



**Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)**

# **A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020





**Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado  
(Organizadores)**

# **A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Túllio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-910-3

DOI 10.22533/at.ed.103201301

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Túllio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga. III. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” apresenta dezessete capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas em diversas áreas de engenharia, priorizando as áreas de ecologia, saneamento e saúde.

Nestes capítulos os autores utilizam a pesquisa científica para produzir conhecimento e inovação visando contribuir para bom uso de nossos recursos ambientais, cuidando da saúde de nosso planeta e dos que nele habitam.

A engenharia sendo usada para manejo de nossos mananciais, priorizando a exploração salutar de um de nossos maiores recursos naturais: a água.

A saúde da população sendo analisada pelo viés científico, a fim de orientar as políticas públicas na área.

Esperamos que o leitor faça bom uso das pesquisas aqui expostas e que estas possam embasar novos estudos na área. Boa Leitura!

Franciele Braga Machado Túllio  
Lucio Mauro Braga Machado

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A RELEVÂNCIA DA DISTÂNCIA FÍSICA DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SETOR JARDIM DAS PEROBEIRAS DE MINEIROS - GO	
Raffael de Carvalho Gonçalves Viviane Caldera Juliana Alves Burgo Godoi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
ANÁLISE DOS REGISTROS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA PREVIDÊNCIA SOCIAL EM JUAZEIRO DO NORTE NO PERÍODO DE 2008 A 2018	
Esdras Alex Freire de Oliveira Thays Lorranny da Silva Januário Correio José Gonçalves De Araújo Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE OPERACIONAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	
Poliana Arruda Fajardo Nemésio Neves Batista Salvador	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA AVALIAR A DISPONIBILIDADE DE UM RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO QUENTE NAS TERMAS DA AREOLA	
Pedro Jorge Coelho Ferreira Luis Manuel Ferreira Gomes Alcino Sousa Oliveira Rui Miguel Marques Moura José Martinho Lourenço	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
FERRAMENTAS DA GESTÃO NA QUALIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DOS SUÍNOS SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA	
Herlane de Olinda Vieira Barros Célia Maria da Silva Costa Viviane Correa Silva Coimbra Larissa Jaynne Sameneses de Oliveira Zaira de Jesus Barros Nascimento Michelle Lemos Vargens Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho Nathana Rodrigues Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013015</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>61</b>
GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ESTRATIFICADA POR TERRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO EM MINAS GERAIS	
Denise Marília Bruschi Juliana Oliveira de Miranda Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013016</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>77</b>
LICENCIAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA DE COLETA, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS APLICADOS A FERROVIA	
Patricia Ruth Ribeiro Stefani Gabrieli Age Renata Twardowsky Ramalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>87</b>
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO EM MEIOS POROSOS	
Marcelo Lemos da Silva Grazione de Souza Boy	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>101</b>
MODELAGEM DE UM FERMENTADOR CILÍNDRICO PARA O CACAU	
Marcelo Bruno Chaves Franco Jorge Henrique de Oliveira Sales Rafaela Cristina Ferreira Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1032013019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>115</b>
O NASCIMENTO DE UMA NOVA ÁGUA MINERAL PARA TERMALISMO E ASPETOS BÁSICOS PARA O ESTABELECIMENTO DE SUAS INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS: O CASO DAS TERMAS DE SÃO MIGUEL EM PORTUGAL	
Luís Manuel Ferreira Gomes Luís José Andrade Pais Paulo Eduardo Maia de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>129</b>
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E CONSTITUINTES METÁLICOS NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSSISTEMA LÊNTICO	
Maria da Graça Vasconcelos Hugo Gomes Amaral Arthur Dias Freitas Angélica Pereira da Cunha Bruna Fernanda Faria Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130111</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>140</b>
PLANTIOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CERRADO EM ÁREAS DEGRADADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS – ESECAE, DISTRITO FEDERAL	
Maria Goreth Goncalves Nobrega Henrique Cruvinel Borges Filho Vladimir de Alcântara Puntel Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>154</b>
PROPOSTA DE BANCO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA CILIAR EM TRECHO DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE, ESTADO DE SÃO PAULO.	
Marcelo Bento Nascimento da Silva Ives Simões Arnone Hugo Portocarrero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>167</b>
PURIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LACASES PRODUZIDAS POR <i>Pleurotus ostreatus</i> EM CULTIVO SÓLIDO	
Juliana Cristina da Silveira Vieira Verônica Távilla Ferreira Silva Ezequiel Marcelino da Silva Adriane Maria Ferreira Milagres	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>185</b>
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE	
Albertina Amélia Alberto Nhavoto António Guerner Dias Daniel Agostinho Nivaldo Alfredo José Zandamela	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>198</b>
RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA O MUNICÍPIO DE SINOP-MT	
Emília Garcez da Luz Cristiane Rossato Candido Érika Fernanda Toledo Borges Leão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>212</b>
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: COLETA E TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL	
Marcela Avelina Bataghin Costa Fernando Antonio Bataghin Tatiane Fernandes Zambrano Rita de Cássica Arruda Fajardo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130117</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>226</b>
<b>USO DE GEOCÉLULA PEAD E GABIÃO TIPO COLCHÃO COMO REVESTIMENTOS DE CANAIS PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO</b>	
Rafael Freitas Rodrigues	
Michel Moreira Morandini Fontes	
João Augusto de Souza Pinto	
Luiz Henrique Resende de Pádua	
Luany Maria de Oliveira	
Cristian Chacon Quispe	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10320130118</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>237</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>238</b>

## PLANTIOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CERRADO EM ÁREAS DEGRADADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS – ESECAE, DISTRITO FEDERAL

Data de aceite: 02/12/2019

### **Maria Goreth Goncalves Nobrega**

Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB

### **Henrique Cruvinel Borges Filho**

Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB

### **Vladimir de Alcântara Puntel Ferreira**

Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB

**RESUMO:** O plantio de espécies nativas é um importante aliado para a restauração de ecossistemas naturais e pode minimizar a perda da riqueza biológica em Unidades de Conservação. O artigo visa relatar a experiência da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - Caesb com a execução de plantios de mudas nativas em áreas degradadas, com infestação de gramíneas exóticas e invasoras na Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE. A área do plantio está localizada a montante da captação de água do córrego do Fumal, operada pela empresa. Foram executados plantios em quatro talhões, numa área de 8,81 hectares, no período de 2011 a 2014, num total de 36.130 mudas nativas do bioma Cerrado, composto por 19 famílias, 45 gêneros e 53 espécies. Dada a alta

infestação de gramíneas, bem como o estresse hídrico encontrado em diferentes locais do plantio, mesmo com intervenções de capinas e roçagens, foi observada uma sobrevivência de 43,96 %. Os dados apresentados demonstram que o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas na ESECAE está dentro do padrão esperado para o bioma Cerrado, tendo em vista que em áreas de Cerrado a sobrevivência de mudas é comprometida por vários fatores, como por exemplo, heterogeneidade espacial e estresse hídrico. Assim, o esforço em manter mudas vivas por meio de padrões tradicionais de plantios não é suficiente para garantir a sobrevivência das mudas, necessitando de pesquisas específicas, além de intervenções técnicas e atividades de manutenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** unidade de conservação, taxa de sobrevivência, restauração ecológica, mudas, estresse hídrico.

### 1 | INTRODUÇÃO

Recuperação de área degradada em unidade de conservação ambiental é um dos grandes desafios para a conservação da biodiversidade. Atualmente, no bioma Cerrado existem várias UCs com remanescentes inseridos em paisagens fragmentadas e degradadas, seja aquelas colonizadas por

espécies invasoras, ou que foram objeto de mineração e/ou empréstimo de solos para construção civil, ou ainda que sofreram raleamento da vegetação nativa devido a sofrerem constantes incêndios florestais originários por atividades antrópicas. Nesse contexto, a restauração da vegetação nativa tem o objetivo de potencializar o estabelecimento de florestas com riqueza de espécies vegetais condizentes com a dos ecossistemas que estão inseridos, a fim de garantir a persistência das florestas restauradas e proteger a biodiversidade nativa (Brancalion *et al.*, 2010).

O plantio de espécies nativas do bioma Cerrado em área degradadas representa uma importante ferramenta para incentivar o processo de sucessão ecológica, que com o passar dos anos, podem formar uma vegetação em que muitas das funções da floresta primária são parcialmente restabelecidas, onde a vegetação formada passa a absorver água das camadas mais profundas do solo, atuando como sumidouro de carbono atmosférico e auxiliando na transferência de nutrientes do solo para a biomassa, tornando o solo local menos susceptível à erosão, auxiliando no aumento da atividade microbiana e melhorando a estrutura e capacidade de retenção e infiltração de água, o que ajuda na rápida recuperação dessas áreas (Wadt *et al.*, 2003).

A recuperação de áreas degradadas em UCs torna-se recomendável quando comparamos o cenário de ações antrópicas que ameaça os ecossistemas nativos. O enriquecimento de áreas remanescentes de cerrado alterado dentro de UCs, por meio de plantios de espécies nativas do bioma, permite que pequenas porções representativas dos ecossistemas locais estejam verdadeiramente protegidos. Ao cobrir o solo com a vegetação nativa, permite-se retornar parte dos processos ecológicos perdidos, reestruturando populações vegetais e animais (Aquino *et al.*, 2009).

No Distrito Federal - DF existem atualmente 72 parques ecológicos e urbanos administrados pelo Instituto Brasília Ambiental – IBRAM, além de outras 22 unidades de conservação de proteção integral ou de uso sustentável (unidades Distritais e Federais). O DF também conta com outras categorias de parques, que são administrados por suas regiões administrativas, unidades de conservação sob gestão do governo federal e outras áreas de proteção de relevante interesse ecológico (GDF, 2013). Infelizmente todas as unidades, seja Distrital, seja Federal, possui áreas com algum tipo de degradação, o que compromete significativamente o equilíbrio ecológico dessas unidades.

Segundo Lacerda (2017) os processos de degradação ambiental das áreas protegidas no DF se revela também por meio do aparecimento de espécies exóticas ou do aumento desordenado de espécies vegetais nativas oportunistas, devido principalmente aos efeitos do parcelamento irregular do solo e a pressão exercida pela urbanização do território. Essas pressões são sentidas dentro das áreas de

proteção, expondo a fauna e a flora a alterações profundas. Com a introdução de espécies vegetais exóticas, as nativas perdem espaço e deixam de servir como fonte de alimento para a fauna local, uma vez que as exóticas não compõem a dieta dos animais silvestres, quebrando os elos da cadeia alimentar e influenciando drasticamente na diminuição da biodiversidade local e na manutenção dos ecossistemas naturais, além de promover a extinção local de espécies.

Neste contexto, a restauração ecológica constitui em alternativa para problemas decorrentes do uso inadequado do solo. É tema que motiva e desafia a pesquisa, discussões na mídia e preocupação de comunidades e governos, pois a vegetação é um compartimento estruturante da paisagem, que presta diversos serviços ambientais, sendo um fator de qualidade ambiental que atua em conjunto com outros fatores (ar, água e solo) como elemento de equilíbrio à conservação de nascentes e cursos d'água, de paisagens, dos solos e da biodiversidade, e, associada às questões sobre os mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) e às mudanças climáticas globais (Aquino *et al.* 2009).

A Caesb, empresa responsável pelo saneamento ambiental do Distrito Federal, tem a água como sua principal matéria prima, que é usada tanto para os sistemas de abastecimento público quanto para os de esgotamento sanitário. Obrigatoriamente, é de seu interesse direto a manutenção da boa qualidade e da quantidade de água que é distribuída à população. Para tal, é necessário que as bacias hidrográficas das captações, operadas pela Companhia, sejam protegidas e conservadas. Assim, a Caesb vem ao longo do tempo desenvolvendo ações contínuas destinadas à proteção das bacias hidrográficas de captação, envolvendo atividades de planejamento e manejo das captações, obras de cercamento, sinalização e recuperação de áreas degradadas, além de atividades de educação ambiental, prevenção e combate a incêndios florestais e ações de monitoramento preventivo.

Algumas dessas bacias hidrográficas de captação encontram-se protegidas em Unidades de Conservação, como a Estação Ecológica de Águas Emendadas, Parque Nacional de Brasília, a Área de Proteção Ambiental do Descoberto, a Estação Ecológica do Jardim Botânico, entre outras.

Nesse contexto, o presente artigo visa relatar a experiência da Caesb com a execução de plantios de mudas nativas em áreas degradadas com infestação de gramíneas exóticas e invasoras na Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE, localizada a montante da captação de água do Fumal, operada pela empresa e também contribuir com o conhecimento de restauração de áreas degradadas no bioma Cerrado.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Plantio

O plantio objeto do presente trabalho foi realizado em quatro talhões degradados que apresentam infestação de gramíneas exóticas dentro da Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE, unidade de conservação de proteção integral, numa área total de 8,81 hectares localizada em área de proteção de manancial.

A área objeto dos plantios (Figura 1) encontra-se inserida na bacia hidrográfica da *Captação do Fumal* - CAP.FUM.001, dentro da *Estação Ecológica Águas Emendadas* - ESECAE. Esta captação compõe o *Sistema Produtor de Água Sobradinho/Planaltina* e produz um volume de 120 litros de água por segundo, capaz de atender 70.000 pessoas. Situa-se próximo às coordenadas 216.127 m E e 8.274.791 m S, Datum WGS 84, Zona 23 L. A altitude local varia de 955 a 975 m do nível do mar.

O clima da região corresponde ao tipo *Cwa* da classificação de Köppen - tropical de Savana, com duas estações bem definidas: seis meses de verão chuvoso e seis meses de inverno seco. O índice de pluviosidade na região (estação pluviométrica mais próxima) varia em torno 1.500 mm/ano com a concentração da precipitação pluviométrica no verão, entre os meses de outubro a março. Nestas condições, o início dos plantios se limitou aos meses mais chuvosos.

Os dados de precipitação de chuva, relativos ao período de 2011 a 2016, para avaliação de disponibilidade hídrica para o plantio foram obtidos na Estação Pluviométrica da Caesb, localizada na Estação de Tratamento de Esgoto ETE Vale do Amanhecer (Código da estação 1547078), que se situa próxima à ESECAE.

A vegetação circunvizinha à área de plantio é representada por porções de *Mata de Galeria* (Florestas Estacional Semideciadual Aluvial) do próprio córrego Fumal, porções de *Cerrado Sentido Restrito* (Savana Arbórea Aberta) e áreas antropizadas. Constitui em antigas chácaras, que foram desapropriadas e inseridas a área da ESECAE. Devido às atividades agropecuárias exercidas no passado nessas áreas, os talhões de plantio de recuperação eram infestados por espécies exóticas e invasoras, em especial as gramíneas, com ocorrência de braquiárias (*Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*) e capim Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*). Também pode ser observado ao longo de toda área, a ocorrência de outras espécies exóticas introduzidas como a mucuna preta (*Mucuna pruriens*), leucena (*Leucaena leucocephala*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), pinus (*Pinus* sp.), limão-cravo (*Citrus limonium*) e bambu (*Bambusa* sp.), entre outras.

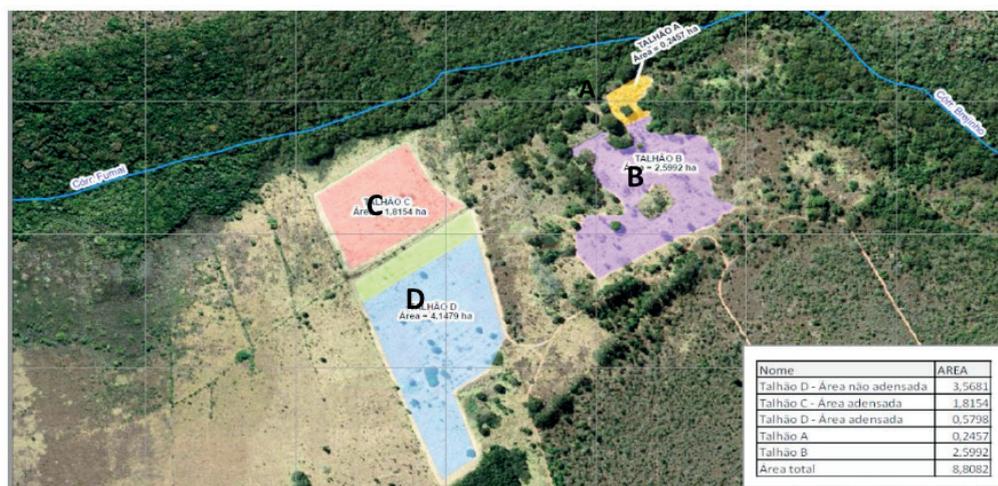


Figura 01. Área em destaque (Talhões A, B, C e D) do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD com plantio de espécies arbóreas nativas do bioma Cerrado na Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE. Área adjacente ao córrego Brejinho.

## 2.2 Atividades do Plantio

Os plantios foram executados em quatro períodos distintos e distribuídos em quatro talhões (denominados de A, B, C e D), conforme Tabela 1. Os talhões B e D estão mais próximos à ambientes savânicos enquanto que os talhões A e C adjacentes à ambientes florestais com solos mais úmidos. O talhão A possui área de 0,2457 ha, o talhão B 2,5992 ha, o talhão C 1,8154 ha e o talhão D com 4,1479 ha, perfazendo um total de 8,81 ha. Os talhões englobaram indivíduos remanescentes nativos.

Ano	Nº Mudanças plantadas	Espaçamento (m)	Talhões	Obs.
2011	5.500	3,0 x 1,0	A e B	A área de plantio englobou os indivíduos remanescentes.
2012	16.500	3,0 x 1,0	A, B, C e D	O quantitativo de mudas englobou os plantios nos talhões C e D e o replantio dos talhões A e B
2013	8.080	1,5 x 1,0	C e D	O quantitativo de mudas englobou o adensamento nas entrelinhas do Talhão C e de parte do Talhão D e reposição de mudas mortas.
2014	6.050	1,5 x 1,0	C e D	Reposição de mudas mortas
<b>Total Geral</b>	<b>36.130</b>	---		

Tabela 1. Quantitativos de mudas plantadas no projeto de recuperação de áreas degradadas na ESECAE, no período de 2011 a 2014.

As áreas objeto de plantio foram limpas com o auxílio de roçadeira acoplada à um trator agrícola. Nas áreas adensadas, a limpeza foi realizada com roçadeira semi-manual.

As mudas foram plantadas manualmente, em sucros, abertos com o auxílio de

um sulcador adubador florestal, com sucos com largura aproximada de 50 cm.

A adubação também foi realizada com o auxílio de trator, utilizando os insumos: calcário para calagem, NPK 4:14:8 e esterco de gado como condicionante do solo. A cobertura foi feita utilizando polímero de liberação lenta (Adubo Polyblem I8 - 08 -18) na quantidade de 80 gramas por muda plantada.

O controle das espécies invasoras, em especial a braquiária e a mucuna preta, foi realizado por meio de roçagens mecânicas, com roçadeira costal, no período de 2010 a dezembro de 2016, sendo quatro roçagens por ano, duas no período chuvoso e duas no período da seca.

A escolha das espécies vegetais se baseou no modelo *MDR - Módulos para Recuperação de Cerrado com Espécies Nativas de Uso Múltiplo* proposto por Felfili *et al.* (2005) e também citado por Aquino *et al* (2009), onde, em um espaçamento pré-determinado planta-se espécies arbustivas e arbóreas nativas do bioma cerrado. Esse modelo consiste em plantios mistos com espécies que ocorrem naturalmente em ambientes florestais (Matas de Galeria e Ciliares) e savânicos (Cerrado Sentido Restrito) e atenderem aos seguintes critérios: (i) nativa do Bioma Cerrado; (ii) representativa do bioma e (iii) atrativas para oferta de recursos a fauna.

### 2.3 Quantificação de Sobrevivência das Mudanças

Para avaliar a sobrevivência das mudas plantadas foi realizado censo das mudas vivas, sendo a contagem realizada no mês de fevereiro de 2015, um ano após os término dos plantios. O anotador munido de contador caminhava entre as linhas e realizava a contagem do número de mudas vivas por linha. O registro da contagem foi anotado em formulários específicos, cujos dados foram processados em planilha EXCEL.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 02 contém a lista de espécies plantadas em área degradada na ESECAE, com a citação do habitat que a espécie ocorre. Foram plantadas um total de 36.580 mudas, composta por 19 famílias, 45 gêneros e 53 espécies.

Segundo Aquino *et al* (2009), as diferentes espécies nativas simultaneamente utilizadas em plantios de recuperação de áreas degradadas, têm a função inicial de formar a primeira cobertura de vegetação visando facilitar sua reabilitação. A mesma autora cita ainda, que as espécies arbóreas de ambientes florestais apresentam crescimento inicial mais rápido do que espécies de Cerrado sentido restrito, pois recobrem rapidamente o solo, reduzem a competição com as gramíneas exóticas e promovem os fatores de sucessão natural.

No mercado florestal não há uma variedade grande de mudas nativas do

bioma Cerrado para projetos de restauração. Entretanto, plantou-se neste projeto 53 espécies nativas, sendo o maior número de espécies pertencentes a família das Leguminosas. As Leguminosas são bem representativas no bioma, além de favorecerem a fixação de nitrogênio no solo por meio de simbiose com macrorrizas, melhorando desta forma, as características nutricionais do solo.

Família	Espécie	Nome popular	Habitat
Anacardiaceae	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Gonçalo alves	Cerradão e Mata de Galeria
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	Aroeira	Cerradão
Anacardiaceae	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl	Braúna	Mata seca, Cerradão
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau pombo	Mata de galeria
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	Guatambu	Mata de Galeria
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	Peroba	Cerradão
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá açu	Mata de Galeria
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê cascudo	Cerrado sentido restrito
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose	Ipê amarelo	Florestas estacionais e Cerradões
Bignoniaceae	<i>Jacaranda brasiliana</i> (Lam.) Pers.	Caroba	Cerradão e Mata seca
Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Ipê caraíba	Cerradão, Mata Seca e Mata de Galeria
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridley) Sandw.	Ipê branco	Floresta semidecídua, Mata de Galeria.
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo (= <i>Handroanthus hetaphyllus</i> (Vell.) Mattos)	Ipê-roxo-sete-folhas	Cerrado, Mata Ciliar e Mata de Galeria.
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Chá de bugre	Cerrado, Mata de Galeria
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Landim	Matas de Galeria
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Capitão-do-cerrado	Cerradão, Mata Seca e Mata de Galeria.
Combretaceae	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	Orelha-de-cachorro	Cerrado sentido restrito, Cerradão e Mata Seca.
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Capitão	Matas Estacionais e de Galeria.
Combretaceae	<i>Terminalia</i> sp.		Matas Estacionais e de Galeria.
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Tamanqueira	Mata de Galeria e Matas Estacionais.
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Bail.	Sangra d'água	Mata de Galeria e Ciliar
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Milho torrado	Cerrado, Cerradão e Mata de Galeria.

Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Garapa	Mata de galeria, Mata Ciliar e Cerradão
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan (= <i>Anadenanthera macroparca</i> Benth.)	Angico vermelho	Mata de galeria, Mata ciliar e Cerradão.
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Mata de galeria e transição do cerrado para a floresta latifoliada semidecídua.
Fabaceae	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Baru	Floresta latifoliada semidecídua, Cerradão e Cerrado Denso.
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	Matas de Galeria e Cerradão.
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i>	Jatobá-da-mata	Matas de Galeria e Cerradão.
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá-mirim	Matas de Galeria e Cerradão
Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Matas Ciliares.
Fabaceae	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellf.	Jacarandá-de-espinho	Matas de Galeria
Fabaceae	<i>Myroxylum peruiferum</i> L.f.	Bálsamo	Mata de Galeria e Ciliares.
Fabaceae	<i>Ormosia</i> sp		Mata de Galeria e Mata Seca Decídua.
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pau-jacaré	Cerrado, Mata de Galeria e Mata Seca.
Fabaceae	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Jacarandá branco	Cerrado.
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá	Matas de Galeria
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pente-de-macaco	Mata de Galeria
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	Barriguda	Mata Seca
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	Matas de Galeria
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	Açoita cavalo	Matas de Galeria
Malvaceae	<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.&Zucc.) A. Robyns	Imbiriçu	Cerrado e Cerradão
Malvaceae	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Chichá	Cerradão.
Meliaceae	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro	Mata de galeria.
Meliaceae	<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Carrapeta	Planta característica de Matas de Galeria.
Moraceae	<i>Ficus</i> cf. <i>guaranitica</i> Chodat	Figueira	Floresta estacional semidecídua. Ocorre em Mata ciliar.
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	Cagaita	Cerrados de altitude.
Polygonaceae	<i>Triplaris gardneriana</i> Weddell	Pau jáú	bioma Cerrado em borda de Mata Ciliar, Mata Seca (semidecídua e decídua) e Cerradão.
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Cafezinho	Cerradão, Mata Seca e de Galeria.

Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica de porca	Floresta Estacional Semidecídua do Brasil Central.
Sapindaceae	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Mamoninha	Matas de Galeria
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Camboatá	Cerradão, Mata seca, Mata de Galeria.
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saboneteiro	Cerrado, Mata Ciliar, Mata Seca Semidecídua.
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachia</i> Trécul	Embaúba	Mata de galeria

Tabela 02. Relação das espécies nativas do bioma Cerrado plantadas no Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD na Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE, no período de dezembro de 2011 a janeiro de 2014.

Comparando o número total de mudas plantadas nos talhões A, B, C e D (36.130 mudas) com o número de mudas vivas no campo de 15.883 mudas, foi observada uma sobrevivência de 43,96 % e 56,04 % de mortalidade.

Um importante fator que vem sendo abordado em estudos de recuperação de áreas degradadas é a alta taxa de mortalidade das espécies florestais plantadas. Segundo Antezana *et al* (2008), a taxa de mortalidade em plantios com espécies do Cerrado é um fator a ser tratado com precaução, dada a quantidade de fatores envolvidos.

Na tabela 03 abaixo, estão citados alguns exemplos de taxas de sobrevivência e mortalidade em projetos de restauração no bioma Cerrado.

Autor	Ambiente	Sobrevivência (%)	Mortalidade (%)
Este Estudo (Caesb, 2015)	Mata ciliar e cerrado	43,96	56,04
Durigan & Silveira (1999)	Mata ciliar	80	20
Pinto <i>et al.</i> (2007)	Área antropizada (pasto de braquiária)	57	43
Pinto <i>et al.</i> (2007)	Floresta Estacional	67	33
Pinto <i>et al.</i> (2007)	Matas de galeria	54	46
Pinto <i>et al.</i> (2007)	Cerrado	49	51

Tabela 03. Exemplos de taxas de sobrevivência e mortalidade em projetos de restauração no bioma Cerrado.

Pinto *et al.* (2007), em recuperação de área degradada, invadido por *Brachiaria* spp., verificou sobrevivência das mudas em torno de 57%, após 14 meses de plantio. Os mesmos autores, citam que as taxas de sobrevivência para floresta estacional foram de 67%, 54% para matas de galeria e 49% para cerrado.

Considerando os exemplos apresentados, os plantios da ESECAE estão próximos dos padrões encontrados nas tipologias vegetacionais do bioma Cerrado. Na tabela 4 são apresentados os quantitativos de mudas vivas registradas no censo

por talhão.

Talhão	Nº de mudas vivas 2015
A	507
B	1.890
C	7792
D	5694
<b>Total Geral</b>	<b>15.883</b>

Tabela 04. Resultado do levantamento do quantitativo de mudas vivas do plantio realizado em 2015 em área degradada na Estação Ecológica de Águas Emendadas - ESECAE. Plantios realizados no período de dezembro de 2011 a janeiro de 2014.

Durigan & Silveira (1999), estudando estabelecimento de mudas em projeto de recuperação de mata ciliar no domínio Cerrado, relataram sobrevivência inferior a 80% para 17 espécies de Mata e Cerrado, nove anos após o plantio, sendo que destas, 08 espécies apresentaram sobrevivência nula e apenas 04 espécies superaram 50%.

Oliveira *et al.* (2014), cita que de acordo com alguns trabalhos desenvolvidos em Cerrado sentido restrito, valores acima de 60% são considerados ótimos para espécies plantadas em locais degradados ou perturbados. Cromberg & Bovi (1992), também citado *in* Souza (2002), salientaram que apesar da porcentagem de sobrevivência acima de 60% ser relativamente alta para plantio de recuperação de área degradada, deve-se lembrar que para plantios muito jovens, com até 24 meses, os quais ainda não ultrapassaram a provável fase crítica, como por exemplo, déficit nutricional e déficit hídrico, a mortalidade poderá ser ainda maior.

Souza (2002) cita ainda, que plantios considerados jovens, podem apresentar mortalidade acima de 40%, pois as mudas ainda não atingiram a idade crítica, onde a demanda por nutrientes poderá influenciar o desenvolvimento das mudas e aumentar ainda mais a taxa de mortalidade.

De acordo com as espécies remanescentes existentes na área do plantio infere-se que a área possui uma variação gradual do ambiente, gradando de ambientes que no passado eram Cerrado Sentido Restrito para Mata de Galeria (figura 01), cuja variação pode ter afetado o desenvolvimento das mudas entre os diferentes talhões neste projeto.

De modo geral, observou-se, por exemplo, que os talhões mais próximos às matas, A e C, obtiveram resultados de sobrevivência melhores em decorrência da disponibilidade hídrica encontrada naquelas áreas. Isto pode ter afetado positivamente na altura das mudas plantadas, já que as mudas das áreas mais próximas à Mata de Galeria, onde a disponibilidade de água e fertilidade do solo é maior, apresentaram

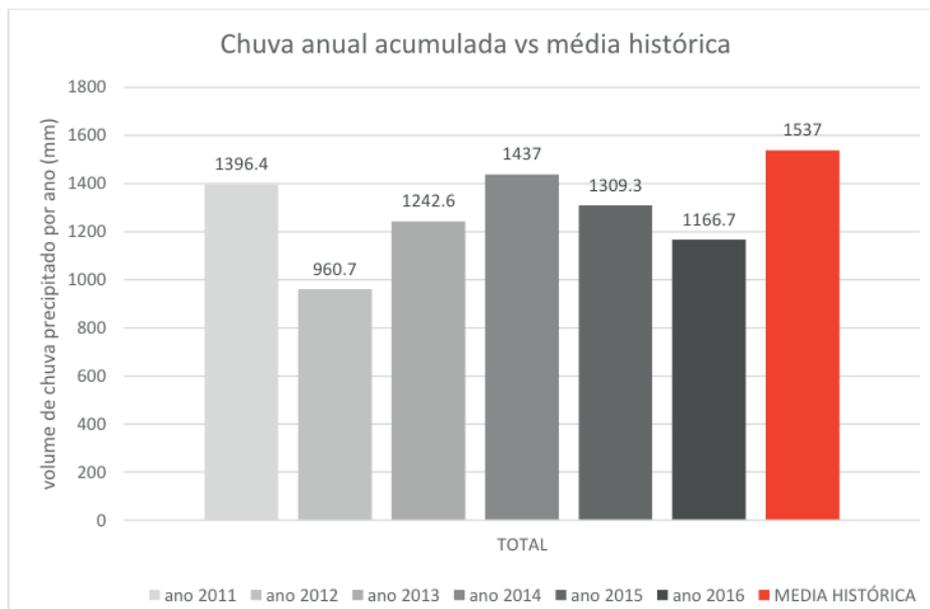
crescimento melhores. Já os talhões B e D, são talhões que se encontram mais distantes da Mata de Galeria e que no passado ocorria o Cerrado Sentido Restrito, cujo o ambiente possui naturalmente menor umidade e fertilidade do solo, as mudas apresentaram desenvolvimento menores.

Segundo Mundim (2004), o estresse hídrico é uma das maiores causas de mortalidade e deficiência de crescimento de espécies nativas em áreas degradadas de Cerrado. Devido a esse fator é importante o conhecimento do comportamento das espécies com relação a disponibilidade de água no ambiente que será objeto de plantio, pois influenciará no estabelecimento e desenvolvimento inicial das mudas plantadas.

Avaliando o volume de chuvas na área da ESECAE, no período de 2011 a 2015 (tabela 05), observou-se que a média de dias com chuva foi de aproximadamente 83 dias, o que corresponde apenas a 23% dos dias do ano. A média de chuva no citado período foi de 1.252,12 mm, abaixo da média acumulada histórica para aquela área. A figura 02 ilustra a diminuição de precipitação para o período, demonstrando que a baixa disponibilidade de água para o plantio pode ter acentuado a taxa de mortalidade, nos anos de 2012, 2013, 2015 e 2016 (anos com menor volume pluviométrico). No ano de 2012, por exemplo, observou-se o volume de chuva de 960,7 mm, muito abaixo da série histórica verificada para a área.

Mes	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Vol. chuva (mm)	Nº dias com chuva	Média Histórica
<b>ANO</b>													
	<b>2011</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2016</b>	
Jan	146,6	15	242,1	18	254,1	17	188,0	8	142,9	5	320,7	16	246,7
Fev	210,9	14	92,7	8	85,3	7	138,4	7	184,5	10	50,8	7	318,6
Mar	262,0	19	102,8	8	184,1	10	320,6	12	310,9	16	134	8	171,0
Abr	29,3	8	65	8	91,4	9	178,2	12	240,9	13	29,4	2	154,4
Mai	0,8	1	14,7	4	0	0	0	0	62,2	6	14,7	2	5,2
Jun	0	0	0,5	1	64,8	2	0	0	4,4	4	0	0	4
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	1	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0,6	1	0	0	0	0	4,6	2	8,9
Set	11,6	2	9,9	2	58,6	4	11,9	2	8,6	3	11,9	3	26,4
Out	283,3	14	64,8	7	124,4	8	137,5	8	63,7	3	80,3	9	101,3
Nov	227,8	10	268,2	15	122,6	10	221,5	11	166,0	9	348,5	14	244,2
Dez	224,1	15	100,0	10	256,7	15	240,9	14	124,5	13	171,8	13	256,3
<b>Total</b>	<b>1396,4</b>	<b>98</b>	<b>960,7</b>	<b>81</b>	<b>1242,6</b>	<b>83</b>	<b>1437</b>	<b>74</b>	<b>1309,3</b>	<b>83</b>	<b>1166,7</b>	<b>76</b>	<b>1537</b>

Tabela 04. Volume de chuva e dias com chuva ocorridos na área da Estação Ecológica de Águas Emendadas – ESECAE, Distrito Federal, no período de 2011 a 2016.



Mundim (2004) e Felfili et al. (2001), citam que as plantas na fase inicial são mais susceptíveis aos períodos secos do que plantas em estágios mais avançados, que desenvolveram sistema radicular substancial e relativo número de folhas maduras. Da mesma maneira, espécies que têm desenvolvimento inicial mais lento vão permanecer mais tempo susceptíveis aos estresses provocados por períodos secos ou veranicos do que aquelas que apresentaram rápido crescimento, principalmente em fitofisionomias do Cerrado com estações climáticas bem definidas com quase seis meses de seca.

Kanegae *et al.* (2000) citado *in* Mundim (2004), cita ainda, que em situação de déficit hídrico, os primeiros meses após a emergência da plântula são os mais críticos para o estabelecimento e sobrevivência da mesma.

#### 4 | CONCLUSÕES

No trabalho proposto a taxa de sobrevivência foi de 43,96 % e 56,48 % de mortalidade. Infere-se que a infestação da área por gramíneas agressivas e baixa ocorrência de chuvas na área pode ter sido os principais fatores que influenciaram na mortalidade das mudas.

Em geral os dados apresentados demonstram que o PRAD da ESECAE está próximo do padrão esperado para o bioma Cerrado, tendo em vista que em áreas de Cerrado a sobrevivência de mudas é comprometida por vários fatores, como por exemplo, heterogeneidade espacial, estresse hídrico, mato-competição, baixa fertilidade do solo, predação por formigas, patógenos e inaptidão em colonizar o sítio.

Assim, o esforço em manter mudas vivas no campo por meio de padrões tradicionais de plantios não é suficiente para garantir o seu sucesso, necessitando de

pesquisas específicas, além de intervenções técnicas e atividades de manutenção, a fim de garantir mais eficiência na recuperação de áreas degradadas.

## REFERÊNCIAS

- Antezana, F. L. 2008. **Crescimento inicial de 15 espécies nativas do bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em Planaltina – DF**. UnB. 104 fl. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília.
- Aquino, F. G.; et al. 2009. Módulos para Recuperação de Cerrado com Espécies Nativas de Uso Múltiplo. **Embrapa Cerrados Planaltina, DF. Documentos, 250**. 50p.
- Brançalion, P. H. S. et al. 2010. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.455-470**.
- Cromberg, V. U. & Bovi, M. L. 1992. A possibilidade do uso do palmitheiro (*Euterpe Edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. In: anais 2º congresso nacional sobre essências nativas: conservação da biodiversidade. **Rv. Ist. Flor., São Paulo, v. 4, único, p. 339-648.março**.
- Durigan, G. & Silveira, E. R. 1999. Recomposição da mata ciliar em domínio de Cerrado. **Scientia Forestalis, 56:135-144**. Assis-SP.
- Felfili, J. M., et al. 2001. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C. E. L., SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.) **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados. P. 779-811.
- Filard, F. L. R. et al. 2007. Padrões de distribuição geográfica de espécies arbóreas de Leguminosae ocorrentes no cerrado. **Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p. 1116-1118, jul.**
- GDF. 2013. **Guia de Parques do Distrito Federal**. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Brasília, DF. 43p.il.
- Kanegae, M. F., Braz, V. S. & Franco, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revta brasil. Bot., São Paulo, v. 23, n.4, p. 459-468**.
- Lacerda, M. 2017. Proliferação desordenada de espécies, inclusive exóticas, indica desequilíbrio ambiental. <http://www.ibram.df.gov.br/noticias/item/2973-prolifera%C3%A7%C3%A3o-desordenada-de-esp%C3%A9cies-inclusive-ex%C3%B3ticas-indica-desequil%C3%ADbrio-ambiental.html>
- Machado, J. 2008. **Águas Emendadas: sustentabilidade e conhecimento**. In: Fonseca, F. O. (Org.). **Águas Emendadas**. 1 ed. Brasília: SEDUMA, Brasília, DF. Prefácio p. 15.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E. 1998. Flora vascular do Cerrado. Pp. 289-556. In: Sano, S.M. & Almeida, S.P. **Cerrado, Ambiente e Flora**. EMBRAPA CPAC, Planaltina-DF. Brasil.
- Mundim, T. G.2004. **Avaliação de espécies nativas usadas na revegetação de áreas degradadas no Cerrado**. Monografia. Universidade de Brasília – Departamento de Eng. Florestal. Brasília-DF. 98p.
- Oliveira, M. C. et al. . Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. **R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 13,n.1,p.25-32, jan./mar.**
- Pinto, J. R.; Coreia, C. R.; Fagg, C. W. & Felfili, J. M. 2007. Sobrevivência de Espécies vegetais

nativas do cerrado, implantadas segundo o modelo MDR-CERRADO para recuperação de áreas degradadas. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu – MG.**

Rezende, A. V., et.al. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado: Checklist com 12356 espécies. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (Edt.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. vol. 2. Brasília: Embrapa, 2008.

Souza, C. C. 2002. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies em plantios de recuperação de matas de galeria do Distrito Federal**. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília – DF.

Wadt, P. G. S. et al. 2003. Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas. **Embrapa Acre. Documentos, 90**. 29p.il.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Franciele Braga Machado Tullio** - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

**Lucio Mauro Braga Machado** - Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando na área de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes de trabalho 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 25, 26

Água 33, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 58, 87, 88, 89, 91, 93, 97, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 150, 156, 157, 170, 171, 173, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 209, 210, 217, 218, 222, 228, 229, 231, 236

Águas sulfúreas quentes 40

Água subterrânea 115, 123, 186, 188, 194, 197

Aquíferos 45, 47, 48, 49, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 185, 196

Áreas de preservação permanente 155, 158

Arquitetura bioclimática 198, 209

Arquivos climáticos 198, 202, 210, 211

Avaliação de impacto ambiental 27, 28, 38, 39

### B

Barragem de rejeito 226, 228

### C

Cacau 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114

Canais 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Casca de arroz 167, 170, 173, 174, 182

Clandestino 55, 58

Coleta 1, 4, 7, 14, 15, 27, 29, 36, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 132, 134, 135, 138, 212, 214, 215, 220, 221, 224

Contaminação 29, 58, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 137, 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 224

Contaminação por coliformes 186, 193, 195

### D

Dados meteorológicos 198, 199, 202

Descaracterização 226, 227, 228, 229, 230, 235

Destinação de resíduos 61

Drenagem 48, 79, 85, 129, 226, 227, 228, 229, 230, 232

### E

Ecossistema aquático 130

Enzimas lignolíticas 167

Estação de tratamento de esgotos sanitários 27, 39

Estresse hídrico 140, 150, 151

## F

Farelo de cereais 167

Fermentador 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113

## G

Gabião 226, 227, 233, 234

Geocélula 226, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Gestão de resíduos sólidos urbanos 61, 75

## I

Impactos ambientais 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 77, 78

Inspeção 55, 57, 58, 59, 88

## L

Licenciamento ambiental 27, 28, 29, 30, 33, 66, 74, 76, 77, 78, 215

## M

Matas ciliares 147, 155, 156

Meda 40, 41, 42, 43, 44, 54

Metais dissolvidos 129, 130, 131, 135

Método de diferenças finitas 87, 94

Minas gerais 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 226

Modelagem computacional 87, 101

Monitoramento ambiental 27, 29, 36, 37, 38

Mudas 140, 142, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 160, 164, 165

## O

Origem da contaminação 186

## P

Poços de captação 186

Política de resíduos sólidos 61

Previdência social 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25

## R

Recuperação de áreas degradadas 140, 141, 142, 144, 145, 148, 152, 153, 155, 165

Resíduos de serviços de saúde 212, 213, 214, 215, 219, 223, 224, 225

Restauração ecológica 140, 142

Restauração florestal 154, 155, 159, 160, 161, 163, 164

## S

Saúde do trabalhador 5, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 21, 24, 25

Sedimentos 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 156, 226, 227, 228, 229, 236

Simulação numérica 87, 99  
Sistema aquífero profundo 40  
Sistema de informações geográficas 77, 155  
Suíno 55, 56, 58

## T

Taxa de sobrevivência 140, 151  
Termas da areola 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54  
Territórios de desenvolvimento 61, 63, 64, 65, 66, 74  
Transferência de calor 101, 103, 110, 111, 114  
Tratamento 1, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 58, 62, 75, 81, 84, 89, 125, 126, 135, 137, 143, 170, 188, 194, 197, 201, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

## U

Unidade de conservação 140, 143

