



## Coletânea II – Projeto Sendas

**Luiz Henrique Arimura Figueiredo**

**Cristiane Alves Fogaça**

**Maria Auxiliadora Pereira**

**Figueiredo**

**Marcílio Fagundes**

**Marcos Esdras Leite**

**Alessandre Custodio Jorge**

---

Organizadores



2023

Executora:



Parceiras:



Apoio Financeiro:



**Luiz Henrique Arimura Figueiredo**  
**Cristiane Alves Fogaça**  
**Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo**  
**Marcílio Fagundes**  
**Marcos Esdras Leite**  
**Alessandre Custodio Jorge**  
Organizadores

# **CRAD-Mata seca**

## **Coletânea II – Projeto Sendas**



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu  
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña  
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira  
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Profa. Dra. Patrícia Maurer  
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Profa. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Rede Municipal de Niterói (RJ)  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

C884

CRAD-Mata seca: coletânea II – Projeto Sendas / Organizadores Luiz Henrique Arimura Figueiredo, Cristiane Alves Fogaça, Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 100p.

Outros organizadores: Marclio Fagundes, Marcos Esdras Leite, Alessandre Custodio Jorge.

Livro em PDF

ISBN 978-65-81460-98-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460983>

1. Florestas. 2. Proteção ambiental. I. Figueiredo, Luiz Henrique Arimura (Organizador). II. Fogaça, Cristiane Alves (Organizadora). III. Figueiredo, Maria Auxiliadora Pereira (Organizadora). IV. Título.

CDD 333.75

Índice para catálogo sistemático

I. Florestas



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## Apresentação

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior do Norte de Minas – FADENOR, em parceria com pesquisadores e estudantes da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), vem desde 2020 desenvolvendo um trabalho de recuperação de área degradada dentro do Parque Estadual Caminhos dos Gerais (PECGerais), que fica situado na Serra Geral, entre os municípios de Gameleiras, Mamonas, Monte Azul e Espinosa, Estado de Minas Gerais.

A iniciativa denominada como **Projeto Sendas**, é coordenado pelo Eng. Agrônomo e professor DSc. da Unimontes Luiz Henrique Arimura Figueiredo e financiado pelo **Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) no âmbito do Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal (GEF Terrestre)**, coordenado pelo **Ministério do Meio Ambiente (MMA)** e tem o **Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)** como agência implementadora e o **Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO** como agência executora.

Este projeto previa a recuperação de 75 hectares de mata nativa, 10 hectares de mata ciliar e 0,4 hectares de uma área de empréstimo, degradadas principalmente pelo plantio de eucalipto para produção de carvão. O projeto ainda contemplou, como forma de recuperar os mananciais hídricos e frear a degradação dos solos, construir cerca de 40 barraginhas e levantar 60 paliçadas para conter 5 voçorocas. Além disso, o projeto produzirá um plano de recuperação de todo o Parque e ainda realizou trabalhos de monitoramento e pesquisa da flora, fauna e solo do local.

O Sendas foi orçado em R\$ 2.707.871,96; sendo R\$1.449.610,96 como aporte financeiro do FUNBIO e R\$ 1.258.261,00 como contrapartida das instituições que compõem a execução do projeto, e que foi prorrogado por mais um ano visando em especial, o monitoramento da flora, fauna e solo. O primeiro ano contemplou um exaustivo trabalho, com a aquisição de imagens de satélite para a realização dos mapeamento da área, estudo das espécies a plantar, a produção das mudas e o plantio de uma primeira área com cerca de 44,4 hectares, totalizando mais de 14.000 mudas. Embora a meta para o primeiro ano ser do plantio de 19.000 mudas, a pandemia, com o isolamento social e fechamento do Parque, condicionaram o trabalho. Porém, a estratégia montada por toda a equipe do projeto, atendendo todos os decretos e protocolos locais e estaduais, evitou maiores atrasos nos trabalhos. O plantio das mudas foi realizado por 18 trabalhadores rurais, moradores do entorno do Parque, contratados para o efeito.

O segundo ano do projeto previu a construção das barraginhas e das paliçadas, além da produção das mudas e, no final do ano, depois do início da chuva, o plantio da área restante. Além disso, deu-se continuidade ao trabalho de pesquisa e observação de fauna e flora. Onde os acadêmicos realizaram trabalhos de pesquisa baseados na coleta de sementes, monitoramento da flora (regeneração e estrato adulto), instalação de armadilhas e mapeamento com sobrevoo de drone.

O terceiro, e último ano do Projeto Sendas foi dedicado exclusivamente ao monitoramento do trabalho executado e realização de outras atividades que se fizeram necessárias.

Ainda em relação a este projeto, é interessante ressaltar que, devido à especificidade e exclusividade das espécies florestais que povoam a área a recuperar, as mudas, cerca de 51 mil, tiveram que ser praticamente todas produzidas no Viveiro Florestal do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/Mata Seca) da Unimontes, no Campus de Janaúba, sob a coordenação dos professores Luiz Henrique Arimura e Cristiane A. Fogaça, com o auxílio dos acadêmicos do Curso de Agronomia.

Assim, o presente E-book CRAD/Mata Seca – Coletânea II apresenta oito capítulos de pesquisas desenvolvidas durante a execução do Projeto Sendas.

**Luiz Henrique Arimura Figueiredo**

**Cristiane Alves Fogaça**

**Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo**

**Marcilio Fagundes**

**Marcos Esdras Leite**

**Alessandre Custodio Jorge**

## Sumário

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I</b>	<b>7</b>
Projeto Sendas: aspectos gerais	7
<b>Capítulo II</b>	<b>17</b>
Famílias botânicas observadas na regeneração natural de áreas antropizadas no Parque Estadual Caminho dos Gerais	17
<b>Capítulo III</b>	<b>27</b>
Limite máximo de tolerância à seca de sementes de <i>Copaifera arenicola</i> [(Ducke) J. Costa & L.P. Queiroz]	27
<b>Capítulo IV</b>	<b>39</b>
Uso do NDVI para análise da vegetação no Parque Estadual Caminho dos Gerais	39
<b>Capítulo V</b>	<b>54</b>
Influência do tamanho na impermeabilidade do tegumento de sementes de <i>Enterolobium timbouva</i> Mart.	54
<b>Capítulo VI</b>	<b>67</b>
Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e besouros (Coleoptera) do Parque Estadual Caminho dos Gerais	67
<b>Capítulo VII</b>	<b>79</b>
Superação de dormência de sementes de três espécies florestais da família Fabaceae	79
<b>Capítulo VIII</b>	<b>88</b>
Qualidade fisiológica de sementes de <i>Copaifera arenicola</i> e <i>Kielmeyera coriacea</i> sobre influência do armazenamento	88
<b>Índice Remissivo</b>	<b>98</b>
<b>Sobre os Organizadores</b>	<b>99</b>

## Limite máximo de tolerância à seca de sementes de *Copaifera arenicola* [(Ducke) J. Costa & L.P. Queiroz]

Recebido em: 17/06/2023

Aceito em: 28/06/2023

 10.46420/9786581460983cap3

Rafaela Ferreira Sirqueira<sup>1\*</sup> 

Juliana de Oliveira Santos<sup>1</sup> 

Shaymon Eduardo Correia Santos<sup>1</sup> 

Alessandre Custódio Jorge<sup>2</sup> 

Marcelo Angelo Ferreira<sup>3</sup> 

Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo<sup>4</sup> 

Luiz Henrique Arimura Figueiredo<sup>1</sup> 

Cristiane Alves Fogaça<sup>1</sup> 

### INTRODUÇÃO

A germinação é o processo de reativação do crescimento do embrião, culminando com o rompimento do tegumento da semente e o aparecimento de uma nova planta (Fowler & Bianchetti, 2000). A primeira condição para a germinação de uma semente viável e não dormente germinar é a disponibilidade de água para sua reidratação (Rego et al., 2011). Pois, a água está envolvida direta e indiretamente em todas as etapas do metabolismo germinativo, atuando, portanto, como um agente estimulador e controlador, que além de promover o amolecimento do tegumento, favorece a penetração do oxigênio, proporciona aumento no volume do embrião e dos tecidos de reserva e estimula as atividades metabólicas básicas, que resulta no crescimento do eixo embrionário (Carvalho & Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005).

Assim, para germinar, uma semente passa por uma sequência de eventos fisiológicos, que são influenciados por fatores externos e internos, e, a água é responsável pela ativação de diferentes processos metabólicos que culminam no sucesso desse processo (Floriano, 2004).

Porém, em ambiente natural, nem sempre as sementes tem acesso às condições ideais para germinação. Quando as sementes são dispersas da planta-mãe, se encontram sujeitas a um conjunto de fatores, presentes no meio, que podem afetar sua germinação, dentre eles, o déficit hídrico (Azerêdo et al., 2016). Solos com baixa umidade, que ocasionam estresse hídrico em sementes e plantas, são comuns nas regiões semiáridas brasileiras, devido à falta ou pouca ocorrência de chuvas, acompanhada de altas temperaturas e altas taxas de evaporação (Marengo et al., 2011).

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

<sup>2</sup> Instituto Estadual de Florestas, Monte Azul, MG.

<sup>3</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG.

<sup>4</sup> Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG.

\* Autor(a) correspondente: rafafsirqueira35@gmail.com

Cada espécie possui seu teor crítico de água para que ocorra a germinação, além da capacidade específica de retirá-la do ambiente, determinando, assim, o estabelecimento das sementes em determinado local (Carvalho & Nakagawa, 2000). De maneira geral, as sementes quando submetidas a ambientes com déficit hídrico sofrem alterações no seu potencial germinativo, reduzindo principalmente a porcentagem e a velocidade de germinação, sendo que o potencial hídrico do solo pode muitas vezes regular este processo, até mesmo inibindo a germinação de algumas espécies (Ávila et al., 2007). Nesse sentido, sabe-se que o comportamento das sementes, frente ao estresse hídrico, varia de organismo para organismo, dependendo da duração da exposição a esse fator e também do valor de potencial osmótico no solo (Kranter et al., 2010; Azerêdo et al., 2016). Potenciais hídricos mais negativos no meio reduzem o fluxo de água para a célula, até o ponto extremo no qual a difusão de água através do simplasto cessa, descontinuando o processo de germinação (Souza & Cardoso, 2000).

Para reproduzir os efeitos dos estresses hídricos nas sementes, visando caracterizar o ponto de tolerância à seca das espécies, se emprega soluções com diferentes potenciais osmóticos para simular baixa umidade de água em sementes, por exemplo o polietilenoglicol (PEG) (Moraes & Menezes, 2003). Segundo Pereira et al. (2012), os estudos e a observação da resposta germinativa de sementes submetidas a condições de estresses artificiais permitem compreender a autoecologia das espécies, bem como a capacidade de sobrevivência e adaptação das mesmas em condições de estresses naturais, como seca e solos com caráter salino, comuns em regiões semiáridas.

A espécie *Copajfera arenicola*, pertencente à família Fabaceae, popularmente conhecida como pau-d'olinho é uma espécie endêmica de regiões semiáridas, apresenta grande importância ecológica nesses ecossistemas, contribuindo como oferta de alimento a fauna, proteção do solo e aporte de nutrientes pelo depósito de folhas. A sua floração e frutificação ocorre de forma descontínua e não sincrônica entre indivíduos e populações. Sendo a dispersão de suas sementes por zoocoria, pois as sementes desta espécie possuem arilos que servem de alimento para a fauna (Gama & Nascimento Júnior, 2019).

De forma geral, não se conhece muito sobre o comportamento ecológico da *C. arenicola*, como sobre sua forma de distribuição espacial e quais outros fatores podem influenciá-la. Bello et al. (2008) descreveram que o desconhecimento da ecologia de espécies florestais restringe a sua utilização e ameaça sua conservação, uma vez que a velocidade da degradação ambiental tem sido maior do que a manutenção da biodiversidade. Os autores afirmaram que, diante das derrubadas indiscriminadas e do risco que a biodiversidade brasileira está exposta, torna-se imprescindível o conhecimento dos principais fatores que governam a germinação de sementes de espécies florestais nativas do Brasil, como forma de frear a lista de espécies ameaçadas de extinção no país.

Pois, para a área florestal, a maior ou menor capacidade de germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico deve ser considerada nas estratégias de manejo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, pois está relacionada com o estabelecimento de mudas na regeneração natural de povoamentos (Borges et al., 1991). Por isso, dentre os fatores que podem influenciar a distribuição

espacial e a conservação da espécie, destaca-se a forma e o conhecimento sobre a germinação das sementes.

A recuperação de áreas degradadas, importante forma de restauração ecológica, pode ser realizada com a plantação de espécies arbóreas conhecidas como facilitadoras. Essas espécies possuem a capacidade de acelerar o processo de sucessão ecológica em áreas adjacentes ou próximas aos fragmentos florestais nativos, melhorando o ambiente para que outras espécies consigam germinar e concluir seu desenvolvimento naquela mesma área (Callegaro et al., 2013).

Assim, diante da hipótese de que a espécie *C. arenicola* apresenta alta tolerância ao estresse hídrico, devido a sua ocorrência em ambientes com esta condição, justifica-se comprovar se a referida espécie pode ser considerada como facilitadora no processo de regeneração natural em áreas degradadas com ocorrência de tal fenômeno, determinando o limite máximo de tolerância à seca de sementes de *Copaifera arenicola*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Florestal do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/Mata Seca), do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), em Janaúba, MG.

Para a avaliação utilizou-se um lote de sementes de pau-d'olinho coletado em agosto de 2021 de matrizes localizadas no Parque Estadual Caminho dos Gerais, município de Mamonas (MG).

O Parque Estadual Caminho dos Gerais está inserido nos municípios de Espinosa, Gameleiras, Mamonas e Monte Azul (MG) entre as coordenadas de 14°48'S; 43°06'W e 15°18'S; 42°50'W (Figura 1).

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas – IEF (2007), a área apresenta qualitativos ambientais de uma unidade de conservação de proteção integral, por possuir características como bom estado de conservação ecológica, vegetação própria, áreas de nascentes d'água, margens de córrego, presença de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção e riqueza de espécies. Além disso, o parque está inserido na Serra do Espinhaço, uma das Reservas da Biosfera reconhecida pela UNESCO.

O trabalho foi dividido em duas etapas, na primeira foram avaliados intervalos de potenciais osmóticos visando determinar entre quais limites estava presente o limite máximo de tolerância à seca. Com base nos resultados da primeira etapa realizou-se a segunda onde avaliou os potenciais osmóticos entre o intervalo determinado na etapa 1, empregando a mesma metodologia.



germitest de cada tratamento foram embalados em sacos plásticos transparentes, sendo estes vedados a fim de reduzir a perda de umidade, e mantidos em sala de germinação com temperatura constante de 30 °C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram diárias com início no 9º dia até o 12º dia após a implantação, onde computou-se o número de sementes que emitiram a raiz primária (Figura 2).



**Figura 2.** Semente de *C. arenicola* com raiz primária com 1 cm de comprimento. Fonte: Os Autores.

Avaliou-se as variáveis: primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG). Para o teste de primeira contagem computou-se o número de sementes que emitiram a raiz primária no primeiro dia de contagem e para a germinação o número total de sementes que emitiram a raiz primária, em ambas variáveis os resultados foram expressos em porcentagem. O índice de velocidade de germinação foi determinado pela soma do número de sementes que emitiram a raiz primária diariamente dividido pelo número de dias decorridos entre a semente e a ocorrência da germinação, conforme Maguire (1962) (Eq. 1).

$$IVG = \frac{n_1}{d_1} + \frac{n_2}{d_2} + \dots + \frac{n_n}{d_n} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

$n_1, n_2, \dots, n_n$  = número de sementes que emitiram a raiz primária no dia de contagem

$d_1, d_2, \dots, d_n$  = número de dias necessários para a emissão da raiz primária.

## ***Etapa 2***

Com base nos resultados obtidos na etapa 1 observou a necessidade de avaliação de potenciais mais negativos, pois a espécie apresentou 2% de germinação no potencial -1,2 MPa. Assim, foram novamente instalados os testes de germinação empregando os potenciais -1,3 e -1,4 MPa, visando encontrar o limite máximo de tolerância à seca de sementes de pau-d'olinho, empregando a mesma metodologia utilizada na etapa anterior.

## Estatística

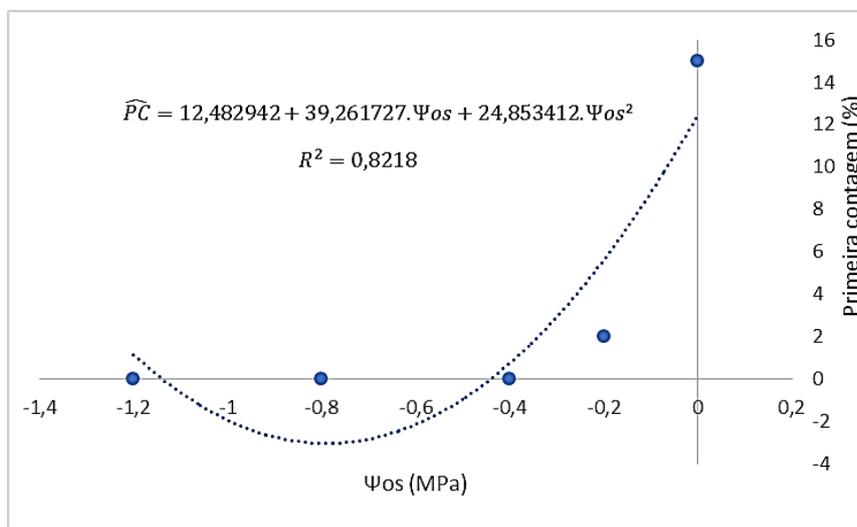
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos ao teste de Bartlett a 5% para verificar a homogeneidade de variância entre os tratamentos seguido da ANOVA, a 5%. Para a primeira etapa, conforme a significância da ANOVA, os dados foram submetidos a análise de regressão, sendo que para a escolha do melhor modelo foram adotados os seguintes critérios: regressão significativa,  $R^2$  e coeficiente de variação da regressão mais baixa possível. Para a segunda etapa, como foram avaliados apenas dois potenciais osmóticos, seus resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo Teste “t”, a 5%. Para as análises estatísticas utilizou o software estatístico SISVAR 5.7 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Etapa 1

Os resultados da análise de variância para a primeira contagem, germinação e índice de velocidade de germinação das sementes de *C. arenicola*, sob diferentes potenciais osmóticos, apresentaram diferenças estatísticas significativas observando haver influência do aumento das concentrações da solução de PEG 6000 em todas as variáveis avaliadas.

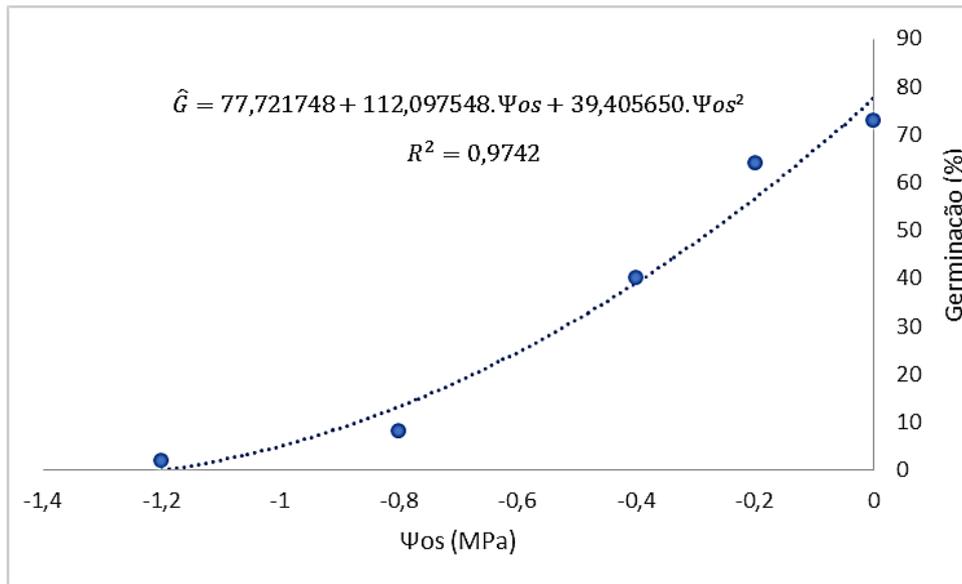
Para variável primeira contagem, a maior média (15%) foi observada para a testemunha (0 MPa) reduzindo para 2% a -0,2 MPa e a partir deste potencial os resultados foram nulos.



**Figura 3.** Porcentagem de primeira contagem de sementes germinadas de *C. arenicola* em diferentes potenciais osmóticos. Legenda:  $\Psi_{os}$ : potencial osmótico;  $\widehat{P\bar{C}}$ : estimativa da primeira contagem. Fonte: Os Autores.

O período de germinação e estabelecimento das plântulas arbóreas é importante para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água está limitada durante um período do ano (Rego et al., 2007). Nesse sentido, em ambientes com água em período restrito, as sementes que conseguem germinar com maior rapidez podem possuir vantagem

perante outras mais lentas, pois poderão aproveitar melhor a água disponível de modo a completar sua germinação e realizar um bom estabelecimento de plântula.



**Figura 4.** Porcentagem de germinação de sementes de *C. arenicola* em diferentes potenciais osmóticos. Legenda:  $\Psi_{os}$ : potencial osmótico;  $\hat{G}$ : estimativa da germinação. Fonte: Os Autores.

Na variável germinação, houve redução da porcentagem à medida que o potencial osmótico da solução de polietilenoglicol se tornou mais negativo. A testemunha (0 MPa) apresentou a maior média, com 73% de germinação reduzindo este valor para 64% ao submeter as sementes ao potencial de -0,2 MPa e 40% a -0,4 MPa. A redução foi mais drástica a partir do potencial -0,8 MPa, onde a germinação foi de 8% (Figura 4).

A curva da variável mostra uma tendência polinomial quadrática, com o último potencial avaliado (-1,2 MPa) apresentando 2% de germinação das sementes, denotando que ainda há alguma resistência da espécie a esse nível de disponibilidade hídrica reduzida.

Duarte et al. (2018) avaliando a germinação da espécie florestal *Anadenanthera colubrina*, obtiveram resultados similares ao do presente estudo, com germinação reduzindo drasticamente com potencial osmótico de -0,8 MPa. Também, Córdoba (1995), estudando a espécie florestal *Esenbeckia leiocarpa*, descreveram valores de porcentagem de germinação próximos ao nulo ao aproximar-se do potencial -0,8 MPa. Rego et al. (2011) observaram para 75% de germinação para testemunha (0 MPa) da espécie *A. colubrina*, e a partir do potencial de -1,0 MPa a porcentagem de germinação reduziu drasticamente para 14%. Esses resultados apresentam a mesma tendência observada no presente trabalho.

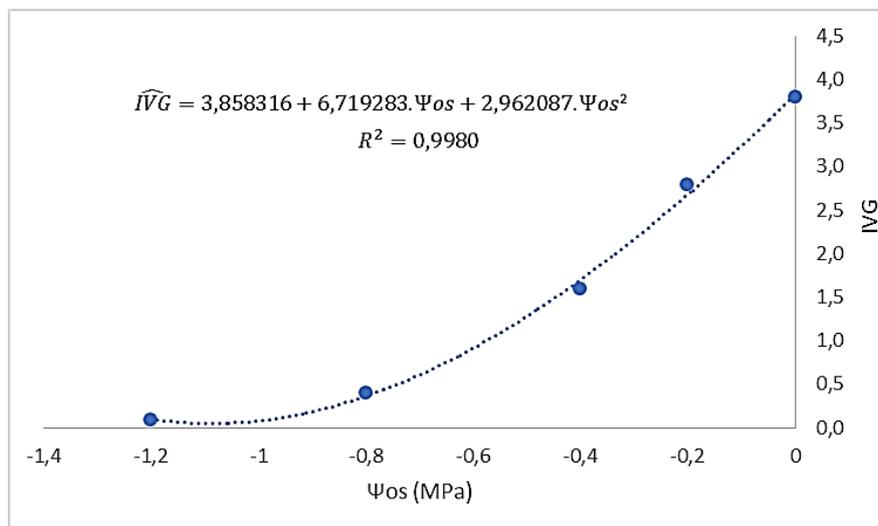
Os estudos realizados para a determinação dos efeitos do estresse hídrico na germinação de espécies florestais têm demonstrado essa tendência de decréscimo da porcentagem de germinação à medida que o potencial se torna mais negativo (Duarte et al., 2018). Entretanto, a faixa de tolerância à simulação do estresse hídrico é ampla e varia muito de espécie para espécie. Por exemplos, Pelegrini et al. (2013) observaram diminuição relevante da germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth., a partir

do potencial de -0,4 MPa; Guedes et al. (2013) observaram redução na germinação de *Apeiba tibourbou* Aubl. a partir de -0,2 MPa; Delachiave e Pinho (2003), avaliando sementes de *Senna occidentalis*, observaram queda no percentual de germinação a partir de -0,2 MPa e zero germinação em -0,6 MPa.

Esses resultados demonstram que as espécies florestais possuem características fisiológicas individuais e variáveis para tolerância à seca. Segundo Rego et al. (2011) a tolerância à seca é um importante fator a ser considerado para recomendação de espécies que sejam capazes de suportar diferentes condições de potenciais osmóticos em diversas situações ecológicas. Em espécies florestais essas características são de importância ainda maior, pois muitas são utilizadas como materiais de restauração de áreas degradadas, sendo que, muitas dessas áreas podem possuir baixa disponibilidade hídrica e solos salinos. Nesse sentido, compreender qual o potencial osmótico suportado por uma espécie florestal pode determinar com antecedência se ela deve ou não ser implantada em projetos de recuperação de áreas em determinadas regiões.

No índice de velocidade de germinação, observou-se o decréscimo com a redução do potencial osmótico (Figura 5), sendo que na testemunha foi de 3,8 reduzindo para 2,8 e 1,6 ao submeter as sementes aos potenciais -0,2 e -0,4 MPa, respectivamente. As reduções mais drásticas foram observadas nos potenciais -0,8 e -1,2 MPa com valores abaixo de 0,4.

Os resultados demonstram que potenciais mais negativos exigiram maior tempo para que o processo germinativo ocorresse. O mesmo comportamento foi observado por Duarte et al. (2018) e Moura et al. (2011), trabalhando com as espécies florestais *A. colubrina* e *Mimosa caesalpinifolia*.



**Figura 5.** Índice de Velocidade de Germinação de sementes de *C. arenicola* em diferentes potenciais osmóticos. Legenda:  $\Psi_{os}$ : potencial osmótico;  $\widehat{IVG}$ : estimativa do índice de velocidade de germinação. Fonte: Os Autores.

Segundo Antunes et al. (2011) a redução do IVG com o aumento das concentrações de polietilenoglicol ocorre porque esse polímero apresenta como características alta viscosidade e peso

molecular, o que retarda a velocidade de hidratação dos tecidos e a difusibilidade de oxigênio das sementes, resultando na necessidade de um maior tempo para a reorganização das membranas e desenvolvimento de processos metabólicos para que o processo de germinação seja completado.

A forma como o estresse hídrico reduz tanto a porcentagem como a velocidade de germinação depende da sensibilidade da semente ao estresse, sendo que, sementes mais resistentes possuem a vantagem ecológica de estabelecer suas plântulas em áreas onde as mais sensíveis à seca não podem (Bewley & Black, 2013).

Em condições naturais, o atraso na germinação provocado pelo estresse hídrico pode ser positivo para espécies florestais, pois permite que a germinação seja distribuída de forma diferente no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade de as plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao estabelecimento e desenvolvimento (Rego et al., 2007; Bewley & Black, 2013).

## **Etapa 2**

Com relação aos resultados da segunda etapa, os dois potenciais osmóticos avaliados não diferiram estatisticamente pelo teste “t” (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios de porcentagem de Primeira Contagem (PC), Germinação (G) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *C. arenicola* em diferentes potenciais osmóticos. Fonte: Os Autores.

<b>Tratamento</b>	<b>PC<sup>(1)</sup></b>	<b>G</b>	<b>IVG</b>
-1,3 MPa	0a	0a	0a
-1,4 MPa	0a	0a	0a
CV (%)	0,0	0,0	0,0

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste “t”, a 5%.

Conforme o esperado a partir das tendências das curvas de germinação e IVG obtidas na etapa 1, observou-se valores nulos para ambos os tratamentos, demonstrando que não há germinação de *C. arenicola* nos potenciais osmóticos -1,3 e -1,4 MPa.

Rego et al. (2011) observaram comportamento similar, com germinação de sementes de *A. colubrina* zerando em potenciais osmóticos de -1,2 e -1,4 MPa. Do mesmo modo, Perez et al. (2001), estudando a espécie florestal *Peltophorum dubium*, descreveram o limite de tolerância ao estresse hídrico no potencial de -1,4 MPa.

A anulação da germinação ocorre porque, quando não há água suficiente para a sua continuidade, há o impedimento da emissão da raiz primária ou até a morte do embrião (Lopes et al., 1996; Braga et al., 2009). Entretanto, é importante destacar que, além do potencial osmótico, o controle do desenvolvimento das plantas está relacionado a uma grande quantidade de compostos orgânicos envolvidos, sendo então um complexo sistema ainda não compreendido totalmente (Colli, 2004). As

poliaminas são exemplos de compostos que aumentam durante os estádios iniciais de germinação, porém ainda não está claro se essas estão envolvidas com a tolerância ao estresse osmótico ou se o aumento nos níveis desses compostos é um simples sintoma do estresse (Matilla, 1996; Braga et al., 2009).

A uniformidade, velocidade e a porcentagem de emergência das plantas em campo apresentam significativos reflexos sobre a produção final (Rego et al., 2007). Assim, sementes florestais que consigam vigorar nesses quesitos perante o aparecimento de estresses fisiológicos são mais buscadas por conseguirem se estabelecer com mais eficiência em ambientes com baixa disponibilidade de recursos hídricos.

Os resultados encontrados nesse trabalho, para os potenciais osmóticos avaliados, foram também encontrados similarmente para outras espécies florestais. Comparados com resultados de espécies florestais que possuem uma tolerância muito menor a esses potenciais osmóticos, pode-se afirmar que a *C. arenicola* está entre as espécies florestais que apresentam alta tolerância ao estresse hídrico entre as descritas na literatura.

## CONCLUSÕES

Quanto mais negativo o potencial osmótico, ou seja, com o aumento dos níveis de PEG 6000, maior a redução significativa na germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação de sementes *C. arenicola*.

As sementes da espécie *C. arenicola* apresentaram limite de tolerância à seca de -1,3 MPa, considerada uma tolerância alta entre as espécies florestais descritas na literatura

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, C.G.C; PELACANI, C.R.; RIBEIRO R.C; SOUZA J.V.; SOUZA C.L.M.; CASTRO, R.D. (2011). Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) submetidas a deficiência hídrica. *Revista Árvore*, 35(5), 1007-1015.
- ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS, J.L. (2007). Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(1), 98-106.
- AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. (2016). Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. *Revista Ciência Florestal*, 26(1), 193-202.
- BELLO, E.P. de B.C.; ALBUQUERQUE, M.C. de F.; GUIMARÃES, S.C.; MENDONÇA, E.A.F. (2008). Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3), 16-24.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. (2013). *Seeds: physiology of development and germination*. New York: Plenum Press.

- BORGES, E.E.L.; RENA, A. (1993). Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES.
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; ALMEIDA, T.A. (2009). Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e a aplicação de poliamina. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(1), 63-70.
- CALLEGARO, R.M.; ANDRZEJWSKI, C.; LONGHI, S.J.; ARAUJO, M.M.; SERRA, G.C. (2013). Potencial de três plantações florestais homogêneas como facilitadoras da regeneração natural de espécies arbutivo-arbóreas. *Scientia Forestalis*, 41(99), 331-341.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (2000). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4ed. Campinas: FUNEP.
- COLLI, S. (2004). Outros reguladores: Brassenosteróides, Poliaminas, Ácido jasmônico e salicílico. In: KERBAUY, G.B.; GUERRA, M.P. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- CÓRDOBA, G.A.T.; BORGES, E.E.L.; NEVES, J.C.L. (1995). Osmocondicionamento em sementes de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Guarantã). *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2), 217-226.
- DELACHIAVE, M.E.A.; PINHO, S.Z. (2003). Germination of *Senna occidentalis* Link: seed at different osmotic potential levels. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(2), 163-166.
- DUARTE, M.M.; KRATZ, D.; CARVALHO, R.L.L.; NOGUEIRA, A.C. (2018). Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. *Advances in Forestry Science*, 5(3), 375-379.
- FERREIRA, D.F. (2014). Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2), 109-112.
- FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. (2000). *Dormência em sementes florestais*. Colombo: Embrapa Florestas.
- FLORIANO, E.P. (2004). Germinação e dormência de sementes florestais. In: HOPPE, J.M. *Produção de sementes e mudas florestais*. Santa Maria: Série Cadernos Didáticos UFSM.
- GAMA, D.C.; TAKESHITA, S.; NASCIMENTO JÚNIOR, J.M.; AMARAL, D. (2018). Propriedades físicas da madeira de *Copaifera arenicola* (Ducke) J. Costa & L. P. Queiroz (Caesalpinioideae-Fabaceae). *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal da FAEF*, 31(2), i-iiiv.
- GUEDES R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; LIMA, C.R.; SANTOS, S.R.N. (2013). Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Revista Ciência Florestal*, 23(1), 45-53.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF).(2007). *Parque Estadual Caminho dos Gerais*. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/248-parque-estadual-caminho-dos-gerais>>. Acesso em: 01 jul. 2022.
- KRANNER, I.; MINIBAYEVA, F.V.; BECKETT, R.P.; SEAL, C.E. (2010). What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. *New Phytologist*, 188(3), 655-673.

- LOPES, H.M.; MARIA, J.; SILVA, R.F.; MALAVAASI, M.M. (1996). Influência do potencial osmótico e da temperatura na embebição e no crescimento da radícula de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 18(2), 167-172.
- MARCOS FILHO, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ.
- MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. (2011). *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. Instituto Nacional do Semiárido Campina Grande-PB.
- MATILLA, A.J. (1996). Polyamines and seed germination. *Seed Science Research*, 6, 81-93.
- MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L. (2003). Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. *Ciência Rural*, 33(2), 219-226.
- MOURA M.R.; LIMA, R.P.; FARIAS, S.G.G.; ALVES, A.R.; SILVA, R.B. (2011). Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(2), 230-235.
- PELEGRINI, L.L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H.S.; QUOIRIN, M.G.G. (2013). Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. *Revista Ciência Florestal*, 23(2), 511- 519.
- PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, C.C.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D. (2012). Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. *Bioscience Journal*, 28(4), 537-545.
- PEREZ, S.C.J.G. de A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. (2001). Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. *Bragantia*, 60(3), 155-156.
- REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F.; SOUSA, R.K.; BRONDANI, G.E.; ARAUJO, M.A.; SILVA, A.L.L. (2011). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(4), 37-42.
- REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. (2007). Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan (Angico-branco) - Mimosaceae. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2), 549-551.
- SOUZA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. (2000). Effects of different environmental stresses on seed germination. *Seed Science and Technology*, 28, 621-630.
- VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. (1991). Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(11/12), 1957-1968.

## Índice Remissivo

- B**  
Besouros, 72
- C**  
*Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya*, 80, 81, 82, 83, 86  
*Copaifera arenicola*, 27, 28, 29
- E**  
*Enterolobium gummiferum*, 80, 81, 82, 84, 86  
*Enterolobium timbouva*, 80, 81, 82, 85, 86
- F**  
Famílias botânicas, 17  
Formigas, 70
- G**  
Germinação, 93, 94, 95
- I**  
Índice de vegetação, 44
- M**  
Monitoramento, 12
- P**  
Parque Estadual Caminho dos Gerais, 7, 8, 9, 13, 15  
Pau-d'olinho, 92  
Pau-santo, 94
- R**  
Recuperação de Áreas Degradadas, 9  
Restauração florestal, 9
- U**  
Unidade de Conservação, 40
- V**  
Vegetação, 40, 44, 46, 48

## Sobre os Organizadores



  **Luiz Henrique Arimura Figueiredo** Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (Ciência do Solo e Nutrição), com experiência profissional na área de ensino, pesquisa e extensão sobre recuperação de áreas degradadas e monitoramento das mesmas, com publicações na área e ainda, coordenando vários projetos. É Coordenador do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/MATA SECA) onde são desenvolvidos treinamentos sobre produção de mudas e recuperação de áreas degradadas, parcerias com universidades, empresas privadas, órgãos federais (CODEVASF, IEF, IGAM, ...), prefeituras, associações de produtores da região. Atualmente, é coordenador do Projeto SENDAS, que visa a recuperação de áreas degradadas dentro do Parque Caminho dos Gerais. Contato: [luiz.figueiredo@unimontes.br](mailto:luiz.figueiredo@unimontes.br)



  **Cristiane Alves Fogaça** Eng. Agrônoma e Eng. Florestal, Doutora em Ciências Ambientais e Florestais. Coordena vários projetos de pesquisa na área de tecnologia de sementes e mudas florestais, com publicações nesta área. Responsável pela produção de mudas florestais nativas no Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD/MATA SECA). É integrante do projeto SENDAS auxiliando no plantio e monitoramento das mudas, regeneração e estrato adulto. Atualmente, coordena o Projeto “RPPN Vale dos Encantados” no município de Olhos d’Água financiado pela Agência Norueguesa para Desenvolvimento e Cooperações, por meio do Ministério das Relações Exteriores da Noruega, destinados ao Programa Copafbas do FUNBIO. Contato: [cristiane.fogaca@unimontes.br](mailto:cristiane.fogaca@unimontes.br)



  **Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo** Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Florestal. Atualmente é Professora Adjunta no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Ecologia e Conservação da Natureza, atuando principalmente nos seguintes temas: Cerrado, Mata Atlântica, Fitosociologia, Dinâmica Florestal, Restauração Florestal, Manejo Florestal, Conservação da Natureza e Ordenação dos Recursos Florestais. Coordena o projeto intitulado “Avaliação e manejo de áreas degradadas em processo de restauração”. É integrante do Projeto Sendas, atuando no monitoramento da flora (regeneração natural e estrato adulto). Contato: [doraengflor@ica.ufmg.br](mailto:doraengflor@ica.ufmg.br)



  **Marcilio Fagundes** Biólogo, Doutor em Ecologia, com experiência em trabalhos de recuperação de áreas degradadas e em monitoramento, em especial na área de interações planta/animal, com ênfase na Biologia da Conservação, especialmente nas áreas de transição de cerrado e caatinga. É integrante do Projeto Sendas auxiliando no monitoramento da fauna do PECG. Atualmente coordena o projeto “Restauração dos serviços ecossistêmicos baseados no consórcio entre plantio de mudas de espécies nativas e a construção de barraginhas no Parque Estadual Caminho dos Gerais”. Contato: [marcilio.fagundes@unimontes.br](mailto:marcilio.fagundes@unimontes.br)



  **Marcos Esdras Leite** Professor do Departamento de Geociências da UNIMONTES. Doutor em Geografia, com experiência no uso de geotecnologias aplicadas na identificação e monitoramento de áreas degradadas. Bolsista de Produtividade do CNPq. Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento da Unimontes. Atualmente atua no projeto de elaboração de implementação de projetos de recuperação de áreas degradadas no interior e no entorno de Unidades de Conservação no Bioma Cerrado. É integrante do Projeto Sendas auxiliando na confecção de mapas de solos e vegetação do PECGerai. Contato: [marcos.leite@unimontes.br](mailto:marcos.leite@unimontes.br)



  **Alessandre Custodio Jorge** Engenheiro Florestal, Analista Ambiental do Instituto Estadual de Florestal - IEF/MG, Gerente do Parque Estadual Caminho dos Gerais, com experiência de mais de 10 anos na gestão e manejo de Unidade de Conservação, participação na elaboração e condução do Projeto Sendas. Contato: [alessandre.custodio@meioambiente.mg.gov.br](mailto:alessandre.custodio@meioambiente.mg.gov.br)



A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior do Norte de Minas – FADENOR, em parceria com pesquisadores e estudantes da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), vem desde 2020 desenvolvendo um trabalho de recuperação de área degradada dentro do Parque Estadual Caminhos dos Gerais (PECGerais), que fica situado na Serra Geral, entre os municípios de Gameleiras, Mamonas, Monte Azul e Espinosa, Estado de Minas Gerais.

A iniciativa denominada como **Projeto Sendas**, é coordenado pelo Eng. Agrônomo e professor DSc. da Unimontes Luiz Henrique Arimura Figueiredo e financiado pelo **Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF)** no âmbito do **Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal (GEF Terrestre)**, coordenado pelo **Ministério do Meio Ambiente (MMA)** e tem o **Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)** como agência implementadora e o **Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO** como agência executora.



**Pantanal Editora**  
Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)