, agravada ao considerar que ainda são escassas e dispersas as informações sobre a qualidade das sementes de gramíneas em comparação com a grande diversidade de espécies existentes (SUÑÉ, 2006).

A falta de conhecimentos básicos sobre as taxas de germinação, estabelecimento e desenvolvimento de espécies nativas é, definitivamente, o maior fator de impedimento para o uso de espécies nativas locais em processos de revegetação. Tal uso poderá representar uma grande contribuição para a manutenção da biodiversidade local, protegendo ou, mesmo, expandindo as fontes naturais de diversidade genética, além de apresentar vantagens técnicas e econômicas, como barateamento dos custos de produção e transporte de mudas, devido à utilização de fontes locais de propágulos reprodutivos (MOREIRA, 2002).

No processo de conservação das espécies, os estudos relacionados à germinação são altamente importantes. A pesquisa da reprodução via semente, tal como os processos de formação, viabilidade e germinação, é fundamental

para a produção de dados para estudos de conservação das espécies e, por conseguinte, a manutenção dos ecossistemas (MONDRAGÓN et al., 2016).

A adoção de técnicas de manejo a partir da utilização de banco de sementes tem grande potencial para recuperação e, para se obter sucesso, é preciso conhecê-lo (COSTALONGA et al., 2006). Fato é que a sua utilização não elimina as incertezas da germinação e sobrevivência das plântulas, uma vez que estas características estão associadas às condições ambientais determinantes do sucesso ou não do plano de revegetação (VALK; PEDERSON, 1989).

Para garantir resultados satisfatórios, o conhecimento sobre os efeitos da luz, substratos e diferentes temperaturas é essencial, considerando que o comportamento das sementes em relação à germinação apresenta variações de acordo com a mudança desses itens (MONDO et al., 2008).

Assim, a caracterização e a investigação dos atributos das sementes e processos de estabelecimento e competição entre plântulas são de fundamental importância para a produção de mudas, o manejo da biodiversidade ou a recuperação de áreas degradadas (CARMONA; MARTINS; FÁVERO, 1998; FOSTER et al., 2007; TEIXEIRA; FONSECA, 1992).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P. Grupos fenológicos da comunidade de gramíneas perenes de um campo cerrado no Distrito Federal, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 8, p. 1067-1073, ago. 1995.
- ALVES JÚNIOR, R. F. **Utilização da técnica de hidrossemeadura na recuperação de áreas degradadas pela mineração: uma revisão de literatura**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13030**: elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999. 5 p.
- BARBOSA, J. M. et al. Gramíneas pioneiras ocorrentes em áreas degradadas da Serra do Mar: produção de sementes, germinação e capacidade de ocupação das espécies. **Ecosistema**, Campinas, v. 15, p. 65-73, 1990.
- BARBOSA, L. M. Considerações Gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 289-312.
- BARTH, R. C. Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil. **Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais**, Viçosa, MG, n. 1, p. 1-41, 1989.
- BELL, T. J.; UNGAR, I. A. Factors affecting the establishment of natural vegetation on a coal strip mine spoil bank in Southeast Ohio. **The American Midland Naturalist**, Ohio, v. 105, n. 1, p. 19-31, 1981.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BRADSHAW, A. D.; CHADWICK, M. J. **The restoration of land**. Oxford: Blackwell Scientific, 1980.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição Federal de 1988**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 5 jan. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm>. Acesso em: 5 jan. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 97.632**, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília, DF, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 5 jan. 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para avaliação de impactos ambientais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário mineral brasileiro**: principais substâncias metálicas. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2016-metalicos>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

CARMO, F. F. **Importância ambiental e estado de conservação dos ecossistemas de cangas no quadrilátero ferrífero e proposta de áreas-alvo para a investigação e proteção da biodiversidade em Minas Gerais**. 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre)-Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

CARMO, F. F. et al. Cangas: ilhas de ferro estratégicas para a conservação. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, n. 295, p. 48-53, 2012.

CARMO, F. F. et al. Novo sítio espeleológico em sistemas ferruginosos no Vale do Rio Peixe Bravo, Norte de Minas Gerais, Brasil. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 22, p. 79-93, 2011.

CARMO, F. F.; JACOBI, C. M. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, p. 527-541, 2013.

CARMONA, R.; MARTINS, C. R.; FÁVERO, A. P. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 16-22, 1998.

COSTALONGA, S. R. et al. Florística do banco de sementes do solo em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta em Paula Cândido, MG. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 239-250, 2006.

DE BAETS, S. et al. Effect of grass roots on the erodibility of top soils during concentrated flow. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 76, p. 54-67, 2006.

DORR, J. N. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. **Economic Geology**, Lancaster, v. 59, p. 1203-1240, 1964.

DORR II, J. V. N. **Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. Washington, 1969. 110 p. (United States Geological Survey. Paper, 641-A).

DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado. In: KAGEYAMA, D. Y. et al. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAG, 2003. p. 185-204.

FENNER, M. Ecology of seed bank. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Academic, 1995. p. 507-543.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985. 151 p.

FERNANDES, G. W.; BARBOSA, N. P. U.; MAURICIO, R. M. Sierra del Espinazo. In: SCHUTTLER, E.; KAREZ, C. S. (Ed.). **Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe: un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas**. Montevideo: UNESCO, 2008. p. 76-80.

FOSTER, B. L. et al. Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: a sowing experiment. **Restoration Ecology**, Malden, v. 15, p. 652-661, 2007.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic, 1989. p. 149-209.

GINOCCHIO, R.; BAKER, A. J. M. Metallophytes in Latin America: a remarkable biological and genetic resource scarcely known and studied in the region. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago de Chile, v. 77, n. 1, p. 185-194, 2004.

GIULIETTI, A. M. et al. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, p. 1-151, 1987.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço Range region - Eastern Brazil. In: DAVIS, S. D. et al. (Ed.). **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**. Cambridge: WWF/IUCN, 1997. p. 397-404. (The Americas. WWF/IUCN Publications Unit., 3).

GRIFFITH, J. J. Cinco subsistemas de recuperação ambiental: uma proposta de gestão holônica. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. p. 61-74.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa nº 4, de 13 de abril de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 72, p. 100, 14 abr. 2011. Seção I.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília, DF, 1990. 96 p.

INSTITUTO PRÍSTINO. **Atlas digital geoambiental: sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental**. Disponível em: <<http://institutopristino.org.br/atlas/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

ISERNHAGEN, I.; SILVA, S. M.; GALVÃO, F. **Fitossociologia florestal no Paraná**: listagem bibliográfica comentada. Curitiba: Ed. UFPR, 2001.

Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/isernhagen,i.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginoso no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, São Paulo, v. 4, p. 24-32, 2008.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. (Org.). **Diversidade florística nas Cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Ed. IDM, 2012. 240 p.

JACOBI, C. M. et al. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 16, p. 2185-2200, 2007.

LAWTON, R. O.; PUTZ, F. E. Natural disturbance gap-phase in a wind-exposed tropical cloud forest. **Ecology**, Durham, v. 69, n. 3, p. 764-777, 1988.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Ed. ESALQ, 1986. 242 p.

MACEDO, R. L. G. et al. Hidrossemeadura para a recuperação de áreas tropicais degradadas. **Revista Eletrônica de Engenharia Ambiental**, São Paulo, ano 1, v. 1, 2003. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/3OBv4NM8MzNpIPg_2013-4-24-14-31-13.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017.

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

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 59-70, 1966. Suplemento.

MARTINS, C. R. **Caracterização e manejo da gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Capim-Gordura)**: uma espécie invasora do cerrado. 2006. 145 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

MARTINS, C. R. **Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília, DF, Brasil**. 1996. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1996.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matasciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 146 p.

MCGINNIES, W. J.; WILSON, A. M. Using blue grama sod for range revegetation. **Journal of Range Management**, New York, v. 35, n. 2, p. 24-29, 1982.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, Lausanne, v. 26, n. 1, p. 10-20, 1999.

MELO, M. F. F.; VARELA, V. P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim Pedra) e *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Cedrorana) Leguminosae: Mimosoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 28, n. 1, p. 54-62, 2006.

MENDONÇA, M. P. **Coleta e cultivo das espécies vegetais dos campos ferruginosos**: mina de minério de ferro Capão Xavier, Nova, Lima - MG. Belo Horizonte: Fundação Zoo-Botânica, 2006. 30 p. Relatório final de atividades.

MENDONÇA, M. P. **O resgate da flora da canga**. Belo Horizonte: Valor Natural, 2013. 104 p.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 73**, de 8 de setembro de 2004. Dispõe sobre a caracterização da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais, as normas de utilização da vegetação nos seus domínios e dá outras providências. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=164>>. Acesso em: 5 jan. 2017.

MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.

MONDRAGÓN, D. et al. Prioritizing the conservation of epiphytic bromeliads using ethnobotanical information from a traditional Mexican Market. **Economic Botany**, Bronx, v. 70, p. 29-36, 2016.

MOREIRA, M. A. **Modelo de plantio de florestas mistas para a recuperação de Mata Ciliar**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 2005.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, MG. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, n. 4, p. 775-786, 2007.

OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, p. 85-97, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras, v. 1, p. 64-72, 1994.

PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L.; LECK, M. A. Pattern and process in the dynamics of seed banks. In: _____. **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic, 1989. p. 367-384.

PARROTTA, J. A. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environmental**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 115-133, 1992.

PÉREZ, E. M.; SANTIAGO, E. T. Dinámica estacional del banco de semillas en una sabana en los Llanos Centro-Orientales de Venezuela. **Biotropica**, Washington, v. 33, n. 3, p. 435-446, 2001.

PETERS, D. P. C. et al. Spatial variation in remnant grasses after a grassland-to-shrubland state change: implications for restoration. **Rangeland Ecology & Management**, Littleton, v. 59, p. 343-350, 2006.

PIVELLO, V. R. **Invasões biológicas no cerrado brasileiro**: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. *Ecologia.Info* 33, 2005. Disponível em: <<http://ecologia.info/cerrado.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 3, p. 13-21, 1989.

PUTZ, F. E. Treefall pits and mounds, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, Durham, v. 64, n. 5, p. 1069-1074, 1983.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo: HUCITEC/USP, 1979. 374 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP; FAPESP, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 4-15, 1996.

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. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Ed. UFV; SOBRADE, 1998. p. 203-215.

ROSIÈRE, C. A.; CHEMALE, F. Brazilian iron formations and their geological setting. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, p. 274-278, 2000.

SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 241 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, I. V.; SCATENA, V. L. Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 2, p. 263-272, 2011.

SILVA, M. F. F. Análise florística da vegetação que se cresce sobre canga hematítica em Carajás-PA (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Série Botânica**, Belém, v. 7, p. 79-108, 1991.

SILVA, M. F. F. Distribuição de metais pesados na vegetação metalófila de Carajás. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 6, p. 107-122, 1992.

SILVA, M. F. F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, p. 17-44, 1996.

SILVA, R. R.; TOZZI, A. M. G. A. Uma nova espécie de *Mimosa* L. (Leguminosae, Mimosoidea) do Centro-Oeste do Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 38, p. 143-146, 2011.

SIMMONS, G. C. Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **The National Speleological Society Bulletin**, Huntsville, n. 25, p. 66-72, 1963.

SPIER, C. A.; BARROS, S. M.; ROSIERE, C. A. Geology and geochemistry of the Águas Claras and Pico Iron Mines, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Mineralium Deposita**, Berlin, v. 38, n. 6, p. 751-774, 2003.

STEHMANN, J. R.; OLIVEIRA, A. M. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, p. 775-786, 2007.

SUÑÉ, A. D. **Metodologia de testes de germinação e de vigor para sementes de leguminosa e gramíneas nativas de importância para o Bioma Campo**. 2006. 217 p. Tese (Dourado em Zootecnia)-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B. Early succession on cleared forest land in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 71, n. 2, p. 601-627, 1983.

TEIXEIRA, M. L.; FONSECA, C. G. Recuperação ambiental de dunas litorâneas para obtenção de ilmenita. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba, 1992. p. 373-379.

THOMPSON, K.; BAND, S. R.; HODGSON, J. G. Seed size and shape predict persistence in soil. **Functional Ecology**, Oxford, v. 7, p. 236-241, 1993.

TOY, T. J.; GRIFFITH, J. J. Changing surface-mine reclamation practices in Minas Gerais, Brazil. **International Journal of Surfaces Mining, Reclamation and Environment**, London, v. 15, n. 1, p. 33-51, 2001.

TOY, T. J.; GRIFFITH, J. J.; RIBEIRO, C. A. S. Planejamento a longo prazo da revegetação para fechamento de minas a céu aberto no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 4, p. 487-499, 2001.

VALLADARES-PADUA, C. B.; MARTINS, C. S.; RUDRAN, R. Manejo integrado de espécies ameaçadas. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. B. (Ed.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, 2003. p. 647-665.

VALK, A. G. van der; PEDERSON, R. L. Seed bank and management and restoration of natural vegetation. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic, 1989. p. 329-346.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, p. 159-177, 2007.

VILELA, R. A. et al. Petrografia do minério hematita compacta da Mina do Tamanduá (Quadrilátero Ferrífero, MG). **Revista da Escola de Minas de Ouro Preto**, Ouro Preto, v. 57, p. 157-164, 2004.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais**. 2004. 144 f. Tese (Doutorado em Ecologia)-Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2004.

WHITING, S. N.; REEVES, R. D.; BAKER, A. J. M. Conserving biodiversity: mining, metallophytes and land reclamation. **Mining Environmental Management**, Brussels, v. 10, p. 11-16, 2002.

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

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

SELEÇÃO DE GRAMÍNEA NATIVA A PARTIR DE *TOPSOIL* DE CAMPO RUPESTRE FERRUGINOSO PARA UTILIZAÇÃO EM PROGRAMAS DE RECUPERAÇÃO

Artigo redigido de acordo com as normas da Revista *Rodriguésia*

Resumo

Devido à singularidade da vegetação dos Campos Ferruginosos, ainda pouco estudada, somada a indisponibilidade de mudas e sementes de suas espécies no mercado, fazem da recuperação/reabilitação desses ambientes um grande desafio. Uma das alternativas para se obter material biológico passíveis de revegetar os taludes, cortes e aterros das áreas mineradas, é utilizar as espécies que se desenvolveram a partir do banco de sementes do *topsoil*. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar as espécies nativas que se desenvolveram a partir do banco de sementes de um determinado *topsoil* e de selecionar a gramínea de maior índice de valor de importância, considerando-a como potencial para utilizar em programas de revegetação e recuperação. O *topsoil* utilizado no estudo foi depositado na Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos, localizada em Ouro Branco – MG. Foram realizados estudos fitossociológicos de 29 parcelas de 1 m². Registraram-se 430 indivíduos de 42 espécies, distribuídas em 12 famílias. Tanto a família Poaceae quanto a espécie de gramínea *Eragrostis polytricha* apresentaram o maior índice de valor de importância, demonstrando que a análise das espécies do *topsoil* ferruginoso é um importante meio para selecionar espécies para serem utilizadas programas de recuperação.

Palavras-chave: conservação *ex situ*, fitossociologia e revegetação.

Abstract

Due to the uniqueness of the vegetation of the Ferruginous Fields, still little studied, together with the unavailability of seedlings and seeds of their species in

the market, make the recovery / rehabilitation of these environments a great challenge. One of the alternatives to obtain biological material to vegetate the slopes, cuts and landfills of the mined areas, is to use the species that have developed from the topsoil seed bank. In view of the above, this work aimed to evaluate the native species that developed from the seed bank of a certain topsoil and to select the grass of the highest importance value index, considering it as potential for use in programs of revegetation and recovery. The topsoil used in the study was deposited at the Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos, located in Ouro Branco - MG. Phytosociological studies of 29 plots of 1 m² were carried out. There were 430 individuals from 42 species distributed in 12 families. Both the Poaceae family and the grass species *Eragrostis polytricha* presented the highest importance value index, demonstrating that the analysis of the topsoil ferruginous species is an important means to select species to be used for recovery programs.

Key words: ex situ conservation, phytosociology and revegetation.

1 INTRODUÇÃO

A mineração acompanha a evolução humana e tem desempenhado papel importante no âmbito econômico, social e ambiental (IBRAM, 2015). Dentre os minerais metálicos de interesse, destaca-se o minério de ferro pelo volume explorado, sua comercialização e compensação e o Quadrilátero Ferrífero, localizado no estado de Minas Gerais continua como protagonista no cenário nacional (DNPM, 2016, IBRAM, 2015).

Durante o processo de licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental, como a mineração, há um arcabouço legal a ser atendido, como o atendimento às condicionantes dos processos, Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) (BRASIL, 1989), compensações ambientais (BRASIL, 2006 e 2008), etc. Para o seu atendimento, a disponibilidade material biológico é fundamental.

Devido à sua relação intrínseca e direta com o minério de ferro, e ocorrência em áreas restritas e de difícil acesso, os Campos Rupestres

Ferruginosos que apresentam grande diversidade de espécies, dentre as quais muitas são endêmicas, estão entre os ecossistemas mais ameaçados e menos estudados em Minas Gerais (JACOBI *et al.*, 2007; JACOBI & CARMO, 2008; MENDONÇA, 2013).

Estudos com o objetivo de selecionar espécies de Campos Rupestres Ferruginosos para serem utilizadas na recuperação e na reabilitação de áreas degradadas são escassos, sendo necessária uma série de iniciativas para contornar essa lacuna de conhecimento.

Os programas de recuperação de áreas degradadas devem se preocupar em manter vivas as amostras da flora afetada, seja por meio da conservação de sementes, mudas ou outros propágulos, por isso informações sobre composição florística, estudos fitossociológicos e de cultivos subsidiam as principais etapas dessa natureza (MENDONÇA, 2013).

As áreas submetidas à mineração, situadas às margens de rodovias ou impactadas por outros empreendimentos que envolvam movimentação de terra apresentam duas características importantes que precisam ser consideradas nos programas de recuperação, que são corte e aterro, sendo que, em ambos os casos, a estrutura do perfil do solo foi totalmente modificada (DURIGAN, 2003).

Diante dessa realidade, é necessário restabelecer a cobertura vegetal do solo exposto a partir da reprodução de espécies, por meio de sementes que podem chegar até o local, germinar e se estabelecer (ALMEIDA, 2002).

Os processos de vegetação são a base para desencadear os estágios sucessionais da vegetação. O sucesso dessas intervenções e a consequente recuperação de áreas degradadas podem estar relacionados ao conhecimento da biologia de espécies vegetais que apresentem potencial para se estabelecer e desenvolver em condições adversas (BARROS *et al.*, 2007).

As gramíneas têm um papel muito importante na recuperação de áreas degradadas, pois promovem a completa e perene cobertura do solo, fornecendo proteção ao solo de maneira eficiente (GYLSSELS & POESEN, 2003, BINDLE, 2003). Além disso, as gramíneas apresentam sistema radicular denso na camada superficial do solo, o que lhe confere um reforço mecânico (GYLSSELS & POESEN, 2003).

Atualmente, o processo de hidrossemeadura se tornou o método mais empregado de revestimento vegetal, principalmente pela facilidade de se promover o restabelecimento de plantas em áreas de cortes e aterros e outras áreas descobertas (MACEDO et al., 2003).

Para um maior sucesso na aplicação da técnica de hidrossemeadura é aconselhado que se selecionem, preferencialmente, espécies locais que já são naturalmente adaptadas às condições climáticas da região (MACEDO et al., 2003). Porém a prática dessa técnica esbarra na ausência de sementes de gramíneas nativas no mercado e comumente empregam-se coquetéis de sementes de gramíneas e leguminosas exóticas.

No Brasil, a maioria dos trabalhos que visam à recuperação de áreas é realizada com gramíneas exóticas, em detrimento das nativas (MARTINS, 2001). As espécies exóticas podem gerar graves problemas à biodiversidade local, devido à sua agressividade, sendo consideradas, em geral, competitivamente superiores às nativas (MARQUES, 2011).

Segundo Oliveira-Filho (1990), a utilização de espécies nativas em programas de recuperação apresenta vantagens, como contribuição para conservação da flora e fauna regional e maiores chances de perpetuação das plantas utilizadas na revegetação, entre outras.

Apesar do interesse por espécies nativas em programas de revegetação, a falta de conhecimento sobre como as plantas nativas florescem, frutificam,

crecem e se propagam é fator que limita a sua utilização (OLIVEIRA-FILHO, 1990).

Uma das estratégias para ampliar o conhecimento das espécies nativas é estudar as comunidades colonizadoras do *topsoil*, originado da raspagem superficial do solo e que atua como um reservatório de diversidade genética vegetal que pode ser utilizado para restaurar zonas perturbadas ou recuperar espécies da flora (PÉREZ et al., 2001).

Nesse sentido, utilizando-se a análise de parâmetros fitossociológicos da comunidade, como densidade, frequência, cobertura e índice de valor de importância vegetal, que se estabeleceram a partir da germinação do banco de sementes do *topsoil*, é possível inferir e selecionar espécies nativas potenciais para serem utilizadas nas técnicas de hidrossemeadura, em programas de revegetação de taludes e recuperação de áreas degradadas.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado como os objetivos de avaliar as espécies nativas que se desenvolveram a partir do banco de sementes de um determinado *topsoil* e de selecionar a gramínea de maior índice de valor de importância, considerando-a como potencial para utilizar em programas de revegetação e recuperação.

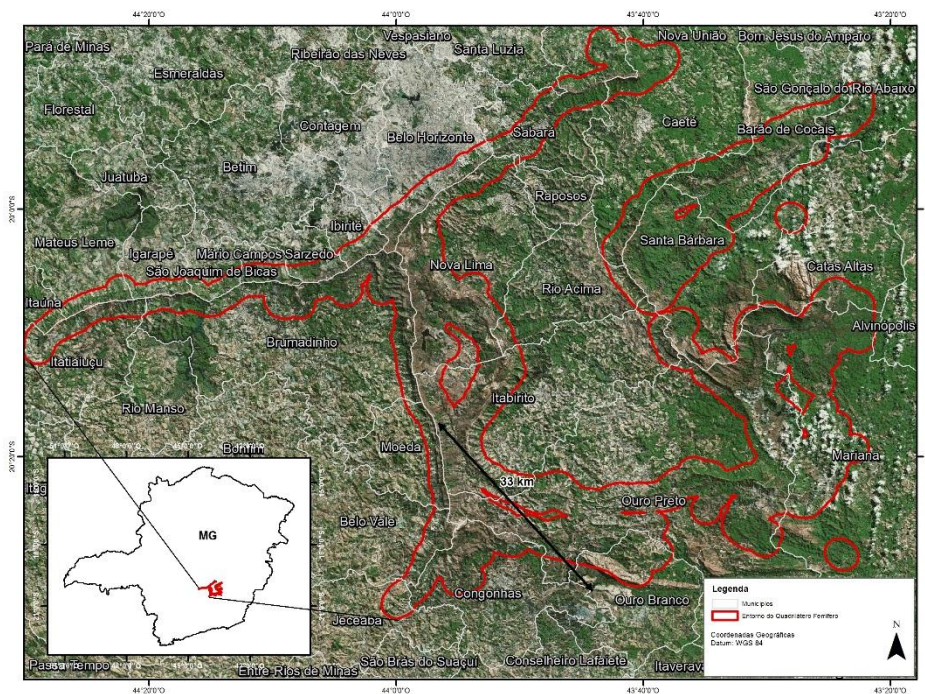
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição das áreas de coleta e de deposição do *topsoil*

O *topsoil* utilizado no estudo originou-se do processo de exploração de minério de ferro da mina localizada no extremo oeste do Quadrilátero Ferrífero (20°17'12.88"S, 43°56'50.86"O, elevação 1.396 m), na Serra da Moeda, Itabirito, MG e depositado na Unidade de Pesquisa e Inovação de Campo

Rupestre Ferruginoso, distante a 33 km, em linha reta, localizada em Ouro Branco, MG (20°31'17.43"S, 43°44'18.89"O, elevação 1.018 m) (Figura 1).

Figura 1 - Distância entre a origem e o destino do topsoil.



De acordo com a classificação de Köppen, na região de ambas as áreas ocorrem os seguintes tipos climáticos:

- *Cwa*: clima tropical mesotérmico, com chuvas de verão (mês menos chuvoso com precipitação inferior a 30 mm), verões quentes e invernos secos; temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C;

- *Cwb*: clima tropical mesotérmico, com chuvas de verão (mês menos chuvoso com precipitação inferior a 30 mm), verões quentes e invernos secos; temperatura média do mês mais quente inferior a 22 °C e temperatura média do mês mais frio inferior a 18 °C.

O material coletado na área de exploração é formado por substrato ferruginoso, banco de sementes, micro, meso e macrofauna/flora do solo (SANTOS, 2010). A coleta foi realizada por meio de raspagem, com trator de esteira. Ao todo foram transportadas e acondicionadas 175 t do material.

Em novembro de 2015, o material foi distribuído na Unidade de Pesquisa e Inovação de Campo Rupestre Ferruginoso, objetivando formar uma camada uniforme de, aproximadamente, 15 cm de espessura (Figura 2), a qual resultou na cobertura de 330 m².

Figura 2 - Conformação do topsoil.



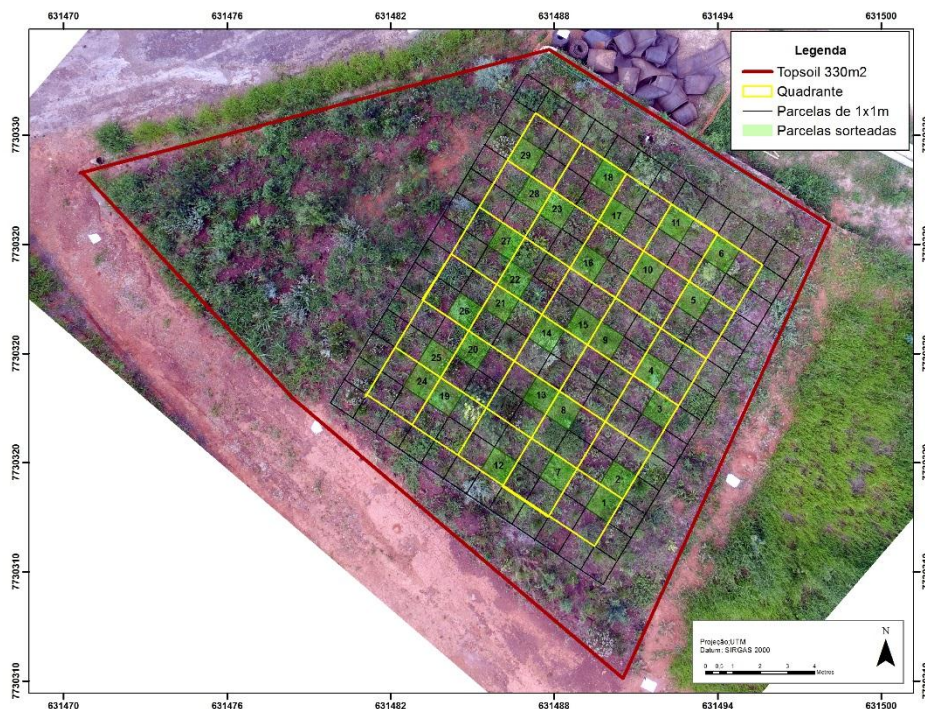
2.2 Procedimento metodológico e análise dos dados

Estudo fitossociológico da comunidade vegetal do *topsoil*

Para a realização dos estudos, da área total, foi selecionado o quadrante com maior homogeneidade na distribuição do *topsoil*, o qual foi subdividido em 168 parcelas de 1 m × 1 m (Figura 10). As parcelas externas foram excluídas para diminuir as possíveis interferências e, para cada 4 m², sorteou-se a parcela a ser estudada, totalizando um total de 29 parcelas (Figura 3).

Após um ano, contado da data de deposição do material e sem nenhuma interferência ou trato cultural, as espécies, a partir do banco de sementes, se estabeleceram na área.

Figura 3 - Delimitação das parcelas de estudo.



A suficiência amostral foi avaliada a partir da curva do coletor, representada pelo gráfico que relaciona o esforço amostral (número de indivíduos amostrados ou área amostral) cumulativo (eixo X) com o número cumulativo de espécies amostradas (eixo Y) (MARTINS & SANTOS, 1999).

Em janeiro de 2017, os cálculos dos parâmetros fitossociológicos foram aplicados a todos os indivíduos das parcelas, sendo eles densidade, frequência e cobertura, absolutas e relativas, além do valor de importância. Cada touceira isolada foi considerada como um indivíduo.

O cálculo de densidade e frequência, absolutas e relativas (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), foi realizado por meio das seguintes expressões, utilizando-se o programa computacional Microsoft Excell 2013:

- densidade absoluta ($DA = N/a$), em que DA = densidade absoluta, N = número total de indivíduos e A = área amostrada (em m^2);
- densidade relativa ($DR = n/N \times 100$), em que DR = densidade relativa, n = número de indivíduos de cada espécie e N = número total de indivíduos;
- frequência absoluta ($FA_i = (n_i/N_t) \times 100$) em que FA_i = frequência absoluta da espécie i , n_i = número de quadrantes com a espécie i e N_t = número total de quadrantes amostradas;
- frequência relativa ($FR_i = (FA_i/\Sigma FA_t) \times 100$), em que FR_i = frequência relativa da espécie i , FA_i = frequência absoluta da espécie i e ΣFA_t = somatório das frequências absolutas de todas as espécies.

Para o cálculo de Cobertura Absoluta (CA_i) das espécies utilizou-se a escala combinada de abundância-cobertura de Braun-Blanquet (1964), sendo

- 5: qualquer número de indivíduos, cobrindo mais de 3/4 da área;
- 4: qualquer número, cobrindo de 1/2 a 3/4 da área;
- 3: qualquer número, cobrindo de 1/4 a 1/2 da área;
- 2: qualquer número, cobrindo de 1/20 a 1/4 da área (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974) ou cobrindo de 1/10 a 1/4 da área (BRAUN-BLANQUET, 1964:38);
- 1: numerosos ou esparsos, mas cobrindo menos de 5% da área;
- +: poucos indivíduos, cobertura muito baixa;
- r: planta solitária, rara, cobertura muito baixa.
- Cobertura Relativa ($CR_i = (CA_i/\Sigma CA_t) \times 100$), em que CR_i = Cobertura Relativa da espécie i , CA_i = Cobertura Absoluta da espécie i e ΣCA_t = somatório das coberturas absolutas de todas as espécies.

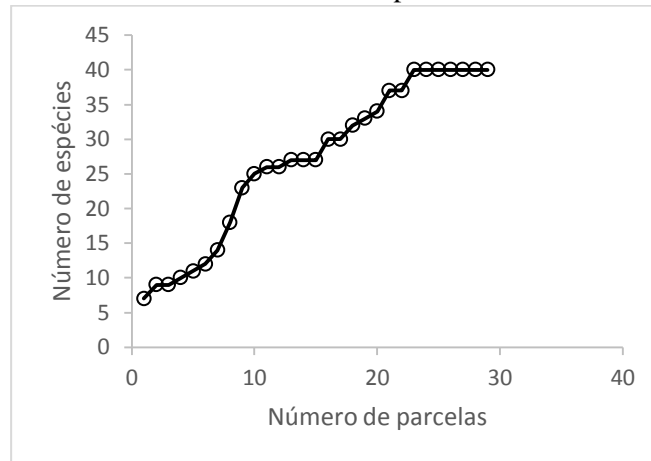
A transformação dos resultados foi feita com base na cobertura média (5 = 87,5%, 4 = 62,5%, 3 = 37,5%, 2 = 15%, 1 = 2,5%, + = 0,1%, r = 0,01%, ausente = 0%) (PILLAR, 1996).

O índice de valor de importância (IVI) foi calculado a partir da média das avaliações de densidade relativa, frequência relativa e cobertura basal relativa, obtida pelos métodos já mencionados (CURTIS, 1959). Assim, a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie possibilita atribuir um valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (MATTEUCCI & COLMA, 1982).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 29 parcelas estudadas apresentaram suficiência amostral, conforme demonstrado pela curva do coletor. O incremento de novas espécies foi estabilizado na 23ª parcela (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Curva do coletor com as espécies amostradas do topsoil.



Nos levantamentos foram identificados 430 indivíduos de 42 espécies, distribuídas em 12 famílias (Tabela 1). Segundo Jacobi *et al.* (2008), em projetos de reabilitação de áreas degradadas, dispor de variedade de espécies é importante e um dos critérios de escolha pode ser a representatividade de suas famílias, tanto em número de espécies quanto em abundância de indivíduos, por indicar o sucesso do táxon num ambiente particular (Tabela 2).

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no *topsoil* ferruginoso, Ouro Branco, MG. N: número de indivíduos; P: parcela; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA cobertura absoluta; CR: cobertura relativa e IVI: índice de valor de importância (Continua)

Família/Espécie	N	P	DA (ind/m ²)	DR %	FA	FR %	CA	CR %	IVI %
AMARANTHACEAE									
<i>Pfaffia gnaphaloides</i> (L.f.) Mart.	4	2	0,14	0,93	6,90	0,95	5,00	0,19	0,69
ASTERACEAE									
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	6	3	0,21	1,40	10,34	1,42	67,50	2,60	1,81
Asteraceae indeterminada 1	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	15,00	0,58	0,43
<i>Ayapana amygdalina</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	0,01	0,00	0,24
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	9	9	0,31	2,09	31,03	4,27	107,50	4,15	3,50
<i>Chromolaena multiflosculosa</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	4	4	0,14	0,93	13,79	1,90	35,00	1,35	1,39
<i>Chromolaena pedalis</i> (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	2,50	0,10	0,27
<i>Chromolaena squalida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	62,50	2,41	1,04
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	0,01	0,00	0,24
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC.	2	2	0,07	0,47	6,90	0,95	2,51	0,10	0,50
<i>Stenophalium chionaeum</i> (DC.) Anderb.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	2,50	0,10	0,27
<i>Stevia urticaefolia</i> Thunb.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	15,00	0,58	0,43
<i>Symphyopappus brasiliensis</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	20	16	0,69	4,65	55,17	7,58	185,01	7,14	6,46
CONVOLVULACEAE									
<i>Evolvulus macrolepharis</i> Mart.	3	3	0,10	0,70	10,34	1,42	32,50	1,25	1,12
<i>Ipomoea procumbens</i> Mart. ex Choisy	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	0,01	0,00	0,24
<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.	4	4	0,14	0,93	13,79	1,90	7,51	0,29	1,04
CYPERACEAE									
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	13	7	0,45	3,02	24,14	3,32	17,50	0,67	2,34
<i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C.B.Clarke	41	18	1,41	9,53	62,07	8,53	240,00	9,26	9,11
<i>Bulbostylis sphaerocephala</i> (Boeckeler) C.B.Clarke	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	0,01	0,00	0,24
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	2	1	0,07	0,47	3,45	0,47	2,50	0,10	0,35
EUPHORBIACEAE									
<i>Croton antisiphiliticus</i> Mart.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	15,00	0,58	0,43
<i>Microstachys daphnoides</i> (Mart. & Zucc.) Müll.Arg.	3	3	0,10	0,70	10,34	1,42	42,50	1,64	1,25
FABACEAE									
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	2	2	0,07	0,47	6,90	0,95	0,02	0,00	0,47
<i>Vigna</i> sp.	5	5	0,17	1,16	17,24	2,37	50,00	1,93	1,82
<i>Hyptis lutescens</i> Pohl ex Benth.	2	1	0,07	0,47	3,45	0,47	2,50	0,10	0,35

Tabela 1 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no *topsoil* ferruginoso, Ouro Branco, MG. N: número de indivíduos; P: parcela; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA cobertura absoluta; CR: cobertura relativa e IVI: índice de valor de importância (Conclusão)

Família/Espécie	N	P	DA (ind/m ²)	DR %	FA	FR %	CA	CR %	IVI %
MALPIGHIACEAE									
<i>Byrsonima variabilis</i> A.Juss.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	2,50	0,10	0,27
<i>Peixotoa tomentosa</i> A.Juss.	2	2	0,07	0,47	6,90	0,95	30,00	1,16	0,86
MALVACEAE									
<i>Peltaea polymorpha</i> (A.St.-Hil.) Krapov. & Cristóbal	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	15,00	0,58	0,43
<i>Sida glaziovii</i> K.Schum.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	2,50	0,10	0,27
<i>Sida rufescens</i> A.St.-Hil.	10	4	0,34	2,33	13,79	1,90	95,00	3,66	2,63
<i>Sida tuberculata</i> R.E.Fr.	2	2	0,07	0,47	6,90	0,95	5,00	0,19	0,54
POACEAE									
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlman	24	19	0,83	5,58	65,52	9,00	337,50	13,02	9,20
<i>Chloris cf. ciliata</i> Sw.	3	2	0,10	0,70	6,90	0,95	17,50	0,67	0,77
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	6	5	0,21	1,40	17,24	2,37	25,00	0,96	1,58
<i>Eragrostis leucosticta</i> Nees ex Döll	5	4	0,17	1,16	13,79	1,90	2,53	0,10	1,05
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	78	28	2,69	18,14	96,55	13,27	557,50	21,50	17,64
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng., B.R.rill.	11	10	0,38	2,56	34,48	4,74	110,00	4,24	3,85
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	23	12	0,79	5,35	41,38	5,69	210,00	8,10	6,38
RUBIACEAE									
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	110	19	3,79	25,58	65,52	9,00	102,71	3,96	12,85
<i>Borreria</i> sp.	20	8	0,69	4,65	27,59	3,79	130,00	5,01	4,49
<i>Mitracarpus polygonifolius</i> (A. St.-Hil.) R.M. Salas & E.B. Souza	2	2	0,07	0,47	6,90	0,95	37,51	1,45	0,95
TURNERACEAE									
<i>Turnera oblongifolia</i> Cambess.	1	1	0,03	0,23	3,45	0,47	2,50	0,10	0,27
TOTAL	430	211	14,83	100	727,5	100	2592,8	100	100

Em levantamentos realizados em Campos Rupestres Ferruginoso no Quadrilátero Ferrífero relatam-se as famílias Asteraceae, Fabaceae e Poaceae com maior representatividade em riqueza de espécies (JACOBI *et al.*, 2007; MENDONÇA, 2013; MOURÃO & STEHMANN, 2007; VIANA & LOMBARDI, 2007).

As famílias mais ricas no levantamento do presente trabalho foram Asteraceae (12 espécies), Poaceae (7) e Cyperaceae e Malvaceae (4 espécies cada). Apenas duas famílias, Poaceae e Rubiaceae, somaram 65% do total de indivíduos amostrados, sendo a família Poaceae a mais importante na comunidade (Tabela 2). As famílias que apresentaram o maior IVI foram Amarantaceae (0,69%), Asteraceae (16,56%), Convolvulaceae (2,4%), Cyperaceae (12,03%), Euphorbiaceae (1,68%), Fabaceae (2,29%), Lamiaceae (0,35%), Malpighiaceae (1,12%), Malvaceae (3,86%), Poaceae (40,46%), Rubiaceae (18,29%) e Turneraceae (0,27%) (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos das famílias amostradas.

Família	N spp.	DR %	FR %	CR %	IVI %
Poaceae	7	34,88	37,91	48,60	40,46
Rubiaceae	3	30,70	13,74	10,42	18,29
Asteraceae	12	11,16	19,43	19,09	16,56
Cyperaceae	4	13,26	12,80	10,03	12,03
Malvaceae	4	3,26	3,79	4,53	3,86
Convolvulaceae	3	1,86	3,79	1,54	2,40
Fabaceae	2	1,63	3,32	1,93	2,29
Euphorbiaceae	2	0,93	1,90	2,22	1,68
Malpighiaceae	2	0,70	1,42	1,25	1,12
Amarantaceae	1	0,93	0,95	0,19	0,24
Lamiaceae	1	0,47	0,47	0,10	0,35
Turneraceae	1	0,23	0,47	0,10	0,27

Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae são famílias comuns no Cerrado e apresentam diversos representantes em campos rupestres (GIULIETTI *et al.*, 1987). Considerando que, em alguns casos, a reabilitação deve ser feita sobre substratos pedregosos, resultantes do depósito dos rejeitos da exploração do minério de ferro, é necessário incluir também espécies relacionadas aos trechos de substrato onde há maior quantidade de solo, como gramíneas e, em diversos resgates, espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae são preteridas (JACOBI *et al.*, 2008).

Resende (2004) avaliou a regeneração natural do banco de sementes de *topsoil* ferruginoso originado da mina de Capão Xavier, localizada no Quadrilátero Ferrífero. Após 49 meses, as famílias mais representativas nas parcelas estudadas foram Poaceae, Asteraceae, Rubiaceae e Euphorbiaceae.

Nos levantamentos realizados por Santos (2010), em 250 m² *topsoil* ferruginoso originado de áreas de exploração de minério de ferro da mina de Alegria, também localizada no Quadrilátero Ferrífero, a cobertura vegetal desenvolvida a partir do banco de sementes apresentou 28 espécies vegetais pertencentes a 14 famílias, tendo Fabaceae sido a que apresentou o maior número de espécies (6), seguida de Euphorbiaceae (4) e Asteraceae (3).

Vale destacar que nos Campos Rupestres Ferruginosos, como já citado, além de considerável diversidade alfa, relacionada aos tipos de micro-habitats, as vegetações sobre cangas apresentam alta diversidade beta, decorrente do isolamento e, provavelmente, de variações climáticas e mineralógicas do substrato ferruginoso (VILELA *et al.*, 2004).

Segundo Santos (2010), a maioria das espécies estabelecidas no *topsoil* não é reproduzida nem por resgate de mudas nem por coleta de sementes e a recolonização de uma área pode estender-se durante décadas, o que depende do banco de sementes e das espécies que o compõem (HARPER, 1994). Com isso, é possível esperar o aparecimento de outras espécies no experimento ao longo

dos anos, por germinação de sementes dormentes, por sementes trazidas pelos ventos e por animais (SANTOS, 2010).

Dentre as espécies da família Poaceae, as que apresentaram o maior valor de importância foram *Eragrostis polytricha* Ness (17,64 %), *Axonopus siccus* (Nees) Kuhl (9,2 %), *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster (6,38) e *Schizachyrium microstachyum* (Desv. ex Ham.) Roseng., B.R.rill. (3,85%) (Tabela 3). A exsicata da espécie *Eragrostis polytricha*, que apresentou o maior IVI, foi depositada no herbário da Universidade Federal de Viçosa sob o n° voucher VIC N° 50.907.

Tabela 3 - Parâmetros fitossociológicos da família Poaceae.

Família/Espécie	N	DA (ind/m ²)	DR %	FA	FR %	CA	CR %	IVI %
POACEAE								
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	78	2,69	18,14	96,55	13,27	557,5	21,5	17,64
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhl.	24	0,83	5,58	65,52	9	337,5	13,02	9,2
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster	23	0,79	5,35	41,38	5,69	210	8,1	6,38
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng., B.R.rill.	11	0,38	2,56	34,48	4,74	110	4,24	3,85
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	6	0,21	1,4	17,24	2,37	25	0,96	1,58
<i>Eragrostis leucosticta</i> Nees ex Döll	5	0,17	1,16	13,79	1,9	2,53	0,1	1,05
<i>Chloris cf. ciliata</i> Sw.	3	0,10	0,7	6,9	0,95	17,5	0,67	0,77

Em levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no QF as três espécies nativas *Eragrostis polytricha*, *Axonopus siccus* e *Schizachyrium microstachyum* são comumente identificadas (SANTOS 2010; VINCENT, 2008; VIANA & LOMBARDI, 2007). Mendonça (2013) identificou a ocorrência das três espécies, tanto nos levantamentos florísticos de Campo Rupestre Ferruginoso quanto na regeneração natural por meio de banco de sementes no *topsoil* ferruginoso.

O aparecimento da espécie exótica *Urochloa brizantha* pode explicado pela possível contaminação do *topsoil* durante o seu transporte ou por meio de chuva de sementes das espécies presentes no entorno do material depositado.

Vale ressaltar que, para a seleção de espécie potencial para se utilizar em programas de recuperação e reabilitação, os índices de cobertura apresentam grande importância, por serem um bom indicador da biomassa da população (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974). A biomassa reflete a performance da população na competição pelos fluxos de matéria e energia na comunidade (PILLAR, 1996). *Eragrostis polytricha* apresentou 21,5% de cobertura relativa e se destacou das demais espécies levantadas.

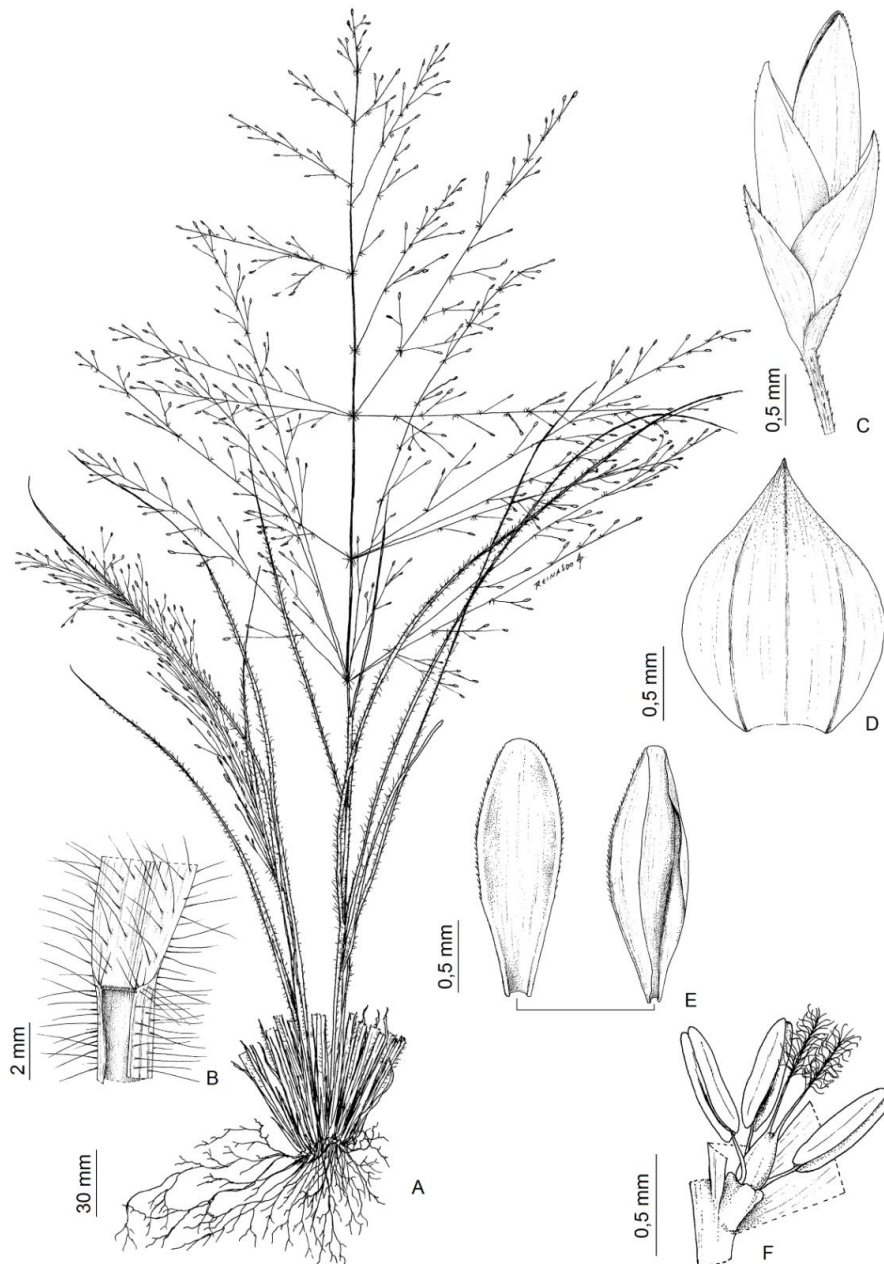
Na literatura, apesar de serem encontrados trabalhos sobre levantamentos florísticos da vegetação de campo rupestre ferruginoso para subsidiar futuros programas de recuperação, informações sobre o IVI com o foco nas espécies da família Poaceae potenciais para serem utilizadas em revegetação de taludes em áreas mineradas, em detrimento das exóticas, ainda são escassas. Nesse sentido, considerando o *topsoil* objeto do estudo, a espécie *Eragrostis polytricha*, por apresentar o maior IVI, foi a selecionada, pois manifestou, nos parâmetros estudados, os atributos de interesse, sintetizados em seu valor de importância.

A espécie é encontrada nos Estados Unidos, México, Mesoamérica e América do Sul, excetuando Peru, Equador e Suriname (BOECHAT &

LONGHI-WAGNER, 2000). No Brasil há registro para Acre, Roraima, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Espírito Santo, São Paulo e para os três estados da região sul (LONGHI-WAGNER; 2013).

Eragrostis polytricha (Figura 4) apresenta ampla distribuição, não apenas em campos ferruginosos, o que permite concluir que a espécie apresenta mecanismos adaptativos para se estabelecer em diferentes ambientes, sendo um importante indicador para o seu uso em áreas degradadas. Tem grande potencial como espécie pioneira no processo inicial de recuperação, considerando que gramíneas pioneiras têm importante papel para o aumento de matéria orgânica do solo e auxiliam na estabilização do substrato (MARTINS, 1996).

Figura 4 - Detalhes da morfologia vegetativa e reprodutiva da *Eragrotis polytricha* - A- Habito, B- Bainha , C- Espigueta , D- Lema , E- Pálea , F- Flor.



Fonte: Reinaldo A. Pinto

4 CONCLUSÃO

O estudo em questão demonstrou que a análise das espécies originadas do *topsoil* ferruginoso é um importante meio para selecionar espécies para serem utilizadas em programas de recuperação de áreas degradadas.

Nas condições avaliadas, *Eragrostis polytricha* foi identificada como a espécie potencial para ser utilizada em programas de revegetação e recuperação de áreas degradadas, antes ocupadas por Campos Rupestres Ferruginosos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. O. P. O. **Revegetação de áreas mineradas: estudo dos procedimentos aplicados em minerações de areia**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2002.

BARROS, D. L., SILVA, F., FERREIRA, R. R. M., FERREIRA, V. M. **Avaliação das espécies vegetais em condições adversas na estabilização de voçorocas no município de Nazareno (MG)**. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do solo. 2007.

BOECHAT, S.C. & LONGHI-WAGNER, H.M. **Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae)**. Revista Brasileira de Botânica. 2000. 23(2):177-194.

BRASIL. **Decreto n. 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em: 05 de jan. 2017.

BRASIL. **Decreto no 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm. Acesso em: 05 de jan. 2017.

BRASIL. **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm. Acesso em: 10 de jan. 2017.

BRAUN-BLANQUET, J. 1928-1964. *Fitosociologia; bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Trad. da 3.ed.rev.aum. Blume, Madrid, 1979. 820 p.

CURTIS, J. T. **The vegetation of Wisconsin.** An ordination of plant communities. Univ. of Wisconsin Press, Madison. 1959. 657 pp. (Apud Mueller-Dombois & Ellenberg 1974:118)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL- DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas** Brasília, Brasil. 2016. Disponível em : <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/anuario-mineral-brasileiro-2016-metalicos> Acesso em: 05 de jan. 2018.

DURIGAN, G. **Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de cerrado.** In: Kageyama, D.Y. et al (eds.) *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. Botucatu: FEPAG. 2003.

GIULIETTI, A.M., N.L. MENEZES, J.R. PIRANI, M. MEGURO & M.G.L. Wanderley. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*. 1987. 9: 1-151.

GYSSSELS, G.; POESEN, J. The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 28. 2003. p. 371-384.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015.** Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>. Acesso em: 05 de jan. 2017.

JACOBI, C.M. & CARMO, F.F. **Diversidade dos Campos Rupestres Ferruginoso no Quadrilátero Ferrífero, MG.** *Megadiversidade*. 2008. 4:24-32.

JACOBI, C.M., F.F. CARMO, R.C. VINCENT & J.R. STEHMANN. **Plant communities on ironstone outcrops – a diverse and endangered Brazilian ecosystem.** Biodiversity and Conservation 16. 2007. 2185-2200.

JACOBI, C.M.; CARMO, F.F.; VINCENT, R.C.; **Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 32, n. 2. 2008.p. 345-353.

LONGHI-WAGNER, H.M. **Eragrostis in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/fl_radobrasil/FB13197. Acesso em 18.12.2017.

MACEDO, R. L. G. et al. **Hidrossemeadura para a recuperação de áreas tropicais degradadas.** Revista Eletrônica de Engenharia Ambiental. Ano 1, v.1, 2003. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/3OBv4NM8MzNpIPg_2013-4-24-14-31-13.pdf> Acesso em 20 dez 2017.

MARQUES, T. E. D. **Uso de gramíneas em consórcio com leguminosas para recuperação de voçorocas.** 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

MARTINS, C. R. et al. **Recuperação de uma área pela mineração de cascalho como o uso de gramíneas nativas.** Revista Árvore, v. 25, n. 2. 2001.157-166.

MARTINS F. R & SANTOS F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Conservação e Manejo da Biodiversidade;** 1999; Ribeirão Preto. Revista Holos. Ribeirão Preto: Universidade Estadual Paulista, 1999, 1: 236-267.

MARTINS, C. R. **Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília, DF, Brasil.** 100 f. Dissertação. Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

MATTEUCCI SD, COLMA A. **Metodologia para el estudio de la vegetación.** Washington: The General Secretarial of The Organization of American States; 1982. (Série Biologia – Monografia, n. 22).

MENDONÇA, M. P. **O Resgate da Flora da Canga.** Belo Horizonte: Valor Natural. 2013.104p.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. **Levantamento da Flora do Campo Rupestre Sobre Canga Hematítica Couraçada Remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, MG.** Rodriguésia, v.58, n.4. 2007. p.775-786.

MUELLER-DOMBOIS D, ELLENBERG H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley & Sons; 1974.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas:** uma proposta metodológica. Revista Cerne. Lavras, v. 1. 1994.,p. 64-. 72.

PÉREZ, E. M.; SANTIAGO, E. T. **Dinámica estacional del banco de semillas en una sabana en los Llanos Centro- Orientales de Venezuela.** Biotropica, v. 33, n. 3. .2001.p. 435-446,

PILLAR, V.D. Descrição de comunidades vegetais. UFRGS, Departamento de Botânica. 1996. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>

SANTOS, L. M. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero, Minas Gerais.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte – MG, p. 241. 2010.

ARTIGO 2

ESTUDO DE GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE *ERAGROSTIS* *POLYTRICHA*

Artigo redigido de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes

RESUMO

Simultaneamente aos impactos gerados pela mineração, há a preocupação com a conservação dos recursos naturais. Nos últimos anos, as mineradoras têm aumentado o interesse em encontrar metodologias adequadas para recuperar as áreas degradadas pela extração de minérios. A tecnologia de produção de sementes e mudas é um passo primordial nos processos de recuperação dessas áreas. Ao considerar a necessidade de implantação de uma vegetação heterogênea, é pouco aconselhável a propagação vegetativa, pela redução da variabilidade genética causada por esse método. Dessa forma, a produção de sementes de qualidade é um importante fator limitante quanto ao estabelecimento e à condução apropriada do roteiro de recuperação. Portanto, os objetivos, neste trabalho, foram os seguintes: (i) avaliar se as sementes de *Eragrostis polytricha* apresentavam dormência; (ii) caracterizar a sua germinação; (iii) avaliar o efeito de diferentes tratamentos sobre a germinação e (iv) determinar as condições de temperatura e regime de luz para a condução do teste de germinação. As sementes foram colhidas em área experimental localizada na Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos, no Município de Ouro Branco, MG, em maio de 2017. Após o beneficiamento das sementes, foi realizado um pré-teste de germinação para verificar os efeitos do KNO_3 , o qual indicou a existência de dormência. Os tratamentos constaram de quatro repetições de 50 sementes cada. O número de sementes germinadas foi verificado diariamente, até a estabilização do teste. Paralelamente foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG). Posteriormente, foram montados testes de germinação utilizando-se as temperaturas alternadas de 15-35 °C, 25 °C e 35 °C constantes, também embebidas em solução de KNO_3 a 0,2%. Nos testes de germinação, o tratamento com temperatura alternada (15-35 °C) com uso de KNO_3 obteve o melhor resultado, com 95,5% de germinação. Também foram comparados o teste de germinação de temperatura alternada 20-30 °C, utilizando KNO_3 em sementes sem casca e com casca, com o objetivo de reduzir uma das etapas de beneficiamento, a qual não apresentou diferença significativa. Assim, concluiu-se que as altas porcentagens de germinação desta espécie e a rapidez com que as

sementes germinam em condições mais favoráveis permitem sugerir que *Eragrostis polytricha* é uma espécie potencialmente apta à recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: dormência, temperatura, luz.

ABSTRACT

At the same time with the impacts generated by mining, there is concern about the conservation of natural resources. In recent years, mining companies have increased interest in finding appropriate methodologies to recover areas degraded by mineral extraction. Seed and seedling technology are a key step in the recovery process of these areas. When considering the need to implant a heterogeneous vegetation, it is not advisable to vegetative propagation, by reducing the genetic variability caused by this method, in this way, the production of quality seeds is an important limiting factor in the establishment and proper conduction of the route recovery. Therefore, the objectives of this work were; (i) to evaluate whether the seeds of *Eragrostis polytricha* presented dormancy; (ii) characterize its germination; (iii) to evaluate the effect of different treatments on germination; (iv) determine the temperature and light regime conditions for conducting the germination test. The seeds were harvested in an experimental area located in the Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos, in the city of Ouro Branco - MG, Brazil, in may 2017. After the seed treatment, a germination test was performed to verify the effects of KNO₃, which indicated dormancy. The treatments consisted of four replicates of 50 seeds each. The number of germinated seeds was checked daily until their stabilization of the test. In parallel, the germination speed index (IVG) was calculated. Afterwards, germination tests were performed using alternating temperatures of 15-35°C, 25°C and 35°C constants, also soaked in 0.2% KNO₃ solution. In the germination tests, the treatment with alternating temperature (15-35°C) using KNO₃ obtained the best result with 95.5% of germination. Also, the alternating temperature germination test of 20-30°C using KNO₃ was performed in peeled and shelled seeds, with the objective of reducing one of the beneficiation stages, which did not present a significant difference. Thus, it was concluded that the high percentages of germination of this species and the speed with which the seeds germinate in more favorable conditions, allow to suggest that *Eragrostis polytricha* is a species potentially apt for the recovery of degraded areas.

Key words: dormancy, temperature, light.

1 INTRODUÇÃO

A grande intensidade de atividades como a pecuária, agricultura, garimpo e mineração faz do Cerrado um dos biomas mais ameaçados do Brasil. Sabe-se também que, apesar de sua importância para a economia nacional, a extração de minérios gera a perda de fertilidade natural do solo, atingindo também a biodiversidade, além da interferência nos recursos hídricos nas proximidades do local de extração (MOREIRA, 2004; FERNANDES, 2011).

Simultaneamente ao avanço da degradação, a preocupação com a conservação dos recursos naturais também está aumentando em todo o mundo (DURIGAN et al., 2011). Segundo Martins (1996), tem se aumentado o interesse das mineradoras em encontrar metodologias adequadas a cada local, para recuperar as áreas degradadas pela extração de minérios. Moreira (2004) define a degradação como atividade antrópica ou natural que limita a capacidade produtiva de um ecossistema, sendo vista como área degradada aquela que, após a perturbação, perde sua capacidade de regeneração natural.

A tecnologia de produção de sementes e mudas é um passo primordial nos processos de recuperação dessas áreas. Ao considerar a necessidade de implantação de uma vegetação heterogênea, é pouco aconselhável a propagação vegetativa, pela redução da variabilidade genética causada por esse método (AUGUSTO, 2006). Dessa forma, a produção de sementes de qualidade é um fator limitante quanto ao estabelecimento e à condução apropriada do roteiro de recuperação (ORTIS, 2012).

Segundo Martins (1996), gramíneas apresentam grande capacidade de desenvolvimento como espécie pioneira para recuperação de áreas degradadas pela mineração. Sendo assim, conhecer o seu potencial de reprodução por meio de sementes é essencial, pois é uma maneira simples e, ao mesmo tempo, eficiente de propagação. Outro fator vantajoso neste processo é o uso de

espécies nativas, considerando que elas se adaptam facilmente e de forma mais rápida às condições edafoclimáticas da área em estudo (CARMONA, 1998).

A espécie *Eragrostis polytricha* Ness é uma gramínea de ocorrência nos cerrados das regiões centro-oeste e sudeste do Brasil, podendo ser encontrada também em outros locais (BOECHAT & LONGHI-WAGNER, 2000). Apresenta grande potencial como espécie pioneira no processo inicial de recuperação, considerando que gramíneas pioneiras têm importante papel para o aumento de matéria orgânica do solo (BRIERLY, 1955) e que auxiliam na estabilização do substrato (MARTINS, 1996). A espécie foi selecionada por ter apresentado o maior índice de valor de importância dentre as espécies nativas analisadas a partir da germinação do banco de sementes do *topsoil* ferruginoso.

Para garantir resultados satisfatórios, o conhecimento sobre os efeitos da luz, substratos e diferentes temperaturas é essencial, considerando que o comportamento das sementes em relação à germinação apresenta variações de acordo com a mudança desses fatores (MONDO et al., 2008).

Assim, a caracterização e a investigação dos atributos das sementes e processos de estabelecimento e competição entre plântulas são de fundamental importância para fins de produção de mudas, manejo da biodiversidade ou de recuperação de áreas degradadas (TEIXEIRA & FONSECA, 1992; CARMONA et al., 1998; FOSTER et al., 2007).

A germinação refere-se ao conjunto de processos associados ao desenvolvimento de uma estrutura reprodutiva, seja ela uma semente, gema ou esporo, e tem como finalidade biológica o estabelecimento de novas plantas (KERBAUY, 2004; MORAES et al., 2007). A capacidade (germinabilidade) e a velocidade (vigor) da germinação das sementes são influenciadas por vários fatores, os quais atuam de forma conjunta, podendo ser extrínsecos ou ambientais (luz, temperatura, potencial de água, fatores químicos, gases e fatores

bióticos) e intrínsecos ou internos (viabilidade, dormência e morfologia) (KERBAUY, 2004).

O estudo de temperaturas específicas e mais adequadas para a germinação de sementes de diferentes espécies se faz relevante ao considerar que as sementes apresentam capacidade germinativa máxima em limites distintos de temperatura, dependendo da espécie. Embora muitas sementes germinem em ampla faixa de temperatura, elas, geralmente, não germinam abaixo ou acima de temperaturas mínimas e máximas específicas para a espécie (BEWLEY e BLACK, 1982).

A temperatura ótima para a germinação de sementes encontra-se entre 20-30 °C, sendo que tanto abaixo quanto acima desta temperatura pode ser detectada a redução na velocidade do processo, bem como no total de germinação (KRAEMER et al., 2000). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), é essencial ressaltar que os efeitos da temperatura sobre a germinação são complexos, pois podem afetar cada estágio do processo germinativo de diferentes maneiras, além de estarem relacionados aos processos bioquímicos. Sendo assim, o desenvolvimento de pesquisas abordando o tema, mas contemplando diferentes fatores capazes de influenciar o processo relacionado à temperatura de germinação das sementes, é importante na avaliação da qualidade das mesmas. Entretanto, de modo geral, a relação entre o comportamento de germinação e a temperatura está associada às temperaturas às quais as plantas ficam expostas durante a estação de crescimento (BRYANT, 1989).

Devido à grande variabilidade climática do Brasil é importante que sejam realizadas pesquisas relacionadas ao processo de germinação sob diferentes temperaturas, a fim de poder programar melhor a semeadura em relação ao tipo de clima, gerando melhor produtividade e diminuindo os custos (MORAES, 1995; CARMONA et al., 1998).

No teste de germinação, a temperatura age sobre a velocidade de absorção de água e também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo e, em consequência, afetam a velocidade, a uniformidade de germinação e a germinação total (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Fatores ambientais são determinantes durante todo o ciclo de vida das plantas, pois agem durante a fase de maturação da semente e no desenvolvimento da planta. A dormência garante às sementes a sobrevivência e a perpetuação da espécie, mas pode representar um problema para a agricultura, podendo acarretar desuniformidade, atraso e falhas na emergência das plântulas no campo e em condições de laboratório (MARCOS FILHO et al., 1987).

A dormência pode ser caracterizada pela ausência de germinação mesmo sob condições adequadas (água, temperatura e oxigênio) para que a germinação ocorra, devido a mecanismos bloqueadores intrínsecos à semente. A dormência em sementes pode ser vista como uma resposta adaptativa a condições de estresse, muitas destas associadas à sazonalidade, como, por exemplo, o dessecamento do solo durante a estação seca (GARWOOD 1983; MATHIAS & KISDI, 2002). Uma das consequências da dormência é a distribuição da germinação no tempo em cada lote de sementes (BEWLEY, 1997).

Esta característica proporciona maior aptidão a plantas de ambientes sazonais, pois reduz a probabilidade de germinação em época não favorável para o estabelecimento da plântula (KEYA, 1997). Tendo isso em conta, o número de espécies com sementes dormentes encontrado é maior em ambientes com algum nível de sazonalidade na precipitação ou temperatura do que em ambientes não sazonais, ou seja, com ausência de uma estação seca e ou fria (JURADO & FLORES, 2005). A dormência é superada quando o mecanismo de bloqueio à germinação é vencido, desencadeando o processo metabólico germinativo que culmina com a emissão da raiz primária.

Os métodos utilizados para superar a dormência de sementes dependem basicamente das causas e, conseqüentemente, para cada espécie pode existir um ou mais tratamentos adequados. Para sementes de gramíneas em geral, Popinigis (1977) propõe os seguintes tratamentos: a) aumento da tensão de oxigênio; b) rompimento do tegumento; c) temperaturas alternadas; d) pré-friagem; e) exposição à luz; f) tratamento com KNO_3 e g) tratamento com promotores de germinação, tais como giberelina e citocinina.

Dentre os métodos utilizados para a superação da dormência de sementes em gramíneas visando semeadura a campo estão o armazenamento e a esscarificação química com ácido sulfúrico. Este último, além de apresentar riscos operacionais aos técnicos e ao ambiente, é de difícil adequação às sementes que, por particularidades estruturais, são facilmente danificadas pelo processo. Tem sido recomendado, como metodologia de laboratório para a superação da dormência de sementes de algumas gramíneas, o umedecimento do substrato de germinação com solução (0,2%) de nitrato de potássio (EIRA, 1983; WEST & MAROUSKY, 1989; BRASIL, 1992). Neste caso, o nitrato de potássio (0,2%) tem sido capaz de superar a dormência de sementes recém-colhidas ou com poucos meses de armazenamento (SMITH, 1979; HARTY et al., 1983).

A ação do nitrato de potássio, como agente de superação de dormência, parece decorrer de suas características oxidantes e aceptor de elétrons, que possibilita o estímulo da via pentose fosfato, resultando na neutralização ou na redução da dormência em sementes (ROBERTS, 1972; ELLIS, 1983). Para que ocorra a germinação é preciso que as condições dos ambientes químico e físico sejam favoráveis a esse processo. É necessário que a disponibilidade de água, a temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo (CARDOSO, 2004).

Entre os fatores essenciais está a temperatura, atuando no controle das diferentes etapas do desenvolvimento das plantas e sendo um fator determinante para a semente, pois atua na superação da dormência, existindo temperaturas apropriadas para a germinação, assim como temperaturas limites dependendo da espécie (KERBAUY, 2004; MORAES et al., 2007).

Considerando-se a carência de pesquisas sobre gramíneas nativas de Campos Rupestres Ferruginosos, especialmente quanto ao processo de germinação de suas sementes, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar se as sementes de *Eragrostis polytricha* apresentam dormência; caracterizar a sua germinação por meio da descrição de uma curva acumulativa de germinação; avaliar o efeito de diferentes tratamentos sobre a germinação e determinar as condições de temperatura e regime de luz, para a condução do teste de germinação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

As espiguetas foram colhidas em área experimental localizada na Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos, no Município de Ouro Branco, MG, em 11 de maio de 2017. O ponto de colheita adotado para as espiguetas foi quando as hastes (pedúnculo da inflorescência) que sustentam as espiguetas apresentavam tonalidade avermelhada (observação a campo), indicando a presença de um maior número de sementes maduras (Figura 1 e 2).

Figura 1 - Planta e inflorescência de *Eragrostis polytricha*; (A) Planta no campo experimental da Unidade de Pesquisa e Inovação de Campos Rupestres da GERDAU, Ouro Branco, MG; (B) Inflorescência, apresentando sementes maduras, no ponto de colheita (hastes com tonalidade avermelhada).

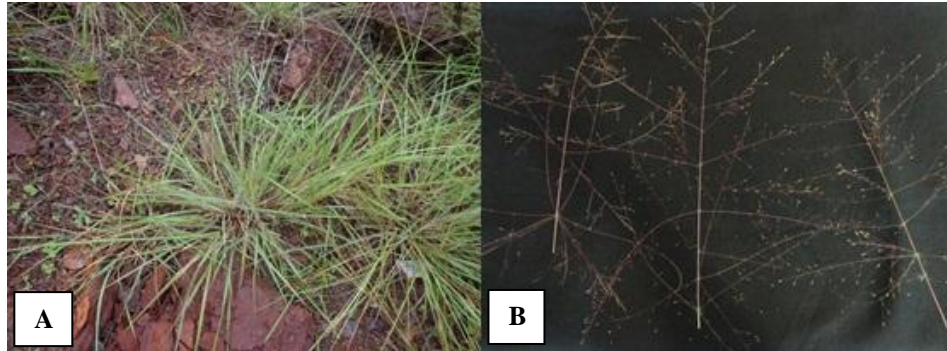
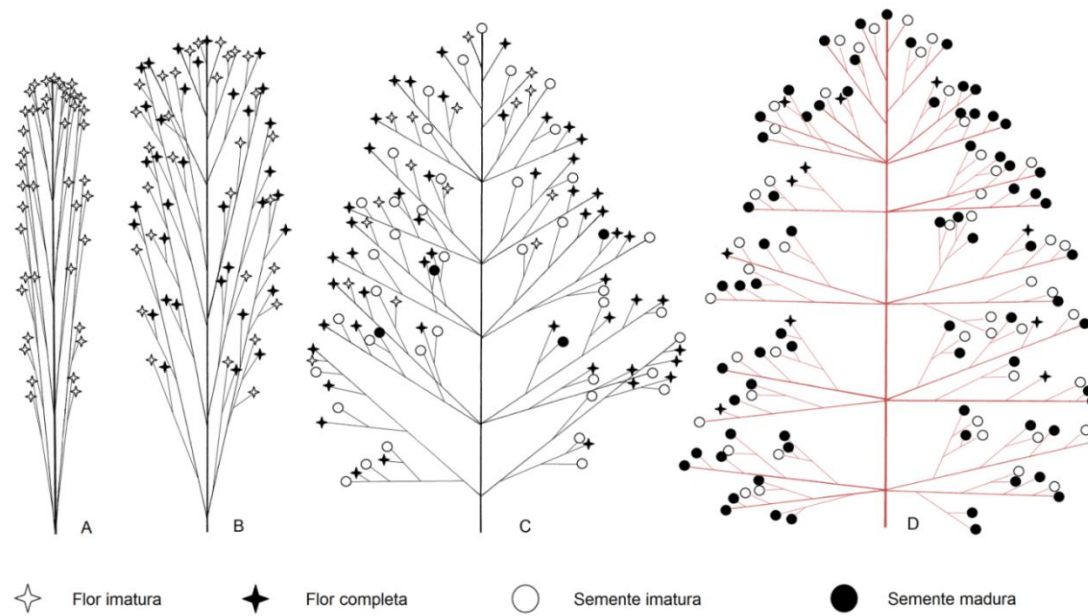


Figura 2 - Esquema da inflorescência mostrando os vários estágios de desenvolvimento da inflorescência de *Eragrostis polytricha*.



Fonte: Reinaldo A. Pinto

O material foi armazenado em saco de papel e alocado em ambiente de laboratório sob temperatura controlada de 25 °C, até o início de agosto, quando começaram os processos de beneficiamento das sementes. Para isso utilizaram-se um conjunto de peneiras e um soprador, para separar as impurezas e o material inerte.

Foram utilizadas diferentes peneiras para separar o material em tamanhos diferentes (Figura 3). O material mais fino (número 1) foi recolhido para uso e o restante do material foi armazenado para futuros ensaios.

Figura 3 - Descrição das peneiras utilizadas na separação das sementes e quantificação do material separado.

Descrição Peneiras e Material Separado					
Número	Mesh	Abertura (mm)	Abertura (pol.)	Tamanho do Material (mm)	Peso (g)
1	-	-	-	<1.19	3,0164
2	16	1.19	0.0469	>1.19	3,4394
3	14	1.41	0.0555	>1.41	1,4718
4	8	2.38	0.0937	>2.38	1,758

Após o uso das peneiras, foi utilizado o soprador de sementes marca Deleo para separação do material inerte e das palhas vazias, na abertura de graduação 2.9. O material selecionado pelo soprador foi, então, dividido manualmente em “sementes nuas” e “sementes com casca” (por meio de exame visual) (Figura 4).

Figura 4 - Sementes de *Eragrostis polytricha*, com casca e sem casca, medindo 0,5 mm, aumentadas 50 x vezes em microscópio (Zeiss, modelo: Stemi 2000-C).



Após esses procedimentos, foi aferido o peso de 100 sementes nuas, obtendo-se o valor de 0,0117 g, que foi utilizado para estimativas do número de sementes existente na amostra. Finalizado o processo de beneficiamento do material, foram iniciados os testes de germinação.

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Segundo RAMOS (2015), a espécie apresenta dormência, que é superada após três meses de armazenamento a seco. Sendo assim, um pré-teste de germinação foi realizado para verificar os efeitos do KNO_3 na quebra de dormência dessa espécie. Foram utilizadas duas amostras, uma semeada em papel umedecido somente com água e outra, umedecido com KNO_3 em caixas gerbox. As caixas foram mantidas em câmaras de demanda bioquímica de oxigênio (BOD), em temperatura alternada 20-30 °C, com fotoperíodo de 8 horas. As primeiras radículas apareceram no 4º dia de teste com KNO_3 , demonstrando a existência de dormência para essa semente.

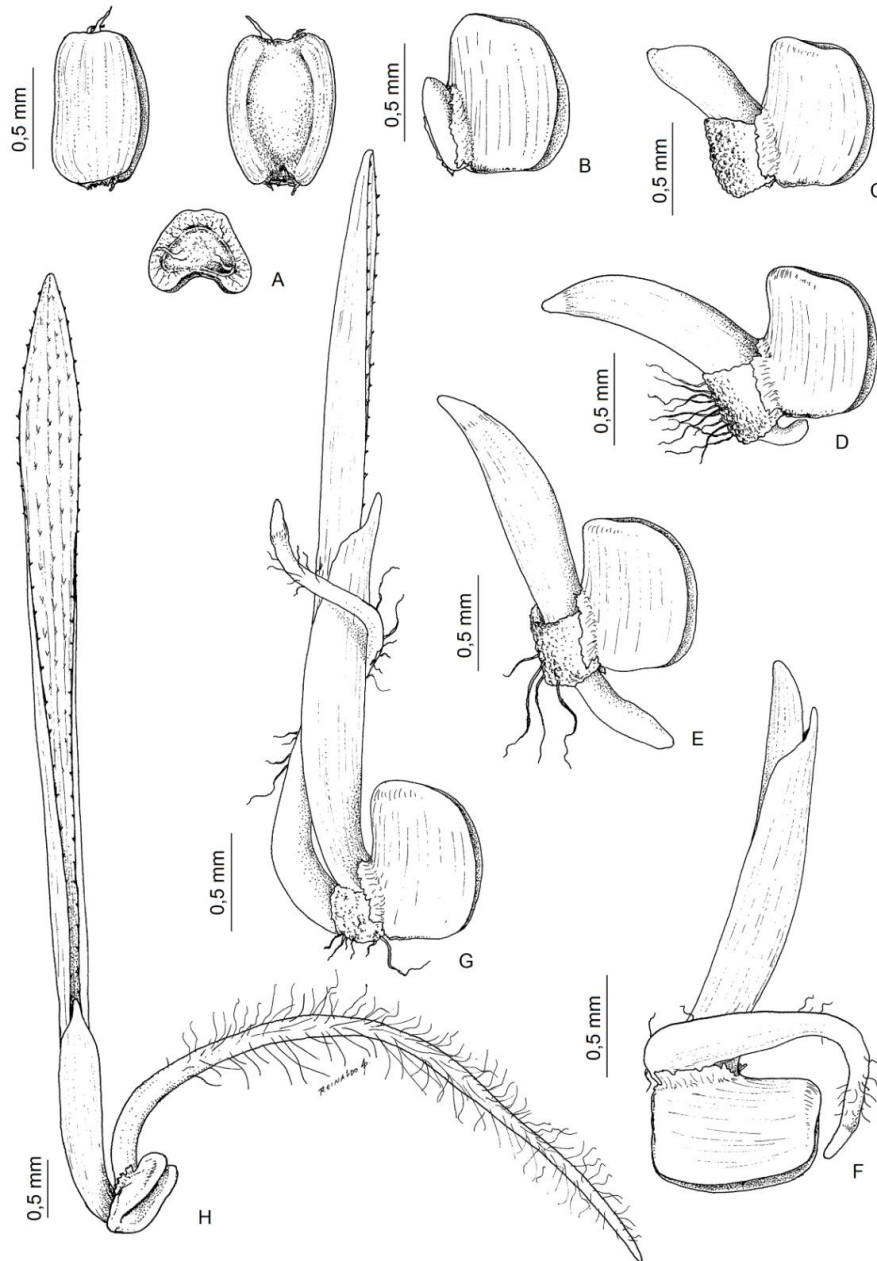
Devido à falta de conhecimento acerca da espécie estudada, os testes de germinação foram conduzidos em diferentes situações, a fim de se encontrar a maneira mais adequada para a produção de sementes de *Eragrostis polytricha*. Nesse contexto, as sementes foram colocadas para germinar em caixas gerbox forradas com folha dupla de papel de filtro, embebida em solução de KNO_3 , a 0,2% e também somente em H_2O , mantidas em BOD Eletrolab Modelo EL 202/4), sob luz (fotoperíodo de 8 horas) ou escuro contínuos, à temperatura alternada de 20 °C-30 °C. Para esses tratamentos foram utilizadas quatro repetições com 50 sementes cada repetição.

O número de sementes germinadas foi verificado diariamente, umedecendo-se o substrato quando necessário, até que o processo de germinação atingisse a sua estabilização. Considerou-se como critério de germinação o desenvolvimento da plântula como um todo (radícula mais parte aérea) (Figura 4). Paralelamente, foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes. Posteriormente, foram montados testes de germinação utilizando-se as temperaturas alternadas de 15-35 °C, 25 °C e 35 °C constantes, embebidas em solução de KNO_3 a 0,2%. Para facilitar o processo de beneficiamento, foi avaliada também a germinação das sementes envoltas com sua casca (com pálea), embebidas também em solução de KNO_3 a 0,2%. Para esse tratamento, foram utilizadas também quatro repetições com 50 sementes cada e o número de sementes germinadas foi verificado diariamente até que o processo de germinação atingisse a estabilização, umedecendo o substrato sempre que necessário. Na Tabela 1 apresenta-se cada um dos tratamentos utilizados nos testes de germinação.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos aplicados em sementes de *Eragrostis polytricha*.

Tratamentos	Descrição
1	15-35 °C com KNO ₃
2	20-30 °C com KNO ₃
3	20-30 °C com KNO ₃ e sementes com casca
4	20-30 °C com H ₂ O
5	35 °C com KNO ₃
6	25 °C com KNO ₃
7	15 °C com KNO ₃

Figura 5 - Estágios de desenvolvimento de *Eragrostis polytricha*; A- Semente em três vistas, B / H- Germinação até o desenvolvimento da primeira folha.



Fonte: Reinaldo A. Pinto

Análise de dados

Os resultados das porcentagens de germinação e do IVG sob diferentes temperaturas foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% (ZAR, 1984).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula (SOUZA & VARELA, 1989):

$$\text{IVG} = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$$

em que N_1 , N_2 e N_n = número de sementes germinadas no primeiro, no segundo e no enésimo dia de contagem.

D_1 , D_2 e D_n = primeiro, segundo e enésimo dia de contagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

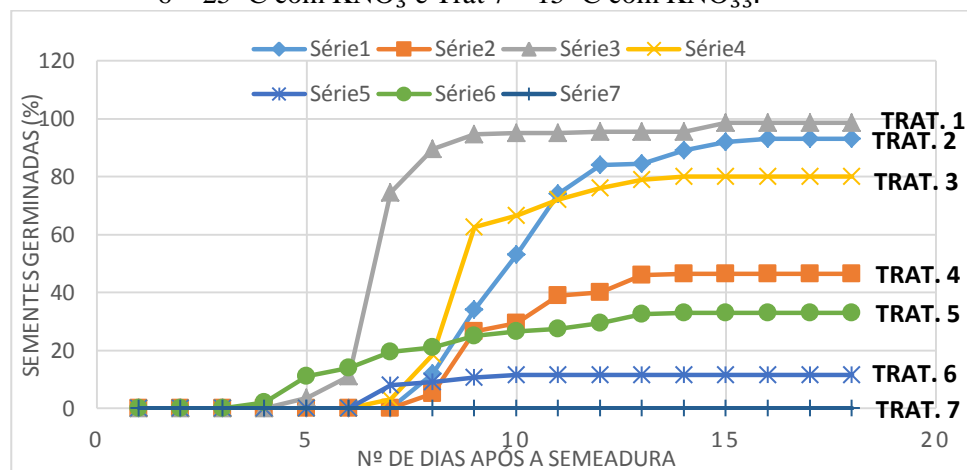
Curva acumulativa de germinação

O estudo detalhado sobre a germinação de sementes de *Eragrostis polytricha* foi realizado por meio da contagem diária do número de plântulas até a estabilização das contagens para a obtenção da curva acumulativa de germinação das sementes nas diferentes condições testadas durante 18 dias de avaliação (Gráfico 1).

Nessa curva acumulativa da percentagem de sementes germinadas a cada dia, as sementes do tratamento 1 (15-35 °C com KNO_3) iniciaram a sua germinação a partir do quinto dia após a semeadura, aumentando-a a partir daí e atingindo o valor máximo de 98,5%, aos 15 dias após a semeadura, estabilizando até o décimo oitavo dia de avaliação.

As sementes do tratamento 2 (20-30 °C com KNO_3) iniciaram a germinação a partir do oitavo dia de semeadura, tendo um aumento progressivo ao longo do teste e atingindo o valor máximo de 93%, aos 16 dias após a semeadura, estabilizando-se até o décimo oitavo dia de avaliação. No tratamento 3 (20-30 °C com KNO_3 com casca), as sementes iniciaram o processo de germinação no sétimo dia de semeadura, atingindo o valor máximo de germinação de 80% aos 14 dias, estabilizando o processo de germinação a partir do décimo quarto dia de avaliação.

Gráfico 1 - Porcentagens de germinação acumulada de sementes de *Eragrostis polytricha*, submetidas a diferentes tratamentos para a quebra da dormência. Tratamentos: Trat 1- 15-35 °C com KNO_3 ; Trat 2 - 20-30 °C com KNO_3 ; Trat 3 – 20-30 °C com KNO_3 e sementes com casca; Trat 4 – 20-30 °C com H_2O ; Trat 5 – 35 °C com KNO_3 ; Trat 6 – 25 °C com KNO_3 e Trat 7 – 15 °C com KNO_3 .



Nos tratamentos 1, 2 e 3, nos quais se utilizou temperatura alternada nos testes de germinação (15-35 °C e 20-30 °C) e também fez-se o uso de KNO_3 para promover a quebra de dormência, as germinações iniciaram-se entre o quinto e o oitavo dia após a semeadura. Houve uma estabilização no processo

germinativo a partir do décimo quarto dia de sementeira (tratamento 3), com um pequeno incremento aos 15 dias para os tratamentos 2 e 1, demonstrando que o teste de germinação pode ser encerrado aos 15 dias após a sementeira, sem o comprometimento dos resultados, conforme pode-se observar no Gráfico 1.

No tratamento 4, em que se configurou temperatura alternada de 20-30 °C com o papel embebido em água, houve início do processo de germinação no oitavo dia de sementeira, aumentando a partir daí e atingindo o valor máximo de 46,5% aos 14 dias após a sementeira, estabilizando até o décimo oitavo dia de avaliação.

No tratamento 5, no qual foi utilizada a temperatura de 35 °C constante, com o papel embebido em KNO₃, houve início do processo de germinação no quarto dia de sementeira, aumentando a partir daí e atingindo o valor máximo de 33% aos 14 dias após a sementeira, estabilizando até o décimo oitavo dia de avaliação.

No tratamento 6, à temperatura de 25 °C constante, com o papel embebido em KNO₃, houve início do processo de germinação no sétimo dia de sementeira, aumentando a partir desse dia e atingindo o valor máximo de 33% aos 14 dias após a sementeira, estabilizando até o décimo oitavo dia de avaliação.

Tanto o tratamento 5 quanto o tratamento 6, em que se utilizou temperatura constante, mesmo embebendo-se o papel em solução de KNO₃, as taxas de germinação foram baixas, em comparação com as taxas dos tratamentos nos quais se utilizaram as temperaturas alternadas, demonstrando a necessidade da variação da temperatura no processo de germinação de sementes de *Eragrostis polytricha*. O tratamento 7, no qual se configurou a temperatura constante de 15 °C com o papel embebido em KNO₃, apresentou 0% de germinação, demonstrando, assim, o limite de temperatura para se promover a germinação da semente dessa espécie.

Teste de germinação

Em uma primeira etapa, foram conduzidos dois testes de germinação utilizando-se as temperaturas alternadas de 20-30 °C com a adição de solução aquosa de KNO₃, a 0,2% e com a adição de água somente.

O teste em que foi utilizada temperatura alternada de 20-30 °C com adição de KNO₃ apresentou porcentagem de germinação na ordem de 93,5%, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) do teste com temperatura alternada de 20-30 °C, utilizando somente água no substrato (46,5% de germinação), conforme pode ser observado no Gráfico 2. Esse resultado demonstra ainda a existência de dormência nas sementes armazenadas durante quatro meses, resultado diferente do apresentado por Ramos (2015), em que espécies de gramíneas (*Eragrostis polytricha*) oriundas de campos úmidos (sazonalidade hídrica menos marcante) superavam a dormência após três meses de armazenamento.

O efeito do KNO₃ na superação da dormência tem sido investigado há muitos anos por vários autores (GARBER, ABDALLA & MADHI, 1974; FRANK & NABINGER, 1996; EIRA, 1983; GAZZIERO et al., 1991), os quais afirmam ser o nitrato de potássio um agente eficiente na promoção da germinação de muitas sementes dormentes. A eficiência do tratamento de imersão com KNO₃, como promotor da germinação, é confirmada por Frank e Nabinger (1996) no trabalho sobre a avaliação da germinação de seis acessos de *Paspalum notatum* Flügge, em que um desses acessos apresentou aumento na taxa de germinação de 65,9% para 100%.

Carvalho e Nakagawa (1983) salientam que, na maioria dos casos em que o KNO₃ atua efetivamente na superação de dormência, isso ocorre em sementes de gramíneas, pois nelas a dormência seria devido à ocorrência de substâncias fixadoras de oxigênio no complexo película-pericarpo (compostos fenólicos).

Em uma etapa seguinte foram comparados os resultados do teste em que se utilizou a temperatura alternada de 20-30 °C, com a adição de KNO₃, com os do teste com temperatura alternada de 15-35 °C, também adicionando a solução aquosa de KNO₃. As sementes apresentaram porcentagem de germinação na faixa de 93,5% (20-30 °C) e 95,5% (15-35 °C), não diferindo estatisticamente entre si ($P>0,05$), conforme se verifica no Gráfico 2.

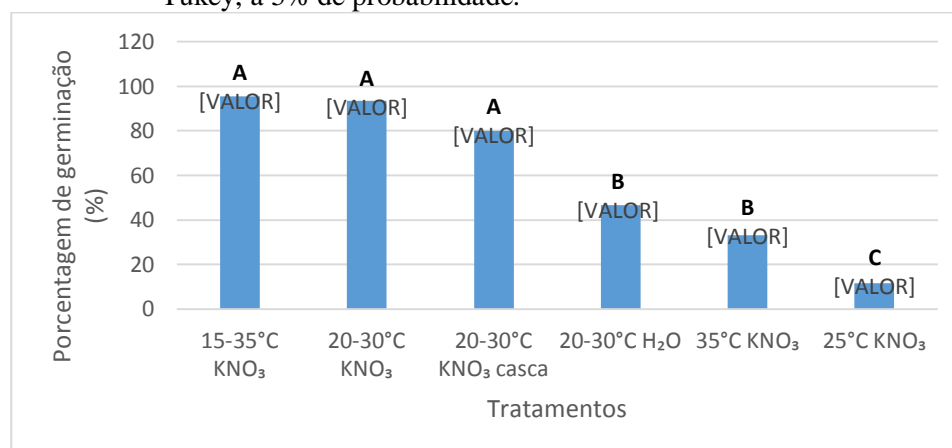
Comparando-se os tratamentos de temperatura alternada 20-30 °C com KNO₃ e 15-35 °C com KNO₃, com os tratamentos nos quais foram utilizadas temperaturas constantes de 25 °C com KNO₃, 35 °C com KNO₃ e 15 °C com KNO₃, observou-se que os testes em que se utilizaram as temperaturas alternadas de 20-30 °C e 15-35 °C com KNO₃ apresentaram os maiores índices de germinação (93,5% e 95,5%), não diferindo estatisticamente entre si ($P>0,05$), mas diferindo estatisticamente ($P<0,05$) dos demais tratamentos em que utilizaram-se as temperaturas constantes de 25 °C, 35 °C e 15 °C com a adição de KNO₃, com índices de germinação na faixa de 11,5%, 33% e 0% (Gráfico 2).

Os dados referentes ao tratamento de 15 °C com KNO₃ não foram utilizados para o teste de média em virtude da taxa de germinação em todas as repetições ter ficado em 0%. Os tratamentos de 35 °C e 25 °C constantes diferiram estatisticamente entre si ($P<0,05$) (Gráfico 2). Estes resultados estão em conformidade com as observações de Silva e Aguiar (2004) de que, para muitas espécies, temperaturas alternadas podem se mostrar benéficas ao processo de germinação.

Tais dados podem ser mais bem explicados ao considerar que o estímulo à germinação pode ser consequência de um efeito das variações de temperatura nas diversas fases da germinação, agindo sobre o processo de dormência ou simplesmente acelerando a germinação em sementes não dormentes (COPELAND & McDONALD, 1995).

A alternância de temperaturas também estimulou a germinação em relação à temperatura constante, nas seguintes espécies de gramíneas nativas: *Aristida gibbosa*, *Aristida recurvata*, *Aristida torta*, *Axonopus barbigerus*, *Axonopus canescens*, *Ctenium cirrhosum*, *Hypogynium virgatum*, *Paspalum pectinatum*, *Paspalum reduncum*, *Paspalum splendens* e *Schizachyrium microstachyum* (CARMONA, 1998).

Gráfico 2 - Porcentagem de germinação de sementes de *Eragrostis polytricha* sob diferentes tratamentos envolvendo temperaturas alternadas (20-30 °C e 15-35 °C) e constantes (25 °C e 3 5°C), na presença e na ausência de KNO_3 e apresentando casca envolvendo a semente. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

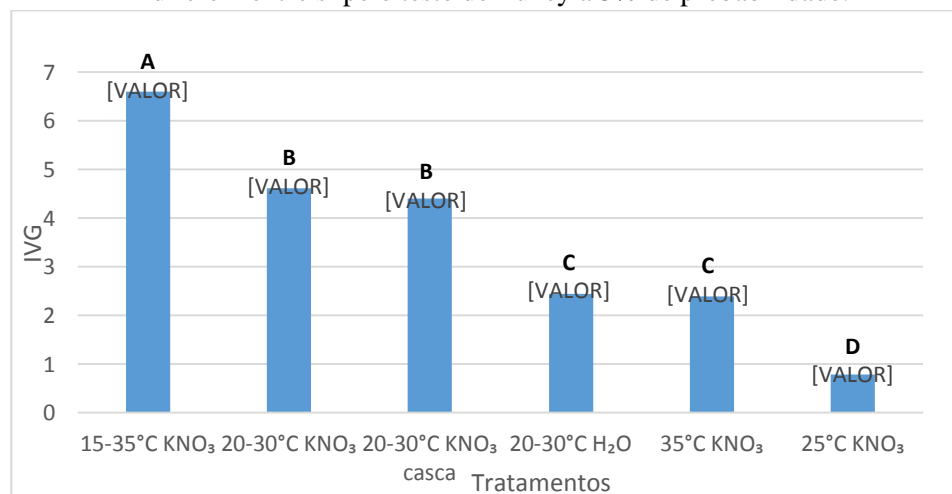


Com o objetivo de reduzir uma das etapas no beneficiamento das sementes, facilitando assim este processo, comparou-se o teste de germinação de temperatura alternada 20-30 °C utilizando KNO_3 em sementes sem casca com o teste de germinação de temperatura alternada 20-30 °C utilizando KNO_3 em sementes com casca. Os tratamentos não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre si, demonstrando que os testes poderiam ser montados com a semente envolvida pela palha, facilitando, assim, o processo (Gráfico 2).

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), em que se avaliou o número de plântulas que germinam por dia, o teste que apresentou o maior número de plântulas que germinaram por dia (7 plântulas) foi o tratamento utilizando a temperatura alternada de 15-35 °C com a adição de KNO₃, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos, que apresentaram cinco plântulas germinadas por dia (20-30 °C com KNO₃), quatro plântulas (20-30 °C com KNO₃ com casca), duas plântulas (35 °C constante com KNO₃ e 20-30 °C com H₂O) e uma plântula (25 °C constante com KNO₃), conforme se pode observar no Gráfico 3.

Os testes que utilizaram a temperatura alternada de 20-30 °C, com KNO₃, variando somente na condição com casca e sem casca, não diferiram estatisticamente entre si ($P > 0,05$), corroborando o resultado da porcentagem de germinação, no qual esses testes também não diferiram entre si ($P < 0,05$), (Gráfico 3). No tratamento em que se utilizou a temperatura constante de 25 °C, com a adição de KNO₃, foi encontrado o menor valor referente ao IVG, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos.

Gráfico 3 - Índice de velocidade de germinação (IVG), de sementes de *Eragrostis polytricha* sob diferentes tratamentos envolvendo temperaturas alternadas (20-30°C e 15-35°C) e constantes (25°C e 35°C) na presença e ausência de KNO₃ e apresentando casca envolvendo a semente. As médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



O uso de sementes para esse fim deverá alcançar melhores resultados em relação ao uso de métodos vegetativos, pois sementes retêm a diversidade genética da população (HARPER et al. 1970; WALMSLEY & DAVY 1997), tornando-se fundamental para sua multiplicação e sua colonização em uma escala local (HARPER et al. 1970). Todavia, estudos populacionais desta espécie no campo são necessários para testar as hipóteses levantadas e aprofundar os conhecimentos sobre aspectos demográficos desta espécie no campo.

4 CONCLUSÃO

- *Eragrostis polytricha* apresenta dormência, sendo necessária a utilização de temperaturas alternadas com a adição de KNO₃ para promover a germinação das sementes.

- A temperatura alternada de 15-35 °C mostrou-se mais adequada para a condução dos testes de germinação, mostrando resultados superiores quanto à porcentagem de germinação e ao IVG, em comparação com os outros tratamentos.

- Houve estabilização no processo de germinação a partir do décimo quinto dia de semeadura, demonstrando que a contagem final do teste de germinação deve ser realizada aos 15 dias.

- Futuros estudos de testes de germinação utilizando sementes de *Eragrostis polytricha* recém-colhidas deverão ser realizados, com o objetivo de se fazer entender melhor a dormência existente nas sementes dessa espécie.

REFERÊNCIAS

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination:** viability, dormancy and environmental control. Berlin: Springer-Verlag, Berlin, 1982. 375p.

BEWLEY J.D. Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell* 9: 1055-1066. 1997.

BOECHAT, S.C. & LONGHI-WAGNER, H.M. 2000. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, 23(2):177-194.

BRASIL. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Brasília, 1992. p. 365.

- BRYANT, J.A. **Fisiologia da semente**. São Paulo: EPU, 1989. 84p.
- CARDOSO, V.J.M. **Dormência: Estabelecimento do processo**.
In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**.
Porto Alegre: Artmed, 2004, p.95-108.
- CARMONA, R.; MARTINS, C.R.; FÁVERO, A.P. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.16-22, 1998.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fund. Cargill, 2a ed. rev. 1983. 429p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 424p.
- CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M. **Principles of seeds science and technology**. New York: Chapman Hall, 1995. 409p.
- DURIGAN, GISELDA; ET AL. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3. ed. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2011. 19 p.
- EIRA, M.T.S. Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de Capim Andropogon. **Rev. Bras. Sementes**, v. 5, p. 37-49, 1983.
- ELLIS, R.H.; HONGO, T.D.; ROBERTS, E.H. 1983. Procedures for the safe removal of dormancy from rice seed. **Seed Sci. Technol.** 11(1): 77-112.
- FERNANDES, P.A; PESSÔA, V.L.S. O cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.3, n.7, p. 19-37, 2011.
- FOSTER B. L., MURPHY C. A., KELLER K. R., ASCHENBACH T. A., QUESTAD E. J. e KINDSCHER K. (2007) Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: A sowing experiment. **Restoration Ecology**, 15, 652- 661.

FRANK, L.B.; NABINGER, C.; Avaliação da germinação de seis acessos de *Paspalum notatum* Flüge, nativos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.18, n.1, p.102-107, 1996.

GARBER, S.D.; ABDALLA, F.H.; MAHDY, M.T. Treatments affecting dormancy in sweet sorghum seed. **Seed Science and Technology**. Zurich, v.2, p.305-316, 1974.

GARWOOD NC. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: A community study. **Ecological Monographs** 53: 159-181.

GAZZIERO, D.L.P.; KZRYZANOWSKI, F. C.; ULBRICH, A.V.; VOLL, E.; PITELLI, R.A. Estudo da superação de dormência de sementes de capim massambará (*Sorghum halepense*(L.) PERS.) através de nitrato de potássio e ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**.Brasília: v.13, n.1, p.21- 25, 1991.

HARPER, J.L., LOVELL, P.H. & MORE, K.G. 1970. The shapes and sizes of achenes. **Annual Review of Ecology and Systematics** 1: 327-356.

HARTY, R.L., HOPKINSON, J.M., ENGLISH, B.H., ALDER, J. Germination, dormancy and longevity in stored seed of *Panicum maximum*. **Seed Sci. Technol.**, v. 11, p. 341-351, 1983.

JURADO E., FLORES J. 2005. Is seed dormancy under environmental control or bound to plant traits? **Journal of Vegetation Science** 16: 559-564.

KRAEMER, K.H.; KÂMPF, A.N.; ÁQUILA, M.E.A. Luz e temperatura na germinação de sementes de *Tibouchina urvilleana*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.26, n.1/2, p.39-45, 2000.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Guanabara, 2004, p.452.

KEYA G.A. 1997. Environmental triggers of germination and phenological events in an arid savannah region of northern Kenya. **Journal of Arid Environments** 37: 91-106.

MARCOS FILHO, J., KOMATSU, Y. H. & BARZAGHI, L. Métodos para superar a dormência de sementes de girassol (*Helianthus annus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 2, p. 65- 74, 1987.

MARTINS, C.R. **Revegetação com gramíneas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília - DF, Brasil**. Brasília: Universidade de Brasília, 1996. 70p. Dissertação (Mestrado).

MATHIAS A., KISDI E. 2002. Adaptive diversification of germination strategies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 269: 151–155.

MONDO, V. H. V.; BRANCALION, P. H. S.; CICERO, S. M.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 177-183, 2008.

MORAES, Y. J. B. DE. Forrageiras: conceitos, formação e manejo. Guaíba: **Agropecuária**, 1995, p.215.

MORAES, A. DE; MORELI, G.; LUTOSA, S. B. C. Trabalhador na forragicultura. Curitiba: **SENAR**, 2007, p.114.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. Rio Claro: UNESP, 2004. 139p. Tese (Doutorado).

ORTIS, R.S; ET AL. **Gestão ambiental e a recuperação de áreas degradadas**. In: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 9, 2012. Resende, RJ. 8p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977, 289p.

RAMOS, D. M. **Ecologia e funções adaptativas da dormência em sementes de gramíneas campestres brasileiras**. Brasília: Universidade de Brasília, 2015. 106p. Tese (Doutorado).

ROBERTS, E.H. 1972. Oxidative processes and the control of seed germination. Em: Heydecker, W.(ed.). **Seed Ecology**. University Park, Penn. State Univ. Press. P.189-218.

SANTOS, N. A. **Produção e tecnologia de sementes aplicadas à recuperação de áreas degradadas**. In: Barbosa, Luiz Mauro et al (Org.). Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p. 75-84.

SILVA, M.M.L.; AGUIAR, I.B. Efeitos dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllanthus* Pax & K. Hoffm. (Faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.9-14, 2004.

SILVA, A. A.; SILVA, F. J. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. UFV, Viçosa, Brasil, 367p., 2007.

SOUZA, S.G.A. & VARELA, V. P. 1989. **Tratamentos pré germinativos em aquênios de faveira orelha de macaco (*Enterolobium schomburgkii*, Benth)**. Acta Amazonica 19:19-26.

SMITH, R.L. Seed dormancy in *Panicum maximum* Jacq. **Trop. Agric.**, v. 56, p. 233- 239, 1979.

WALMESLEY, C.A. & DAVY, A.J. 1997. Germination characteristics of shingle beach species, effects of achen ageing and their implications for vegetation restoration. **Journal of Applied Ecology** 34: 131-142.

WEST, S.H., MAROUSKY, F. Mechanism of dormancy in *Pennisetum* Bahiagrass. **Crop Sci.**, v. 29, p. 787-791, 1989.

TEIXEIRA M. L. & FONSECA C. G. (1992) **Recuperação ambiental de dunas litorâneas para obtenção de ilmenita**. Proceedings of the Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas I, Curitiba, pp. 373-379.

ZAR, J.H. 1984. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, New Jersey.

APÊNDICE

Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação de sementes (%) de *Eragrostis polytricha*. Viçosa, MG, 2017

Tabela 1 - Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação de sementes (%) de *Eragrostis polytricha*. Viçosa, MG, 2017.

FV	GL	Quadrado Médio
		% de germinação de sementes
Tratamento	5	1209,20*
Resíduo	18	14,7778
CV (%)		12,81

*F significativo a 5%.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de plântulas de *Eragrostis polytricha*. Viçosa, MG, 2017.

FV	GL	Quadrado Médio Nº de plântulas que germinam por dia (IVG)
Tratamento	5	17,1332*
Resíduo	18	0,1970
CV (%)		12,54

*F significativo a 5%.