

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal**

**Amanda Cristina dos Santos**

**RESGATE DE ESPÉCIES ENDÊMICAS: ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE DOS CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS**

**Diamantina**

**2018**

**Amanda Cristina dos Santos**

**RESGATE DE ESPÉCIES ENDÊMICAS: ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE DOS CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Israel Marinho Pereira

**Diamantina**

**2018**

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S237r Santos, Amanda Cristina dos  
Resgate de espécies endêmicas: estratégias para conservação da  
biodiversidade dos campos rupestres quartzíticos / Amanda Cristina  
dos Santos, 2018.  
79 p. : il.

Orientador: Israel Marinho Pereira

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência  
Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e  
Mucuri, Diamantina, 2018

1. Salvamento. 2. Estaquia. 3. Endemismo. 4. *Cactaceae*.  
5. *Arecaceae*. I. Pereira, Israel Marinho. II. Título. III. Universidade  
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 577

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

AMANDA CRISTINA DOS SANTOS

**RESGATE DE ESPÉCIES ENDÊMICAS: ESTRATÉGIAS PARA  
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DOS CAMPOS RUPESTRES  
QUARTZÍTICOS**

Dissertação apresentada ao  
MESTRADO EM CIÊNCIA  
FLORESTAL, nível de MESTRADO  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de MAGISTER  
SCIENTIAE EM CIÊNCIA  
FLORESTAL

Orientador (a): Prof. Dr. Israel Marinho  
Pereira

Data da aprovação : 20/09/2018



Prof.Dr. ISRAEL MARINHO PEREIRA - UFVJM



Prof.Dr. EVANDRO LUIZ MENDONÇA MACHADO - UFVJM



Prof.Dr.ª MIRANDA TITON - UFVJM



Prof.Dr. CARLOS VICTOR MENDONÇA FILHO - UFVJM

DIAMANTINA

## DEDICATÓRIA

*“Entrega o teu caminho ao Senhor;  
confia nele, e ele o fará.”*

Salmos 37

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço à Deus, senhor de toda glória;

À minha mãe Violeta que tanto me amou e encorajou ao longa desta caminhada;

Ao meu pai Geraldo e irmã Aline pelo apoio incondicional;

Ao meu orientador Prof.Dr. Israel Marinho Pereira pelo cuidado, pelos ensinamentos e pela paciência ao longo dos 4 anos em que fui sua orientada;

À Diamantina, cidade bela que me acolheu em seu seio;

Ao NERAD pela amizade e pela colaboração na realização dos trabalhos;

À Fernanda e ao Guilherme companheiros de campo;

À Michele amiga e tutora que sempre me incentivou e auxiliou em momentos de incertezas;

Aos amigos de uma vida e aos que Diamantina me trouxe, agradeço o amor e a força e confiança que sempre depositaram em mim;

Ao Departamento de Engenharia Florestal pela formação;

Aos técnicos do DEF e funcionários do Viveiro pela contribuição e auxílio;

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal pelos ensinamentos;

À GSM GROUP pela parceria e auxílio na realização dos trabalhos;

Aos professores Carlos Vitor Mendonça, Miranda Titon e Evandro Machado pelas contribuições como banca examinadora;

**À todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho  
meu muito obrigada!**

**SANTOS, Amanda Cristina. RESGATE DE ESPÉCIES ENDÊMICAS: ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DOS CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS, 2018. 79 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.**

### **RESUMO GERAL**

A exploração dos recursos naturais é uma das atividades degradatórias que mais interfere na dinâmica natural dos ecossistemas. A mineração de rochas ornamentais na Serra do Espinhaço tem se desenvolvido rapidamente, contribuindo para o crescimento socioeconômico regional, ao ponto que, também é responsável pela supressão de grandes áreas naturais. Tendo em vista a atual legislação minerária, empresas se comprometem a mitigar os impactos ambientais por meio da adoção de estratégias de conservação, entre elas, o resgate de espécies. Diante deste cenário, o objetivo do presente trabalho é estabelecer protocolos de resgate para duas espécies endêmicas do Espinhaço Meridional: *Cipocereus minensis* e *Syagrus glaucescens*. Para *Cipocereus minensis* testou-se a sobrevivência da planta inteira e três tamanhos de estacas caulinares (10 cm, 20 cm e 30 cm) submetidas a diferentes níveis de luminosidade (pleno sol, 50 e 80% de sombreamento), além de seu desenvolvimento radicular ao fim de um período de 12 meses. No caso do *Syagrus glaucescens* sua sobrevivência e teores médios de clorofila foram avaliados de acordo com três classes de tamanho (pequena, média e grande) e quatro diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 30%, 50% e 80%). O resultado deste estudo corroborou a eficiência da metodologia proposta bem como as melhores condições para acomodação dos indivíduos pós - resgate.

**Palavras-chave:** Salvamento, estaquia, endemismo, Cactaceae, Arecaceae.

**SANTOS, Amanda Cristina. RESCUE OF ENDEMIC SPECIES: STRATEGIES FOR CONSERVATION OF BIODIVERSITY OF CAMPOS RUPESTRES QUARTZÍTICOS, 2018. 79 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.**

#### **GENERAL ABSTRACT**

The exploration of natural resources is one of the most detrimental activities affecting the natural dynamics of ecosystems. The mining of ornamental rocks in the Serra do Espinhaço has developed, contributing to regional socioeconomic development, to the point that it is also responsible for the suppression of large areas of natural vegetation. Given the current mining legislation, companies compromise to mitigate environmental impacts through conservation strategies, among them, the rescue of species, study of this work. In view of this scenario, the objective of the present work is to establish rescue protocols for two endemic species of the Southern Espinhaço: *Cipocereus minensis* and *Syagrus glaucescens*, and to test protocol efficiency through statistical efficiency. For *Cipocereus minensis* the survival of four types of fragmentation (without fragmentation and stem cuttings of 10 cm, 20 cm, 30 cm) under different levels of shading (full sunlight, 50 and 80%) was tested. In the case of *Syagrus glaucescens*, its survival and mean chlorophyll content were evaluated according to three size classes (small, medium and large) and four different levels of shading (full sunlight, 30%, 50% and 80%). The result of this study corroborated the efficiency of the methodology as well as the best conditions for the accommodation of post-rescue individuals.

Key-words: Saving, cutting, endemism, Cactaceae, Arecaceae.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1: Detalhes de indivíduos de *Cipocereus minensis* em ambiente natural em campo rupestre quartzítico em Gouveia, MG.....23
- Figura 2: Ocorrência natural de indivíduos de *Syagrus glaucescens* em afloramentos rochosos quartzíticos .....25

### PROPOSTA DE ARTIGO CIENTÍFICO I

- Figura 1: Mapa da área de resgate de *Cipocereus minensis* destinada à supressão vegetal, no município de Gouveia, Minas Gerais.....36
- Figura 2 : Figura 2: Detalhes dos procedimentos de resgate dos indivíduos de *C. minensis* : a) retirada manual dos indivíduos (b), arranquio realizado com ferramentas em indivíduos em fendas de rocha (c), Corte realizado na base do indivíduo e (d) transporte pós-resgate.....37
- Figura 3: Destaque para o processo de fragmentação de indivíduos de *Cipocereus minensis*, a) superfície utilizada na confecção de estacas, b) fragmentação de um indivíduo.....38
- Figura 4: Destaque para o processo de extração das raízes de *C. minensis*, ao fim do período de doze meses (a e b).....39
- Figura 5: Interface de processamento do software Image J .....40
- Figura 6: Valores médios de sobrevivência de indivíduos e estacas de *C. minensis* sob diferentes intensidades luminosas (a) e tamanhos de cladódios (b). Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 95% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.....41
- Figura 07: Gráfico da Variação de sobrevivência de indivíduos resgatados de *C. minensis* nos três níveis de sombreamento e em quatro classes de fragmentação ao longo do tempo. Em que: T1= sombreamento pleno sol estacas com 10 cm, T2= sombreamento pleno sol estacas com 20 cm, T3= sombreamento pleno sol estacas com 30 cm, T4= sombreamento pleno sol e planta inteira, T5= sombreamento 50% estacas com 10 cm, T6= sombreamento 50% estacas com 20 cm, T7= sombreamento 50% estacas com 30 cm, T8= sombreamento 50% e planta inteira, T9= sombreamento 80 % estacas com 10 cm,T10= sombreamento 80 % estacas com 20 cm, T11= sombreamento 80 % estacas com 30 cm,T12= sombreamento 80 % estacas e planta inteira.....42
- Figura 8: Valores médios de enraizamento de indivíduos e das estacas de *C. minensis* sob diferentes intensidades luminosas (a) e tamanhos de cladódios (b). Em que: as médias

acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de significância de erro pelo teste de Tukey.....43

Figura 9: Boxplot contendo os valores de área de cobertura radicular (%) nos diferentes tratamentos, onde: T1= sombreamento pleno sol estacas com 10 cm, T2= sombreamento pleno sol estacas com 20 cm ,T3= sombreamento pleno sol estacas com 30 cm, T4= sombreamento pleno sol e planta inteira ,T5= sombreamento 50% estacas com 10 cm, T6= sombreamento 50% estacas com 20 cm,T7= sombreamento 50% estacas com 30 cm,T8= sombreamento 50% e planta inteira,T9= sombreamento 80 % estacas com 10 cm,T10= sombreamento 80 % estacas com 20 cm,T11= sombreamento 80 % estacas com 30 cm,T12= sombreamento 80 % estacas e planta inteira.....44

## PROPOSTA DE ARTIGO CIENTÍFICO II

Figura 1: Mapa do local de resgate de *Syagrus glaucescens* localizada em área destinada à supressão vegetal no Município de Gouveia, Minas Gerais.....60

Figura 2: Procedimento de resgate de *Syagrus glaucescens* com limpeza inicial da área (a); direcionamento do torrão (b); retirada da planta com o torão (c) e acondicionamento do indivíduo no vaso (d).....62

Figura 3: Sobrevivência de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* submetidos a três níveis de sombreamento (a) e dispostos em três classes de tamanho (b) em área de mineração no município de Gouveia-MG. Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As linhas com marcadores sobre as barras referem-se ao erro.....64

Figura 4: Teores médios de clorofila de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* submetidos a três níveis de sombreamento (a) e dispostos em três classes de tamanho (b) em área de mineração no município de Gouveia-MG. Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As linhas com marcadores sobre as barras referem-se ao erro.....66

Figura 5: Boxplot contendo os valores médios de clorofila para nível de sombreamento (a) e classes de tamanho (b) para *Syagrus glaucenses* oriundas de resgate e acondicionadas em viveiro.....67

## LISTA DE TABELAS

### PROPOSTA DE ARTIGO CIENTÍFICO I

Tabela 1: Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de <i>C. minensis</i> submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal no município de Gouveia-MG.....	40
Tabela 2: Análise de variância para o enraizamento (%) de indivíduos resgatados de <i>C. minensis</i> submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal no município de Gouveia-MG .....	43
Tabela 3: Análise de variância para a área de cobertura radicular (%) de indivíduos resgatados de <i>C. minensis</i> submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal, visando à prática mineraria no município de Gouveia-MG.....	44

### PROPOSTA DE ARTIGO CIENTÍFICO II

Tabela 1: Estratificação da população de <i>Syagrus glaucescens</i> Glaz. Becc em classes de tamanho, considerando a altura do estipe e idade ontogenética.....	61
Tabela 2: Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de <i>Syagrus glaucescens</i> de diferentes classes de alturas, submetidos a diferentes níveis de sombreamento, em área de supressão vegetal no município de Gouveia-MG.....	64
Tabela 3: Análise de variância para os teores médios de clorofila de indivíduos resgatados de <i>Syagrus glaucescens</i> de diferentes alturas, submetidos a diferentes níveis de sombreamento, em área de supressão vegetal no município de Gouveia-MG.....	65

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
CAPITULO 1: REVISÃO DE LITERATURA.....	16
1. SERRA DO ESPINHAÇO .....	16
2. ASPECTOS LEGAIS .....	19
3. RESGATE E SALVAMENTO DE ESPÉCIES .....	21
4. ESPÉCIES ESTUDADAS .....	22
4.1 <i>Cipocereus minensis</i> .....	22
4.2 <i>Syagrus glaucescens</i> .....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27
PROPOSTA DE ARTIGO CIÊNTIFICO I: ENRAIZAMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS CAULINARES E INDIVDUOS ADULTOS DE <i>Cipocereus minensis</i> (Werderm.) Ritter RESGATADOS DE ÁREAS DESTINADAS À SUPRESSÃO VEGETAL EM UM CAMPO RUPESTRE QUARTZÍTICO DA SERRA DO ESPINHAÇO, MINAS GERAIS, BRASIL. ....	32
RESUMO .....	32
ABSTRACT .....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Área de estudo .....	36
2.2 Resgate de individuos de <i>Cipocereus minensis</i> .....	36
2.3 Confeção das Estacas.....	38
2.4 Montagem e condução do experimento.....	38
2.5 Variáveis avaliadas .....	39
3. RESULTADOS .....	40
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
PROPOSTA DE ARTIGO CIÊNTIFICO II: INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E CLASSE DE TAMANHO NA SOBREVIVÊNCIA E TEORES MÉDIOS DE CLOROFILA DE INDIVÍDUOS DE <i>Syagrus glaucescens</i> Glaz. Becc RESGATADOS EM ÁREA DE SUPRESSÃO VEGETAL,EM UM CAMPO RUPESTRE QUARTZÍTICO DA SERRA DO ESPINHAÇO, MINAS GERAIS, BRASIL. ....	56

RESUMO .....	56
ABSTRACT .....	57
1. INTRODUÇÃO.....	58
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
2.1 Localização da área de estudo .....	60
2.2 Determinação das classes de tamanho.....	60
3. RESULTADOS .....	64
4. DISCUSSÃO.....	67
5. CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXO A - RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS .....	76

## INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo do tempo e da sua evolução a espécie humana tem se tornado um agente transformador das paisagens naturais, atuando diretamente sobre a manutenção da vida e seu fluxo de energia e matéria. O crescimento exponencial da população mundial, a perda de habitats, a degradação do solo, a poluição do ar e da água são algumas das principais problemáticas referentes à conservação dos ecossistemas (RAY; RAY, 2011).

Neste contexto, o conceito de degradação ecológica sugere as ações antrópicas como grandes responsáveis pela conversão e destruição de habitats. Enxergar as alterações nos ecossistemas, concentrando-se em atributos como regeneração e sucessão, contribuem para se entender os níveis e conseqüências da degradação (GHAZOUL et al., 2015). Estima-se que atualmente, o planeta Terra tenha cerca de um quarto de toda sua superfície degradada, enquanto outros 10 milhões de hectares são degradados a cada ano (UNCCD, 2015).

Ademais, diversas formas de vida são diretamente afetadas pela degradação. Animais e plantas perdem grandes faixas de seus habitats naturais, enquanto mudanças climáticas antropogênicas afetam eventos marítimos e espécies da flora nativa perdem seu espaço para agressivas invasoras (GRAIPEL et al., 2016; MANN et al., 2017; VITOUSEK; LOOPE; WESTBROOKS, 2006).

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, passou a exigir que áreas degradadas por atividades antrópicas sejam recuperadas. Deste modo, a restauração ecológica surge como uma possibilidade de se minimizar os impactos causados pela degradação ambiental, atuando na conservação de áreas naturais, transformando ecossistemas que tenham sido danificados, degradados ou destruídos, estabelecendo ou reintroduzindo a flora e a fauna (SERI, 2004). O desenvolvimento de técnicas adequadas e eficientes é um dos passos fundamentais para o sucesso da restauração (HIGGS et al., 2018) e, neste contexto, o resgate de flora pode ser considerado uma estratégia promissora.

Sob o mesmo ponto de vista, o resgate tende a ser a estratégia mais indicada em casos de endemismo e raridade de espécies (BAKER et al., 2014), em situações onde exista a dificuldade de conservação do germoplasma, propagação por estacas e/ou sementes (SUSMITA et al., 2016).

Sendo assim, a presente dissertação, intitulada “Resgate de espécies endêmicas: Estratégias para conservação da biodiversidade dos campos rupestres quartzíticos”, trata de aspectos relacionados ao salvamento de indivíduos das espécies *Syagrus glaucescens* e

*Cipocereus minensis*, bem como proposta de metodologia de resgate, condução de experimentos e análise das técnicas empregadas com a finalidade de se obter resultados satisfatórios para conservação das espécies. O projeto foi realizado a partir de parceria público-privada entre a Fundação Diamantinense de Amparo ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FUNDAEPE) e a mineradora GSM GROUP by Tracomal, em Gouveia, Minas Gerais, Brasil.

Em face ao exposto, a presente dissertação foi estruturada em três capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura e os outros dois em formato de artigos, de acordo com as normas de formatação de dissertações da UFVJM.

O capítulo em forma de artigo intitulado “Enraizamento e sobrevivência de estacas caulinares e indivíduos adultos de *Cipocereus minensis* resgatados de áreas destinadas à supressão vegetal, em um campo rupestre quartzítico da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil” objetivou avaliar a eficiência do protocolo de resgate proposto para indivíduos de *Cipocereus minensis*, bem como as melhores condições de manutenção e sombreamento para os indivíduos no pós- resgate.

No capítulo em formato de artigo “Influência dos níveis de sombreamento e classe de tamanho na sobrevivência e teores médios de clorofila de indivíduos de *Syagrus glaucescens* resgatados em área de supressão vegetal, em um campo rupestre quartzítico da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil”, avaliou-se a sobrevivência e teores médios de clorofila de indivíduos de *Syagrus glaucescens* submetidos a diferentes regimes de luz em diferentes classes de tamanho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, K. et al. Rescue, ecology and conservation of a rediscovered island endemic fern (*Anogramma ascensionis*): ex situ methodologies and a road map for species reintroduction and habitat restoration. **Botanical journal of the Linnean Society**, v. 174, n. 3, p. 461-477, 2014.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Portal da Legislação: Leis ordinárias. 2014. Disponível em: Acesso em 20/07/2018.

GHAZOUL, Jaboury et al. Conceptualizing forest degradation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 10, p. 622-632, 2015.

GRAIPEL, M. E. et al. Características associadas ao risco de extinção nos mamíferos terrestres da Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 1, 2016.

HIGGS, E. et al. On principles and standards in ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 3, p. 399-403, 2018.

MANN, M.E et al. Influence of anthropogenic climate change on planetary wave resonance and extreme weather events. **Scientific Reports**, v.7, p.1-10, 2017.

RAY, S.; RAY, I. A. Impact of population growth on environmental degradation: Case of India. **Journal of Economics and Sustainable Development**, v. 2, n. 8, p. 72-77, 2011.

Society for Ecological Restoration International -SERI. The SER International primer on ecological restoration - SERI, Tucson, Arizona, USA,2004.

SUSMITA, S. et al. Embryo rescue technology: an approach for varietal development and in vitro germplasm conservation. **International Journal of Tropical Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 841-847, 2016.

United Nations Convention to combat desertification – climate change and land degradation: bridging knowledge and stakeholders. UNCCD, 2015. UNCCD 3rd Scientific 373 Conference, Cancún, Mexico 374 Disponível em: <[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2015\\_Climate\\_LD\\_Outcomes\\_CST\\_Conf\\_ENG\\_0.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2015_Climate_LD_Outcomes_CST_Conf_ENG_0.pdf)> Acesso em: 14/08/2018

VITOUSEK, P. M; LOOPE, L. L; WESTBROOKS, R. Biological invasions as global environmental change. **American Scientist**, v.84, p. 468–478, 2006.



## **CAPITULO 1: REVISÃO DE LITERATURA**

### **1. SERRA DO ESPINHAÇO**

A Serra do Espinhaço é uma cadeia montanhosa que se estende desde a parte central de Minas Gerais até o norte da Bahia em uma faixa orogênica contínua de cerca de 1200 km (SAADI, 1995). Definida como uma formação de alta complexidade está localizada entre três grandes domínios vegetacionais: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, sendo os dois últimos considerados como hotspots de biodiversidade (NEVES et al., 2017).

De acordo com seus domínios geográficos e geotectônicos, a Serra do Espinhaço é designada de Espinhaço Meridional (MG), Espinhaço Central (MG/BA), Espinhaço Setentrional (BA/PI) e Chapada Diamantina (BA) (CHAVES et al., 2013). Em sua extensão a Serra do Espinhaço, apresenta uma fitofisionomia de grande destaque, pertencente, majoritariamente ao bioma Cerrado, os chamados: campos rupestres. Caracterizados por uma grande biodiversidade de fauna e flora, com predomínio de estrato herbáceo e graminóides, ocorrem em altitudes superiores a 900 m, possuindo um regime climático dividido em invernos secos e verões úmidos (RIBEIRO; WALTER, 1998; SILVEIRA et al., 2016).

A região do Espinhaço teve sua colonização iniciada por portugueses na segunda metade do século XVI, impulsionados pela descoberta de ouro e diamante, tendo sido esta a atividade exploratória responsável desenvolvimento colonial (DE SOUZA BRAGA, 2017).

Para o bioma Cerrado, atualmente, o uso da terra para atividades agrícolas traz maiores níveis de fragmentação que as atividades de pastagem (CARVALHO; JÚNIOR; FERREIRA, 2009). Pressões antrópicas associadas a agricultura, pecuária, queimadas descontroladas e pressão minerária são, sem sombra de dúvidas, os fatores mais limitantes na preservação do bioma para o qual, estima-se que, 43,4% de sua área (cerca de 88,5 milhões de hectares) tenha sido convertida para áreas agrícolas, áreas urbanas e de mineração (SCARAMUZZA et al., 2017).

Essas transformações do ambiente contribuem para um alto custo ambiental levando a fragmentação, perda de biodiversidade, invasão de espécies, erosão do solo, poluição da água, degradação do solo, mudanças no regime de fogo, desequilíbrios no ciclo do carbono, e provável modificação climática regional (KLINK; MACHADO, 2005).

Desta forma, o Cerrado passa a ser reconhecido como uma das áreas prioritárias para Conservação e um dos hotspots de biodiversidade, evidenciando os fatores socioeconômicos,

sociais, de endemismos, riqueza mineral, recursos hídricos e dimensões políticas de seus problemas, ressaltando-se a importância do Espinhaço como uma dessas áreas (MYERS et al., 2000; FALEIRO; LOYOLA, 2013). Estima-se que entre 35% a 70% das plantas herbáceas e arbustivas encontradas no Cerrado sejam consideradas endêmicas (FIASHI; PIRANI, 2009).

Afim se de preservar o patrimônio natural e a importância social da região, foi criada em 2005 para a porção meridional da Serra do Espinhaço, a Reserva da Biosfera do Espinhaço, reconhecida pela UNESCO, representando um marco para a visibilidade da conservação e compreendendo uma área de três milhões e setenta mil hectares (BRAGA et al., 2017).

Os campos rupestres subdividem-se em campo rupestre quartzítico e ferruginoso, de acordo com a rocha sobre a qual se desenvolvem. Os campos rupestres ferruginosos, conhecidos também como cangas, encontram-se associados às grandes jazidas de minério de ferro, enquanto que, os campos quartzíticos associam-se a rochas compostas principalmente de quartzo. Estudos apontam que a existência dos campos rupestres com suas peculiaridades está fortemente associada ao surgimento do Espinhaço (RAPINI et al., 2008; BORGES; CARNEIRO; VIANA, 2011, ALVES et al., 2014).

A vegetação rupestre resulta das condições do microclima, do afloramento rochoso e dos solos rasos e arenosos (PEREIRA; GONTIJO; DE CAMPOS ABREU, 2015). A deficiência associada aos solos de campo rupestre decorre da rocha mãe pobre em nutrientes, determinando o importante papel dos mecanismos de ciclagem de nutrientes na sustentabilidade natural desses ambientes (SILVEIRA, 2016; BENITES et al., 2007). Messias et al. (2013) cita que a composição da vegetação em afloramentos rochosos é altamente influenciada pela geoquímica, geomorfologia e propriedades físicas dos solos. Estes autores ainda ressaltam em seus estudos, que embora tenham concluído que apenas o solo em si não seja suficiente para explicar todas as diferenças encontradas na vegetação, este é capaz de explicar grande parte da variação observada na flora.

Rapini et al. (2008) descrevem a vegetação típica dos campos rupestres como sendo de plantas anuais ou com ciclo reprodutivo curto em regiões mais úmidas e com solos mais profundos, enquanto que em solos mais rasos e pobres, são mais comuns as plantas perenes com desenvolvimento lento e gemas protegidas entre folhas ou em ramos velhos. Só de angiospermas os campos rupestres apresentam 3550 espécies correspondente a 10,96% do total das espécies (REFLORA, 2018).

Silveira (2016) afirma que os campos rupestres abrigam 14% da diversidade brasileira em menos de 1% da superfície do país. Neves et al. (2018) defende que os campos rupestres

são de fato segregados em três ou quatro grupos florísticos e composição bastante distinta (Norte, Sul, Leste e Oeste), devido a sua heterogeneidade florística e ambiental, e sugere que cada grupo mereça um planejamento de conservação separado. Cerca de 30% das espécies vegetais da Serra do Espinhaço são endêmicas dos campos rupestres, podendo algumas famílias obter até 80-90% de endemismo (GIULIETTI et al., 1987).

O endemismo é uma medida da singularidade da biota de um lugar particular (YOUNG, 2016), e de modo geral, uma medida capaz de determinar a especificidade da relação entre o indivíduo e a área de sua ocorrência, no geral, relacionado a fatores como as condições do sítio, hipóteses filogenéticas, dispersão e /ou barreiras biogeográficas (KRUCKEBERG; RABINOWITZ, 1985; HARRISON; NOSS, 2017). Echternacht et al. (2011) descrevem as áreas de elevado endemismo na porção mineira da Serra do Espinhaço localizadas no Planalto de Diamantina e na Serra do Cipó.

A megadiversidade dos campos rupestres formada por um complexo mosaico de comunidades e alto grau de endemismo, cria um Centro de Endemismo Mundial (RRBE, 2017). As montanhas do espinhaço apresentam ainda áreas de micro endemismos. Algumas vezes estes conceitos ocasionam conflitos envolvendo endemismo, microendemismos e microrefúgio.

Normalmente relaciona-se microendemismos a populações bastante reduzidas que ocorrem em pequenas áreas com determinadas peculiaridades microambientais (DOBROWSKI, 2011; RIBEIRO; FERNANDES, 2000). Os microrefúgios possuem ambientes e microclima muito estáveis e distintos dos ambientes circundantes e podem ocorrer como um meio de sobrevivência durante períodos de adversidade (MOSBLECH; BUSH; VAN WOESIK, 2011), devido à alta heterogeneidade geológica e falta de conexão com outros lugares, tornando escasso o nicho ecológico (BARBOSA; FERNANDES; SANCHEZ-AZOFEIFA, 2015). Um exemplo para campos rupestre é área de ocorrência bastante restrita da espécie *Coccoloba cereifera* Schw de aproximadamente 26 km na Serra do Cipó ( MOREIRA et al., 2010).

Em contrapartida, a especulação mineraria da Serra do Espinhaço, tem levado a degradação de grandes áreas, entre elas destacam-se especialmente os campos rupestres quartizíticos, ambiente de estudo neste trabalho. Entre os principais minerais explorados na região encontram-se: quartzito, granito, gnaisse, caulim, ferro, prata, ouro, manganês, diamante, esmeralda, areia, argila, cascalho, calcário, quartzo, filito, pirita, dolomita, bauxita, serpentino, esteatito e saponito (RRBE, 2017).

Segundo dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2017) o destaque para arrecadação de royalty no setor mineral é do estado de Minas Gerais (40,6%) seguido por Pará (37,1%), que juntos corresponderam a mais de 77% da arrecadação nacional no segundo semestre de 2017. Como resultado, diversas áreas naturais vêm sendo suprimidas dando lugar a cavas e lavras que se estendem ao longo dos campos, o que tem como consequência a redução das endemias a localidades cada vez mais isoladas. Em casos extremos, as populações naturais podem se tornar inviáveis devido ao seu pequeno tamanho e fragmentação ocasionam uma baixa variabilidade genética e alta susceptibilidade ao desaparecimento (BAKER et al., 2014). Contudo, a implantação de um empreendimento minerário também atua significativamente para o desenvolvimento econômico e social do meio em que está inserido, colaborando na arrecadação do município e na geração de empregos e renda, tornando necessária a busca por um equilíbrio entre economia e meio ambiente.

Nesse sentido, projetos de conservação e preservação da fitofisionomia rupestre tem se tornado cada vez mais necessários. No ano de 2015 foi criado o Plano de Ação Nacional para a Conservação da Flora Ameaçada de Extinção da Serra do Espinhaço Meridional, no qual, afim de maximizar o número de espécies ameaçadas em áreas de conservação e minimizar conflitos com atividades de mineração, sugere-se um total de 19 microbacias de interesse para conservação, sendo 12 com prioridade extremamente alta, quatro com prioridade muito alta e três com prioridade alta (POUGY et al., 2015).

A partir de trabalhos como este, podem-se manter vivos os campos rupestres, contribuindo não apenas para a manutenção das formas de vida animal e vegetal, mas também a chave para se conhecer os processos transformadores da natureza.

## **2. ASPECTOS LEGAIS**

Diversos impactos ambientais decorridos de atividades exploratórias são produzidos ao longo do tempo, tornando este um aspecto preocupante, tendo em vista, a manutenção dos ecossistemas. Áreas exploradas e abandonadas, de forma displicente, sem quaisquer reparações geram um dano ambiental grave.

Presumisse então que atividades e empreendimentos de grande porte caracterizam-se como grandes responsáveis para tal problemática. Neste sentido, o governo federal estabeleceu iniciativas importantes frente a este panorama. Como referência em desenvolvimento ambiental no país, destaca-se a criação da Lei Federal n.º 6.938/81 que

dispõe da Política Nacional do meio ambiente e a Resolução CONAMA Nº 237/1997 que regulariza atividades e empreendimentos onde o licenciamento ambiental se faz obrigatório, para o qual, enfatizam-se diversas atividades exploratórias bem como: extração e tratamento de minerais, indústria de produtos minerais não metálicos, indústrias: metalúrgica, mecânica, química, elétrica, de borracha entre outros. Destaca-se ainda a Lei de crimes ambientais (Lei Federal n.º 9.605/98) que fornece sanções penais e administrativas para aqueles que suas atividades tragam danos ao meio ambiente.

Especialmente dedicado à mineração a fim de se determinar a restauração de áreas mineradas criou-se o Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que determina a obrigatoriedade da elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Plano de Recuperação de Áreas degradadas (PRAD), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e do Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM. Entende-se por área minerada, toda área de abrangência da atividade mineira: própria mina, os depósitos de estéril e de rejeitos, as áreas construídas, as vias de circulação e demais áreas de servidão (DNPM – NRM 21).

A legislação brasileira determina ainda como forma de se minimizar os impactos gerados a adoção de “medidas mitigadoras” e/ou “compensatórias”. Entre estas, destaca-se o resgate da flora, objeto deste estudo.

O resgate de flora pode ser realizado tanto para plântulas como para indivíduos juvenis e adultos. Para Mendonça (2013) a implantação de projeto de resgate de flora em atividades de mineração, de certo modo, facilitaria o cumprimento das obrigações especificadas no Plano de Recuperação de Áreas degradadas (PRAD) e no Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM.

Contudo ainda são poucos os trabalhos sobre resgate, considerando as dimensões da flora ameaçada (ARRUDA et al., 2010; BAKER, 2014; FERREIRA et al., 2015; DILLON; MONKS; COATES, 2018). Para os campos rupestres quartzíticos e ferruginosos a escassez de informações é ainda maior. Neste contexto, faz-se necessário conhecer as ameaças a flora rupestre, bem como as espécies mais afetadas apostando em estudos acerca de metodologias eficientes de resgates de modo a garantir a conservação das espécies.

### 3. RESGATE E SALVAMENTO DE ESPÉCIES

De acordo com Volis (2016) espécies tornam-se ameaçadas não apenas devido a atividade humana, mas também em consequência das mudanças climáticas históricas que causam o estreitamento do seu nicho ecológico, ou ainda, como resultado da menor plasticidade da espécie, ou seja, menos adaptabilidade condicionada a existência de determinados sítios biológicos.

Nos dias atuais, a biodiversidade de todo o planeta apresenta diversas espécies de fauna e flora em claro perigo de extinção. No Brasil, priorizando-se a região da Serra do Espinhaço, os endemismos e micro endemismos associados às condições naturais do microclima e a degradação destes habitats, tendem a ocasionar a redução do número de indivíduos em áreas naturais. Van Rossum et al. (2017) enfatizam que em tais condições, torna-se uma opção a utilização de estratégias de conservação, de acordo com as possibilidades existentes, levando em conta que, muitas das vezes, restam apenas três opções: a proteção e gestão das populações existentes, realocação para outros locais e conservação através do banco de sementes ou manutenção em plantas vivas em coleções.

Para as espécies ameaçadas do Espinhaço, em áreas sujeitas à supressão para a prática mineradora, os órgãos ambientais responsáveis determinam medidas compensatórias ou mitigadoras de modo a garantir a conservação das espécies, sendo o resgate de plântulas e indivíduos adultos indicados para espécies como *Cipocereus minensis* e *Syagrus glaucescens*.

Diante desse cenário, o resgate pode ser definido como a retirada de plântulas jovens e/ou adultas de espécies nativas que se desenvolvem na floresta (NAVE, 2005; SILVA et al., 2015). Para Calegari (2011), esta técnica apresenta vantagens como eximir etapas tradicionais de produção por sementes (coleta, beneficiamento, armazenamento etc.), ocasionando redução no custo de produção, adaptação climática e conservação do material genético. Outra opção o resgate genético, é geralmente aplicado a pequenas populações muito isoladas devido a onerosidade dos métodos e falta de consistência dos efeitos genéticos do resgate associados a alto custo / benefício quando comparado a outras opções alternativas de manejo para estas populações (FRANKHAM, 2015; SILVA, 2017). Deste modo, o resgate de espécies da flora em áreas liberadas para supressão vegetal tornar-se-ia uma alternativa eficaz.

Para Mendonça (2013) o principal argumento para embasar a necessidade acerca de estudos referentes ao resgate de espécies dos campos rupestres está associado ao grau de singularidade que estes ecossistemas possuem em termos de gêneros e espécies endêmicas.

As metodologias para resgate de espécies rupestres ainda estão em desenvolvimento, sendo ainda primitivas contemplando poucas espécies com estudos direcionados ao tema. Sendo assim, faz-se necessária a realização de estudos mais específicos e completos acerca das condições ideais para o resgate da flora ameaçada de forma a garantir boa sobrevivência e mantendo a biodiversidade a salvo.

## **4. ESPÉCIES ESTUDADAS**

### **4.1 *Cipocereus minensis***

Cactaceae é uma família botânica de distribuição neotropical, quase exclusivamente restrita às Américas. Com cerca de 120 gêneros, estudos apontam que as cactáceas são o quinto grupo mais ameaçado dentre qualquer outro grupo taxonômico, com cerca de 31% das espécies ameaçadas (GOETTSCHE et al., 2015). O Brasil apresenta um total de 39 gêneros de Cactaceae com 261 espécies (BFG, 2015), tornando-se o terceiro maior centro de diversidade, em termos de importância no mundo, corroborando deste modo, a importância das cactáceas dentro do contexto da biodiversidade da flora nacional (ZAPPI et al., 2011).

A ocorrência de cactáceas no país está condicionada principalmente à faixa que corresponde aos biomas Caatinga e Cerrado, ou regiões áridas e semiáridas, com regimes climáticos de secas e chuvas bem definidos. Devido ao constante déficit hídrico a flora associada a estes biomas apresenta características fenológicas e fisiológicas bastante específicas (NORA et al., 2012). Zappi (2011) descreve que no bioma Cerrado destaca-se a região dos campos rupestres da Serra do Espinhaço como um centro de diversidade de cactáceas, fortemente associadas a formações rochosas e afloramentos quartzitos. Na Caatinga a região nordeste do país, que abrange a Chapada Diamantina, apresenta elevada diversidade de espécies de cactos.

Contudo, a família Cactaceae encontra-se bastante ameaçada, devido a diversos fatores, dentre os quais pode-se destacar: avanço de práticas agrícolas nas regiões naturais, pecuária, comércio de plantas ornamentais, uso na medicina popular e alimento. No leste do Brasil, mais precisamente na região de Minas Gerais, existe um número relativamente elevado de espécies (entre 15 e 19) afetadas pela exploração de pedreiras associadas a práticas mineradoras, sendo esta, considerada a quinta ameaça mais frequente para cactos ameaçados (GOETTSCHE et al., 2015).

Dentre os gêneros de cactáceas nacionais, destaca-se o *Cipocereus*, gênero este que abrange o *Cipocereus minensis*, uma das espécies tema deste estudo. O gênero *Cipocereus* é endêmico da porção sul da Serra do Espinhaço no estado de Minas Gerais e sua ocorrência está associada a áreas de campos rupestres. Este gênero é frequentemente considerado o mais ancestral da tribo Cereeae (GORELICK, 2009) destacando-se dos demais por seu hábito colunar e possuir frutos azuis, globosos, indeiscentes e com polpa translúcida (MARTINS et al., 2016). O *Cipocereus minensis* é subdividido em duas subespécies sendo estas: subespécie *minensis* e sub-espécie *Pleurocarpus* (SOFFIATTI; ANGYALOSSY, 2003, ZAPPI; TAYLOR, 2008)

*Cipocereus minensis* (Figura 1) é uma cactaceae colunar que habita regiões a partir de 900 m de altitude, sobre afloramentos rochosos, de hábito arbustivo e caule frequentemente ramificado, suculento, de cor verde, com frutos ovóides a globosos, azulados (LOPES, 2012). Zappi e Taylor (2008) ressaltam que mesmo de hábito rupícola, as cactáceas não germinam sobre a rocha nua, sendo sua germinação e desenvolvimento associados a presença de fendas nas rochas. Apresenta botões florais azulados e flores componentes de um sistema aberto de polinização, com ação de polinizadores noturnos, principalmente morcegos, e diurnos, principalmente beija-flores (MARTINS et al., 2016).



Figura 1: Detalhes de indivíduo de *Cipocereus minensis* em ambiente natural em campo rupestre quartzítico em Gouveia, MG.

A dispersão das sementes de *Cipocereus minensis* é comumente realizada por roedores (*Thrichomys apereoides* e *Kerodon rupestris*) e provavelmente por morcegos (LOPES, 2012).



Para Taylor e Zappi (2004) o habitat da espécie é caracterizado como sendo restrito, com uma enorme amplitude térmica, baixa disponibilidade de água e presença de fogo esporádico. Outra característica da espécie é apresentar tronco com odor fortemente amadeirado após o corte, com pouca ou nenhuma mucilagem, ficando sua parte carnosa de coloração variando de laranja para marrom quando em contato com o ar (HUNT; TAYLOR, 1990).

Assim como diversas espécies de cactaceae, *Cipocereus minensis* vem perdendo espaço no seu ambiente natural, principalmente devido às atividades antrópicas. A degradação constante dos campos rupestres tem contribuído para a diminuição dos espaços de ocorrência natural da espécie somada as restrições reprodutivas dos cactos e o desaparecimento de seus principais polinizadores (MARTINS, 2016). Atualmente a espécie encontra-se enquadrada na categoria vulnerável da Lista Vermelha de Espécies ameaçadas da CNFLORA, e na categoria Menos Preocupante (LC) da Red List of Threatened Species da The International Union for Conservation of Nature (IUCN), tendo, contudo, já figurado na lista como espécie vulnerável até o ano de 2016. Esforços para manter a espécie em seu ambiente foram essenciais para a alteração da categoria na última atualização da lista no ano de 2017.

Á vista disso, fica cada vez mais clara a necessidade de estudos acerca da manutenção e preservação de espécies de distribuição restrita. Conhecer amplamente sua fenologia, fisiologia além de desenvolver técnicas de multiplicação e propagação das espécies é sem sombra de dúvidas, uma das formas mais eficazes de se preservar as espécies ao longo do tempo.

#### **4.2 *Syagrus glaucescens***

A espécie *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc., (Figura 2) conhecida popularmente como palmeirinha azul ou coco de pedra, pertence à Família Arecaceae. Foi descrita numa publicação em 1916 na obra Agricultura Coloniale 10: 470, pelo coletor Auguste François Marie Glaziou (TROPICOS, 2017). É caracterizada principalmente pelo caule solitário e decumbente, geralmente arqueado e em condições normais, frutifica durante a primavera e verão. Multiplica-se apenas por sementes, cuja germinação é baixa e pode demorar seis meses ou mais (LORENZI et al., 2010; NOBLICK, 2017).



Figura 2: Ocorrência natural de indivíduos de *Syagrus glaucescens* em afloramentos rochosos quartzíticos

Os indivíduos podem atingir até 4m de altura, possuem crescimento lento e são geralmente encontrados agrupados em pequenas subpopulações (MIOLA et al., 2010). Apresenta pico de floração sazonal com data média no mês de Maio, início da estação seca, com pico de frutificação com data média em Novembro, durante a estação chuvosa e pico de dispersão de sementes com data média em Janeiro, auge da estação chuvosa (BELO et al., 2013). *S. glaucescens* com mais 63 espécies, 2 subespécies e 14 híbridos naturais formam o gênero *Syagrus*, originário da América do Sul, com o Brasil Central e Oriental sendo o centro de sua distribuição e caracterizado pela ocorrência em uma grande diversidade de habitats com espécies ocorrendo desde o nível do mar até 1800 m de altitude, em situações de florestas tropicais e regiões áridas (NOBLICK, 2017)

Em seu estudo sobre a distribuição espacial da espécie, Miola (2011) observou que a distribuição de *S. glaucescens* foi fortemente associada aos afloramentos possivelmente ditada por uma associação entre afloramentos de quartzito, altitude, declividade, estado nutricional do solo e variáveis bióticas, como a presença de dispersores de sementes. Os indivíduos de *Syagrus glaucescens* costumam apresentar sistema radicular associado a fendas de rochas, de forma que, muitas vezes, os indivíduos apresentam grande deformação de estipe. Entretanto em solos com maior profundidade na região de Diamantina, observou-se um maior desenvolvimento radicular que proporciona maior estabilidade mecânica para o indivíduo e, possivelmente, permite a formação de um caule maior em relação à distância do solo (MIOLA; FERNANDES, 2015).

Devido às condições naturais aos campos rupestres, indivíduos de *Syagrus glaucescens* apresentam resistência ao fogo, um dos maiores agentes transformadores da natureza. Segundo Miola et al. (2010), a capacidade de resistência ao fogo da espécie exerce influência direta sobre seu padrão de distribuição. Em sua fenologia pós-fogo o grupo de indivíduos queimados floresceu e frutificou antes do grupo controle, além de ter produzido maior número de flores e frutos.

Contudo, *Syagrus glaucescens* vem tendo sua ocorrência ameaçada. Além do comércio ilegal de indivíduos para fins ornamentais, a pressão mineraria tem contribuído para desaparecimento da espécie, especialmente dado sua associação direta com os afloramentos de quartzito, material mineral de forte apresso no mercado internacional. Segundo Noblick (2017) fora de áreas protegidas como o Parque Estadual do Biribiri, o habitat natural desta palmeira diminui constantemente e a extensão total de sua ocorrência está provavelmente abaixo de 20.000 km<sup>2</sup>. Por conseguinte, é cada vez mais visível a necessidade da realização de ações para a conservação da espécie.

Na busca de avaliar o estado de conservação das espécies numa escala global a União Internacional para Conservação da Natureza criou em 1964 a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, lista esta que se baseia em diversos critérios para definir qual o nível de conservação em que uma dada espécie se encontra, contando com a colaboração de especialistas e organizações regionais.

Dentre as espécies classificadas como vulnerável está a *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc., também classificada nesta mesma categoria pela Portaria do Ministério do Meio Ambiente Nº 443, de 17 de Dezembro de 2014 ficando assim protegida de modo integral sobre cobertura da lei, com restrições quanto a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização, dentre outras (MMA, 2014).

No entanto, ainda são necessárias mais medidas para conservação da espécie. Atualmente, órgãos licenciadores, têm exigido medidas compensatórias para aqueles que instalam empreendimentos de grande impacto em áreas de ocorrências de espécies endêmicas e ou/raras, e dentre essas medidas, encontra-se a obrigatoriedade do resgate e reintrodução de indivíduos de *Syagrus glaucescens* em áreas de supressão vegetal. O presente estudo, traz em conjunto com outros ganhos, a proposta de uma metodologia de resgate, que contribua para um processo mais eficiente e com poucas perdas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES R.J.V et al. Circumscribing campo rupestre - megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Brazilian Journal of Biology**, v.74, p.355-362, 2014
- ARRUDA, L. J. et al. Resgate e translocação de *Oncidium warmingii* (Orchidaceae), espécie ameaçada de extinção de campo rupestre ferruginoso. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 5, n. 1, 2010.
- BAKER, K. et al. Rescue, ecology and conservation of a rediscovered island endemic fern (*Anogramma ascensionis*): ex situ methodologies and a road map for species reintroduction and habitat restoration. **Botanical journal of the Linnean Society**, v. 174, n. 3, p. 461-477, 2014.
- BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. A relict species restricted to a quartzitic mountain in tropical America: an example of microrefugium?. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 299-309, 2015.
- BELO, R. M. et al. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v, 64, n. 4, p. 817-828, 2013.
- BENITES, V. M. et al. Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.
- BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n.4, p.1085-1113, 2015.
- BORGES, R. A. X; CARNEIRO, M. A. A; VIANA, P. L. Altitudinal distribution and species richness of herbaceous plants in campos rupestres of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia**, v. 62, n. 1, p. 139-152, 2011.
- BRAGA, S. et al. As chancelas da Unesco como alternativas de gestão para os patrimônios culturais e naturais da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista Espinhaço**, Diamantina, v. 6,n.1 p. 29-40, 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: <://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/LEIS/L6938.htm> Acesso em: 02/07/2018
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/LEIS/L6938.htm> Acesso em: 02/07/2018
- BRASIL. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre alterações do Conselho Nacional do Meio Ambiente no licenciamento ambiental. Disponível em:<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html> Acesso em: 02/07/2018
- CALEGARI, L. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p.41-50, 2011.

CARVALHO, F. M.V; JÚNIOR, P. D. M; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological conservation**, v. 142, n. 7, p. 1392-1403, 2009.

CHAVES, M. L. S. C.; BABINSKI, M.; SILVA, M. C. R.; SCHOLZ, R. Idades U-Pb em zircão do conglomerado diamantífero de Grão Mogol (Supergrupo Espinhaço): implicações para a origem dos diamantes da Serra do Espinhaço em Minas Gerais. **Brazilian Journal of Geology**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 139-151, 2013.

Departamento Nacional de Produção Mineral – Normas reguladoras de Mineração (NR-21) Disponível em:< <http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-237-em-18-10-2001-do-diretor-geral-do-dnpm>> Acesso em: 01/08/2018

Departamento Nacional de Produção Mineral. Informe Mineral – julho-dezembro de 2017. 2017. Disponível em:<[http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe\\_mineral\\_2\\_2017](http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe_mineral_2_2017)>. Acesso em:01/08/2018

DILLON, R; MONKS, L; COATES, D. Establishment success and persistence of threatened plant translocations in south West Western Australia: an experimental approach. **Australian Journal of Botany**, v. 66, n. 4, p. 338-346, 2018.

DOBROWSKI, S. Z. A climatic basis for microrefugia: the influence of terrain on climate. **Global change biology**, v. 17, n. 2, p. 1022-1035, 2011.

ECHTERNACHT, L. et al. Areas of endemism in the Espinhaço range in Minas Gerais, Brazil. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 9, p. 782-791, 2011.

FALEIRO, F. V.; LOYOLA, R. D. Socioeconomic and political trade-offs in biodiversity conservation: a case study of the Cerrado Biodiversity Hotspot, Brazil. **Diversity and Distributions**, v. 19, n. 8, p. 977-987, 2013.

FIASCHI, P; PIRANI, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of systematics and evolution**, v. 47, n. 5, p. 477-496, 2009.

**Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 15/07/2018

FRANKHAM, R. Genetic rescue of small inbred populations: meta-analysis reveals large and consistent benefits of gene flow. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 11, p. 2610-2618, 2015.

GHAZOUL, J. et al. Conceptualizing forest degradation. **Trends in ecology & evolution**, v. 30, n. 10, p. 622-632, 2015.

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

GOETTSCHE, B. et al. High proportion of cactus species threatened with extinction. **Nature plants**, v. 1, n. 10, p. 15142, 2015.

GORELICK, R. *Brasilicereus*, *Cipocereus*, and *Pilosocereus* in Eastern Brazil. **Cactus and Succulent Journal**, v. 81, n. 3, p. 126-137, 2009.

HARRISON, S.; NOSS, R. Endemism hotspots are linked to stable climatic refugia. **Annals of botany**, v. 119, n. 2, p. 207-214, 2017.

HUNT, D.; TAYLOR, N. The genera of Cactaceae: progress towards consensus. **Bradleya**, v. 8, p. 85-106, 1990.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian cerrado. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

KRUCKEBERG, A. R.; RABINOWITZ, D. Biological aspects of endemism in higher plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, n. 1, p. 447-479, 1985.

LOPES, L. T. **Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* NP Taylor & Zappi (Cactaceae) no planalto de Diamantina-MG**. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F. ET AL. **Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p.384, 2010.

MARTINS, C. et al. Reproductive biology of *Cipocereus minensis* (Cactaceae)—A columnar cactus endemic to rupestrian fields of a Neotropical savannah. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 218, p. 62-67, 2016.

MENDONÇA; M.P. **O resgate da flora de canga**. Valor Natural, Belo Horizonte, 2013. 103p.

MESSIAS, M. C. T. B. et al. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous Brazilian rocky outcrops. **Folia Geobotanica**, v. 48, n. 4, p. 509-521, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em:

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria\\_mma\\_443\\_2014.pdf](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf)> Acesso em: 12 ago. 2017.

MIOLA, D. T. B.; FERNANDES, G. W. Growing straight versus growing decumbent: soil quality and allometry in *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae), an endemic and threatened palm of the Espinhaço Mountains, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 417-424, 2015.

MIOLA, D. TB et al. Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc. (Arecaceae). **Neotropical Biology & Conservation**, v. 5, n. 3, 2010.

- MIOLA, D. T.B et al. Modeling the spatial distribution of the endemic and threatened palm shrub *Syagrus glaucescens* (Arecaceae). **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, n. 2, p. 78-84, 2011.
- MOREIRA et al. Spatial genetic structure of *Coccoloba cereifera* (Polygonaceae), a critically endangered microendemic species of Brazilian rupestrian fields. **Conservation Genetics**, v. 11, p.1247-1255, 2010.
- MOSBLECH, N. A. Sublette; BUSH, M. B.; VAN WOESIK, R. On metapopulations and microrefugia: palaeoecological insights. **Journal of Biogeography**, v. 38, n. 3, p. 419-429, 2011.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- NAVE, A.G. Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP. **Tese (Doutorado em Recursos Florestais)**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, p.218, 2005.
- NEVES, D. M. et al. Dissecting a biodiversity hotspot: The importance of environmentally marginal habitats in the Atlantic Forest Domain of South America. **Diversity and Distributions**, v. 23, n. 8, p. 898-909, 2017.
- NEVES, D. M. et al. Lack of floristic identity in campos rupestres - A hyperdiverse mosaic of rocky montane savannas in South America. **Flora**, v. 238, p. 24-31, 2018.
- NOBLICK, L. R. A revision of the genus *Syagrus* (Arecaceae). **Phytotaxa**, v. 294, n. 1, p. 1-262, 2017.
- NORA, L. et al. Controlled water stress to improve fruit and vegetable postharvest quality. **Water Stress**. p. 59-72, 2012.
- PEREIRA, E. O; GONTIJO, B. M; DE CAMPOS ABREU, L. G. A. As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do Espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade/The ecoregions of biosphere reserve of Serra do Espinhaço (...). **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, p. 18-33, 2015.
- POUGY, N et al. **Plano de Ação Nacional para a Conservação da Flora Ameaçada de Extinção da Serra do Espinhaço Meridional**. CNCFlora, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Biogeografia da Conservação, Rio de Janeiro, 2015.
- RAPINI, A et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.
- REVISTA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO, v. 1, n. 1, p. 68. 2017.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

RIBEIRO, K. T.; FERNANDES, G. W. Patterns of abundance of a narrow endemic species in a tropical and infertile montane habitat. **PlantEcology**, v. 147, n. 2, p. 205-217, 2000.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Revista Geonomos**, v. 3, n. 1, 1995.

SCARAMUZZA, C. A. et al. Land-Use And Land-Cover Mapping Of The Brazilian Cerrado Based Mainly On Landsat-8 Satellite Images. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 6, p. 1041-1051, 2017.

SILVA, N. F. et al. Resgate de mudas de *Lychnophora pohlii* como alternativa para recuperação e conservação de campo rupestre. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 645-654, 2015.

SILVA, N. F. et al. Potential production of *Aspidosperma cylindrocarpon* seedlings via rescue seedlings. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017

SILVEIRA, F. et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016.

SOFFIATTI, P; ANGYALOSSY, V. Stem anatomy of *Cipocereus* (cactaceae). **Bradleya**, v. 21, p. 39-48, 2003.

TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden.  
Disponível em: <http://www.tropicos.org/Name/50151496>. Acesso em: 14 Feb. 2017

VAN ROSSUM, F. et al. Preserving the only endemic vascular plant taxon in Belgium in a highly anthropogenic landscape. **Plant Ecology and Evolution**, v. 150, n. 1, p. 4-12, 2017.

VOLIS, S. Conservation meets restoration—rescuing threatened plant species by restoring their environments and restoring environments using threatened plant species. **Israel Journal of Plant Sciences**, v. 63, n. 4, p. 262-275, 2016.

YOUNG, K. R. **Endemism. International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology: People, the Earth, Environment and Technology**, p. 1-3, 2016.

ZAPPI D et al. **Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 113 p. 2011.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 111-116, 2008.



**PROPOSTA DE ARTIGO CIÊNTIFICO I: ENRAIZAMENTO E SOBREVIVÊNICA DE ESTACAS CAULINARES E INDIVDUOS ADULTOS DE *Cipocereus minensis* (Werderm.) Ritter RESGATADOS DE ÁREAS DESTINADAS À SUPRESSÃO VEGETAL EM UM CAMPO RUPESTRE QUARTZÍTICO DA SERRA DO ESPINHAÇO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

**RESUMO**

A extração mineral na Serra do Espinhaço representa parcela importante no desenvolvimento regional. Contudo, o avanço das atividades minerárias tem contribuído para a degradação de ecossistemas naturais, e conseqüentemente, para a perda de habitats de diversas espécies. *Cipocereus minensis* é uma cactaceae endêmica dos campos rupestres do Espinhaço e hoje encontra-se enquadrada na categoria vulnerável de acordo com a Lista vermelha de espécies ameaçadas da CNFLORA. A fragmentação de seu habitat natural, comércio de plantas ornamentais, alimentação de comunidades locais e a expansão minerária são considerados os maiores responsáveis pelo seu desaparecimento. Atualmente empreendimentos minerários que desejem obter licenciamento em áreas de campo rupestres, são condicionados a realizar o resgate dos indivíduos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da fragmentação do caule e do sombreamento na sobrevivência de indivíduos de *C. minensis*, bem como seu desenvolvimento radicular após 12 meses de resgate, com o intuito de validar o protocolo de resgate para a espécie. Os indivíduos resgatados foram divididos em quatro classes de fragmentação (planta inteira e estacas caulinares de 10 cm, 20 cm e 30 cm) e acondicionados em ambientes com três níveis de sombreamento (pleno sol, 50% e 80%). A sobrevivência variou de 50 a 100% para os tratamentos pleno sol e sombreamento de 80%, respectivamente. A fragmentação de 30 cm apresentou as maiores médias de sobrevivência no sombreamento de 80%. A espécie apresentou alto desenvolvimento radicular, contudo os efeitos dos fatores sombreamento e tamanho das estacas não foram estatisticamente significativos. Tanto os níveis de sombreamento quanto as classes de fragmentação contribuíram significativamente para a sobrevivência dos indivíduos e estacas, resultando na recomendação do uso de sombreamento de 80% e maiores tamanhos de estacas. Deste modo, os resultados do presente validam o protocolo de resgate para a espécie, bem como a metodologia para propagação da mesma.

**Palavras-chave:** Cactaceae, salvamento, propagação vegetativa, endemismo.

## ABSTRACT

The mineral extraction in the Serra do Espinhaço represents an important part of the regional development. However, the advancement of mining activities has contributed to the degradation of natural ecosystems, and consequently to the loss of habitats of various species. *Cipocereus minensis* is an endemic cactaceae of the rock fields of the Espinhaço and today it is classified in the category vulnerable according to the Red List of endangered species of CNFLORA. Fragmentation of its natural habitat, trade in ornamental plants, feeding of local communities and mining expansion are considered the main culprits for its disappearance. Currently mining projects that wish to obtain licensing in rupestrian field areas are conditioned to perform the rescue of the individuals. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of stem and shade fragmentation on the survival of *C. minensis* individuals, as well as their root development after 12 months of rescue, in order to validate the rescue protocol for the species. The individuals rescued were divided in four classes of fragmentation (whole plant and stem stakes of 10 cm, 20 cm and 30 cm) and conditioned in environments with three levels of shading (full sun, 50% and 80%). Survival ranged from 50 to 100% for full sunlight and shade treatments of 80%, respectively. The fragmentation of 30 cm showed the highest survival means in the shading of 80%. The species showed high root development, however, the effects of the shading and stakes factors were not statistically significant. Both the shading levels and the fragmentation classes contributed significantly to the survival of individuals and cuttings, resulting in the recommendation of using 80% shading and larger stake sizes. Thus, the present results validate the rescue protocol for the species, as well as the methodology for its propagation.

**Key-words:** Cactaceae, saving, vegetative propagation, endemism.

## 1. INTRODUÇÃO

A Serra do Espinhaço abriga ao longo de sua extensão, a vegetação de campos rupestres, caracterizada por formações herbáceo-arbustivas que se desenvolvem em altitudes superiores a 900 metros (FURST, 2017). Os campos rupestres da Serra do Espinhaço estão presentes em uma faixa de 66.447 km<sup>2</sup>, ao leste do Brasil (FERNANDES et al., 2016). Considerada um centro de biodiversidade, a alta diversidade da flora local associada a grandes taxas de endemismo, caracteriza a flora do espinhaço como extremamente diversa e complexa, o que tem despertado interesse ao longo de tempo, tornando-a atualmente, foco de diversos estudos (SILVEIRA, 2016; STAUDT; ALVES; ROQUE, 2017; OLIVEIRA et al., 2017; DE JESUS; ROMERO; ROQUE, 2018; OLIVEIRA, 2017; QUEIROZ; AMORIM; CARDOSO, 2017). Alves e Kolbeck (1994) descrevem a existência de uma associação entre as espécies endêmicas da Cadeia do Espinhaço com os campos rupestres, onde sugerem que as espécies que ali se desenvolvem necessitam de certas condições bastante particulares para sobrevivência ou não são competitivas em outros ambientes. O grande número de espécies vegetais exclusivas dos campos rupestres confere à sua flora a condição de insubstituível (RAPINI et al., 2008).

Contudo os campos rupestres vêm sofrendo intensa degradação, devido principalmente às atividades antrópicas. Os campos rupestres quartzíticos da região de Diamantina apresentam elevada especulação minerária dados aos grandes depósitos de quartzito, rocha ornamental considerada nobre e de valor elevado no mercado internacional. Por conseguinte, as espécies endêmicas tornam-se diretamente afetadas pela perda do habitat natural e consequente redução do número de indivíduos. Ademais, estudos acerca da flora dos campos rupestres podem contribuir para a conservação das espécies, mantendo as atividades ecossistêmicas dos indivíduos e auxiliando na construção do conhecimento. Destaca-se neste conceito a família Cactaceae rica em espécies, muitas ocorrendo em toda a faixa do Espinhaço, onde a diversidade pode ser comparada a existente na Caatinga (ZAPPI; TAYLOR, 2008). São consideradas características marcantes da família as espécies com caules carnosos fotossintetizantes e metabolismo CAM (ZAPPI; TAYLOR, 2017). Diversas cactáceas são fortemente associadas a culturas regionais capazes de simbolizar aspectos sociais dos povos como, por exemplo, o *Cereus jamacaru* espécie-símbolo da caatinga nordestina.

Ao leste do Brasil, O gênero *Cipocereus* encontra-se restrito aos campos rupestres da porção mineira do Espinhaço, onde a espécie *Cipocereus minensis* uma cactaceae de habito

colunar, com ocorrência associada a fendas de rochas e afloramentos quartzíticos, tem recebido destaque. Conhecida popularmente como quiabo-da-lapa, ocorre geralmente em altitudes elevadas, em paisagens rupestres abertas onde predominam-se períodos climáticos bem definidos (MARTINS et al., 2016). A espécie possui interesse socioeconômico associado, considerando seu uso na alimentação de populações nativas e localização restrita esta figura na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da International Union for Conservation of Nature and Natural Resources na Menos preocupante (LC) já tendo figurado na categoria vulnerável até o ano de 2016. Em síntese, a espécie pode ser tida como uma das mais afetadas pela mineração no Espinhaço.

Diante deste cenário, órgãos licenciadores têm adotado como medida mitigadora para grandes empreendimentos minerários, o resgate de indivíduos de *Cipocereus minensis* em áreas de campos rupestres que venham a ter sua vegetação suprimida. Contudo, a prática configura ainda como muito recente, e não se conhecem metodologias adequadas a serem empregadas de modo a garantir a sobrevivência dos indivíduos pós-resgate. Medida complementar ao resgate, a propagação de *C. minensis* configura como alternativa para fins de conservação. A propagação assexuada é comumente utilizada para suculentas, dentre estas, espécies ornamentais de cactáceas. Contudo as técnicas *ex situ* são pouco difundidas quando comparadas a ampla literatura disponível para micropropagação *in vitro* para diferentes espécies de cactáceas (DE OLIVEIRA et al., 1995; DÁVILA-FIGUEROA, 2005; PÉREZ-MOLPHE-BALCH; LEMA-RUMIŃSKA; KULUS, 2014; CIVATTI et al., 2017). Uma das justificativas plausíveis é a resposta mais rápida das técnicas *in vitro*, entretanto, o emprego de estratégias *ex situ* mais simples e menos dispendiosas pode contribuir para a disseminação da técnica.

Sendo assim, objetiva-se neste trabalho estabelecer um protocolo de resgate simples e eficiente para indivíduos de *Cipocereus minensis*, avaliando o efeito da fragmentação do caule e do sombreamento na sobrevivência de indivíduos de *C. minensis*, bem como seu desenvolvimento radicular após 12 meses de resgate, com o intuito de validar o protocolo de resgate para a espécie, de modo que a eficiência da técnica venha a ser comprovada, tornando o método acessível para empresas e terceiros contribuindo para propagação da espécie e reintrodução da mesma nas áreas destinadas a restauração ecológica.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O resgate dos indivíduos de *Cipocereus minensis* ocorreu em áreas liberadas para supressão vegetal visando à ampliação da área de lavra da empresa GSM GROUP by Tracomal, em Maio de 2017. A área de aproximadamente 1,1 hectares, encontra-se situada nas coordenadas: 18°25'3.24" S e 43°48'43.17" W (Figura 1), localizada a 26 km do município de Gouveia-MG, na rodovia BR 259.

A área encontra-se inserida no bioma Cerrado, apresentando como fitofisionomia dominante os campos rupestres sobre afloramento de rochas quartzíticas. Segundo a escala de Kopper e Geiger, o regime climático da região é o tropical úmido. Apresenta temperatura média anual de 24°C no verão e 18°C no inverno com pluviosidade média anual de 1.400 mm, com estação seca e outra chuvosa bem definidas (MACHIORO, 2007). O relevo apresenta padrão levemente escalonado, com as maiores altitudes ocorrendo nos quartzitos, acima de 1.200 m (AUGUSTIN; ARANHA, 2013).

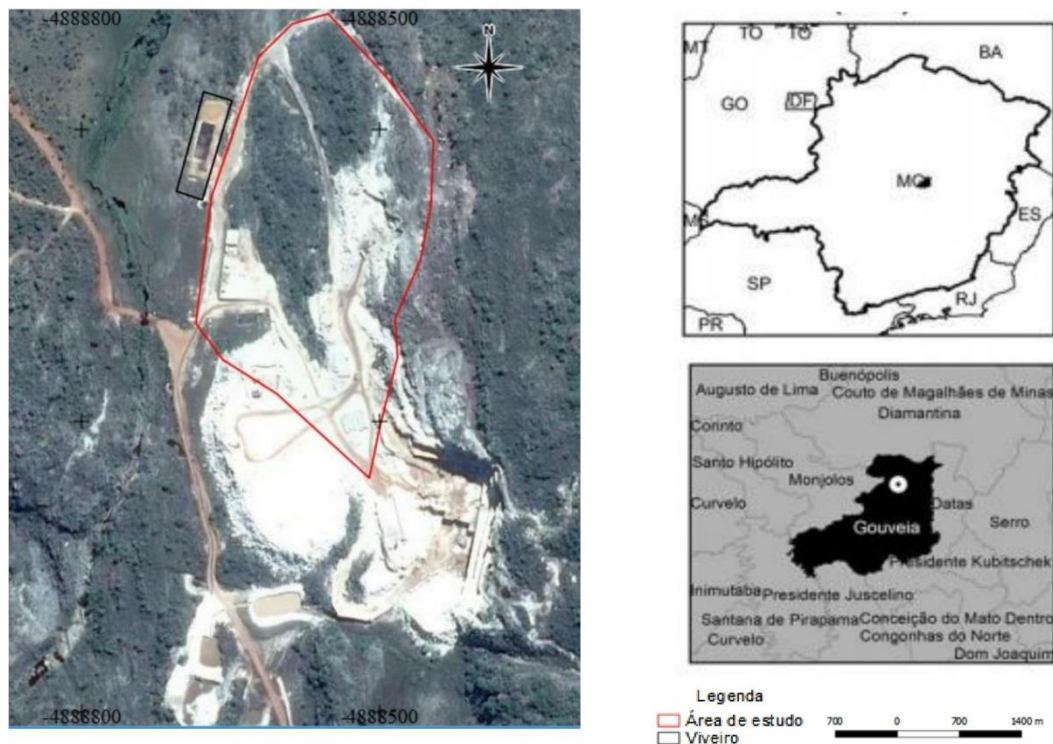


Figura 1: Mapa da área de resgate de *Cipocereus minensis* destinada à supressão vegetal no município de Gouveia, Minas Gerais.

## 2.2 Resgate de indivíduos de *Cipocereus minensis*

Os indivíduos de *Cipocereus minensis* foram resgatados no mês de Maio de 2017 de uma área destinada à supressão. O arranquio dos indivíduos de *Cipocereus minensis* (Figura 2) foi realizado impulsionando as raízes para cima com auxílio de ferramentas específicas (pá de jardinagem, facão e luvas de vaqueta) e/ou em casos em que estas se encontravam-se entre fendas de rochas, foi feito um corte na base do(s) indivíduo(s) o mais próximo possível das raízes. Em estudos preliminares realizados pelo Laboratório de Conservação de Ecossistemas e Recuperação de Áreas Degradadas constatou-se que as duas metodologias são igualmente eficientes, apresentando diferença apenas no tempo de resposta dos indivíduos pós-resgate considerando o tempo de murchamento.

O transporte foi realizado em baldes evitando danificar a estrutura do cacto. Foram resgatados 72 indivíduos variando entre 0,25 e 1,8 m de altura. Estes foram transportados imediatamente após o resgate do campo até o viveiro pertencente à lavra White Macaúbas, de propriedade da empresa mineradora GSM GROUP by Tracomal.

a)



b)



c)



d)



Figura 2: Detalhes dos procedimentos de resgate dos indivíduos de *C. minensis* : a) retirada manual dos indivíduos (b), arranquio realizado com ferramentas em indivíduos em fendas de rocha (c), Corte realizado na base do indivíduo e (d) transporte pós-resgate.

### 2.3 Confeção das Estacas

Para a fragmentação dos indivíduos e confecção das estacas (Figura 3) utilizou-se um facão e um gabarito (régua), onde as medidas encontravam-se pré-determinadas, com base em uma prospecção realizada anteriormente com o registro do número e altura média dos indivíduos e altura, o que possibilitou a definição das classes de tamanho das estacas. Deste modo, determinou-se a utilização de quatro frações de cladódios, denominados de estacas e definidas a partir de critérios padrões, como o número possível de réplicas e repetições: 10 cm; 20 cm; 30 cm e planta inteira.

Os cortes para fragmentação dos cladódios foram realizados no sentido perpendicular dos mesmos, de acordo com marcações pré-estabelecidas. Diante de observações preliminares, após a fragmentação, as estacas foram mantidas por uma hora ao tempo de pré-murchamento em ambiente aberto para emissão de secreção caulinar. Os cladódios e plantas inteiras foram acondicionadas em bandejas rasas (53x34x13 cm) contendo aproximadamente 2/3 de sua capacidade total preenchida com substrato do próprio local de resgate, quando disponível.

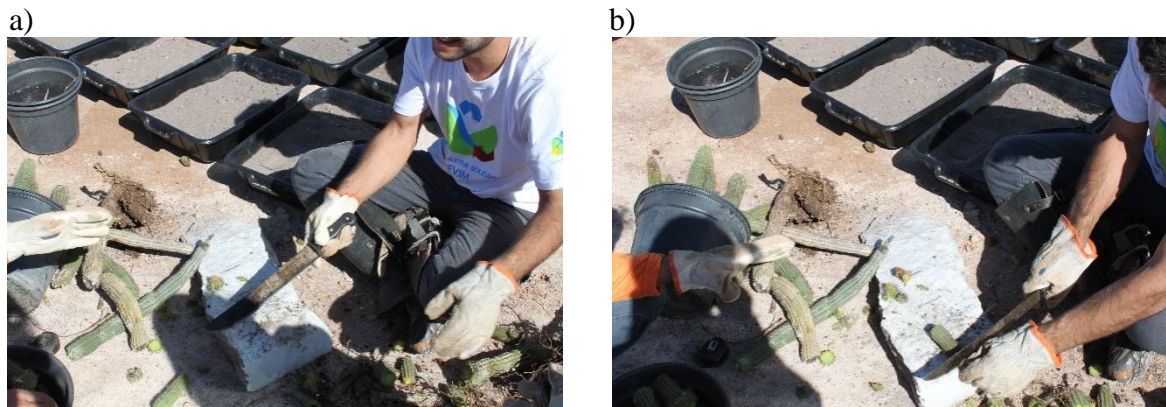


Figura 3: Destaque para o processo de fragmentação de indivíduos de *Cipocereus minensis*, a) superfície utilizada na confecção das estacas, b) fragmentação de um indivíduo.

### 2.4 Montagem e condução do experimento

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas subdivididas em que três diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 50% e 80%) compunham as parcelas principais, e as classes de tamanho as subparcelas com quatro repetições e quatro réplicas por tratamento. O mesmo foi mantido sob regime hídrico de rega manual três vezes por semana com aproximadamente 2,5 litros por rega.

## 2.5 Variáveis avaliadas

### 2.5.1 Sobrevivência

Analisou-se a sobrevivência de *Cipocereus minensis* durante doze meses (maio de 2017 a maio de 2018). Os dados de sobrevivência foram submetidos ao teste F para análise de variância ao nível de significância de 5%, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

### 2.5.2 Enraizamento

Após a desativação do experimento em Maio de 2018 realizou-se a análise radicular das estacas sobreviventes. Para tanto os indivíduos foram retirados das bandejas e sua porcentagem de enraizamento foi quantificada (Figura 4).

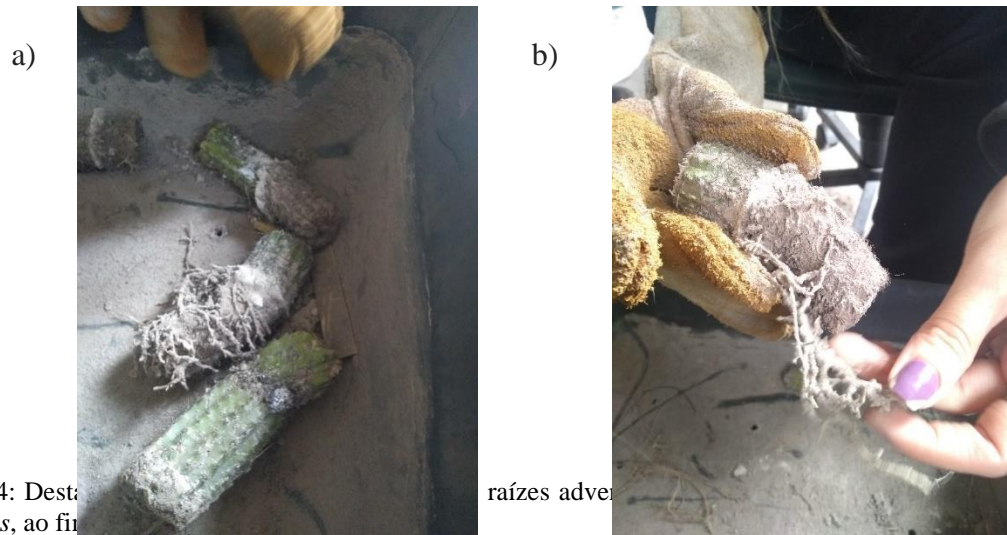


Figura 4: Destaque de raízes adventivas de estacas de *C. minensis*, ao fim do experimento.

### 2.5.3 Área de cobertura radicular

Posteriormente as raízes foram limpas e afixadas em uma superfície de cor escura, onde foram fotografadas, a cerca de 1 m do solo, com uso de câmera digital Nikon, com 24.1 megapixels. Foram obtidas 144 imagens, das quais foram escolhidas 36 com a melhor qualidade de imagem e enquadramento, sendo estas posteriormente submetidas a análise no software Image Processing and Analysis In Java, conhecido como ImageJ (Figura 5). O software permite ao usuário análises variadas a partir de uma foto digital ou imagem de scanner.

Sendo muito utilizado na análise de área foliar e cobertura do solo, a utilização do software para análise de área radicular pode ser considerada uma ação inovadora. Os dados obtidos por meio do aplicativo foram convertidos para a mesma base comum (% área de



cobertura) e os resultados foram submetidos à análise de variância ao nível de significância de 5%.

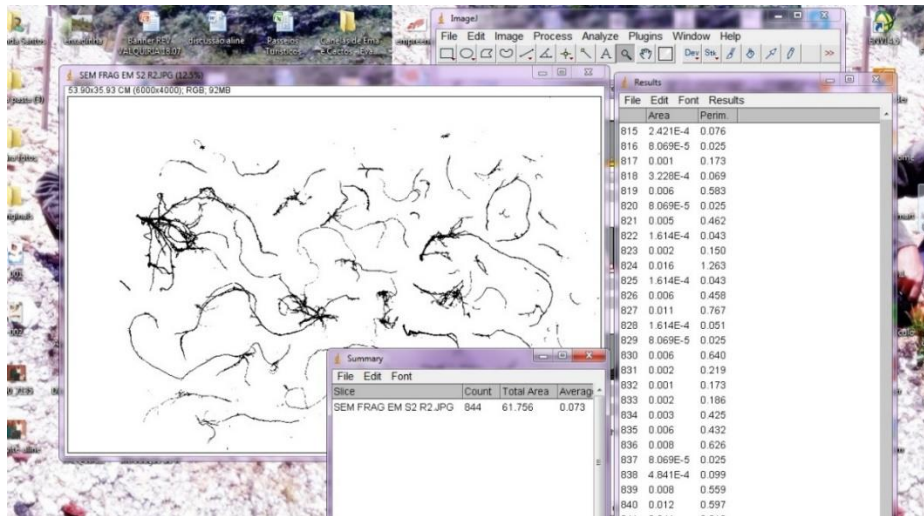


Figura 5: Interface de processamento do Software ImageJ.

Para todas as análises estatísticas univariadas, utilizou-se o software estatístico gratuito R (DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), e o pacote adicional “ExpDes” o Experimental Designs (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013). Quando os dados não apresentaram interações utilizou-se a estatística descritiva, baseada na análise e interpretação dos dados através da elaboração de gráficos que apresentem o comportamento dos dados e suas medidas dispersivas.

### 3. RESULTADOS

A sobrevivência mostrou-se significativa ( $p < 0,05$ ) para os níveis de sombreamento e classes de fragmentação considerando o período de doze meses pós-resgate, não havendo interação entre os fatores (Tabela 1). Os valores de sobrevivência dos cladódios de *C. minensis* variaram de 68,5% a pleno sol a 95,83% no sombreamento de 80% (Figura 6a), sendo estes valores significativos a 5% de significância.

**Tabela 1:** Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de *C. minensis* submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal no município de Gouveia-MG.

FV	GL	SQ	QM	Pr(>F <sub>c</sub> )
Sombreamento	2	3854.2	3854.2	<b>0.021324*</b>
Erro a	9	2851.6	316.84	
Classes de fragmentação.	3	5872.4	1957.47	<b>0.004164 **</b>
Sombreamento*Classes de	6	3229.2	538.19	0.206052

fragmentação			
Erro b	27	9492.2	351.56
Total	47	25299.5	

Cv1= 22,94%

Cv2=24,16%

Em que: \*valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\*valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

Com relação à fragmentação, observa-se que as estacas de 30 cm apresentaram uma maior sobrevivência, sendo os valores superiores aos obtidos nos demais tratamentos, embora seja estatisticamente similar aos indivíduos sem fragmentação (Figura 6b). O nível de sombreamento de 80% destacou-se como o mais eficiente, segundo o teste de médias (Figura 6a).

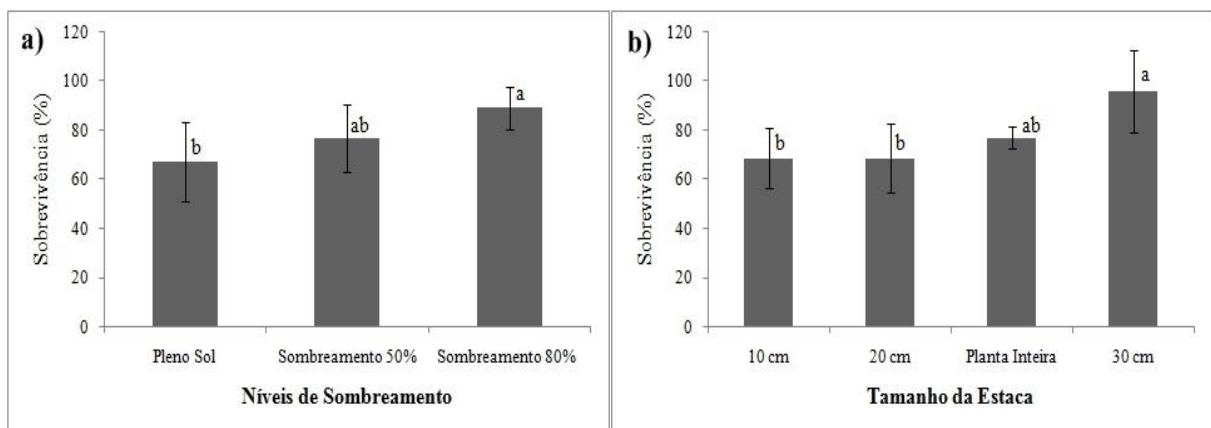


Figura 6: Valores médios de sobrevivência de indivíduos e das estacas de *C. minensis* sob diferentes níveis de sombreamento (a) e tamanhos de cladódios (b). Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 95% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

A porcentagem de sobrevivência (Figura 7) variou entre 50 e 100% ao longo de quatro tempos de avaliação (0, 4, 8 e 12 meses). Durante os quatro primeiros meses a sobrevivência (%) manteve-se superior a 80% em todos os tratamentos. O mesmo ocorreu do quinto ao oitavo mês de avaliação, apresentando porcentagem de sobrevivência superior aos 60%.

As maiores médias de sobrevivência ocorreram para o sombreamento de 80% (75 a 100%) onde existe a menor exposição direta à luz solar. Os menores índices de sobrevivência foram encontrados a pleno sol (50 e 62,5%).

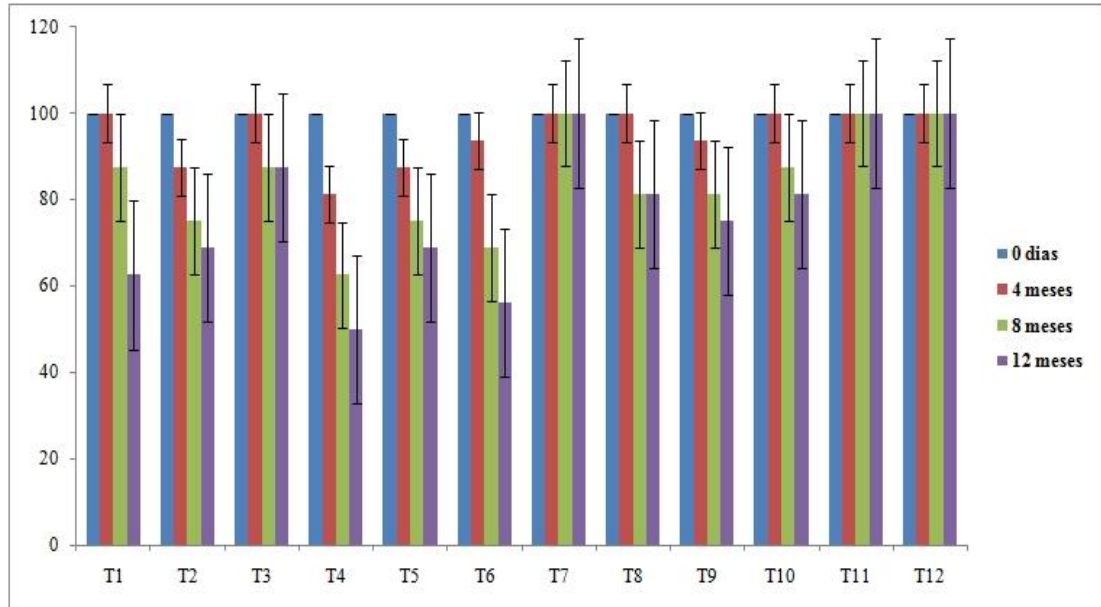


Figura 07- Variação de sobrevivência de indivíduos resgatados de *C. minensis* nos três níveis de sombreamento e em quatro classes de fragmentação ao longo do tempo. Em que: T1= sombreamento pleno sol estacas com 10 cm, T2= sombreamento pleno sol estacas com 20 cm, T3= sombreamento pleno sol estacas com 30 cm, T4= sombreamento pleno sol e planta inteira, T5= sombreamento 50% estacas com 10 cm, T6= sombreamento 50% estacas com 20 cm, T7= sombreamento 50% estacas com 30 cm, T8= sombreamento 50% e planta inteira, T9= sombreamento 80 % estacas com 10 cm, T10= sombreamento 80 % estacas com 20 cm, T11= sombreamento 80 % estacas com 30 cm, T12= sombreamento 80 % estacas e planta inteira.

A porcentagem de enraizamento nos tratamentos variou entre 50 a 100%, com média de 77% de enraizamento tanto para estacas quanto para planta inteira. Esses resultados indicam que a espécie estudada é de fácil enraizamento, visto que, não foram utilizados indutores ou promotores vegetais durante o processo. A anova apresentou resultados não significativos para influência do sombreamento e dos tamanhos das estacas no desenvolvimento radicular dos indivíduos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Análise de variância para o enraizamento (%) de indivíduos resgatados de *C. minensis* submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Gouveia-MG .

FV	GL	SQ	QM	Pr(>Fc)
Sombreamento	2	5417	2708,3	0,1566
Erro a	9	10625	1180,6	
Classes de fragmentação.	3	4721	14,236	0,1023
Sombreamento*Classes de fragmentação	6	7604	1267,4	0,0965
Erro b	27	16875	625	
Total	47	44792		

Coefficiente de Variação 1= 44.57411 %

Coefficiente de Variação 2= 32.43243 %

Em que: \*valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\*valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

Estacas de 30 cm e Planta inteira apresentaram porcentagem média de enraizamento superior, porém, estatisticamente igual as demais (Figura 8b). O mesmo ocorre para os diferentes níveis de sombreamento (Figura 8a).

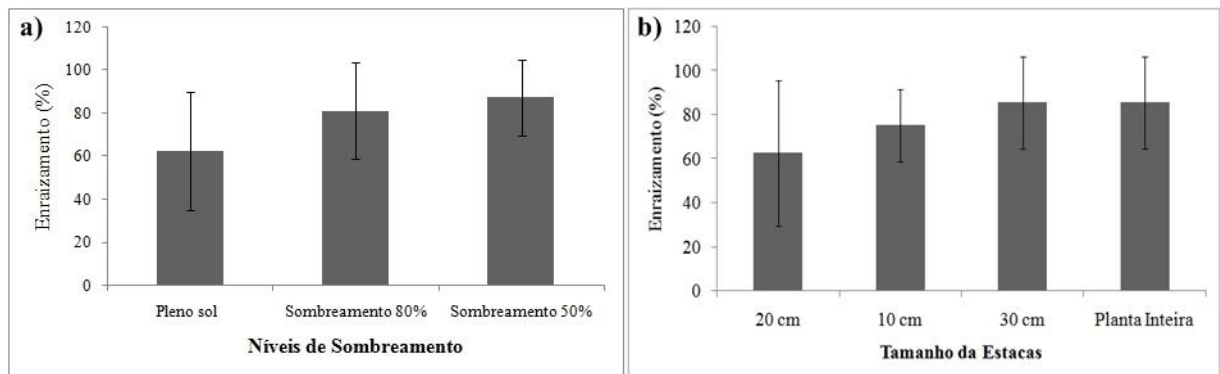


Figura 8: Valores médios de enraizamento de indivíduos e das estacas de *C. minensis* sob diferentes intensidades luminosas (a) e tamanhos de cladódios (b). Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de significância de erro pelo teste de Tukey.

Quando submetidas à Análise de Variância (ANOVA), os resultados encontrados para área de cobertura de raiz, evidenciaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos considerando os fatores analisados (Tabela3).

**Tabela 3:** Análise de variância para a área de cobertura radicular (%) de indivíduos resgatados de *C. minensis* submetidos a diferentes níveis de sombreamento e classes de fragmentação, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Gouveia-MG

FV	GL	SQ	QM	Pr(>Fc)
Sombreamento	2	69,1	34,56	0,81195
Erro a	9	1458,9	162,10	
Classes de fragmentação.	3	1429,7	476,58	0,05841
Sombreamento*Classes de fragmentação	6	1540,7	256,78	0,21136
Erro b	27	4579,3	169,60	
Total	47	9077,8		

Coefficiente de Variação 1= 56,42998

Coefficiente de Variação 2=57,72063

Em que: \*valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\*valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

Considerando os valores observados, a área de cobertura média das raízes de *C. minensis* nos diferentes tratamentos mostrou-se satisfatória, considerando que para todos os tratamentos a área radicular foi inicialmente reduzida a zero. O comportamento dos dados nos diferentes tratamentos encontra expresso na figura 9.

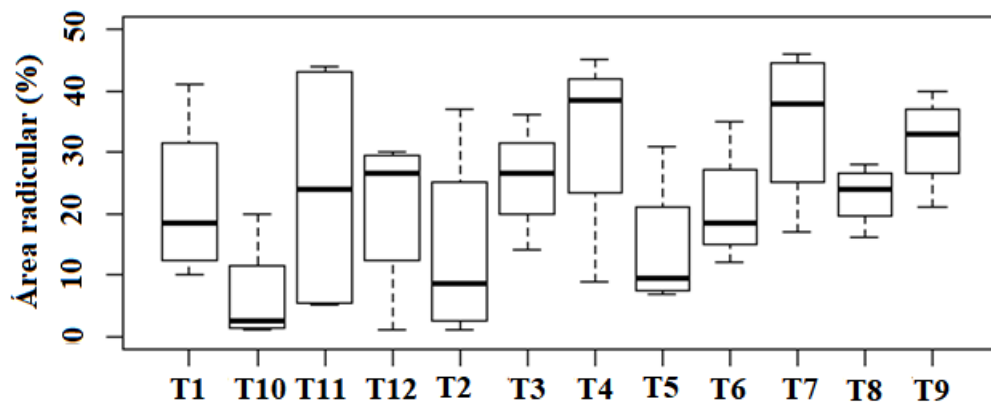


Figura 9: Boxplot contendo os valores de área de cobertura radicular (%) nos diferentes tratamentos, onde: T1= sombreamento pleno sol estacas com 10 cm, T2= sombreamento pleno sol estacas com 20 cm, T3= sombreamento pleno sol estacas com 30 cm, T4= sombreamento pleno sol e planta inteira, T5= sombreamento 50% estacas com 10 cm, T6= sombreamento 50% estacas com 20 cm, T7= sombreamento 50% estacas com 30 cm, T8= sombreamento 50% e planta inteira, T9= sombreamento 80 % estacas com 10 cm, T10= sombreamento 80 % estacas com 20 cm, T11= sombreamento 80 % estacas com 30 cm, T12= sombreamento 80 % estacas e planta inteira.

#### 4. DISCUSSÃO

Ao final do período de avaliação, a sobrevivência média foi de 89,36%. Cavalcanti (2004) analisando a multiplicação de uma espécie de cactaceae típica do semiárido brasileiro, o *Cereus jamacaru*, encontrou índices de sobrevivência de 86,92%, em média no primeiro ano, com a espécie cultivada em parcelas de campo. No segundo ano, o índice de sobrevivência foi de 86,68%, em média.

Anyona (2018) descreve que propágulos vegetativos de *Opuntia monacantha* derivados da fragmentação de cladódios, frutos imaturos e estacas caulinares são capazes de gerar novas plantas de forma bastante eficaz. Contudo, não se deve desconsiderar que estes métodos de propagação geram indivíduos clones da planta-mãe.

A propagação clonal embora permita que genótipos bem sucedidos persistam e eventualmente colonizem novos ambientes sem envolver as fases críticas de germinação e estabelecimento de plântulas, apresenta como desvantagem quando comparadas as técnicas de reprodução sexuada, a perda de variabilidade genética aumentando consequentemente o risco de ataques massivos de pragas ou agentes fitopatogênicos. Ademais, a reprodução sexuada é sempre capaz de gerar novas combinações, possibilitando também a colonização de novos ambientes através da dispersão de sementes a longas (MANJUANO et al., 1998; ROBERTS, 2017).

*C. minensis* em ambiente natural apresenta as duas formas de reprodução, muito associadas a condições do ambiente em um determinado momento. Outra consideração

importante é a de que a reprodução vegetativa é quase restrita aos cactos colunares e às espécies globulares não são passíveis de serem multiplicados dessa maneira, além de que, o número de plantas que podem ser geradas vegetativamente é limitado (PÉREZ, 2015).

Neste contexto, entender a importância da disponibilidade luminosa para as plantas auxilia no entendimento dos resultados encontrados no presente estudo. Ort (2001) já demonstrava que o regime de luz influencia a dinâmica das populações vegetais como fonte de energia e agente fundamental da fotossíntese, analisando efeitos da perda fotossintética sobre a produtividade e genética das plantas. Os sombreamentos utilizados foram escolhidos considerando-se as opções mais difundidas no comércio, visando a fácil adoção do protocolo por terceiros. Para *C. minensis*, o sombreamento de 80% mostrou ser o mais indicado.

De acordo com os resultados, verificou-se que a condição de 80% de sombreamento favoreceu a sobrevivência das estacas. Contudo em 50% de sombreamento os tratamentos apresentaram-se igualmente eficientes, o que não ocorreu para o pleno sol que se mostrou inferior, visto que, apresenta menores médias.

*C. minensis* assim como demais espécie com metabolismo CAM, está susceptível ao excesso de irradiância e super-energização do aparelho fotossintético, mesmo que em casos muito particulares, principalmente nas que possuem folhas bem desenvolvidas durante picos de absorção de CO<sub>2</sub> (LÜTTGE, 2004). Deste modo, a exposição das plantas a pleno sol pode ocasionar um excesso de irradiância nos indivíduos, principalmente nos períodos de seca em regiões onde as temperaturas aumentam consideravelmente. Lone et al. (2015) em um estudo com de plântulas de *Melocactus bahiensis* uma cactaceae ornamental muito explorada no nordeste brasileiro, obtidas por meio de germinação de sementes no jardim de xerófitas do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, encontraram 20% de sombreamento, como o nível mais indicado para o desenvolvimento vegetativo da espécie. Para *Hylocereus sp*, cactaceae frutífera popularmente conhecida como Pitaia, recomenda-se cultivo de sementes sob sombreamento de 30 a 60%, dependendo da espécie e do local (MIZRAHI; NERD, 1999) e 80% de retenção de luz para estaquia (ALMEIDA; QUEIROZ; PAULO, 2016). *Cereus jamacaru* normalmente é propagado em sombreamento não superior 50% (CORREIA et al., 2011).

Como descrito amplamente na literatura, cactos possuem a capacidade de se reproduzir assexuadamente (MOREIRA et al., 2017; CAMPOS et al., 2017; BADALAMENTI et al., 2016). Propagação clonal é comum em suculentas que habitam locais susceptíveis ao estresse ambiental, que conseqüentemente desprendem brotos e raízes adventícias (GRIFFITHS; MALES, 2017).

A eficiência dos diferentes tamanhos de estacas e da planta inteira na indução da formação de raízes demonstra a eficiência do método. Em casos isolados estacas não apresentaram qualquer tipo de iniciação radicular, enquanto que alguns indivíduos que vieram a perecer até o fim das avaliações, apresentaram desenvolvimento de raízes adventícias em algum momento no período pós - resgate. Estacas de 30 cm mostraram-se mais eficiente que as demais, embora seja estatisticamente similar aos indivíduos sem fragmentação.

Pode-se ainda descrever os demais tamanhos de estacas (20 e 10 cm) como bastante eficientes em nível de sobrevivência. Villa Nova et al. (2017) descrevem que para estacas de *Physalis angulata* não foi encontrada diferença para os tamanhos testados (5,10 e 15 cm), já para *Physalis pubescens* estacas de maior tamanho (15 cm) apresentaram-se superiores as de 5 e 10 fazendo com que, de maneira geral, o tamanho das estacas afete a propagação assexuada de *Physalis*. O autor ainda indica que estacas de 15 cm, as maiores testadas em seu estudo, são mais apropriadas para a produção de mudas de *Physalis*.

Cactáceas nativas e especialmente as espécies ameaçadas ainda carecem de estudos para determinação de metodologias eficientes para resgate e propagação. Diferente de espécies frutíferas que possuem uma diversidade de técnicas e ou/ estudos associados, pesquisas associadas a cactáceas rupestres ainda encontram-se bastante introdutórias. Na micropropagação, por exemplo, cada espécie apresenta diferentes respostas às condições de multiplicação, enraizamento e processo de aclimatização (HUBSTENBERGER et al. 1992). A propagação por estacas caulinares em cactáceas possui alto potencial de desenvolvimento, visto que, comprovadamente é uma estratégia prática e eficaz. Contudo, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias propagativas eficientes para as diferentes espécies de cactáceas.

O surgimento de raízes adventícias pode ser afetado por fatores diversos. Fachinello et al. (1994) citam o substrato e o potencial genético de enraizamento da espécie como condições importantes, para uma eficiente protusão radicular. No presente trabalho, o substrato utilizado foi o mesmo coletado no local do resgate, estabelecendo deste modo, poucas diferenças nutricionais ao indivíduo no período experimental. Ademais, a utilização de estaquia para propagação de plantas ornamentais especialmente cactáceas frutíferas, é bastante conhecida, expressando deste modo o potencial genético de espécies de cactos para o presente método de propagação.

A formação de raízes adventícias é um importante mecanismo para a tolerância a estresses, como por exemplo, inundações, deficiência de nutrientes e ferimentos tanto para espécies de monocotiledôneas quanto para as dicotiledôneas (STEFFENS; RASMUSSEN,

2016). Possivelmente, a fragmentação dos indivíduos levou a perturbação semelhante a ferimentos que induziram a espécie a protusão radicular. As raízes adventícias passam então a desempenhar importante papel adaptativo e tornam-se responsáveis por três funções específicas nas plantas: aquisição de água e nutrientes do solo, ancoragem da planta a um substrato e armazenamento de reservas alimentares (GEISS; GUTIERREZ; BELLINI, 2009). A capacidade de formar rapidamente uma grande quantidade de raízes adventícias oferece uma vantagem seletiva para espécies que se propagam vegetativamente, desempenhando assim um papel primordial na propagação clonal.

O que pouco se sabe, é que espécies da família cactaceae possuem seu desenvolvimento primário ligado a condições ambientais, principalmente em terras áridas e semiáridas (SHISHKOVA et al., 2013). Este crescimento indeterminado se baseia na rápida diferenciação das células do meristema apical da raiz. Shishkova et al. (2007) propõe uma metodologia para regeneração de raízes de propágulos decactáceas rápida e eficiente: leva apenas de 14 a 18 semanas da esterilização de plântulas até a regeneração completa das raízes.

A rápida formação das raízes adventícias pode ser considerada uma estratégia das cactáceas para ambientes ou momentos de limitações. Contudo, as informações sobre a ecofisiologia das raízes adventícias são muito escassas. Em termos gerais, estuda-se muito mais o surgimento de raízes laterais e desenvolvimento radicular primário, do que a caracterização das raízes adventícias, normalmente os estudos visam o desenvolvimento de sistemas radiculares para fins de agricultura e horticultura (ROST, 1993; SHISHKOVA; ROST; DUBROVSKY, 2007; WHITE et al., 2013; GLADISH; KOEVOETS et al, 2016).

Os fatores abióticos como luz, temperatura e nutrição são considerados como indutores da formação de raízes adventícias (GEISS; GUTIERREZ; BELLINI, 2009; REHEM et al., 2009; BRITO et al., 2014). Alberto et al., (2013) ressaltam que fatores como a intensidade luminosa podem atuar sobre o sucesso da propagação de *Opuntia boldinghii*, o que pode ocorrer para outras espécies da família cactaceae. De acordo com o observado para *C. minensis*, a espécie possui comportamento singular. Desta maneira, os diferentes níveis de luminosidade não demonstraram diferenças significativas quando relacionados a variável área de cobertura. Verifica-se também que a área de cobertura de raízes não foi afetada nem pelas classes de tamanho dos indivíduos nem pela intensidade luminosa. Todos os fatores apresentaram médias estatisticamente iguais.

Contudo, diante da análise dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar grande variação entre as medianas e limites estabelecidos nos tratamentos, embora estatisticamente apresentem médias iguais. Fatores biológicos associados ao desenvolvimento



de raízes de espécies de cactáceas podem auxiliar no entendimento acerca dos resultados, quando analisamos os boxplots resultantes.

O tamanho das estacas é um fator importante para o desenvolvimento do sistema radicular adventício, afinal, os indivíduos utilizam de suas reservas no início do processo de enraizamento (HARTMANN et al., 2002). Contudo, no presente trabalho, não houve diferença estatística entre os tamanhos das estacas e a produção radicular, mas em contrapartida, sabe-se que o enraizamento nas espécies submetidas a estaquia é dependente de muitos fatores, principalmente biológicos.

Sugere-se que estacas de maior tamanho apresentam maiores reservas nutricionais, bem como, reservas de carboidratos. Os carboidratos servem como fonte de energia e de esqueletos de carbonos que são necessários para a formação de novos tecidos, incluindo raízes (MALAVASI, 1994). Fachinello et al. (1994), aponta que as quantidades de carboidratos e substâncias promotora e inibidoras do enraizamento estão distribuídas de maneira heterogênea ao longo do ramo de um vegetal, sendo assim, estacas com maiores dimensões tendem a conter mais reservas o que favorece a sobrevivência e enraizamento. Desta maneira, apresentariam respostas mais eficientes e consistentes quando submetidas a fragmentação.

Inicialmente, durante o esforço de sobrevivência as estacas de maior tamanho garantem maiores recursos energéticas, afinal, o início do enraizamento adventício requer gastos significativos de energia.

A idade fisiológica/maturação dos indivíduos matriz também afeta a eficiência radicular (VILLANOVA, 2017; AGULLÓ et al,2014), contudo neste trabalho, optou-se pela utilização de indivíduos sadios que não apresentassem quaisquer indícios de senescência, o que pode ter contribuído para o sucesso do enraizamento em todos os tratamentos, mesmo sem o conhecimento de sua “idade fisiológica”.Foram selecionados para o resgate os indivíduos matriz com maiores comprimentos. As estacas foram confeccionadas aleatoriamente de acordo com o tamanho real dos indivíduos.

Analisando-se o boxplots podemos observar que os tratamentos de T4, T7 e T9 (Planta inteira a pleno sol, 30 cm no sombreamento de 50% e 10 cm no sombreamento de 80% respectivamente) apresentaram maiores valores medianos de área radicular quando comparando a dispersão em termos relativos. Notadamente, planta inteira e classe de fragmentação de 30 cm apresentaram maior superfície de contato e reserva o que propiciou o desenvolvimento em situações de maior luminosidade, enquanto que, indivíduos de 10 cm necessitaram de menor radiação incidente para obtenção de resultado semelhante, talvez o fato se relacione diretamente a abundância de tecido fotossintético.

As raízes dos cactos formam um sistema simples capaz de se desenvolver adaptações que ajudam as plantas a sobreviverem em zonas mais áridas e a estresses fisiológicos. O desenvolvimento do sistema radicular adjacente, geralmente ocorre quando os tecidos são expostos a condições indutoras como o contato com um substrato e/ou disponibilidade hídrica (DE KLERK; VAN DER KRIEKEN; DE JONG, 1999).

Santos et al. (2010) acreditam que o comprimento da estaca pode afetar o crescimento inicial de *pitaiadevido* não apenas a sua relação com as reservas de carboidratos, mas também ao conteúdo de auxinas endógenas presentes nos indivíduos. Segundo López et al. (2000), o tamanho do cladódio, entre outros fatores, também influencia no poder de enraizamento em cactos, principalmente pitaiás, através da produção e translocação de hormônios e carboidratos necessários para a formação de raízes. Bastos (2006) descreve que para pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*) sem a aplicação de regulador, as estacas de 25 e 15 cm apresentaram 81,6% e 70,5% de enraizamento, respectivamente. As estacas de 25,0 cm também apresentaram maior número de raízes em relação às estacas de 15 cm.

O nível de auxinas comprovadamente colabora para o enraizamento nas espécies (POP; PAMFIL; BELLINI, 2011; LEGUÉ; RIGAL; BHALERAO, 2014). Estacas com maiores comprimentos podem apresentar naturalmente maior volume de auxinas. No caso de cactáceas os níveis de auxinas endógenos naturais são considerados bastante satisfatórios, se comparado a espécies lenhosas e semi-lenhosas (PEREIRA; PERES, 2016). O hormônio apresenta-se naturalmente nas espécies vegetais, contudo, seus índices podem não ser satisfatórios fazendo-se necessário o uso de auxina exógena. Normalmente maiores estacas apresentam naturalmente altos níveis de auxinas endógenas, tornando os indivíduos capazes de superar adversidades físicas por maiores períodos ou iniciar a produção radicular mais rapidamente. Ademais, a influência dos níveis de etileno e citocinas é um fator passível de ser considerado (LOPEZ, 2012), porém, bastante complexo de ser mensurado. Neste contexto, as interações complexas entre fatores endógenos e o ambiente determinam a necessidade de maiores estudos acerca da propagação de *C.minensis*.

Verifica-se, de forma geral, que a grande maioria dos dados indica área radicular bastante dispersa. Nota-se uma maior variação dos dados para T11 (sombreamento de 80% com estacas de 20 cm) e menor variação para T8 (sombreamento de 50% e planta inteira). Provavelmente, o desempenho radicular nos tratamentos esteja relacionado as altas taxas de desenvolvimento radicular de indivíduos da família Cactaceae. No presente estudo, as medidas dispersivas apresentam-se bastante simétricas entre os tratamentos no geral, o que não ocorre entre os fatores sombreamentos e classe de fragmentação. Deve-se salientar que a

título de conservação biológica, os valores encontrados são considerados divergentes analisando a amplitude de distribuição dos dados.

Diante do exposto, os fatores analisados tornam a propagação de *Cipocereus minensis* uma prática comprovadamente fácil e eficaz, podendo-se utilizar de poucos recursos para um resultado satisfatório.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que:

- O protocolo proposto para o resgate de *Cipocereus minensis* mostrou-se eficiente quando utilizado em conjunto com a metodologia testada;
- O sombreamento influenciou tanto na sobrevivência das estacas quanto das plantas resgatadas. Pode-se inferir que menores níveis de luminosidade proporcionaram maiores taxas de sobrevivência;
- Para as classes de fragmentação, as mais indicadas para estacas de *C. minensis* são as de maiores comprimentos e/ou os indivíduos inteiros sem fragmentação;
- Os valores encontrados para porcentagem de enraizamento nos tratamentos contribuem para que a espécie seja considerada de fácil enraizamento;
- *Cipocereus minensis* não tem seu desenvolvimento radicular afetado pelo sombreamento ou pelas classes de tamanho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTÓN, M. Á et al. Early steps of adventitious rooting: morphology, hormonal profiling and carbohydrate turnover in carnation stem cuttings. **Physiologia plantarum**, v. 150, n. 3, p. 446-462, 2014.
- ALBERTO, C; PEREIRA, P; VALENCIA, M. Propagación vegetativa natural de *Opuntia boldinghii* Britton y Rose (Cactaceae). **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 4, n. 2, p. 271-283, 2013.
- ALMEIDA, E. I. B; QUEIROZ, R. F; PAULO, J. Shading of stock plants and the use of auxin in red pitaya cuttings Sombreamento de plantas matrizes e uso de auxina na estaquia de pitáia vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 2977-2988, 2016.
- ALVES, R. J. V.; KOLBEK, J. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. **Vegetatio**, v. 113, n. 2, p. 125-139, 1994.
- ANYONA, O. H. **Diversity, Distribution and Propagation Methods for Cacti Species (Cactaceae) from Arid and Semi-Arid Lands of Kenya**. 2018. 110p. Tese (Doutorado em Jkuat Agriculture), Kenya, 2018.
- AUGUSTIN, C. H.R. R; ARANHA, P. R. A. A OCORRÊNCIA DE VOÇOROCAS EM GOUVEIA, MG: CARACTERÍSTICAS E PROCESSOS ASSOCIADOS. **Revista Geonomos**, v. 14, n. 2, p. 75-86. 2013.
- BADALAMENTI, O. et al. Is in vitro micrografting a possible valid alternative to traditional micropropagation in Cactaceae? *Pelecyphora aselliformis* as a case study. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 201, 2016.
- BASTOS, D. C. et al. Propagation of red pitaya (*Hylocereus undatus*) by cuttings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.
- CAMPOS, J. A et al. BROTAÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS EM SUBSTRATO ALTERNATIVO DE CASCA DE ARROZ CARBONIZADA. **HOLOS**, v. 7, p. 148-167, 2017.
- CAVALCANTI, N. de B. **Índice De Sobrevivência E Crescimento Do Mandacaru (Cereus Jamacaru P. Dc.) Na Caatinga. In: Embrapa Semiárido -Artigo Em Anais De Congresso (ALICE)**. In: Reunião Nordestina De Botânica. Nº 27. Petrolina PE. 2004.
- CIVATTI, L. M. et al. In vitro multiplication and genetic stability of two species of *Micranthocereus* Backeb.(Cactaceae) endemic to Bahia, Brazil. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 131, n. 3, p. 537-545, 2017.
- CORREIA, D. et al. Propagação de mandacaru sem espinhos. **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2011.
- DÁVILA-FIGUERO, C. Aet al. In vitro propagation of eight species or subspecies of *Turbincarpus* (Cactaceae). **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 41, n. 4, p. 540-545, 2005.

DE JESUS, J. C; ROMERO, R; ROQUE, N. Two new species of *Microlicia* (Melastomataceae) from the Septentrional Espinhaço, Bahia, Brazil. **Phytotaxa**, v. 343, n. 3, p. 240-248, 2018.

DE KLERK, G.J; VAN DER KRIEKEN, W; DE JONG, J. C. Review the formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 35, n. 3, p. 189-199, 1999.

DE OLIVEIRA, S. A. et al. In vitro propagation of *Cereus peruvianus* Mill.(Cactaceae). **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 31, n. 1, p. 47-50, 1995.

MANDUJANO, M. D.C .et al. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan Desert. **Journal of Ecology**, v. 86, n. 6, p. 911-921, 1998.

FACHINELLO, J. C. et al. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: UFPEL, p.179 ,1994.

FERNANDES, G. W. et al. Cerrado to rupestrian grasslands: patterns of species distribution and the forces shaping them along an altitudinal gradient. In: **Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil**. Springer, Cham, 2016. p. 345-377.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes: Experimental Designs pacakge**. R package version 1.1.2. 2013.

FURST, H. et al. Rebrotamento pós-fogo em arbusto ameaçado e microendêmico dos campos rupestres da Serra do Cipó, sudeste do Brasil. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 12, n. 2, 2017.

GEISS, G; GUTIERREZ, L; BELLINI, C. Adventitious root formation: new insights and perspectives. **Annual plant reviews**, v. 37, p. 127-156, 2009.

GLADISH, D.K.; ROST, T. L. The effects of temperature on primary root growth dynamics and lateral root distribution in garden pea (*Pisum sativum* L., cv. "Alaska"). **Environmental and Experimental Botany**, v. 33, n. 2, p. 243-258, 1993.

GRIFFITHS, H; MALES, J. Succulent plants. *Current Biology*, v. 27, n. 17, p. R890-R896, 2017.

GUIMARÃES SANTOS, C. M. et al. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, 2010.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880p.

HUBSTENBERGER, J. F.; CLAYTON, P. W.; PHILLIPS, G. C. Micropropagation of cacti (Cactaceae). **Biotechnology in agriculture and forestry**, 1992.

THE INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Versão: 2018. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em: 05/06/2018.

- KOEVOETS, I. T. et al. Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 1335, 2016.
- LEGUÉ, V; RIGAL, A; BHALERAO, R. P. Adventitious root formation in tree species: involvement of transcription factors. **Physiologia plantarum**, v. 151, n. 2, p. 192-198, 2014.
- LEGUÉ, Valérie; RIGAL, Adeline; BHALERAO, Rishikesh P. Adventitious root formation in tree species: involvement of transcription factors. **Physiologia plantarum**, v. 151, n. 2, p. 192-198, 2014.
- LEMA-RUMIŃSKA, J; KULUS, D. Micropropagation of cacti—a review. **Haseltonia**, v. 18, p. 46-63, 2014.
- LONE, A. B et al. Desenvolvimento vegetativo de *Melocactus bahiensis* (Cactaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Ceres**, v. 56, n. 199-203, 2015.
- LÓPEZ, R.; DÍAZ J.C.; FLORES G. Propagación vegetativa de tres especies de cactáceas: Pitaya (*Stenocereus griseus*), Tunillo (*Stenocereus stellatus*) y Jotilla (*Escontria chiotilla*). **Agrociencia**, v.34, n.4, p. 363-367,2000.
- LOPEZ, A. V. et al. Adventitious root formation in ornamental plants: III. Molecular Biology. **Propagation of Ornamental Plants**, v. 12, n. 2, p. 75-88, 2012.
- LÜTTGE, U. Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM). **Annals of botany**, v. 93, n. 6, p. 629-652, 2004.
- MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas—perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 131-35, 1994.
- MARCHIORO, E. Dimensão de parcelas experimentais: influência nas medidas de escoamento superficial e erosão do solo em Gouveia/MG. **Revista Geografias**, v. 3, n. 2, p. 7-16, 2007.
- MARTINS, C et al. Reproductive biology of *Cipocereus minensis* (Cactaceae)—A columnar cactus endemic to rupestrian fields of a Neotropical savannah. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 218, p. 62-67, 2016.
- MIZRAHI, Y; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. **Perspectives on new crops and new uses**, p. 358-366, 1999.
- MOREIRA, A. R et al. Determinação do comprimento da estaca para a produção de mudas de pitáia (*Hylocereus costaricensis*) em ambiente protegido. **Tecno-Lógica**, v. 21, n. 2, p. 41-45, 2017.
- OLIVEIRA, P.A et al. Phytosociology of the herbaceous-subshrub layer of a rupestrian complex in Serra do Espinhaço, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** v.32, n.1, p.141–149,2018.

- OLIVEIRA, C. N et al. A new record of *Calassomys apicalis* (Rodentia, Cricetidae) in the Espinhaço Mountain Range, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 18, n. 3, 2017.
- ORT, D. R. When there is too much light. **Plant physiology**, v. 125, n. 1, p. 29-32, 2001.
- PEREIRA, F. B; PERES, F. S. B. Nutrição e enraizamento adventício de plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 319-326, 2016.
- PÉREZ-MOLPHE-BALCH, E; DÁVILA-FIGUEROA, C. A. In vitro propagation of *Pelecypora aselliformis* Ehrenberg and *P. strobiliformis* Werdermann (Cactaceae). **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 38, n. 1, p. 73-78, 2002.
- PÉREZ, Eugenio et al. Tissue culture of ornamental cacti. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 6, p. 540-561, 2015.
- POP, T. I.; PAMFIL, D; BELLINI, C. Auxin control in the formation of adventitious roots. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 39, n. 1, p. 307-316, 2011.
- QUEIROZ, A; AMORIM, A. M.; CARDOSO, D. A new bristle-leaved species of *Sauvagesia* (Ochnaceae) endemic to the Espinhaço Range, Brazil. **Systematic Botany**, v. 42, n. 2, p. 346-350, 2017.
- RAPINI, A et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.
- ROBERTS, D. G. et al. Clonality disguises the vulnerability of a threatened arid zone *Acacia*. **Ecology and evolution**, v. 7, n. 22, p. 9451-9460, 2017.
- SHISHKOVA, S.; ROST, T. L.; DUBROVSKY, J. G. Determinate root growth and meristem maintenance in angiosperms. **Annals of Botany**, v. 101, n. 3, p. 319-340, 2007.
- SHISHKOVA, S et al. Determinate primary root growth as an adaptation to aridity in Cactaceae: towards an understanding of the evolution and genetic control of the trait. **Annals of botany**, v. 112, n. 2, p. 239-252, 2013.
- SHISHKOVA, Svetlana et al. Regeneration of roots from callus reveals stability of the developmental program for determinate root growth in Sonoran Desert Cactaceae. **Plant cell reports**, v. 26, n. 5, p. 547-557, 2007.
- SILVEIRA, F. A.O et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016.
- STAUDT, M. G; ALVES, M; ROQUE, N. Asteraceae in the northern Espinhaço Range, Brazil: richness, endemism and conservation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 4, p. 698-719, 2017.
- STEFFENS, B; RASMUSSEN, A. The physiology of adventitious roots. **Plant Physiology**, v. 170, n. 2, p. 603-617, 2016.
- VILLA, F et al. Estaquia na propagação de espécies de fisális. **MAGISTRA**, v. 28, n. 2, p. 185-193, 2017.

VILLANOVA, J et al. Multiple factors influence adventitious rooting in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) stem cuttings. **Plant Growth Regulation**, v. 81, n. 3, p. 511-521, 2017.

WHITE, P J. et al. Matching roots to their environment. **Annals of Botany**, v. 112, n. 2, p. 207-222, 2013.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 111-116, 2008.

ZAPPI, D.C; TAYLOR, N.P. Flora of the cangas of Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Cactaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 3SPE, p. 925-929, 2017.



**PROPOSTA DE ARTIGO CIÊNTIFICO II: INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E CLASSE DE TAMANHO NA SOBREVIVÊNCIA E TEORES MÉDIOS DE CLOROFILA DE INDIVÍDUOS DE *Syagrus glaucescens* Glaz. Becc RESGATADOS EM ÁREA DE SUPRESSÃO VEGETAL, EM UM CAMPO RUPESTRE QUARTZÍTICO DA SERRA DO ESPINHAÇO, MINAS GERAIS, BRASIL.**

**RESUMO**

Os Campos Rupestres é fitofisionomia pertencente ao bioma Cerrado, sendo caracterizados por grandes alforamentos rochosos com vegetação herbácea-arbustiva. Os campos rupestres quartzíticos encontrados no Espinhaço Meridional apresentam inúmeras reservas minerais que vem atraindo grande especulação minerária. Essa problemática vem afetando a manutenção das espécies nestes ecossistemas, como por exemplo, *Syagrus glaucescens* uma palmeira de médio porte e caule decumbente endêmica do Espinhaço Meridional e considerada vulnerável a extinção. Atualmente o resgate de indivíduos de *S. glaucescens* aparece como medida mitigadora nos licenciamentos de empreendimentos minerários nos campos rupestres. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer uma metodologia eficiente de resgate para indivíduos da espécie bem como analisar o sucesso do resgate de acordo com a sobrevivência e teores médios de clorofila das folhas dos indivíduos. O resgate ocorreu em 2016, em área liberada para supressão da empresa GSM GROUP by Tracomal, Gouveia, MG. O experimento foi conduzido em viveiro na área da Lavra White Macaúbas, dentro dos limites da empresa. Utilizou-se a estratificação dos indivíduos em três classes de tamanho, pequena (0 a 14 cm), média (15 a 60 cm) e grande (61 cm a 3,5 m) e quatro níveis de sombreamento (pleno sol, 30%, 50% e 80%) para os quais, testou-se o efeito destas combinações sobre a sobrevivência de indivíduos de *S. glaucescens*, avaliados aos 15 meses após resgate e acondicionamento, avaliando-se a sobrevivência e clorofila total. Para as análises estatísticas utilizou-se o software R. Até o fim do período de avaliações a sobrevivência variou de 50 a 100%, sendo a maior sobrevivência obtida para a classe tamanho grande e sombreamento de 80%, sendo este, portanto, o mais indicado para o acondicionamento dos indivíduos pós-resgate. Os diferentes níveis de sombreamento não apresentaram efeito sobre os teores médios de clorofila, enquanto que, indivíduos das maiores classes de tamanho, demonstraram neste estudo, maior atividade fotossintética.

**Palavras-chave:** Serra do Espinhaço, Salvamento, endemismo, Arecaceae.

## ABSTRACT

The Campos Rupestres is a phytophysiognomy belonging to the Cerrado biome, being characterized by large rocky outcrops with herbaceous-shrub vegetation. The quartzitic rupestrian fields found in the Southern Espinhaço have numerous mineral reserves that have attracted great mining speculation. This problem has been affecting the maintenance of the species in these ecosystems, for example, *Syagrus glaucescens* a medium-sized palm tree and decumbent stem endemic to the Southern Espinhaço and considered vulnerable to extinction. Currently the rescue of individuals of *S. glaucescens* appears as a mitigating measure in the licensing of mining enterprises in the rock fields. In this way, the present work had as objective to establish an efficient methodology of rescue for individuals of the species as well as to analyze the success of the rescue according to the survival and average contents of chlorophyll of the leaves of the individuals. The rescue occurred in 2016, in an area liberated for the suppression of GSM GROUP by Tracomal, Gouveia, MG. The experiment was conducted in a nursery in the Lavra White Macaúbas area, within the limits of the company. The stratification of the individuals in three size classes, small (0 to 14 cm), medium (15 to 60 cm) and large (61 cm to 3,5 m) and four levels of shading (full sun, 30% , 50%, and 80%) for which the effect of these combinations on the survival of *S. glaucescens* individuals, evaluated at 15 months after rescue and conditioning, was evaluated, and survival and total chlorophyll were evaluated. The R software was used for the statistical analysis. Up to the end of the evaluation period, survival ranged from 50 to 100%, with the highest survival rate being obtained for the large size and shading class of 80% indicated for the conditioning of post-rescue individuals. The different levels of shading had no effect on mean levels of chlorophyll, while individuals of larger size classes, demonstrated in this study, greater photosynthetic activity.

**Key-words:** Serra do Espinhaço, saving, endemism, Arecaceae.

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental engloba uma série de processos, incluindo perdas associadas a desmatamento, erosão do solo, retirada de água mais rápidas do que as taxas de reabastecimento, alterações em ciclos biogeoquímicos, extinção de espécies, poluição, entre outros (ENGEL-DI MAURO, 2017). Dentro desta perspectiva, as ações humanas são as que mais atingem diretamente os ecossistemas, transformando o ambiente ao longo do tempo.

O crescimento da população mundial atrelado ao desenvolvimento de novas tecnologias acarreta aumento expressivo no consumo de bens e serviços, favorecendo a maciça exploração dos recursos naturais e a colonização de novas áreas, outrora habitats naturais de diversas espécies (CRIST; MORA; ENGELMAN, 2017). A fim de se garantir a manutenção da biodiversidade do planeta, esforços em conservação se fazem necessários ao redor do mundo.

No Brasil, o Bioma Cerrado considerado o segundo maior bioma brasileiro em área e um hotspots de biodiversidade, encontra-se severamente ameaçado (MYERS et al., 2000). Historicamente o Cerrado brasileiro sofreu com a conversão de terras para atividades agrícolas e exploração predatória de recursos naturais (RANGEL et al., 2007). Na região de Diamantina, onde o bioma margeia a faixa montanhosa da Cadeia do Espinhaço a mineração de pedras preciosas caracterizou-se como uma das principais atividades econômicas durante várias décadas (SCLIAR, 1995; DE OLIVEIRA LACERDA; SAADI, 2017). Neste contexto, atualmente áreas do bioma Cerrado figuram como prioritárias para conservação, de acordo com decisão do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2005).

Em sua porção mineira o Cerrado brasileiro apresenta-se associado aos domínios fitogeográficos da Serra do Espinhaço, que foi nomeada pela UNESCO em 2005 como uma “Reserva da Biosfera”, pois abriga ecossistemas muito frágeis e de baixa resistência com altas taxas de endemismos, locais considerados refúgio para grande parte da flora ameaçada de extinção no estado de Minas Gerais, como é o caso das espécies rupestres (PEREIRA; GONTIJO; DE CAMPOS ABREU, 2015).

Os campos rupestres apresentam-se associados às elevadas altitudes, em um mosaico formado de afloramentos rochosos onde se desenvolveu uma vegetação rica em espécies, com altos níveis de endemismo de plantas e muitas espécies de plantas ameaçadas (SILVEIRA et al., 2016). Diferenciados em quartzíticos e ferruginosos, possuem espectros vegetacionais semelhantes com estrato arbustivo-arbóreo similar, mas bastante diferentes em sua formação geológica, principalmente entre as áreas de planalto (MESSIAS et al., 2011). Em sua porção

meridional a Serra do Espinhaço, circundante a faixa orogênica, apresenta predomínio dos campos rupestres quartzíticos.

Ainda, devido a sua geomorfologia a região apresenta elevada riqueza mineral. As atividades mineradoras acarretam na supressão de grandes áreas de vegetação natural, gerando impactos sobre a flora, fauna e alteração na dinâmica ecológica dos habitats. Sanchez (2007) descreve que no país, em três décadas, o volume de bens minerais produzidos foi multiplicado por várias vezes, gerando aumento expressivo no volume de estéreis movimentados e na quantidade de rejeitos produzidos, levando também ao crescimento da extensão das áreas perturbadas. Atualmente a extração de quartizito tem crescido substancialmente em domínio rupestre, diretamente condicionada ao comércio de rochas ornamentais a atividade torna a existência de diversas espécies endêmicas e/ou raras restritas ao avanço das lavras.

Dentre estas espécies destaca-se um exemplar da família Arecaceae, a *Syagrus glaucescens* popularmente conhecida como palmeirinha-azul ou coqueirinho. A espécie é endêmica dos campos rupestres da região do Espinhaço e que ocorre em afloramentos rochosos quartzíticos na região de Diamantina (MARCATO; PIRANI, 2001). De acordo com Miola (2011) *Syagrus glaucescens* possui um hábitat peculiar associado a rochas quartzíticas, ocorrendo somente em “ilhas” de afloramentos. A Palmeira possui caule solitário, geralmente arqueado. Os indivíduos podem atingir até 4 m de altura, geralmente são encontrados agrupados em pequenas subpopulações (MIOLA et al., 2010).

Com ocorrência associada a afloramentos rochosos quartzíticos, a espécie tem seu habitat natural sob forte especulação minerária, sendo reduzido a áreas cada vez mais restritas, fatores que contribuíram para que *S. glaucescens* fosse inserida na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, sendo enquadrada na categoria “vulnerável” por existir um elevado risco de extinção a médio prazo (NOBLICK, 1998). Atualmente a espécie ainda encontra-se enquadrada nesta categoria segundo dados disponibilizados pela *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2018).

Diante deste cenário, a elaboração de estratégias de conservação para a espécie se faz necessárias. Devido a hábitos como frutificação restrita ao período da primavera e verão e multiplicação apenas por sementes com baixa taxa de germinação (LORENZI et al., 2010), o resgate de indivíduos torna-se uma das poucas alternativas viáveis.

O resgate de espécies vegetais torna-se um meio para minimizar os impactos causados pela supressão da vegetação, garantindo a sobrevivência de indivíduos em casos de risco. Os teores de clorofila e a taxa fotossintética são fatores importantes que afetam o crescimento vegetativo e devem ser considerados em programas de introdução e adaptação de espécies,

pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores decisivos para o desenvolvimento das plantas (BRAHM et al., 2010).

Sendo assim, o presente trabalho objetivou estabelecer uma metodologia eficiente de resgate para indivíduos de *Syagrus glaucescens*, bem como, estabelecer as melhores classes de tamanho e níveis de sombreamento para manutenção dos indivíduos pós - resgate.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização da área de estudo

Os resgates foram realizados em uma área destinada à supressão vegetal visando ampliação da lavra White Macaúbas da empresa GSM GROUP by Tracomal. A área de aproximadamente 2,1 hectares encontra-se situada nas coordenadas: 18°25'3.24" S e 43°48'43.17" W (Figura 1), localizada a 26 km do município de Gouveia-MG, na rodovia BR-259.

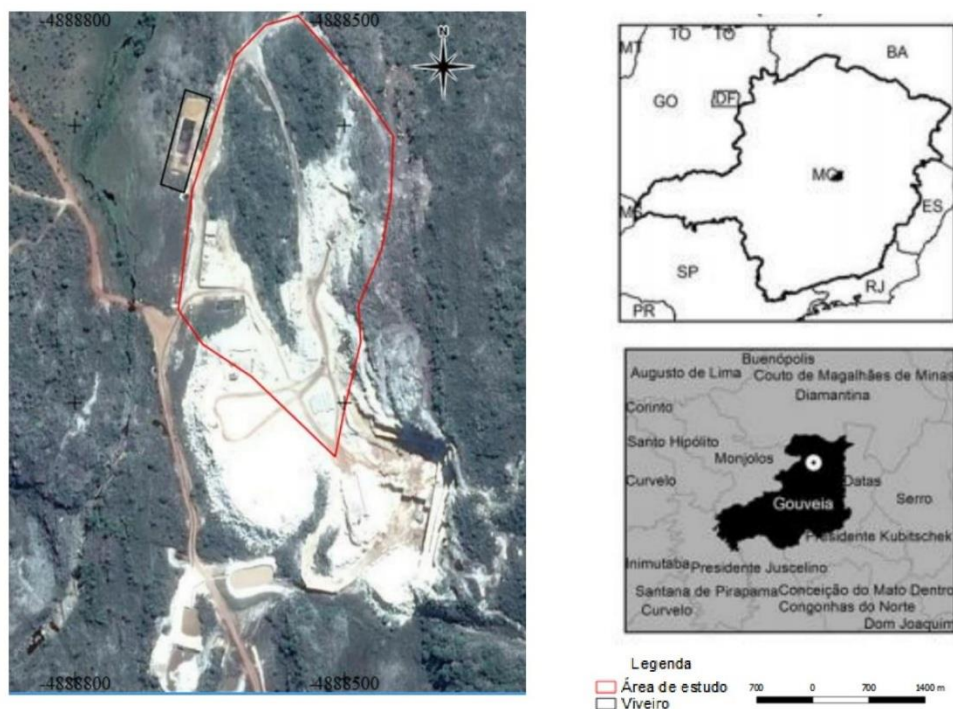


Figura 1: Mapa do local de resgate de *Syagrus glaucescens* em área destinada à supressão vegetal no Município de Gouveia, Minas Gerais.

### 2.2 Determinação das classes de tamanho

Inicialmente foi realizado um censo dos indivíduos de *Syagrus glaucescens* ocorrendo na área. Para o planejamento do experimento e definição das classes de altura dos indivíduos presentes, foram registradas medidas referentes à suas alturas, DAS (diâmetro a altura do solo), a condição do estipe (ausência ou presença) e condição das folhas. A determinação das classes de tamanho considerou os efeitos dos “estágios ontogenéticos” das plantas, de acordo com metodologia proposta por Bernacci et al. (2008) em seu estudo com populações nativas de *Syagrus romanzoffiana*. De acordo com a condição do indivíduo, a variável que determinava a classe de tamanho de cada indivíduo foi estabelecida como a ausência ou presença de estipe, além do tamanho desta, sendo a relação expressa na tabela 1.

As classes de tamanho foram denominadas de acordo com a análise da formação de estipe, folhas, altura e diâmetro dos indivíduos, sendo de forma geral, divididas em: pequena, média e grande.

Tabela 1: Estratificação da população de *Syagrus glaucescens* em classes de tamanho, considerando a altura do estipe e estágio ontogenético.

<b>Classes de tamanho</b>	<b>Fase ontogenética</b>	<b>Características das classes</b>	<b>Altura das classes</b>
Pequena	Fase plântula	Indivíduos com nenhuma diferenciação de estipe. Apenas com folhas inteiras estreitas	0 a 14 cm
Média	Fase juvenil e estágio imaturo	Indivíduos com folhas diferenciadas. Nesta classe estão incluídos os indivíduos com folhas em início de segmentação ou totalmente segmentadas. Também foram incluídos indivíduos caracterizados pelo início da formação do estipe aéreo.	15 a 60 cm
Grande	Indivíduos adultos ou maduros	Indivíduos com folhas diferenciadas e formação completa de estipe.	De 61 cm a 3,5 m

Quanto ao recipiente, adotou-se como padrão a utilização de vasos plástico de 49 litros, sendo este com eficiência comprovada em estudos anteriores realizados pelo Laboratório de Conservação de Ecossistemas e Recuperação de Áreas degradadas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (LabCERAD). O substrato utilizado foi o solo coletado na área de supressão vegetal, e quando possível, o solo do próprio

local do resgate logo após a coleta dos indivíduos. Optou-se pela utilização de substrato local, devido a já associação natural da espécie as características daquele solo.

O arranquio foi realizado de acordo com metodologia proposta neste estudo para resgate para indivíduos de *Syagrus glaucescens*. As técnicas de arranquio basearam-se em metodologias descritas por trabalhos da CEMIG (2011), além da influência de peculiaridades vistas em campo, como a dificuldade de locomoção entre as áreas e locais de ocorrência dos indivíduos. No processo do arranquio, inicialmente realizou a limpeza da área retirando galhos e serrapilheira acumulados, seguiu-se então a determinação da cova, com um raio de cerca de 15 a 30 cm do indivíduo, dependendo neste caso, da condição do local (Figura 2). Para estabelecimento deste critério foi realizada a retirada preliminar de um indivíduo de cada classe de tamanho.

Utilizou-se uma alavanca para a construção do torrão com posterior soerguimento do indivíduo realizando a retirada do torrão.



Figura 2: Procedimento de resgate de *Syagrus glaucescens* : (a) limpeza inicial da área; (b) formação do torrão ; (c) retirada da planta com o torrão e (d) acondicionamento do indivíduo no vaso.

Todos os indivíduos resgatados em campo foram transportados, prioritariamente, no mesmo dia para o viveiro sendo regados e acondicionadas adequadamente em vasos de 49 litros para garantir maior porcentagem de sobrevivência

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas subdivididas, onde o sombreamento era a parcela e a classe de tamanho a subparcela, com três repetições e dez réplicas. Avaliou-se a sobrevivência, e o índice de clorofila dos indivíduos dispostos em diferentes tratamentos considerando diferentes classes de altura (P, M, G) e diferentes níveis de sombreamento (pleno sol, 30%, 50% e 70%).

A sobrevivência foi avaliada a partir da observação das condições físicas dos indivíduos ao longo de 15 meses.

Para avaliação da clorofila, utilizou-se o método FALKER (clorofilômetro digital) onde a clorofila foi registrada individualmente pelo medidor portátil ClorofiLOG1030® mensalmente. Suas medições são apresentadas em valores adimensionais.

Dentro da metodologia adotada foram tomadas medidas de três partes das folhas, sendo uma mais próxima da base inferior, uma na parte central e outra na extremidade superior, sendo posteriormente feita a média que corresponde ao teor de cada folha. Naquelas plantas com até três folhas, avaliou-se os índices de todas as folhas, seguindo a metodologia dos três pontos dispersos no seu comprimento. As plantas com mais de três folhas formadas tiveram as medidas retiradas das folhas centrais. As leituras efetuadas pelo medidor portátil de clorofila correspondem ao teor relativo de clorofila presente na folha da planta. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de ondas, com diferentes absorbâncias da clorofila (MINOLTA, 1989).

Para análise estatística, os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk), homocedasticidade (teste de Bartlett) e aditividade foram testados a um nível de 5% de significância. Todas as pressuposições foram atendidas. Os dados de sobrevivência foram submetidos ao teste F para análise de variância ao nível de significância de 5%, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para todas as análises, utilizou-se o software estatístico gratuito R (DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), e o pacote “ExpDes” o Experimental Designs (FERREIRA et al., 2013).



### 3. RESULTADOS

Verifica-se que a interação não foi significativa analisando os efeitos simples do fator sombreamento (variável independente) sobre a sobrevivência (variável dependente). Contudo, a interação mostrou-se significativa para as classes de tamanho (Tabela 2).

**Tabela 2:** Análise de variância para a sobrevivência de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* em função das classes de altura e níveis de sombreamento, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Gouveia-MG.

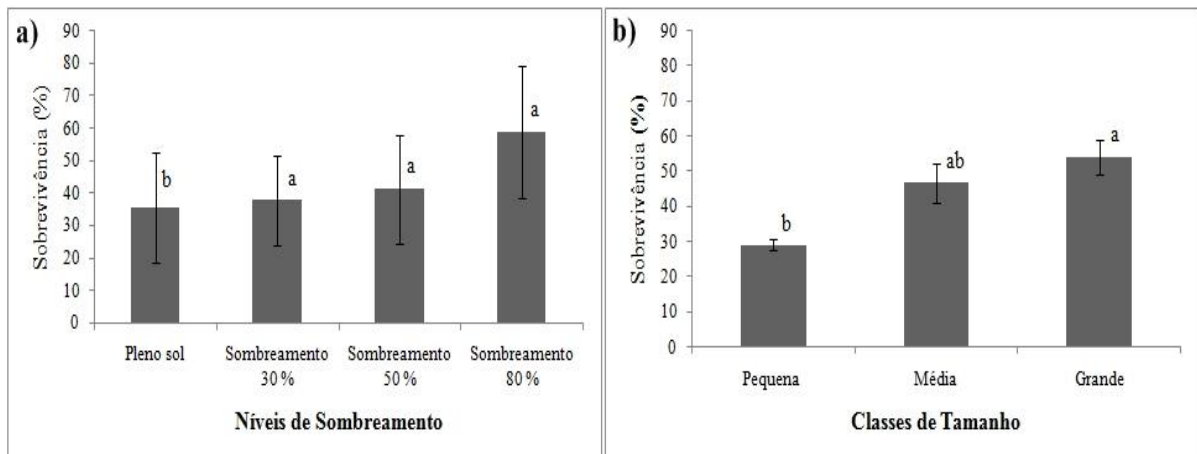
FV	GL	SQ	QM	Pr(>F <sub>c</sub> )
Sombreamento	3	3044.4	1014.81	0.103169
Erro a	8	2822.2	352.78	
Classes de altura	2	3950.0	1975.00	0.006895 **
Sombreamento*Classes de altura	6	1405.6	234.26	0.571288
Erro b	16	4577.8	286.11	
Total	35	15800.0		

CV 1 = 43.34395 %

CV 2 = 39.0342 %

Em que: \*valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\*valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

As diferentes classes de tamanho submetidas ao Teste de Tukey, demonstraram que indivíduos da maior classe de tamanho obtiveram as maiores taxas de sobrevivência quando comparados as demais classes (Figura 3). Para indivíduos da menor classe foram encontradas taxas de sobrevivência inferiores. De acordo com o teste F, não houve efeito significativo dos níveis de sombreamento sobre a sobrevivência dos indivíduos de *S. glaucescens*.



**Figura 3:** Sobrevivência de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* submetidos a quatro níveis de sombreamento (a) e dispostos em três classes de tamanho (b) em área de mineração no município de Gouveia-MG. Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As linhas com marcadores sobre as barras referem-se ao erro.

No que se refere aos teores de clorofila das folhas nos diferentes tratamentos observa-se diferença significativa apenas para as classes de fragmentação (Tabela 3). Deve-se salientar, que as médias referentes aos valores totais de clorofila para as repetições foi estabelecida de acordo com o número de réplicas vivas e/ou com folhas mensuráveis. Desta forma, algumas médias basearam-se em dez valores enquanto outras (principalmente nos tratamentos a pleno sol) chegaram a ser extraídas de apenas dois valores, o que pode ter influenciado a análise dos dados, apesar de não ter sido encontrada significância estatística para os diferentes níveis de sombreamento.

**Tabela 3:** Análise de variância para os teores médios de clorofila de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* de diferentes alturas, submetidos a diferentes níveis de sombreamento, em área de supressão vegetal visando a prática minerária no município de Gouveia-MG.

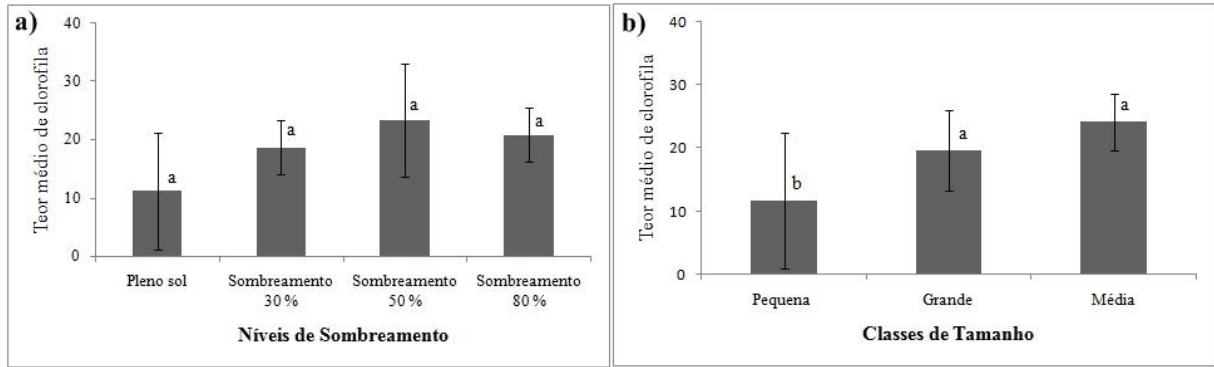
FV	GL	SQ	QM	Pr(>F <sub>c</sub> )
Sombreamento	3	733.9	244.63	0.234576
Erro a	8	1119.8	139.97	
Classes de tamanho	2	962.0	481.00	0.001673 **
Sombreamento*Classes de tamanho	6	283.1	47.19	0.481781
Erro b	16	786.2	49.14	
Total	35	3885.0		

CV 1 = 63.95127 %

CV 2 = 37.89142 %

Em que: \*valor de F significativo a 5% de probabilidade de erro; \*\*valor de F significativo a 1% de probabilidade de erro; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; Qm=Quadrado médio.

Pode-se observar a flutuação das medições de clorofila nos níveis de sombreamento (Figura 4a). Em média, o menor teor de clorofila foi para o pleno sol. Os valores das médias dos tratamentos encontram-se disponíveis no gráfico abaixo (Figuras 4a e 4b). Indivíduos nas maiores classes de tamanho apresentaram maiores teores de clorofila.

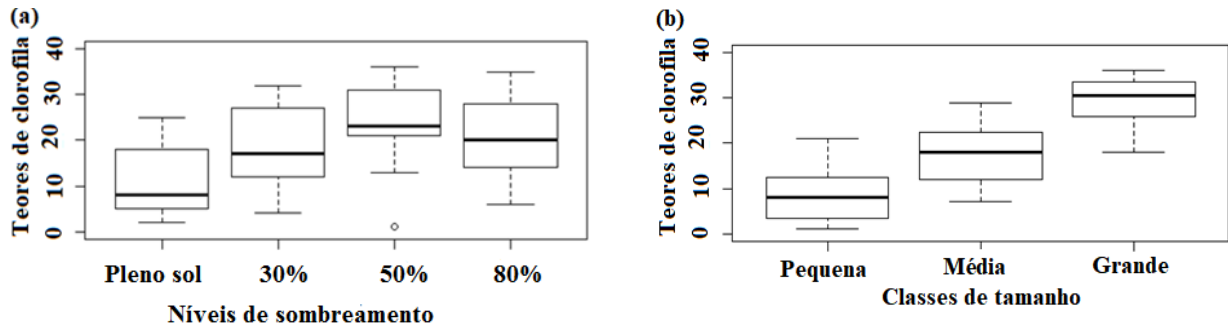


**Figura 4:** Teores médios de clorofila de indivíduos resgatados de *Syagrus glaucescens* submetidos a três níveis de sombreamento (a) e dispostos em três classes de tamanho (b) em área de mineração no município de Gouveia-MG. Em que: Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. As linhas com marcadores sobre as barras referem-se ao erro.

A fim de analisar o comportamento dos dados, foram gerados gráficos boxplot referentes aos teores médios de clorofila nos níveis de sombreamento e classes de tamanho.

No nível de sombreamento de 50% encontramos um outlier, ou seja, um valor atípico abaixo do limite inferior. No presente estudo, o conjunto de dados apresentou teor médio de clorofila com medianas semelhantes entre o fator sombreamento (Figura 6a). No sombreamento de 80% os dados apresentaram-se como os mais simétricos com relação a sua média. Os teores médios de clorofila nos sombreamentos testados variaram dentro de um intervalo de certo modo, considerado amplo (0-40).

Já a relação entre teores de clorofila nas diferentes classes de tamanho observa-se na figura 6b, onde as medianas apresentam-se distribuídas entre diferentes faixas, ou seja, adquire-se uma maior flutuação da mediana do que para o os sombreamentos (Figura 5b). Esta distribuição corrobora a diferença estatística encontrada para este fator. A maior classe de tamanho apresenta limite inferior menor e limite superior maior que as demais, com mediana deslocada entre os teores 20-30, enquanto que as classes média e pequena apresentam teores medianos de 10 e 20 e 0 e 10 respectivamente.



**Figura 5:** Boxplot contendo os valores médios de clorofila para nível de sombreamento (a) e classes de tamanho (b) para *Syagrus glaucenses* oriundas de resgate e acondicionadas em viveiro.

#### 4. DISCUSSÃO

A significância estatística para a classe de tamanho, já era esperado, uma vez que os indivíduos de diferentes classes de tamanho encontram-se provavelmente em idade ontogenéticas distintas, o que infere diretamente sobre as respostas dos indivíduos as condições do ambiente (DAVIES et al., 1998). Devido ao desenvolvimento lento da espécie, nenhum indivíduo ultrapassou em classes durante o estudo. A análise sugere que as taxas de sobrevivência respondem a alterações de tamanho, mas não aos diferentes níveis de luminosidade. Redes de sombra preta (sombrite comercial) são consideradas neutras e ajudam a reduzir incidência de radiação nas plantas sem afetar a qualidade espectral da luz (COSTA et al., 2018). No entanto, no presente trabalho a utilização do sombrite estatisticamente não foi eficiente visto que foram encontradas médias iguais até mesmo para os tratamentos a pleno sol.

Amadeu; Sampaio & Santos (2016) em seus estudos com palmeiras de sub-bosque indicam que a disponibilidade de luz desempenha um papel importante no ciclo de vida da palmeira *Butia paraguayensis*, com indivíduos reprodutivos ocorrendo em microhabitats com pelo menos 20% de abertura do dossel, ou seja, baixa disponibilidade luminosa, que também é presumivelmente condição suficiente para sobrevivência individual. O mesmo não acontece para as palmeiras *Acrocomia emensis* e *Syagrus petraea*, pois estas não foram influenciadas pela luz em termos crescimento dos indivíduos reprodutivos e consequente sobrevivência (AMADEU; SAMPAIO; SANTOS, 2016). Já Gatti, Campanello & Goldstein (2011) demonstraram que a *Arecaceae Euterpe edulis* é uma espécie tolerante à sombra, e inferiram

que as palmeiras são capazes de se aclimatar a diferentes condições de luz, assim como as árvores.

Estudos indicam que as palmeiras neotropicais, ocupam grande diversidade de ambientes, existindo espécies altamente tolerante à sombra e as que necessitam de altos índices de luminosidade. Equiparando-se aos os resultados encontrados neste estudo, Meireles et al. (2007) em seu ensaio sobre o desenvolvimento de mudas de palmeira-ráfia, observaram que os níveis de sombreamento não foram significativos para a sobrevivência das mudas. Para Brahm (2010) o crescimento das espécies *Euterpe edulis* e *Roystonea regia* é estimulado pela interceptação parcial da radiação solar incidente sobre as folhas, fazendo com que os níveis de sombreamento próximo a 70% proporcionem, para ambas as espécies estudadas, taxas de crescimento e consequentemente de sobrevivência maiores do que em índices de sombreamentos mais baixos.

Já Nakazono et al. (2001) considera o menor desempenho de *Euterpe edulis* em pleno sol, indicando que a espécie deva ser mantida a níveis de luminosidade que não se comparem a grandes clareiras ou coberturas extremamente fechadas, o que poderia limitar a competitividade da espécie. Gutiérrez & Jiménez descrevem que mudas de palmeiras recém-transplantadas geralmente são cultivadas sob 40-60% sombra para evitar queimaduras.

Todavia, devemos salientar que a estrutura e alometria foliar das diferentes espécies de palmeiras podem contribuir para os diferentes resultados, uma vez que, a incidência direta de luz em suas folhas é ocorre de maneiras distintas, afetando sua absorção luminosa. Desta maneira, perpetua-se a necessidade de estudos direcionais acerca do tema.

*Syagrus glaucescens* ocorre em ambiente com alta intensidade luminosa incidente. As poucas espécies arbóreas existentes nos campos rupestres, predominantemente herbáceo-arbustivas, levam a praticamente nenhuma formação de dossel. Neste contexto, a não significância encontrada para o fator sombreamento considerando as condições de ocorrência natural da espécie é aceitável.

Em contrapartida os valores encontrados nos diferentes sombreamentos embora estatisticamente iguais, apresentam elevada variação de até cerca de 23%, quando comparadas a maior e menor média encontrada. As faixas de variabilidade para os tratamentos são consideradas altas. Verificando-se a tendência dos dados, o sombreamento de 80% oferece maiores taxas relativas de sobrevivência, isso pode ocorrer devido a fatores como: menor evapotranspiração relativa, maior umidade e temperaturas mais amenas, contenção de danos mecânicos causados por ventos e chuvas muito fortes, entre outros.

Notadamente em campo, a densidade de plântulas é maior que a de adultos. Essa estratégia de manutenção é comumente encontrada em diversas espécies vegetais, inclusive palmeiras, que seguem um padrão de distribuição conhecido como “J” invertido ou exponencial negativa (ROCHA, 2004; ISAZA et al., 2017). Diante desta perspectiva espera-se uma mortalidade naturalmente mais elevada para plântulas.

De acordo com resultados obtidos por Graça, Costa e Sousa (2011) em estudo referente a sobrevivência de plântulas de palmeira ao transplante e cultivo, a taxa de sobrevivência em viveiro de espécies nativas transplantadas é variável de acordo com o tamanho de alguns parâmetros morfológicos (tamanho inicial, quantidade de folhas, condição fitossanitária, etc). A fim de se estabelecer a viabilidade da produção de mudas de palmeiras a partir de plântulas coletadas na floresta Amazônica, Costa & Graça (2011) encontraram taxa de sobrevivência de 47%. As autoras ainda descrevem que dependendo da espécie, escolher plântulas menores pode afetar positiva ou negativamente a sobrevivência das mudas. Bernacci; Martins & Santos (2006) descrevem em seus estudos com *Syagrus romanzoffiana*, que nas fases iniciais do ciclo de vida, os indivíduos apresentaram maiores taxas de mortalidades.

Miola et al. (2010) descrevem que a palmeira *Syagrus glaucescens* possui em seu meio natural, adaptações que contribuem para sua sobrevivência sobre os afloramentos rochosos. Mesmo não possuindo um sistema radicular muito desenvolvido devido à pequena profundidade dos solos dos afloramentos, os indivíduos apresentam o crescimento decumbente do caule, o que contribui para que o mesmo permaneça protegido entre as fendas das rochas por quase toda a sua extensão. Esta característica adaptativa da espécie pode contribuir para a resistência dos indivíduos adultos à passagem do fogo, por exemplo. Provavelmente estes indivíduos apresentem ainda maior resistência mecânica aos danos do que os indivíduos mais jovens.

Entretanto, no presente estudo, os indivíduos da menor classe tiveram pouco ou nenhuma perda de raízes durante o resgate, diferentemente dos indivíduos maiores que sofreram perdas radiculares desde o processo de arranquio até o acondicionamento nos vasos. Contudo Tomlinson (2006) relata que o tronco das palmeiras é capaz de armazenar quantidades variáveis de água além de seu sistema radicular ter a habilidade de gerar novas raízes adventícias no base do caule. Isso torna as palmeiras adultas mais adequadas ao transplantio, mesmo com a poda de raízes. Desta maneira, os exemplares maduros conseguem manter suas funções fisiológicas enquanto aguardam o rápido desenvolvimento das raízes adventícias.

Outro aspecto que adquire vantagem aos indivíduos adultos sobre os danos mecânicos do processo de resgate é seu estipe quase inteiramente compostos de tecidos mortos e funcionando enquanto as células vivas estão confinadas a um anel interno perto da periferia da planta (BROSCHAT; ELLIOTT; HODEL, 2017). Gatsuk et al. (1980) ressaltam que para os vegetais em geral, os indivíduos mais jovens apresentam estruturas extremamente simples, o que pode justificar a susceptibilidade dos mesmos, fazendo com que, seus esforços se concentrem em um ambiente adequado para o desenvolvimento e em pouca ou nenhuma vantagem adaptativa.

Em campo, indivíduos da menor classe aparecem muito próximos a planta-mãe, o que pode indicar alguma espécie de interação que favorecesse seu desenvolvimento futuro. Durante as etapas mais iniciais de desenvolvimento, os indivíduos podem estar particularmente mais sensíveis observando-se um padrão de distribuição agregado relacionando os indivíduos da maior classe de tamanho com os da menor classe. Wyatt & Miles (2004) em estudos realizados com palmeiras amazônicas verificaram que o recrutamento de plântulas está relacionado com a distância da planta parental, devido condições de dispersão das sementes, sem significativas interferências na facilitação do desenvolvimento.

Estudos preliminares realizados pelo Laboratório de Conservação e Recuperação de Ecossistemas degradados (UFVJM) com a *S. glaucescens* já haviam considerado que a mortalidade da espécie nos estágios iniciais de desenvolvimento no pós resgate é muito alta. Provavelmente o esforço para desenvolvimento primário, incluindo a diferenciação de células, desenvolvimento e espessamento do caule é bem grande, fazendo com que os indivíduos não mais jovens não consigam sobreviver a situações adversas.

Segundo Portela et al. (2011) as características de mortalidade e natalidade dos indivíduos estão geralmente muito mais relacionadas com o estágio de desenvolvimento do que com a idade cronológica do mesmo. Dessa forma, pode-se concluir que indivíduos da maior classe de tamanho com conseqüentemente maiores idades ontogenéticas e em fases de desenvolvimento mais maduras, atravessam de forma menos estressante o período de resgate e pós estabelecimento. Diante deste cenário, pode-se inferir que indivíduos adultos possuem maior plasticidade as alterações do ambiente e eventos estressantes do que as plântulas, afinal, estas últimas encontram-se bastante instáveis durante a fase inicial de seu desenvolvimento. Os indivíduos juvenis ou plântulas aparentemente não apresentam adaptações as condições adversas, sendo muito mais susceptíveis a intempéries.

Um dos fatores mais limitantes ao eficiente desenvolvimento das espécies vegetais é a luz. O crescimento e a adaptação da planta a diferentes condições de ambiente relacionam-se a sua eficiência fotossintética que, por sua vez, está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar (ALMEIDA et al, 2004). Muito disso se deve a ligação direta que a disponibilidade luminosa tem com a eficiência fotossintética das plantas nas diferentes fases de seu desenvolvimento. Kull (2002) descreve que o conteúdo de clorofila nas folhas depende de sua aclimatação quanto a penetração de luz.

Deste modo, os ajustes nutricionais e fotossintéticos de espécies endêmicas podem ser considerados como estratégias de tolerância ao estresse, para superar as duras condições encontradas nos campos rupestres (PEREIRA et al., 2018). Medeiros et al. (2010) encontrou o teor inicial médio de clorofila antes do estabelecimento dos experimentos em campo, variou de 24,5 a 50,5 para as espécies *Euterpe edulis* e *Roystonea regia*, respectivamente. Já Nainanayake (2007) em seu estudo sobre a triagem de variedades de coco para verificar a tolerância à seca, encontrou grandes semelhanças entre a fluorescência de corofila de plântulas e palmeiras adultas, o que para o autor demonstra que os estudos com plântulas podem auxiliar no entendimento acerca do sucesso de sobrevivência das palmeiras adultas.

A alometria da palmeira *Syagrus glaucescens* é bastante específica equiparando-se a outros indivíduos do gênero *Syagrus* (TOMLINSON, 1990). Deste modo, uma das dificuldades encontradas no presente estudo foi estabelecer níveis comparativos, uma vez que, devido as características morfológicas e estruturais da folha das espécies, suas taxas de clorofila podem apresentar valores bastante equidistantes quando comparado a outras palmeiras.

De acordo com os resultados, as maiores classes de tamanho influenciaram sobre os teores de clorofila total, sendo a menor classe de tamanho responsável pela menor eficiência fotossintética para *S. glaucescens* (24,17). Este resultado vai contra o que geralmente se espera de indivíduos em idades juvenis que aparentemente aumentam suas taxas fotossintéticas elevadas como parte do esforço de desenvolvimento (MAXWELL; JOHNSON, 2000).

Contudo, como já citado anteriormente, os teores de clorofila analisados podem ter sofrido alterações significativas devido ao alto índice de mortalidade de indivíduos da menor classe de tamanho, o que diminuiu o quantidade de valores em cada repetição, o que pode ter afetado as médias analisadas. Outro aspecto a ser ressaltada é a secagem das folhas dos indivíduos de menor classe ao longo do tempo, restante apenas o meristema apical, o que inviabiliza a coleta dos dados, fato que também contribuiu para que sua média seja baseada em um menor número de indivíduos.



Estudos com espécies de palmeiras de campos rupestres são ainda bastante escassos, deste modo, faz-se necessário novos trabalhos acerca da espécie afim de estabelecer um banco de informações sólido.

## 5. CONCLUSÃO

- O protocolo proposto para o resgate de *Syagrus glaucescens* mostrou-se eficiente;
- O sombreamento não influenciou estatisticamente na sobrevivência dos indivíduos. Contudo as médias encontradas demonstram que a utilização do sombrite de 80% oferece ganhos relativos na sobrevivência dos indivíduos. Sendo portanto, este o tratamento recomendado para acondicionamento pós resgate da espécie;
- Para as classes de tamanho, as mais indicadas para o resgate é a de indivíduos em maiores fases de desenvolvimento. O resgate de indivíduos em fase de plântula é indiscutivelmente importante a título de conservação;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.P et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- AMADEU, L.S.N; SAMPAIO, M. B.; SANTOS, F. A.M. Influence of light and plant size on the reproduction and growth of small palm tree species: Comparing two methods for measuring canopy openness. **American Journal of Botany**, v. 103, n. 9, p. 1678-1686, 2016.
- BERNACCI, L. C. et al. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.22, p.119-130, 2008.
- BRAHM, R.U. Effect of substrates and shading on development of palm-juçara *Euterpe edulis* (Mart.) e palm-royal *Roystonea regia* (Kunth) plants. 2010. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura familiar) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- BROSCHAT, T. K.; ELLIOTT, M. L.; HODEL, D. R. Ornamental palms: biology and horticulture. **Horticultural Reviews**: v. 42, p. 1-120, 2014.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. CEMIG. Manual de arborização. Belo Horizonte-MG: **Cemig/Fundação Biodiversitas**, p.112, 2011.
- COSTA, I. J. S et al. Growth and physiology of jelly palm (*Butia capitata*) grown under colored shade nets. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40,p. 1-8, 2018.
- CRIST, E; MORA, C; ENGELMAN, R. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. **Science**, v. 356, n. 6335, p. 260-264, 2017.
- DAVIES, S. J et al. Comparative ecology of 11 sympatric species of *Macaranga* in Borneo: tree distribution in relation to horizontal and vertical resource heterogeneity. **Journal of Ecology**, v. 86, n. 4, p. 662-673, 1998.
- DE OLIVEIRA LACERDA, M; SAADI, A. Paisagem garimpeira no planalto de Diamantina, Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, v.6, p. 15-26, 2017.
- ENGEL-DI-MAURO, M.S. Environmental Degradation. **International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology**,v.15, p.1–9, 2017.
- GARCIA, V. A et al. Sobrevivência de mudas de pupunheira formadas em diferentes níveis de sombreamento e transplantadas em campo. **CEPLAC - Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira**,2010. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/CDTrabalhos/trabalhosSessoesPaineis/Sobreviv%C3%Aancia%20de%20mudas%20de%20pupunheira%20formadas%20em%20diferentes%20n%C3%ADveis%20de%20sombreamento%20018-11.pdf>> Acesso em: 01/08/2018
- GATSUK, L. E. et al. Age states of plants of various growth forms: a review. **The Journal of Ecology**, v. 68, n.2, p. 675-696, 1980.

- GATTI, M. G; CAMPANELLO, P. I.; GOLDSTEIN, G. Growth and leaf production in the tropical palm *Euterpe edulis*: Light conditions versus developmental constraints. **Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 8, p. 742-748, 2011.
- GONTIJO, A. As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade/The ecoregions of biosphere reserve of serra do espinhaço (...). **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, p. 18-33, 2015.
- GRAÇA, A.C.S; COSTA , F.R;SOUSA,T.E.L.Sobrevivência de plântulas de palmeiras ao transporte e cultivo. **XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM** Manaus – 2011
- GUTIÉRREZ, M. V.; JIMÉNEZ, K. Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra. **Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas**, v. 31, n. 1, p. 9-19, 2007.
- ISAZA, C. et al. Demography of *Euterpe precatoria* and *Mauritia flexuosa* in the Amazon: application of integral projection models for their harvest. **Biotropica**, v. 49, n. 5, p. 653-664, 2017.
- KULL, O. Acclimation of photosynthesis in canopies: models and limitations. **Oecologia**, v. 133, n. 3, p. 267-279, 2002.
- LORENZI, H. In: LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F; FERREIRA, E. Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras). **Instituto Plantarum**, p. 214-255, 2010.
- MARCATO, A. C; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.19, p.45-54, 2001.
- MAXWELL, K; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. **Journal of experimental botany**, v. 51, n. 345, p. 659-668, 2000.
- MEIRELLES, A. J. A et al. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira ráfia *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1884-1887, 2007.
- MESSIAS, M. C. T.B et al. Life-form spectra of quartzite and itabirite rocky outcrop sites, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 255-268, 2011.
- MIOLA, Deise TB et al. Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc.(Arecaceae). **Neotropical Biology & Conservation**, v. 5, n. 3, 2010.
- MIOLA, D. T.B et al. Modeling the spatial distribution of the endemic and threatened palm shrub *Syagrus glaucescens* (Arecaceae). **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, n. 2, p. 78-84, 2011.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NAINANAYAKE A.D. Use of chlorophyll fluorescence parameters to assess drought tolerance of coconut varieties. **Cocos**, v.10 p. 18-77,2007.

- NAKAZONO, E et al. Early growth of *Euterpe edulis* Mart. in different light environments. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.
- NOBLICK, L. R. Predicting cold hardiness in palms. **Hardy Palm International**, v. 35, p. 30-35, 1998.
- PEREIRA, E. G et al. Distinct ecophysiological strategies of widespread and endemic species from the megadiverse campo rupestre. **Flora**, v. 238, p. 79-86, 2018.
- PEREIRA, E. O., GONTIJO, B. M.; DE CAMPOS ABREU, L. G. Á. As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade. **Caderno de Geografia**, v.25, n.43, p.18-33, 2015.
- PORTELA, R. C. Q. et al. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. **Brazilian Journal of Botany**, v.34, n.4, p.523-535, 2011.
- RANGEL, T et al. Human development and biodiversity conservation in Brazilian Cerrado. **Applied Geography**, v. 27, n. 1, p. 14-27, 2007.
- ROCHA, Elektra. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. **Acta amazônica**, v. 34, n. 2, p. 237-250, 2004.
- Sánchez, L. E. "**Mineração e meio ambiente.**" CETEM/MCT, 2007.
- SANCHEZ, L. E. **Mineração e meio ambiente.** In: Fernandes et al. Tendências tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral, CETEM: Rio de Janeiro, 380p, p.81-191, 2007.
- SCLIAR, Claudio. Dotação mineral, meio ambiente e desenvolvimento no Alto Jequitinhonha. **Revista Geonomos**, v. 3, n. 1, 1995.
- SILVEIRA, F. et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1-2, p. 129-152, 2016.
- TOMLINSON, P. B. **The structural biology of Palms.** New York: Clarendon Press Oxford, 477 p, 1990.
- TOMLINSON, P. B. The uniqueness of palms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 5-14, 2006.
- WYATT, J. L.; SILMAN, M. R. Distance-dependence in two Amazonian palms: effects of spatial and temporal variation in seed predator communities. **Oecologia**, v. 140, n. 1, p. 26-35, 2004.

## ANEXO A - RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

- Durante todo o processo a equipe deve fazer uso completo de EPI's e ferramentas adequadas. Em determinadas situações as luvas de vaqueta devem ser substituídas por luvas resistentes ao corte disponíveis no mercado;
- Prioriza-se a realização dos resgates durante o período das chuvas que na região compreende os meses de Novembro a Março ou em dias nublados. Indica-se ainda ser realizado nos períodos de menor incidência solar (entre 7 e 11 da manhã e a partir das 16 horas);
- O transplante dos indivíduos para os recipientes deve ocorrer o mais rápido possível, a contar do tempo pós- resgate. Contudo em situações adversas o mesmo pode ser realizado em até 12 horas para *Syagrus glaucescens* sem perdas eminentes;
- No caso de fragmentação para indivíduos de *Cipocereus minensis* deve-se respeitar o período de pré-murchamento, respeitando-se no mínimo o tempo de secagem da secreção caulinar;
- Indivíduos de *Syagrus glaucescens* com troncos bastante decumbentes correr riscos relacionados a quebra do tronco quando localizados em fendas muito estreitas. Indica-se se possível a limpeza das rochas, se possível, antes do começo da atividade de resgate;
- Indivíduos de *Syagrus glaucescens* classificados como plântulas devem ser translocados imediatamente após o resgate;
- O transporte deve ser realizado em horários com menor temperatura do dia a uma velocidade média mais baixa e constante;
- Durante o processo de arranquio e transporte deve-se tomar especial cuidado com as condições da gema apical. Esta não deve sofrer danos severos pois pode afetar diretamente sua sobrevivência;
- De acordo com o observado, a poda das folhas nos indivíduos antes dos resgates não traz ganhos ao processo.
- Recomenda-se realizar apenas as retiradas das folhas velhas em campo e realizar podas inicialmente quinzenas após instalação da coleção.

- O acompanhamento dos indivíduos nos primeiros dias deve ser realizado de forma rotineira afinal neste momento, os indivíduos encontram-se mais susceptíveis.
- Manter vigilância acerca da quantidade de água na rega e sobre o possível acúmulo de água no recipiente, levando ao surgimento mais rápido de plantas daninhas no vasilhame e até mesmo a produção de fungos patogênicos.