

INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE



**Mestrado Profissional**  
**Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais**

**ANA CRISTINA SILVA AMOROSO ANASTACIO**

**AVALIAÇÃO DE ENDEMISMO E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DA  
FLORA DAS CANGAS NO QUADRILÁTERO FERRIFERO - MG**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale (ITV).

Orientador: Mauricio Takashi C. Watanabe, PhD  
Coorientadora: Ana Maria Giulietti, PhD

**Belém / PA**

**2020**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A534 Anastacio, Ana Cristina Silva Amoroso  
Avaliação de Endemismo e Distribuição de Espécies da Flora das  
Cangas no Quadrilátero Ferrífero - MG / Ana Cristina Silva Amoroso  
Anastacio -- Belém/PA, 2020.  
217 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2020.  
Orientador: Mauricio T. C. Watanabe, PhD  
Coorientador: Ana Maria Giuliatti, PhD

1. Quadrilátero ferrífero - Minas Gerais (MG). 2. Campos  
Ruprestres. 3. Espécies Endêmicas - Distribuição. I. Watanabe,  
Maurício T. C. II. Giuliatti, Ana Maria. III. Título.

CDD. 23. ed. 581.098151

Bibliotecária responsável: Nisa Gonçalves /CRB 2 - 525

**ANA CRISTINA SILVA AMOROSO ANASTACIO**

**AVALIAÇÃO DE ENDEMISMO E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DA FLORA  
DOS CAMPOS RUPESTRES NO QUADRILÁTERO FERRIFERO – MG**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Data da aprovação:

Banca examinadora:

---

Dr. Mauricio Takashi Coutinho Watanabe  
Orientador – Instituto Tecnológico Vale (ITV)

---

Dra. Ana Carolina Galindo da Costa  
Membro externo - Instituto Tecnológico Vale (ITV)

---

Dr. Warley Augusto Caldas Carvalho  
Membro externo – Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à minha inspiração, Teresa. Que mudou meus conceitos e redirecionou a minha vida. Que me abriu os olhos para o que eu sou e o que eu amo. Que me fez mais forte e mais corajosa. Que me abastece diariamente de energia para nossas aventuras no mundo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, ou à Grande Força celeste que me acompanha, encoraja e fortalece.

À minha pequena mestra, Teresa, que no auge dos seus quatro anos, além de entender as inúmeras viagens e ausências, foi o grande agente transformador dos rumos da minha vida.

A meus pais Mauro e Tereza. Pelo investimento em minha criação, como ser humano e profissional. Pelos cuidados com nossa menina todas as vezes que precisamos, também gratidão, Rodrigo, Carol, Mauro e Victor.

À minha imensa rede de apoio. Almas queridas que nos deram suporte para que toda viagem, estudo e dedicação fosse possível. Que juntaram meus pedaços algumas vezes. Que cuidaram da minha pequena e ainda discutiram, criticaram, inovaram e sonharam junto comigo. Milene, Carol Dindinha, Tia Cici, Sara, Tais, Custelinha, Lídia, Ana Angélica, Tiago, Vovó Lúcia, Tia Ju, Darleise, obrigada, mais uma vez, de novo e para sempre.

À Vale S.A., nas pessoas de Rodrigo e João Carlos, que acreditaram em meu potencial e me permitiram e possibilitaram sonhar.

Aos Professores Watanabe e Giulietti, que aceitaram me orientar e me auxiliaram a passar por todo este processo. Mestres com esta empatia e qualificação são essenciais para que estudantes como eu se sintam confortáveis em estudar e inovar. E que honra ser orientada por vocês.

Aos professores do dia a dia, dos projetos, das ideias e realizações, meus amigos e parceiros por todo ensinamento e apoio. Em especial Lidia Santos e Ana Elisa Brina e toda família que representam (Bioma e Sete) por incentivarem os sonhos, e apoiarem em sua materialização.

Aos colegas de empresa e gerência que também discutiram, sugeriram, e tanto contribuíram e contribuem para o meu crescimento, como pessoa e profissional.

A todos vocês (e vocês sabem quem são), que são tão importantes para mim e foram tão importantes para que eu pudesse me dedicar a este projeto, muito obrigada.

*“O meu olhar é nítido como um girassol.  
Tenho o costume de andar pelas estradas  
Olhando para a direita e para a esquerda,  
E de vez em quando olhando para trás...  
E o que vejo a cada momento  
É aquilo que nunca antes eu tinha visto,  
E eu sei dar por isso muito bem...  
Sei ter o pasmo essencial  
Que tem uma criança se, ao nascer,  
Reparasse que nascera deveras...  
Sinto-me nascido a cada momento  
Para a eterna novidade do Mundo...”*

*Creio no Mundo como num malmequer,  
Porque o vejo. Mas não penso nele  
Porque pensar é não compreender...  
O Mundo não se fez para pensarmos nele  
(Pensar é estar doente dos olhos)  
Mas para olharmos para ele e estarmos de acordo...”*

*Eu não tenho filosofia: tenho sentidos...  
Se falo na Natureza não é porque saiba o que ela é,  
Mas porque a amo, e amo-a por isso,  
Porque quem ama nunca sabe o que ama  
Nem sabe porque ama, nem o que é amar...”*

*Amar é a eterna inocência,  
E a única inocência é não pensar...”*

**Alberto Caieiro**

## RESUMO

A Reserva da Biosfera do Espinhaço, formada pela Serra do Espinhaço ao norte e o Quadrilátero Ferrífero ao sul, é reconhecida pelo seu alto grau de endemismo e pela riqueza de sua flora. Composta por múltiplas feições geológicas, de relevo e grande variedade de minerais, abrange ainda dois grandes hotspots brasileiros – a Mata Atlântica e o Cerrado, onde são reconhecidas diversas espécies de plantas e animais endêmicos, raros e ameaçados de extinção. Diversos autores têm publicado a respeito da flora da região, porém muitas vezes os estudos são pontuais e abrangem regiões específicas, com tipos litológicos (campos rupestres ferruginosos ou quartzíticos) ou famílias predeterminadas. Os estudos já realizados ajudam a preencher lacunas de conhecimento, mas reforçam a necessidade da geração de novos dados para análises mais robustas e que ocasionem um maior entendimento das espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero (QF). Para este estudo, com a utilização dos dados de registro obtidos nas plataformas e publicações disponíveis, utilizando como referência as publicações sobre as espécies endêmicas das cangas do QF, foi realizada uma modelagem preditiva que orientou trabalhos de campo. Após a realização de campanhas mensais, direcionadas para prospecção das espécies endêmicas, foram avaliados os litotipos de ocorrência, o que resultou em ampliação de distribuição edáfica de algumas espécies. Das 41 espécies consideradas pela literatura como endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero, após análises de dados e trabalhos de campo, 11 permaneceram efetivamente endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero. Além dessas, 24 espécies foram confirmadas como endêmicas do Quadrilátero Ferrífero mesmo em outros litotipos. As informações constantes nesse trabalho certamente serão de grande auxílio para a orientação de novos estudos sobre essas espécies, bem como será a base para a sua conservação e para reabilitação de áreas mineradas.

**Palavras-chave:** Campo rupestre ferruginoso. Campo rupestre quartzítico. Endemismo. Litotipo. Espinhaço. Quadrilátero ferrífero.

## ABSTRACT

The Espinhaço Biosphere Reserve, formed by the Serra do Espinhaço to the north and the Iron Quadrangle to the south, is renowned for its high degree of endemism and the richness of its flora. Composed of multiple geological features, of relief and a wide variety of minerals, it also covers two large Brazilian hotspots - the Atlantic Forest and the Cerrado, where several endemic, rare and endangered species of plants and animals are recognized. Several authors have published about the flora of the region; however, the studies are often punctual and cover specific regions, with lithotypes (ferruginous or quartzite rock fields) or predetermined families. The studies already carried out help to fill knowledge gaps but reinforce the need for the generation of new data for more robust analyzes that could cause a greater understanding of the endemic species of the Iron Quadrangle (QF). For this study, using data obtained from platforms and publications available, using as reference the publications on the endemic species of the QF cangas, a predictive modeling was conducted that guided fieldwork. After conducting monthly campaigns, aimed at prospecting endemic species, the lithotypes of occurrence were evaluated, which resulted in the expansion of the edaphic distribution of some species. Of the 41 species considered in the literature consulted as endemic to the Iron Quadrangle, after analysis of secondary data and fieldwork, 11 remained as effectively endemic to the Iron Quadrangle. The information contained in this work will certainly be of great help in guiding new studies on these species, as well as being the basis for their conservation and for the rehabilitation of mined areas.

**Keywords:** Ferruginous rock field. Quartzitic rock field. Endemism. Lithotypes. Espinhaço Range. Iron Quadrangle.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Limites da Reserva da Biosfera do Espinhaço. ....	17
<b>Figura 2.</b> Mapa hipsométrico de localização do QF. ....	18
<b>Figura 3.</b> Mosaico de Unidades de Conservação da Serra do Espinhaço – Quadrilátero. .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 4.</b> Bacias Hidrográficas nos limites do QF.....	31
<b>Figura 5.</b> Áreas Prioritárias para Conservação - QF.....	35
<b>Figura 6.</b> Mapa de Áreas Protegidas - Destaque Quadrilátero Ferrífero ..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 7.</b> Mapa de registros de <i>Ditassa laevis</i> : em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	48
<b>Figura 8 -</b> Mapa de registros de <i>Minaria monocoronata</i> : em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	47
<b>Figura 9.</b> Holótipo de <i>Mikania badiniana</i> G.S.S.Almeida & Carvalho-Okano. ....	48
<b>Figura 10.</b> Mapa de registros de <i>Hoplocryptanthus ferrarius</i> : em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	52
<b>Figura 11.</b> Mapa de registros de <i>Dyckia consimillis</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	53
<b>Figura 12.</b> Mapa de registros de <i>Dyckia densiflora</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	53
<b>Figura 13.</b> Mapa de registros de <i>Dyckia elata</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município.....	52
<b>Figura 14.</b> Mapa de registros de <i>Dyckia schwackeana</i> para áreas do QF, em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	53
<b>Figura 15.</b> Mapa de registros de <i>Vriesea longistaminea</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	54
<b>Figura 16.</b> Mapa de registros de <i>Vriesia minarum</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	55
<b>Figura 17.</b> Mapa de registros de <i>Arthroceres glaziovii</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	56
<b>Figura 18.</b> Mapa de registros de <i>Jacquemontia linariodes</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	57
<b>Figura 19.</b> Mapa de registros de <i>Paepalanthus amoenus</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	58
<b>Figura 20.</b> Mapa de registros de <i>Paepalanthus argillicola</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	59
<b>Figura 21.</b> Exsicata de <i>Paepalanthus batatalensis</i> . ....	60
<b>Figura 22.</b> Mapa de registros de <i>Paepalanthus gomesii</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	63
<b>Figura 23.</b> Mapa de registros de <i>Paepalanthus moedensis</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	62

<b>Figura 24.</b> Mapa de registros de <i>Paepalanthus pallidus</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	63
<b>Figura 25.</b> Mapa de registros de <i>Croton serratus</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	64
<b>Figura 26.</b> Mapa de registros de <i>Mimosa calodendron</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	67
<b>Figura 27.</b> Mapa de registros de <i>Mimosa multiplex</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	68
<b>Figura 28.</b> Mapa (destaque MG) de registros de <i>Mimosa pogocephala</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	71
<b>Figura 29.</b> Mapa (destaque MG) de registros de <i>Cinnamomum quadrangulum</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	71
<b>Figura 30.</b> Mapa com área de ocorrência de <i>Microlicia microphylla</i> . ....	72
<b>Figura 31.</b> Registros do mesmo táxon GBIF com grafias distintas. ....	73
<b>Figura 32.</b> Mapa (destaque MG) de registros de <i>Trembleya rosmarinoides</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	73
<b>Figura 33.</b> Mapa com área de ocorrência de <i>Cattleya milleri</i> . ....	75
<b>Figura 34.</b> Mapa de registros de <i>Gomesa gracilis</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	76
<b>Figura 35.</b> Mapa de registros de <i>Barbacenia cyananthera</i> , em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	78
<b>Figura 36.</b> Mapa de registros de <i>Barbacenia itabirensis</i> em vermelho coordenadas da população, em azul do município. ....	78
<b>Figura 37.</b> Holótipo de <i>Barbacenia rubra</i> , na Serra da Mutuca-MG. Única coleção conhecida para a espécie. ....	79
<b>Figura 38.</b> <i>Mimosa pogocephala</i> - QF. ....	84
<b>Figura 39.</b> <i>Mimosa calodendron</i> - QF. ....	84
<b>Figura 40.</b> <i>Cinnamomum quadrangulum</i> - QF. ....	84
<b>Figura 41.</b> <i>Jacquemontia linarioides</i> - QF. ....	84
<b>Figura 42.</b> <i>Sinningia rupicola</i> - QF. ....	85
<b>Figura 43.</b> <i>Dyckia consimilis</i> - QF. ....	85
<b>Figura 44.</b> <i>Chamaecrista secunda</i> - QF. ....	85
<b>Figura 45.</b> <i>Arthrocerus glaziovii</i> - QF. ....	85
<b>Figura 46.</b> <i>Croton serratoideus</i> - QF. ....	85
<b>Figura 47.</b> <i>Arthrocerus glaziovii</i> - RBSE. ....	85
<b>Figura 48.</b> <i>Gomesa gracilis</i> - RBSE. ....	85
<b>Figura 49.</b> <i>Gomesa gracilis</i> - QF. ....	86
<b>Figura 50.</b> <i>Mimosa pogocephala</i> - RBSE. ....	86
<b>Figura 51.</b> <i>Mimosa calodendron</i> - RBSE. ....	86
<b>Figura 52.</b> <i>Cinnamomum quadrangulum</i> - RBSE. ....	86
<b>Figura 53.</b> <i>Jacquemontia linarioides</i> - RBSE. ....	86
<b>Figura 54.</b> <i>Sinningia rupicola</i> - RBSE. ....	86
<b>Figura 55.</b> <i>Dyckia consimilis</i> - RBSE. ....	87
<b>Figura 56.</b> <i>Chamaecrista secunda</i> - RBSE. ....	87

**Figura 57.** Localização das RPPN Vale no Quadrilátero Ferrífero ..... **Erro! Indicador não definido.**

**Figura 58.** A - Fazenda Cachoeira (Caeté-MG); B - Fazenda Cutão (Caeté-MG); C - Fazenda Maquiné (Caeté-MG); D - Fazenda Rodeio (Ouro Preto-MG); E - Parque Estadual do Itacolomi (Mariana e Ouro Preto-MG); F - Parque Estadual Pico do Itambé (Santo Antônio do Itambé, Serra-MG)..... 89

**Figura 59.** A - Figura 59 – A) Parque Estadual Serra do Ouro Branco (Ouro Branco-MG); B) Parque Nacional Serra do Cipó/Serra dos Alves (Jaboticatubas/ Itambé do Mato Dentro-MG); C) Propriedade Capitão do Mato (Nova Lima-MG); D) Propriedade Horto Alegria (Ouro Preto-MG).....90

**Figura 60.** A - RPPN Capanema (Ouro Preto e Santa Bárbara-MG); B - RPPN Capivari I (Santa Bárbara-MG); C - RPPN Capivari II (Itabirito-MG); D - RPPN Cata Branca (Itabirito-MG); E - RPPN Córrego Seco (Itabirito-MG); F - RPPN Faria (Congonhas-MG). ..... 91

**Figura 61.** A - RPPN Poço Fundo (Congonhas-MG); B e C - RPPN Trovões (Nova Lima); D - Propriedade Serra da Moeda (Nova Lima- MG). ..... 92

**Figura 62.** Distribuição das amostras botânicas por famílias ..... 93

**Figura 63.** Distribuição de gêneros das amostras coletadas. .... 93

**Figura 64.** De cima para baixo: *Arthrocerus glaziovii* (1), *Hoplocryptanthus ferrarius* (2), *Barbacenia itabirensis* (3), *Cattleya milleri* (4). ..... 106

**Figura 65.** De cima para baixo: *Mimosa calodendron* (1), *Mimosa pogocephala* (2), *Sinningia rupícola* (3), *Trembleya rosmarinioides* (4), *Vriesea longistaminea* (5), *Vriesea minarum* (6)... 107

**Figura 66.** De cima para baixo: *Paspalum brachytrichum* (1), *Paepalanthus amoenus* (2), *Paepalanthus gomesii* (3), *Paepalanthus moedensis* (4)..... 108

**Figura 67.** De cima para baixo: *Dyckia consimillis* (1), *Dyckia densiflora* (2), *Ditassa laevis* (3), *Jacquemontia linarioides* (4)..... 107

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Unidades de Conservação do Mosaico de UC do Quadrilátero Ferrífero com categorias e municípios .....	20
<b>Tabela 2.</b> Relação de Espécies Endêmicas de Campo Rupestre Ferruginoso .....	27
<b>Tabela 3.</b> Relação de Espécies Endêmicas de Angiospermas para o Campo Rupestre Ferruginoso.....	28
<b>Tabela 4.</b> Camadas ambientais e bioclimáticas utilizadas no processo de modelagem das espécies selecionadas .....	37
<b>Tabela 5.</b> Bases de Informação de Arquivos Vetoriais e Raster utilizadas.....	37
<b>Tabela 6.</b> Taxonomistas botânicos consultados para identificações das amostras seguidos das respectivas famílias de especialidade e instituições. ....	39
<b>Tabela 7.</b> Relação de Espécies Consideradas Endêmicas do QF.....	41
<b>Tabela 8.</b> Lista de espécies alvo com respectivos meses com registros e coleta em estado fértil.....	46
<b>Tabela 9.</b> Espécies e respectivos números de ocorrência utilizados para a análise de modelagem.	83
<b>Tabela 10.</b> Registros de Espécies em Relação à Geologia do ponto de coleta.....	96
<b>Tabela 11.</b> Tabela resumo das análises de endemismos.....	106

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

AOO - Área de Ocupação

CDB – Convenção da Diversidade Biológica

CNCFlora – Centro Nacional de Conservação da Flora

COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil.

DS – Desenvolvimento Sustentável

EOO - Extensão de Ocorrência

GBIF – Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade

HVFF-INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INPI - International Plant Names Index

ITV – Instituto Tecnológico Vale

IUCN – International Union for Conservation of Nature

QF – Quadrilátero Ferrífero

RBSE – Reserva da Biosfera Serra do Espinhaço

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
1.2	PROBLEMA E HIPÓTESE	29
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>110</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>117</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>118</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das primeiras atividades econômicas desenvolvidas no Brasil foi a extração mineral, iniciando-se no final do século XVII, com a descoberta das primeiras minas de ouro na região do atual estado de Minas Gerais. Posteriormente, já no século XVIII, com as minas de diamante, a mineração se tornou a atividade econômica mais importante do Brasil colônia (ABM, s.d.).

A história e as tradições de Minas Gerais estão fortemente ligadas à atividade mineradora e às suas reservas minerais. Diretamente ligados aos depósitos de minério de ferro estão afloramentos ferruginosos conhecidos como canga. De acordo com Dorr (1964) a canga é uma rocha composta de quantidades variáveis de material detrítico derivado de itabirito ou minério de hematita de alta qualidade cimentado por limonita. Em Minas Gerais, destaca-se a ocorrência de três geossistemas ferruginosos: o Quadrilátero Ferrífero, o Vale do Rio Peixe Bravo e a Bacia do Rio Santo Antônio (Souza & Carmo, 2015).

Associados a esse tipo de substrato ocorre um gradiente de vegetação que varia desde formações campestres nos cumes das serras até florestal, geralmente no fundo de vales. A variação da cobertura vegetal está associada a fatores edafoclimáticos como natureza do substrato, topografia, profundidade do solo e microclima (Rezende, 2010; Giulietti *et al.*, 2000). São ambientes marcados por adversidades ambientais por estarem, em sua maioria, situadas em alta vertente (topos de morros). Em função dessas condições especiais de solo e clima, o denominado campo rupestre, independente do substrato de ocorrência apresenta como forte característica os altos níveis de diversidade, a presença de endemismos e plantas raras.

Considerando os interesses econômicos nas áreas de ocorrência desta rica flora, o presente trabalho teve, como objetivo principal, ampliar o conhecimento sobre as espécies consideradas endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero analisando sua distribuição, e desta maneira preencher lacunas de informação, além de contribuir para sua preservação. Os resultados deste estudo permitirão definir estratégias de conservação para cada grupo de espécies, direcionando os esforços de pesquisa. Esses dados também são essenciais para o direcionamento de estudos sobre o enriquecimento ou a reintrodução destas espécies em substratos variados, inclusive com aplicação na reabilitação de áreas alteradas.

## 1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

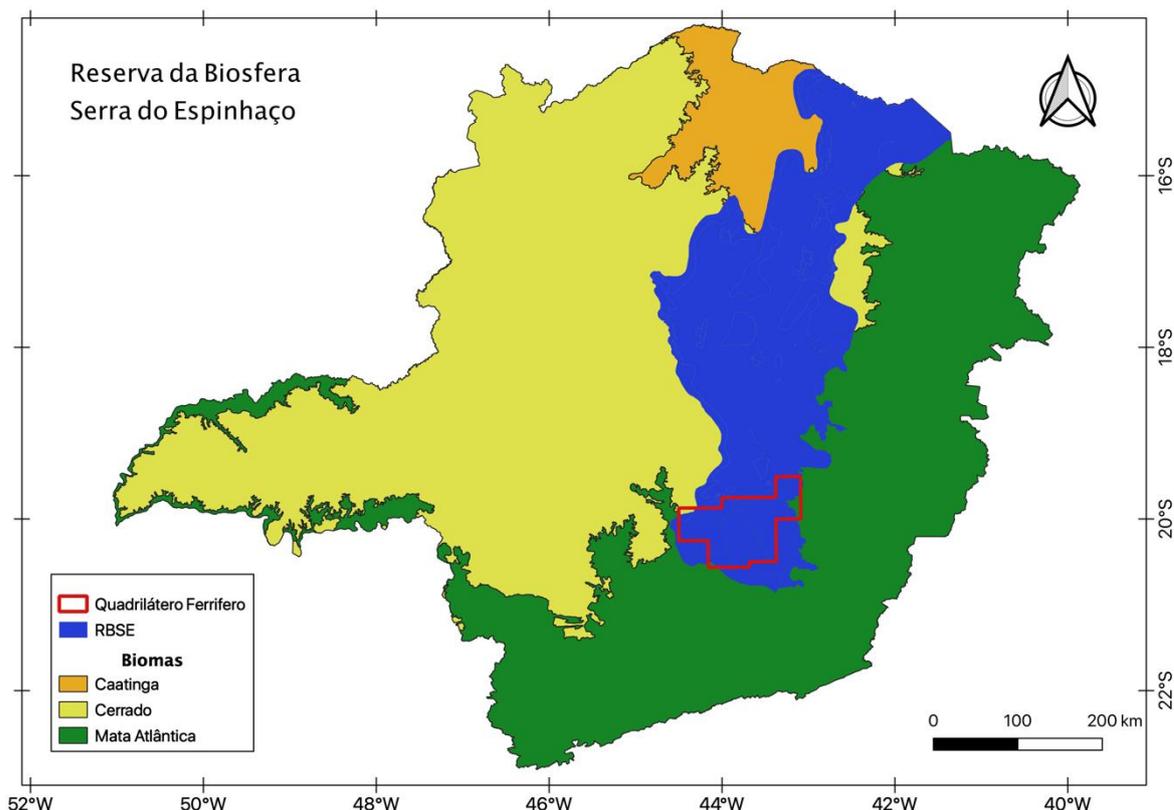
### 1.1.1 A Cadeia do Espinhaço

A Cadeia do Espinhaço representa um importante acidente geográfico que se estende desde as proximidades de Belo Horizonte (Serra do Ouro Branco) até a porção norte do estado da Bahia, onde recebe o nome de Chapada Diamantina. O relevo desta formação é marcadamente acidentado com altitudes geralmente superiores a 1000 m, alcançando um máximo de 2002 m de altitude no Pico do Itambé em Minas Gerais ou 2033 m no Pico do Barbado, na Chapada Diamantina, Bahia (Zappi *et al.*, 2003). Com uma extensão total de 1200 km, dos quais cerca de 550 km em Minas Gerais, e largura variável entre 50 e 100 km (COMIG, 1997; Giulietti *et al.*, 1997), a Cadeia do Espinhaço forma um corredor natural de biodiversidade praticamente desde o sul de Minas Gerais até o norte da Bahia. Nesse território estão várias unidades de conservação (federais, estaduais e municipais), que abrigam as mais de 3.000 espécies encontradas nessa área, grande parte das mesmas endêmicas restritas.

A Cadeia do Espinhaço é um importante divisor de águas, abrigando importantes bacias hidrográficas do país, como os rios Doce, Jequitinhonha e São Francisco. Devido a sua importância como patrimônio histórico e natural, a Unesco, em 2005, criou a Reserva da Biosfera do Espinhaço (ICMBIO.gov.br, acessado em 07 /10/2019). Em 2018, a Unesco agregou mais duas porções à Reserva da Biosfera do Espinhaço. Foram incluídas a região Norte de Minas Gerais (Mosaico Jequitinhonha-Serra do Cabral) e as proximidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte, englobando, o mosaico da Serra do Cipó, onde se insere o Monumento Natural da Serra da Piedade, em Caeté. Com esta revisão de limites, a Reserva passou a ter uma extensão territorial de 10,2 milhões de hectares (Figura 1).

A Reserva da Biosfera do Espinhaço abriga áreas de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica e nas elevações mais altas (mais de 900 m) da serra, predomina uma fitofisionomia única no mundo - os “campos rupestres”. Embora apenas um pequeno número de áreas tenha sido intensamente inventariado, estima-se que existam aproximadamente 3000 espécies de plantas e que 30% dos táxons sejam exclusivos dos campos rupestres, o que representaria aproximadamente 1000 a 2000 espécies endêmicas (Unesco, 2011).

**Figura 1** - Limites da Reserva da Biosfera do Espinhaço.



**Fonte:** Instituto Pristino, 2019.

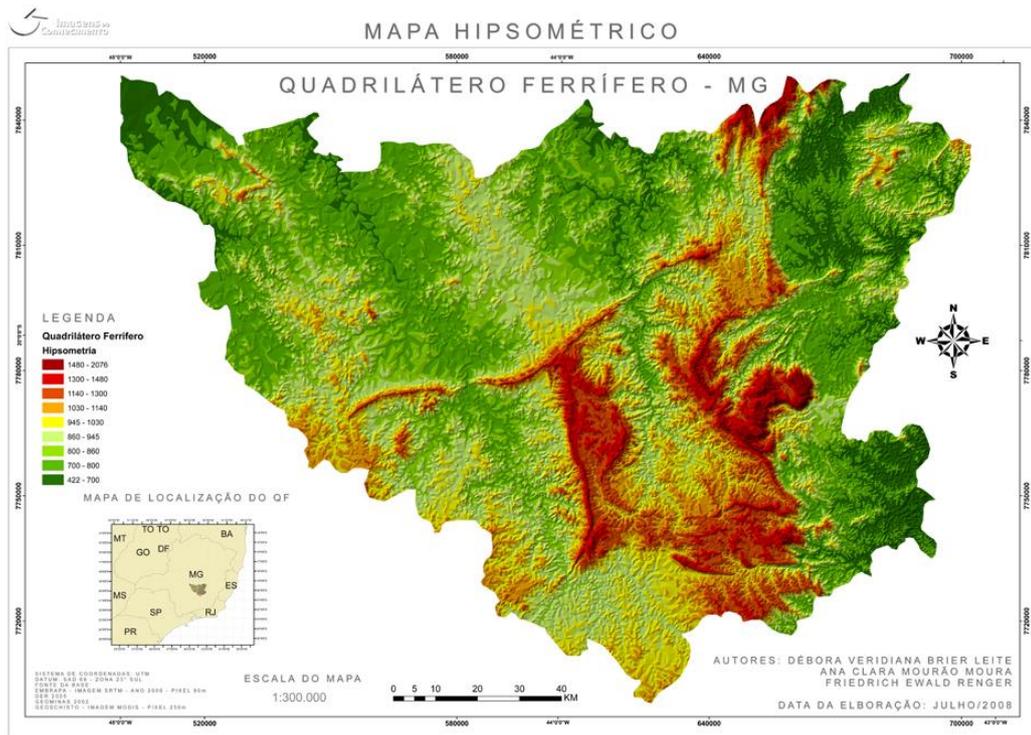
### 1.1.2 O Quadrilátero Ferrífero (QF)

Ao sul da Cadeia do Espinhaço, no centro do estado de Minas Gerais, conhecida como Serra do Espinhaço, está situado o Quadrilátero Ferrífero (QF). A origem do termo “Quadrilátero Ferrífero” é bastante incerta. Segundo Dorr II (1969), o Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais foi assim denominado por Gonzaga de Campos, devido aos vastos depósitos de minério de Ferro que ocorrem em uma área, mais ou menos quadrangular, limitada aproximadamente pelas linhas que ligam os municípios de Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna. Já segundo Machado (2009) o termo provavelmente foi cunhado em 1933 pelo geólogo Luiz F. M. Rego no trabalho “*As jazidas de ferro do centro de Minas Gerais*”.

O termo foi posteriormente estabelecido na literatura a partir dos trabalhos geológicos desenvolvidos por John van Norstrand Dorr II e colaboradores durante as décadas de 1950 e 1960, recebendo esta denominação devido ao arranjo poligonal de suas principais macroestruturas geológicas (figura 2). De acordo com Borsali (2012), o Quadrilátero Ferrífero está delimitado por mais de 30 municípios, sendo eles: Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Betim, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Conselheiro

Lafaiete, Ibirité, Igarapé, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, Jeceaba, João Monlevade, Mariana, Mário Campos, Mateus Leme, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Rio Manso, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Joaquim de Bicas e Sarzedo.

**Figura 2** - Mapa hipsométrico de localização do QF



**Fonte:** Imagens do Conhecimento<sup>1</sup>.

O Quadrilátero Ferrífero possui aproximadamente 780 mil ha de extensão e está localizado em zona de transição entre os domínios da Mata Atlântica e o Cerrado. É constituído por serras geologicamente ricas em diversos minerais, especialmente quartzo, intercalado com itabirito, filito, xisto e gnaiss (Dorr, 1969; Messias *et al.*, 2011).

Segundo Gontijo (2008), a Serra do Espinhaço pertence geologicamente ao Subgrupo Espinhaço e tem origem distinta do Subgrupo Minas, onde está incluído o QF. Porém, as similaridades da biota, associadas à ocorrência de transição entre biomas distintos e histórico de ocupação, levou alguns autores como Salino e Almeida (2008) a considerá-las como uma única unidade biológica. Porém, são dois cenários geográficos e geológicos distintos, com

<sup>1</sup> <https://www2.ufmg.br/imagensdoconhecimento/Imagens/Areas/Ciencias-Sociais-Aplicadas/Geoprocessamento#cont>

tipos de rocha, recursos minerais e formas de relevo diferenciados (Renger *et al.*, 2013). Isso acarretou, por conseguinte, em distintas características dos solos e, conseqüentemente, em vegetações com características particulares (Carvalho Filho *et al.*, 2010; Schaefer *et al.*, 2008; Messias, 2012).

A cobertura vegetal do QF é fortemente marcada pelo litotipo, sendo observado tanto um mosaico fitofisionômico quanto florístico da região. Essas diferenças podem ser em parte atribuídas às diferenças entre suas vertentes ocidental e oriental, bem como as transições altitudinais. Assim, o cerrado se estabelece especialmente associado à bacia do São Francisco, enquanto os campos rupestres e Mata Atlântica são associados às bacias do leste. Os campos rupestres ficam mais restritos às maiores altitudes, dentre os quais aqueles cujo substrato substancialmente ferroso é denominado de canga (Zappi *et al.*, 2017). Os campos rupestres da Serra do Espinhaço, incluindo o QF, são considerados como um centro de alta diversidade incluindo a ocorrência de espécies de plantas e de animais endêmicos, raros e ameaçados de extinção (Drummond *et al.*, 2005; Giulietti *et al.*, 2009; Jacobi & Carmo 2012; Carmo & Jacobi, 2013; Pirani *et al.*, 2015; Zappi *et al.*, 2017).

### **1.1.3 Unidades de Conservação**

Devido a sua grande importância biológica, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) através da Portaria número 473/2018, reconheceu o Mosaico de Unidades de Conservação da Serra do Espinhaço – Quadrilátero Ferrífero, incluindo 26 Unidades de Conservação em 18 municípios em um total de 257.585 hectares, com destaque para o Parque Nacional do Gandarela com 31.270 hectares (figura 3, tabela 1).

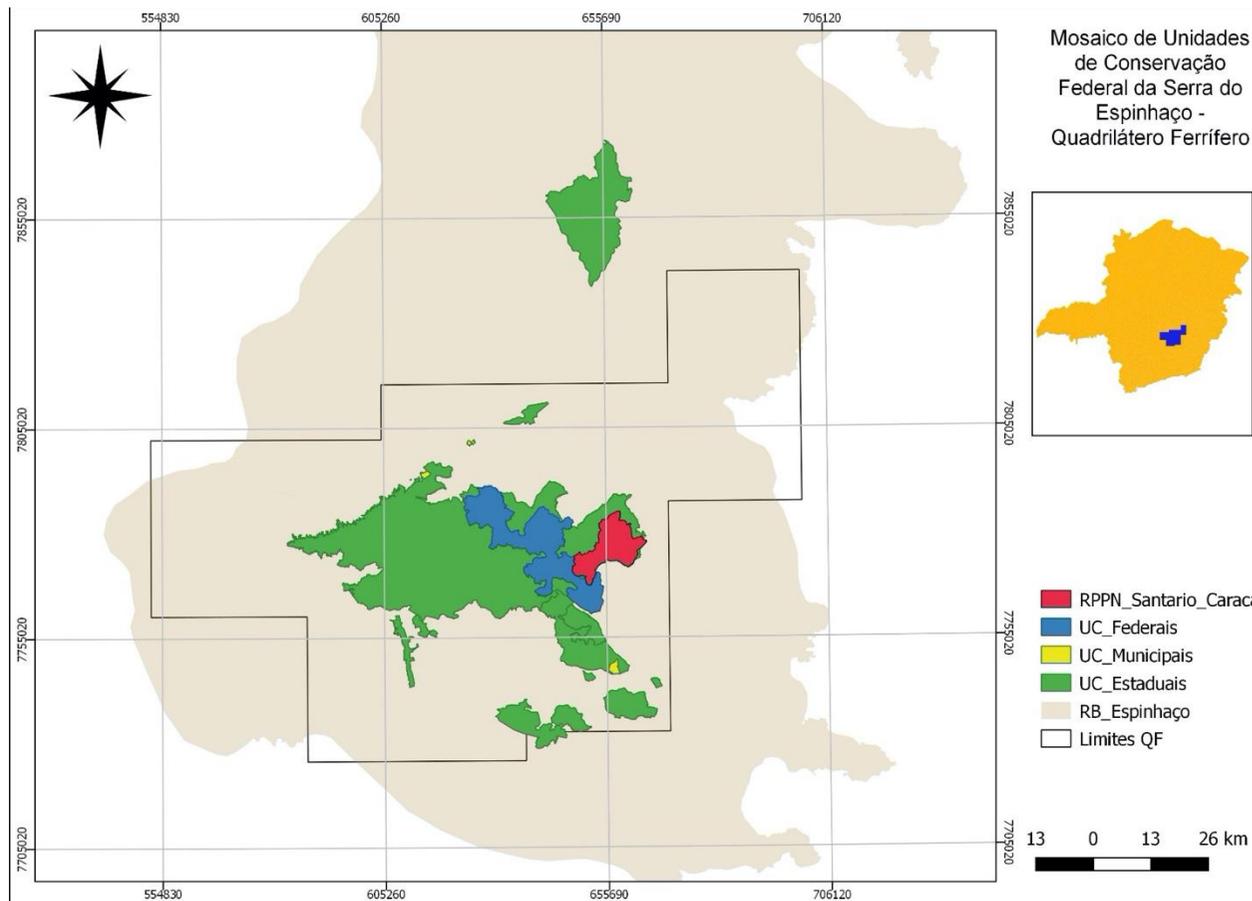
**Tabela 1.** Unidades de Conservação do Mosaico de UC do Quadrilátero Ferrífero com categorias e municípios

<b>Unidade de Conservação</b>	<b>Categoria</b>	<b>Municípios</b>	<b>Área oficial (hectares)</b>
Parque Nacional da Serra do Gandarela	Parque Nacional	Nova Lima / Raposos/ Caeté/ Santa Bárbara / Mariana / Ouro Preto / Itabirito / Rio Acima	31.270,83
Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Caraça	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Catas Altas/Santa Bárbara	10.187,89
APA Estadual Seminário Menor de Mariana	Área de Proteção Ambiental	Mariana	285,56
APA Estadual Cachoeira das Andorinhas	Área de Proteção Ambiental	Ouro Preto	18.700,00
APA Estadual Sul RMBH	Área de Proteção Ambiental	Belo Horizonte / Brumadinho / Caeté / Ibirité / Itabirito / Nova Lima / Raposos / Rio Acima / Santa Bárbara / Mário Campos / Sarzedo / Barão de Cocais / Catas Altas	163.000,00
Parque Estadual Serra do Ouro Branco	Parque Estadual	Ouro Preto / Ouro Branco	7.520,79
Parque Estadual do Itacolomi	Parque Estadual	Mariana / Ouro Preto	7.000,00
Parque Estadual da Serra do Rola-Moça	Parque Estadual	Belo Horizonte / Brumadinho / Ibirité / Nova Lima	3.941,09
Parque Estadual da Baleia	Parque Estadual	Belo Horizonte	102,18
Estação Ecológica Estadual do Tripuí	Estação Ecológica	Ouro Preto	392,00
Estação Ecológica Estadual de Fechos	Estação Ecológica	Nova Lima	602,95
Estação Ecológica Estadual do Cercadinho	Estação Ecológica	Belo Horizonte	224,89
Estação Ecológica Estadual de Arêdes	Estação Ecológica	Itabirito	1.281,32
Floresta Estadual do Uaimií	Floresta Estadual	Ouro Preto	4.398,16
Monumento Natural Estadual da Serra da Piedade	Monumento Natural	Caeté / Sabará	1.947,49

Monumento Natural Estadual de Itatiaia	Monumento Natural	Ouro Preto / Ouro Branco	3.216,02
Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda	Monumento Natural	Moeda / Itabirito	2.372,56
Parque Fort Lauderdale	Parque Municipal	Belo Horizonte	116,78
Parque Ecológico Roberto Burle Marx	Parque Municipal	Belo Horizonte	17,42
Parque Municipal das Mangabeiras	Parque Municipal	Belo Horizonte	257,26
Parque da Serra do Curral	Parque Municipal	Belo Horizonte	41,22
Parque Aggeio Pio Sobrinho	Parque Municipal	Belo Horizonte	61,86
Parque Mata das Borboletas	Parque Municipal	Belo Horizonte	3,44
Parque Natural Municipal das Andorinhas	Parque Municipal	Ouro Preto	557,00
Parque Natural Municipal Arqueológico do Morro da Queimada	Parque Municipal	Ouro Preto	66,56
Monumento Natural Municipal Gruta Nossa Senhora da Lapa	Monumento Natural	Ouro Preto	20,28
		AREA TOTAL	257.585,55

**Fonte:** <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/1/2525-comite-finaliza-proposta-para-criacao-de-mosaico-de-ucs-do-quadrilatero-ferrifero>, acesso em 12/06/2019).

**Figura 3.** Mosaico de Unidades de Conservação da Serra do Espinhaço – Quadrilátero.



Fonte: <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/1/2525-comite-finaliza-proposta-para-criacao-de-mosaico-de-ucs-do-quadrilatero-ferrifero>, acesso em 12/06/2019).

#### 1.1.4 Os Campos Rupestres

Os campos rupestres se originam no quartzito, arenito ou ferro (isto é, formações de ferro bandadas, como itabiritos, no caso das cangas). Os de quartzito são também conhecidos como campos rochosos, campos altitudinais, *rupestrian fields*, *rocky savanas*, *rocky fields*, *altitudinal fields*. Por outro lado, os associados ao substrato ferruginoso são chamados de canga, *ferruginous rocky fields* ou *ironstone fields*. São ecossistemas antigos caracterizados por elevada riqueza de espécies herbáceas, alto endemismo e composições de espécies únicas (Fernandes, 2016). Estão principalmente localizadas nas cristas serranas das principais cordilheiras brasileiras, ou seja, em áreas elevadas como nas serras do Espinhaço (Silveira *et al.*, 2016) e no Quadrilátero Ferrífero. Podem ser encontrados também mais ao sul, nas Serras de Carrancas (Neto, 2009), Serra Negra (Salimena *et al.*, 2013), nas Serras de São João d’El Rey, da Canastra e de Ibitipoca (Minas Gerais), a oeste, nas Serras dos Cristais e dos Pirineus e na Chapada dos Veadeiros (Goiás), e ao norte, nos Tepuis (norte da América do Sul) (Rapini *et al.*, 2008). Entre outras regiões brasileiras tratadas como campos rupestres também pode-se citar o Maciço do Urucum no Mato Grosso do Sul, a Serra dos Carajás no Pará e a Serra da Jibóia na Bahia, ambas apresentando táxons típicos de campos rupestres (Vasconcellos, 2011). Muito embora a classificação destes campos tenha diferentes definições, Veloso (1991) classificou tal formação como “Refúgios Vegetacionais ou Relíquias de Vegetação”, sendo que Benites *et al.* (2003), entendem ser mais apropriada a denominação “Complexos Rupestrers”.

Esses afloramentos rochosos abrigam uma flora e fauna relictual, podendo ser caracterizados como museus de processos evolutivos (Bussel & James, 1997).

De modo geral, os ambientes onde ocorrem os campos rupestres apresentam restrição hídrica em parte do ano, alta insolação, grande exposição a ventos e, especialmente solos rasos, ácidos e oligotróficos com pouca capacidade de retenção de água e extrema deficiência nutricional, apresentando também altos teores de ferro e outros metais pesados (Le Stradic *et al.*, 2015; Fernandes, 2016). Apesar disso, a paisagem rochosa, com cristas e vales, fornece grande heterogeneidade de substrato, topografia e microclima, possibilitando grande variação de estrutura das comunidades e diversificação na composição florística dos campos rupestres, (Conceição & Giulietti, 2002; Vitta, 2002; Conceição & Pirani, 2005; Conceição *et al.*, 2005).

Os campos rupestres da Serra do Espinhaço incluindo o Quadrilátero Ferrífero, incluem fitofisionomias campestres, savânicas e florestais no conceito de Mittermeier *et al.*,

(2004). A vegetação em grande parte é formada por plantas lenhosas de pequeno porte, com folhas esclerificadas e não decíduas, mostrando muitas características adaptativas estritamente relacionadas a sua sobrevivência (Zappi *et al.*, 2003). São plantas com grande capacidade de fixação ao substrato e tolerantes à dessecação ou resistentes ao estresse hídrico. Os estômatos ficam muitas vezes protegidos e vários grupos apresentam fisiologia especializada como metabolismo C4 e CAM (Metabolismo do Ácido Crassuláceo), mantendo-os fechados durante o dia e realizando as trocas gasosas à noite, quando a temperatura e a transpiração são menores (Rapini *et al.*, 2008).

A principal estratégia ecológica entre as espécies que colonizam os campos rupestres é de estresse-tolerância, devido aos fortes filtros ambientais, principalmente edáficos (Negreiros *et al.*, 2014a). De modo geral, as espécies apresentam muitas adaptações morfológicas, fisiológicas e baixo requerimento nutricional (Carmo *et al.*, 2015, Oliveira, 2016), além de alta tolerância a metais, a qual pode ter efeito na seleção de genótipos tolerantes, ao longo do tempo (Antonovics 1975; Kazakou *et al.*, 2008; Oliveira, 2016).

Das 33310 espécies de angiospermas reconhecidas para a flora brasileira, 18715 são consideradas endêmicas do Brasil, e 2311 tem ocorrência confirmada só para o estado de Minas Gerais (Flora do Brasil 2020 em construção, 2019). Do total de 538 espécies de plantas ameaçadas em Minas Gerais, 351 (67%) ocorrem nos campos rupestres. Encontram-se também, particularmente na Serra do Cipó, o maior número de espécies endêmicas da flora brasileira (Gontijo, 2008). No entanto, dados da Flora do Brasil 2020 (em construção), apontam 1.316 espécies restritas aos campos rupestres de Minas Gerais.

### **1.1.5 A Flora do Quadrilátero Ferrífero**

Publicações sobre a flora do Quadrilátero Ferrífero são escassas (Conceição & Pirani 2007; Ataíde *et al.*, 2011), e recentes (Jacobi & Carmo, 2008), além de geralmente serem relacionadas a áreas próximas a instituições de pesquisa, no entorno de cidades maiores ou com históricos de estudos da flora local. Muitos levantamentos são ainda relacionados a projetos de licenciamento (Mourão & Stehmann, 2007; Ataíde *et al.*, 2011), de forma que os dados geralmente se concentram nestas regiões. Porém, em todos aqueles relacionados com campos rupestres, (ferruginoso ou não) há sempre destaque para a alta diversidade e grande número de espécies ameaçadas, raras e endêmicas, evidenciando a importância e singularidade destes ecossistemas (Rapini *et al.*, 2008, Borsali, 2012).

Alguns estudos florísticos e de flora para áreas de campo rupestre ferruginoso podem ser destacados, dentre eles, Viana & Lombardi (2006) que detectaram 358 espécies nas cangas da Serra da Calçada, entre as quais 12 são relacionadas na lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais (Martineli & Moraes 2013). Na região de Barão de Cocais, Morão & Stehmann (2007), registraram 117 espécies de plantas sobre a canga, três das quais listadas como ameaçadas.

Estudando as serras do município de Mariana, Santos (2010) detectou 333 espécies, dessas, 143 são consideradas endêmicas das formações rupestres. Ataíde *et al.*, (2011), registraram 182 espécies na serra de Antônio Pereira (Ouro Preto - MG), baseando-se em campanhas semanais durante o período de um ano, com foco em campos rupestres ferruginosos. Neste trabalho, foram inventariadas sete espécies consideradas ameaçadas pela Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção (Drummond *et al.*, 2005). Foi ainda registrada uma espécie considerada endêmica de campos ferruginosos, o *Paspalum brachytrichum* (Carmo & Jacobi, 2008).

Messias *et al.*, (2012), em extensivo trabalho de campo na região da Serra de Ouro Preto (municípios de Ouro Preto e Mariana), identificaram 1614 espécies, pertencentes a 122 famílias. Deste total, 79 espécies foram consideradas ameaçadas.

Figueiredo & Salino (2005) realizaram um estudo florístico durante o período de um ano, em quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) localizadas na área metropolitana de Belo Horizonte. Foram identificadas 190 espécies de Pteridófitas, denotando a alta riqueza deste grupo na região. O trabalho registrou a primeira ocorrência para Minas Gerais de *Adiantopsis perfasciculata* além de outras seis espécies com poucos registros para o estado (*Adiantum concinnum*, *A. poiretii*, *Anemia warmingii*, *Olfersia cervina*, *Saccoloma inaequale* e *Sticherus nigropaleaceus*).

Morais & Lombardi (2006) estudando a RPPN da Serra do Caraça, levantaram um total de 52 espécies de Myrtaceae, das quais cinco consideradas endêmicas da área. Para o Parque Estadual do Itacolomi, alguns estudos foram realizados, incluindo o de Dutra *et al.*, (2005) que estudaram as Leguminosae-Caesalpinioideae e identificaram 13 espécies. Coser *et al.*, (2010) registraram 21 espécies de Bromeliaceae, baseados em coletas mensais entre 2006 e 2008. Gastauer *et al.*, (2015) registraram 161 espécies de 47 famílias nas áreas rupestres do parque. Para o Parque do Rola Moça à noroeste do QF, Jacobi *et al.*, (2008) identificaram 32 espécies, que caracterizaram a composição do campo rupestre sobre canga.

Sposito & Stehmann (2006) estudaram a Área de Proteção Ambiental Sul (RMBH), na região metropolitana de Belo Horizonte. Em seus levantamentos, em oito áreas protegidas na região, foram observadas 221 espécies, dentre as quais seis presentes em listas de ameaça de extinção. Os autores citam que a presença de diferentes Unidades de Conservação na região é capaz de sustentar a biodiversidade local, alertando, no entanto, para a necessidade de políticas que incentivem a formação de corredores de conectividade.

### **1.1.6 Os Endemismos da Flora do Quadrilátero Ferrífero**

Lobato *et al.*, (2005) *apud* Carmo (2010), constataram que aproximadamente 6,4% dos 7800km<sup>2</sup> do Quadrilátero Ferrífero são constituídos por formações ricas em ferro (substratos ferruginosos), as quais estão associadas a solos geralmente rasos, predominando uma cobertura vegetal rupestre. Neste mesmo trabalho, os autores informam que 15,5% das fitofisionomias do QF estão sobre substrato ferruginosos e afirmam que 6,9% deste total são classificadas como substrato potencialmente ferruginoso. Assim, fica evidente a dificuldade em se afirmar sobre o endemismo e ocorrência restrita de algumas espécies em função da composição litológica e do teor de ferro de alguns ambientes.

Alguns autores buscaram definir uma lista de espécies endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero.

Carmo & Jacobi (2012) realizaram expedições entre 2005 e 2010 em 14 afloramentos ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, inseridos nas Serras da Moeda, Capanema, Itatiaiuçu, Itabirito, Gandarela, Rola Moça e na Chapada de Canga, num total de 550 hectares. Foram coletados 3920 espécimes, que foram incluídos no Herbário BHCB. Para identificação do material, contaram com a colaboração de vários especialistas. No total foram identificadas 1109 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 456 gêneros e 115 famílias. Cerca de 60 espécies foram reconhecidas como endêmicas da área do Quadrilátero Ferrífero, sendo 36 encontradas apenas nas áreas de afloramentos ferruginosos (incluindo táxons potencialmente novos). Essas espécies puderam ser incluídas como Ameaçadas de Extinção pelo critério B da IUCN e duas delas: *Minaria monocoronata* e *Cattleya milleri* foram consideradas como extintas na natureza (tabela 2).

**Tabela 2.** Relação de Espécies Endêmicas de Campo Rupestre Ferruginoso

<b>Familia</b>	<b>Espécie</b>
Apocynaceae	<i>Minaria monocoronata</i> (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini
Bromeliaceae	<i>Hoplocrypanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka
Bromeliaceae	<i>Dyckia consimilis</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Vriesea longistaminea</i> C.C.Paula & Leme
Bromeliaceae	<i>Vriesea minarum</i> L.B.Sm.
Cactaceae	<i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus amoenus</i> (Bong.) Körn.
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus argillicola</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus batatalensis</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus moedensis</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus pallidus</i> Silveira
Euphorbiaceae	<i>Croton serratoideus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts
Fabaceae	<i>Chamaecrista secunda</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.
Gesneriaceae	<i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler
Orchidaceae	<i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. & Warm.) Pridgeon & M.W.Chase
Orchidaceae	<i>Cattleya milleri</i> (Blumensch. Ex Pabst) Van den Berg
Orchidaceae	<i>Gomesa gracilis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus leptophyllus</i> Müll.Arg.
Poaceae	<i>Paspalum brachytrichum</i> Hack.
Velloziaceae	<i>Vellozia sellowii</i> Seub.
Verbenaceae	<i>Lippia rubiginosa</i> Schauer = <i>Lippia organoides</i> Kunth
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta confertifolia</i> Moldenke
Xyridaceae	<i>Xyris villosicarinata</i> Kral & Wand.

**Fonte:** Jacobi & Carmo (2012)\*

\*espécies não descritas, ou não plenamente identificadas foram excluídas.

Borsali (2012), em sua Dissertação de Mestrado (inédita), apresentou um estudo sobre as espécies consideradas endêmicas do Quadrilátero Ferrífero. Baseando-se inicialmente nas listas encontradas em Plantas Raras do Brasil (Giulietti *et al.*, 2009), e em Carmo (2010), fez consultas a revisões, especialistas das várias famílias e as coleções dos herbários BHCB, OUPR e CESJ. E esses dados foram associados as coletas realizadas em sete municípios do QF incluindo a Estação Ecológica do Tripuí, o Parque Estadual do Itacolomi, a RPPN Santuário do Caraça, e as Serras de Capanema, da Gandarela e da Piedade. Foram detectadas 95 espécies como endêmicas do Quadrilátero Ferrífero, das quais 77 são

endêmicas dos campos rupestres. Dessas, 37 ocorrem no campo rupestre quartzítico, 27 no campo rupestre ferruginoso e 13 ocorrem nos dois tipos de campos rupestres (tabela 3). É destacado que cinco espécies endêmicas do QF não foram encontradas mais, sendo provavelmente extintas na natureza. Dessas apenas *Barbacenia cyananthera* endêmica do campo rupestre ferruginoso.

**Tabela 3.** Relação de Espécies Endêmicas de Angiospermas para o Campo Rupestre Ferruginoso.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Apocynaceae	<i>Minaria monocoronata</i> (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini
Asteraceae	<i>Mikania badiniana</i> G.S.S.Almeida & Carvalho-Okano
Bromeliaceae	<i>Hoplocrypanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka
Bromeliaceae	<i>Dyckia densiflora</i> Schult. & Schult.f.
Bromeliaceae	<i>Dyckia elata</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Dyckia schwackeana</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Vriesea longistaminea</i> C.C.Paula & Leme
Cactaceae	<i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira
Fabaceae	<i>Chamaecrista itabiritoana</i> (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.
Fabaceae	<i>Mimosa multiplex</i> Benth
Fabaceae	<i>Mimosa pogocephala</i> Benth
Lauraceae	<i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm.
Melastomataceae	<i>Microlicia microphylla</i> (Naudin) Cogn.
Melastomataceae	<i>Trembleya rosmarinoides</i> DC
Orchidaceae	<i>Gomesa gracilis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams
Poaceae	<i>Paspalum brachytrichum</i> Hack
Velloziaceae	<i>Barbacenia cyananthera</i> L.B.Sm. & Ayensu
Velloziaceae	<i>Barbacenia itabirensis</i> Goethart & Henrard
Velloziaceae	<i>Barbacenia rubra</i> L.B.Sm.
Velloziaceae	<i>Barbacenia williamsii</i> L.B.Sm.
Velloziaceae	<i>Vellozia sellowii</i> Seub.

**Fonte:** Borsali, 2012. Foram excluídas da lista 12 espécies que ocorrem tanto nos campos rupestres ferruginosos como nos quartzíticos

Os dois estudos listaram espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero, porém com metodologias distintas.

Jacobi & Carmo, (2012) referem 26 espécies como endêmicas dos campos rupestres ferruginosos. Esse número é de 25 em Borsali (2012). Apenas dez espécies constam das duas listas. Chama atenção que das sete espécies de *Paepalanthus* referidas em Jacobi & Carmo (2012) apenas uma se confirma na lista de Borsali (2012), por outro lado, nenhuma espécie de *Barbacenia* aparece listada em Jacobi & Carmo (2012) mas o gênero é representado por quatro espécies em Borsali (2012). *Minaria monocoronata* aparece nas duas listas, porém Jacobi & Carmo (2012) a referem como provavelmente extinta na natureza, enquanto Borsali (2012) refere a espécie como em perigo de extinção, mas com coletas em Betim, Brumadinho, Ibirité e Itabirito.

## **1.2. Problema e hipótese**

O presente trabalho testa as seguintes hipóteses:

### **(A) Problema**

Há ainda muitas lacunas de conhecimento sobre os afloramentos rochosos do Quadrilátero Ferrífero, principalmente no que diz respeito a flora das cangas dessa região. Essa escassez de informação resulta em listagens divergentes e dados imprecisos a respeito do endemismo edáfico de plantas desse ecossistema, o que dificulta a avaliação do status de ameaça das espécies e um melhor direcionamento de esforços de pesquisa e estratégias de conservação.

### **(B) Hipótese**

Considerando a grande lacuna de conhecimento existente em áreas protegidas do QF, as espécies consideradas pela literatura como endêmicas de campo rupestre ferruginoso da região do Quadrilátero Ferrífero podem não apresentar restrição em relação ao litotipo, podendo ser encontradas em ambientes com formação geológica distinta da ferruginosa. Espera-se também que com levantamentos nestas áreas haja uma significativa ampliação em sua distribuição geográfica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar o endemismo e a distribuição das Angiospermas consideradas endêmicas dos campos ferruginosos (cangas) da região do Quadrilátero Ferrífero, listadas em publicações sobre o tema.

## 2.2. Objetivos Específicos

- Analisar bancos de dados atuais, seja em repositórios de websites, herbários virtuais e físicos ou bibliografia especializada, referente a flora do QF;
- Realizar modelagem preditiva utilizando o Algoritmo Maxent;
- Definição das unidades de conservação a serem trabalhadas considerando os resultados da modelagem;
- Realizar trabalho de campo
- Atualizar a área de distribuição das espécies encontradas com base na utilização da ferramenta GEOCAT® (Bachman S. *et al.*, 2011);
- Contribuir para o conhecimento e preservação das espécies endêmicas do QF, considerando sua presença confirmada dentro de Unidades de Conservação;
- Gerar conhecimento sobre espécies ameaçadas que apoiem no cumprimento das metas de conservação de espécies ameaçadas, principalmente referente aos objetivos dois e três das Metas Globais de Biodiversidade (COP8, 2010), quais sejam:

*Objetivo 2. Promover a conservação da diversidade de espécies;*

*Objetivo 3. Promover a conservação da diversidade genética.*

## **ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O presente trabalho se encontra organizado sob a forma de relatório técnico, como disposto no Regulamento Interno do Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do ITV DS.

### **Relatório técnico:**

**AVALIAÇÃO DE ENDEMISMO E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DA FLORA  
DAS CANGAS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO - MG**

### **Sob autoria de**

Ana Cristina Silva Amoroso Aastácio

Maurício Takashi C. Watanabe

Ana Maria Giuliatti Harley

**PROD.TEC.ITV.DS – N034/2020  
DOI 10.29223/PROD.TEC.ITV.DS.2020.34.Anastacio**

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

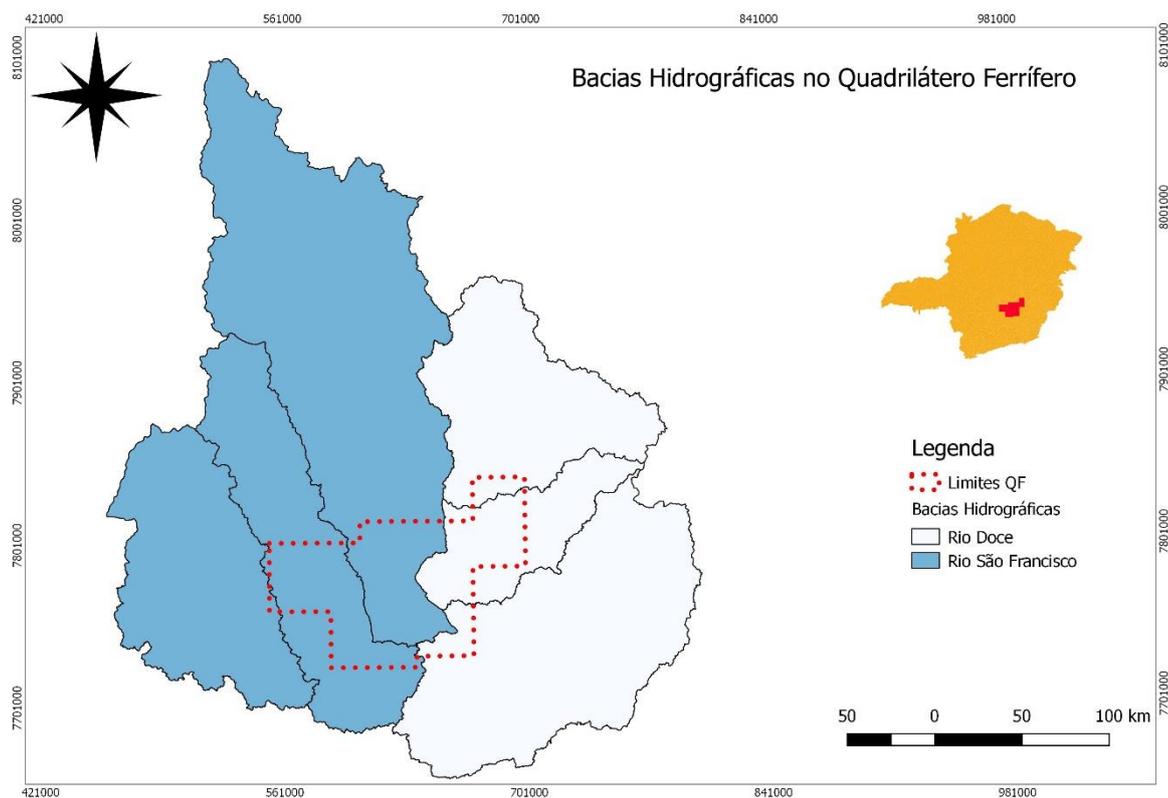
#### 3.1 Área de estudo

O Quadrilátero Ferrífero (QF) localiza-se na porção centro-sudeste do Estado de Minas Gerais, ocupando uma área aproximada de 7.000 km<sup>2</sup>. Corresponde a um bloco de estruturas geológicas do Pré-Cambriano, elevadas em seus quatro lados por erosão diferencial. Os limites do Quadrilátero Ferrífero são quase sempre marcados por bordas íngremes, relacionadas às serras alinhadas formadas sobre os metassedimentos do Supergrupo Minas, que assumem um arranjo aproximadamente quadrangular, grande parte delas com as rochas itabiríticas da Formação Cauê constituindo a linha de cumeadas (Filho, 2008).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2005), representa um dos conjuntos orográficos mais importantes de Minas Gerais. As altitudes, que variam entre 800 e 900 m, são frequentemente dominadas por linhas de cristas que ultrapassam, usualmente, 1200 m e, excepcionalmente, a cota 2000 m como na serra do Caraça, na borda leste. Trata-se de uma estrutura muito complexa de cadeia dobrada, de conhecimento geológico e geomorfológico ainda incompleto, cujas camadas de quartzitos e itabiritos desenharam um sistema quadrado de cristas, onde se observa a serra do Curral, ao norte, a serra do Ouro Branco, ao sul, a serra da Moeda, a oeste e, a leste, o conjunto formado pela serra do Caraça e o início da serra do Espinhaço.

Estão presentes na região duas grandes bacias hidrográficas, a bacia do rio São Francisco e a bacia do rio Doce (Figura 4). As estruturas das rochas influenciam o curso dos rios, formando trechos encachoeirados e vales profundos. Isto ocorre principalmente no rio das Velhas, onde as variações na altitude do relevo são marcantes (Barbosa & Rodrigues, 1967).

**Figura 4.** Bacias Hidrográficas nos limites do QF



Fonte: <http://www.igam.mg.gov.br/> , acesso em 12/06/2019.

De acordo com Davis *et al.*, (2005a), as temperaturas são variáveis de 16,5 a 23,2°C, sendo que no mês mais frio (julho), as temperaturas variam entre 16,5 e 18,1°C. A umidade relativa do ar apresenta valores máximos em torno de 79% no mês de janeiro e mínimos de cerca de 64% no mês de agosto. Nery (2018), analisando 26 estações pluviométricas no QF chegou em um valor médio anual de precipitação de 1.491,4 mm, sendo que a maior concentração de chuva está localizada na Serra do Caraça, com registros de 1.850,2mm. O autor destaca a influência do relevo sobre a distribuição da chuva, que apresenta maiores índices nos locais de maior altimetria.

Atuando como obstáculo à penetração das massas de ar, as elevações do QF alteram o comportamento térmico e pluviométrico da região central de Minas Gerais. Estas características, aliadas às condições fitogeográficas e hidrológicas da área levaram ao enquadramento desta região em dois grandes tipos climáticos: Cwa e Cwb. O primeiro tipo abrange todo o alto vale do Rio das Velhas e Depressão de Belo Horizonte, enquanto o segundo abrange as terras altas do Quadrilátero que funcionam como divisores de drenagem. Ambos os tipos climáticos apresentam um período quente entre janeiro, fevereiro e março,

enquanto a faixa de índices mais baixos abrange o trimestre junho, julho e agosto (Barbosa & Rodrigues, 1967).

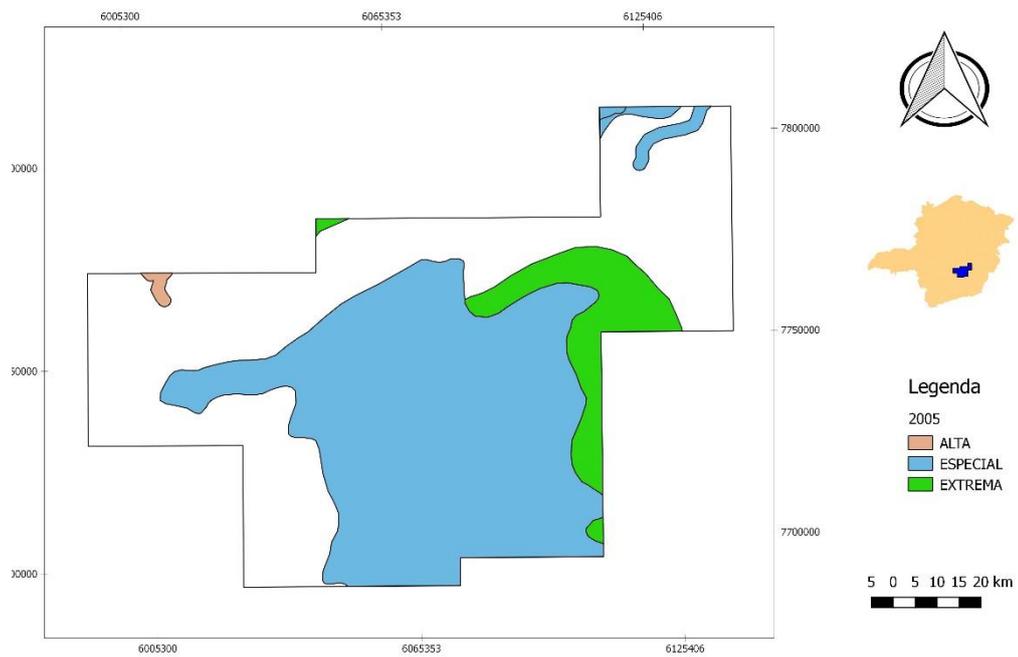
Importante ressaltar que as variações de altitude favorecem o surgimento de microclimas com temperatura e umidade bem diferentes da temperatura média anual da região, o que influencia também a variedade das tipologias existentes na área.

Com relação à classificação dos solos da área de estudo, Carvalho Filho (2008), relata haver um grande domínio de solos pouco evoluídos (Cambissolos e Neossolos Litólicos) e algumas áreas com expressiva ocorrência de afloramentos rochosos. É encontrada forte influência do material de origem nas características do solo, em que se destaca o conjunto de solos de constituição ferrífera. Destacam-se aí os Cambissolos Háplicos Perféricos, com ocorrência menor de Latossolos Vermelhos Perféricos.

O Quadrilátero Ferrífero, de acordo com o Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais- ZEE-MG, que visa identificar zonas baseado na combinação da vulnerabilidade natural com a potencialidade social, é classificado como região prioritária para conservação, sendo que mais de 50% dos seus limites se encontram em área de prioridade especial ou extrema (Figura 5).

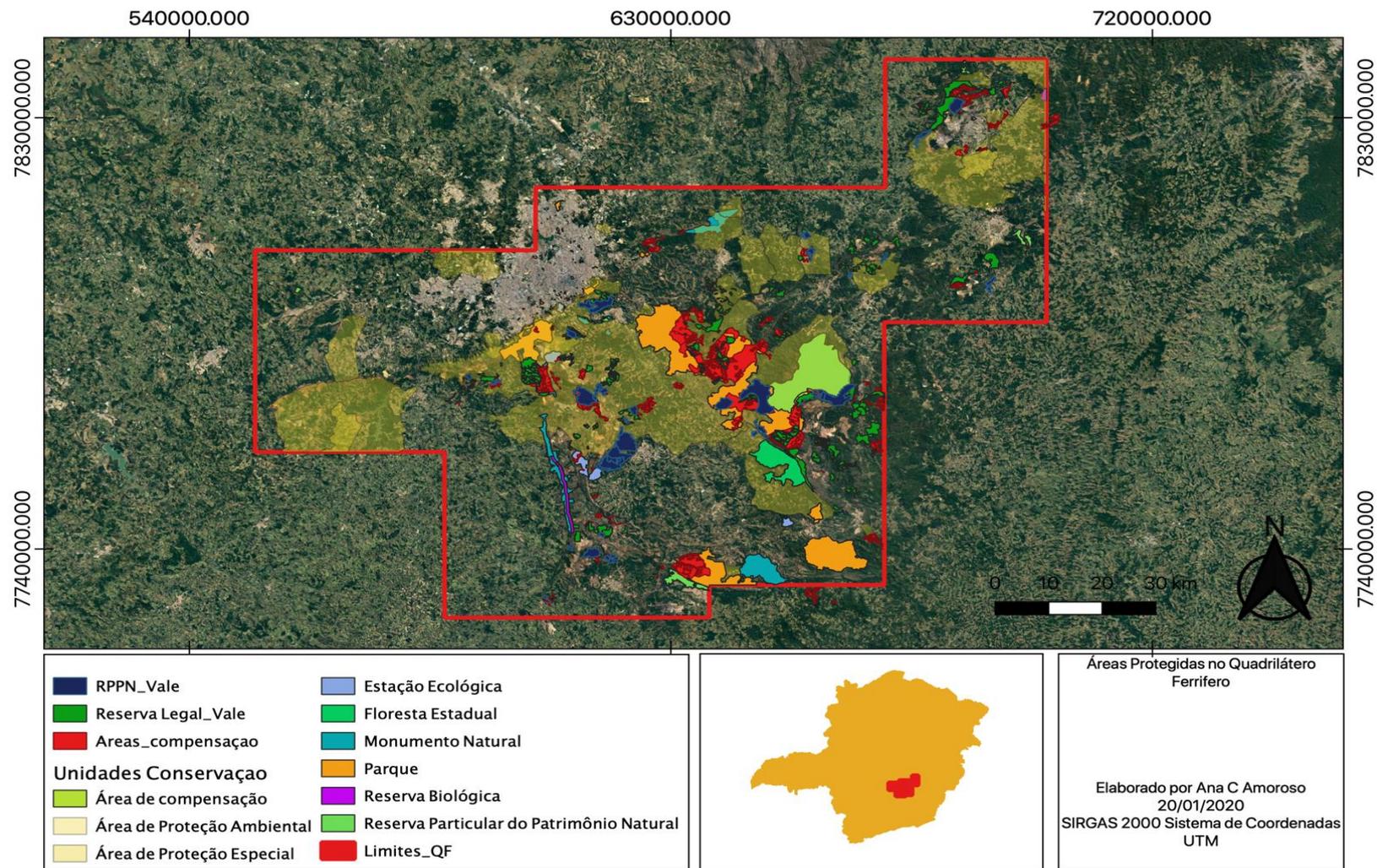
A região, de acordo com um levantamento recente realizado pelo Laboratório de Solos de Viçosa (ISA, 2019 no prelo), possui 31 Unidades de Conservação, somando uma área de 66.854,90 ha (excluindo Área de Proteção Ambiental - APA e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN). Na base disponibilizada pelo Instituto Estadual de Florestas (<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>, acesso em julho de 2019), foram ainda encontradas 36 RPPN dentro da área do QF, que perfazem 20.732,33 ha. Somando a base de dados da Vale (BDGIS, 2020), onde constam as RPPN e Áreas de Servidão Ambiental, tem-se 27.203,81 ha, totalizando 94.058,71ha destinados à preservação no Quadrilátero Ferrífero (figura 6).

**Figura 5.** Áreas Prioritárias para Conservação - QF



**Fonte:** [www.biodiversitas.org.br/atlas/sintese.asp](http://www.biodiversitas.org.br/atlas/sintese.asp), acesso em 13/01/2020.

Figura 6. Mapa de Áreas Protegidas - Destaque Quadrilátero Ferrífero.



Fonte: Autoria própria com shapes da Tabela 5.

### 3.2. Seleção de espécies

A partir de consulta à bibliografia disponível (Jacobi & Carmo, 2012; Borsali, 2012), foram selecionadas espécies categorizadas como endêmicas e possivelmente endêmicas dos campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero, registrando para cada espécie o litotipo associado a cada uma delas de acordo com a fonte de consulta associada.

Apesar de não ser citada pela literatura de referência para espécies endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero, a espécie *D. laevis* foi considerada nos estudos devido à descrição da espécie no CNCFlora, (2020).

### 3.3 Bancos de Dados de Biodiversidade Online

Espécies listadas pela literatura como endêmicas ou possivelmente endêmicas de canga do Quadrilátero Ferrífero foram alvo de buscas na base de dados do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (HVFF-INCT) para obtenção das coordenadas geográficas de todos os registros disponíveis. Adicionalmente, foi realizada consulta no *Global Biodiversity Information Facility* – GBIF e na base de dados do Jardim Botânico do Rio de Janeiro – REFLORA, incluindo pontos eventualmente ausentes no HVFF - INCT.

A pesquisa foi realizada por espécie, considerando nomenclatura válida de acordo com o *International Plant Names Index* (IPNI), e no *Tropicos* (Tropicos.org. *Missouri Botanical Garden*) tendo como referência a Flora do Brasil (2020).

Foram obtidos os dados de coleta do material-tipo, visando identificar os pontos iniciais de coleta, além dos demais dados de herbário, como coleção depositária do material, número de tombo, nome científico, família, autor da espécie, determinador, coletor e data de coleta, dados de localidade, coordenadas geográficas, altitude, fenologia e notas complementares. Foram consultados os arquivos disponíveis na *Biodiversity Heritage Library* – BHL (<https://www.biodiversitylibrary.org>) para confirmar os dados do material tipo bem como seu ponto de coleta.

Na sequência foram excluídos registros com coordenadas duvidosas, atribuídas ao país ou estado, ou sem informações da identificação. Registros que não possuíam dados completos, mas continham coordenadas de coleta e data foram mantidos.

A partir dos resultados obtidos foi elaborada uma base cartográfica com a localização dos registros, bem como tabela com dados fenológicos, considerando para tanto a data de

coleta das amostras. O cruzamento destas informações com o uso de modelagem, possibilitou determinar locais e datas mais favoráveis para realização dos trabalhos de campo.

### **3.4. Modelagem**

A partir dos dados obtidos nas bases de dados online, foi aplicado filtro desconsiderando registros sem coordenadas geográficas, coordenadas repetidas e/ou com coordenadas centrais do país, estado ou município, além de possíveis pontos com registro equivocado. Para identificações duvidosas ou ainda com registros em estados onde não se reconhece a distribuição de determinada espécie, foi realizada avaliação quanto ao coletor e determinador buscando averiguar a identificação. Registros históricos (do século XIX ou início do XX) não são recomendados em que se pese que os dados das camadas ambientais do WorldClim foram construídos com dados de 1950 a 2000 (Dalapicolla, 2016). Registros cuja identificação não tenha sido realizada por um taxonomista especialista na família em questão também foram excluídos.

O algoritmo escolhido para o processo de modelagem baseia-se no princípio da máxima entropia, presente no programa Maxent (PHILLIPS *et al.*, 2007). Seguindo a orientação de Dalapicolla (2016), de forma a diminuir a complexidade dos modelos, foi selecionado no programa um Feature Class (FC) e um valor Regularization Multiplier (RM) específico levando em conta o número de pontos de ocorrência e as variáveis ambientais. Desta forma, para a quantidade de amostras existentes neste trabalho (número de registros das espécies após os filtros), foram utilizados FC linear e Quadratic (espécies com 10 a 14 amostras).

Foram utilizadas sete camadas ambientais (Tabela 04), sendo seis variáveis bioclimáticas (extraídas do Wordclim, com resolução espacial aproximada de 1 km), e uma variável topográfica, gerada a partir dos dados ASTER (com resolução espacial aproximada de 30 m).

Todas as camadas foram recortadas utilizando os limites do Quadrilátero Ferrífero e posteriormente da Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (máscaras de entrada), após a padronização de dados (mesmo número de linhas, colunas e resolução espacial).

**Tabela 4.** Camadas ambientais e bioclimáticas utilizadas no processo de modelagem das espécies selecionadas

<b>Camadas</b>	<b>Dados</b>
ALT	Altitude
BIO1	Temperatura média anual
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO12	Precipitação pluviométrica anual
BIO13	Precipitação pluviométrica do mês mais úmido
BIO14	Precipitação pluviométrica do mês mais seco

Os resultados das análises geram os arquivos *raster* que foram utilizados para elaboração de mapas no software ArcGis.

Os arquivos *shapefile* e *raster* utilizados foram os disponíveis nas bases oficiais do governo ou ainda em instituições vinculadas à pesquisa, conforme a tabela 5 (abaixo).

**Tabela 5.** Bases de Informação de Arquivos Vetoriais e Raster utilizadas.

<b>Dados</b>	<b>Instituição</b>	<b>Endereço</b>	<b>Acesso em:</b>
Unidades de Conservação	Instituto Estadual de Floresta de Minas Gerais – IEF, ICMBio e Base de Dados Vale (com áreas de servidão ambiental)	( <a href="http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/geoprocessamento/DCOL/dados_vetoriais/UC_fed_julho_2019.zip">http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/geoprocessamento/DCOL/dados_vetoriais/UC_fed_julho_2019.zip</a> )	18/11/2019
Limites Estados e Municípios	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE	<a href="https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais">https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais</a>	07/10/2019
Drenagens e Bacias	Instituto Pristino e Agencia Nacional de Águas - ANA	<a href="http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/10480692111f443bb5a38d9bb156851f_0https://www.institutop">http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/10480692111f443bb5a38d9bb156851f_0https://www.institutop</a>	20/09/2019

		<a href="http://ristino.org.br/atlas/municipios-de-minas-gerais/baixar-os-arquivos-shp-e-kml/">ristino.org.br/atlas/municipios-de-minas-gerais/baixar-os-arquivos-shp-e-kml/</a>	
Áreas Prioritárias Para conservação	Biodiversitas e ZEE do Estado de Minas Gerais	<a href="http://www.biodiversitas.org.br/atlas/arquivos/sintese.zip">http://www.biodiversitas.org.br/atlas/arquivos/sintese.zip</a> <a href="http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/">http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/</a>	18/11/2019
Mapa de Biomas	<u>Ministério do Meio Ambiente - MMA</u>	<a href="http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm">http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm</a>	10/07/2019

**Fonte: Autoria Propria.**

Na sequência, os arquivos vetoriais foram cruzados com os *shapes* das unidades de conservação, buscando otimizar os esforços de busca para áreas protegidas de forma integral no estado (figura 6).

### 3.5. Trabalhos de Campo

O resultado das modelagens e as informações obtidas nos bancos de dados *on line* da biodiversidade, que embasaram o calendário fenológico das espécies, foram utilizados para planejamento do cronograma de buscas em campo para cada uma das espécies.

Inicialmente as buscas foram realizadas ao longo de duas semanas por mês, posteriormente as amostragens foram ajustadas para uma campanha mensal de cinco dias.

As buscas foram direcionadas a áreas campestres, referentes a afloramentos rochosos, de acordo com as áreas indicadas pela modelagem.

O caminhamento nas áreas de amostragem se deu por varredura, com deslocamento organizado em campo com vistas a visualizar a maior área possível nos ambientes propícios à ocorrência das espécies. Os trajetos percorridos durante as buscas foram registrados com auxílio de aparelho GPS Garmin 62S, com associação de coordenadas geográficas específicas aos pontos das coletas.

Todo material coletado foi processado segundo técnicas usuais de herborização. Os indivíduos encontrados em campo com possibilidade de se referirem a alguma espécie de interesse e em estado fértil foram coletados, fotografados e georreferenciados com exatidão

em seu local de ocorrência. Foram feitas fotografias de estruturas dos espécimes observados e realizadas anotações de campo sobre suas características, para geração das fichas de exsicatas que compõem os vouchers de herbário (Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais - BHCB) e para alimentação de bancos de dados referentes a este estudo.

A primeira etapa de identificação das amostras botânicas ocorreu ainda em campo no momento das coletas, posteriormente todo o material herborizado foi novamente verificado e identificado.

Ao final, o material foi processado e enviado aos respectivos especialistas para determinação/confirmação das identificações (tabela 06). Após as identificações, todo material foi depositado no herbário BHCB salvo duplicatas que em alguns casos permaneceram na instituição do taxonomista da família.

Para as análises de distribuição e ocorrência, foram ainda utilizados dados de coletas de outros projetos realizados na região, como o “Espécies de interesse para conservação”, nas RPPN da Vale (Santos et al., 2016), que seguiu metodologia semelhante, com identificação realizada por especialistas e vouchers depositados no mesmo herbário (BHCB – UFMG).

**Tabela 6.** Taxonomistas botânicos consultados para identificações das amostras seguidos das respectivas famílias de especialidade e instituições.

<b>Família botânica</b>	<b>Taxonomista Indicado</b>	<b>Instituição</b>
Apocynaceae	Carolina Nazareth Matozinhos	Consultora autônoma
Araceae	Lívia Godinho Temponi	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Asteraceae	Aristônio Magalhães Teles	Universidade Federal de Goiás
Bromeliaceae	Talita Mota Machado	Museu Paraense Emílio Goeldi
Cactaceae	Daniela Zappi	Instituto Tecnológico Vale
Convolvulaceae	Rosangela Simão Bianchini	Instituto de Botânica de São Paulo
Cyperaceae	Rafael Trevisan	Universidade Federal de Santa Catarina
Eriocaulaceae	Ana Maria Giulietti & Mauricio T. C. Watanabe	Instituto Tecnológico Vale
Eriocaulaceae	Lívia Echternacht Andrade	Universidade Federal de Ouro Preto
Euphorbiaceae	Inês Cordeiro	Instituto de Botânica de São Paulo
Fabaceae	Valquíria Ferreira Dutra	Universidade Federal do Espírito Santo
Lauraceae	Leandro Cézane de Souza Assis	Universidade Federal de Minas Gerais
Lythraceae	Taciana Barbosa Cavalcanti	Universidade de Brasília

<b>Família botânica</b>	<b>Taxonomista Indicado</b>	<b>Instituição</b>
Malpighiaceae	André Márcio Araújo Amorim	Universidade Estadual de Santa Cruz
Melastomataceae	Rosana Romero	Universidade Federal de Uberlândia
Myrtaceae	Marcos Sobral	Universidade Federal de São João del-Rei
Orchidaceae	João Aguiar N. Batista	Universidade Federal de Minas Gerais
Orchidaceae	Luiz Menini Neto	Universidade Federal de Juiz de Fora
Poaceae	Pedro Lage Viana	Museu Paraense Emílio Goeldi
Rubiaceae	Daniela Zappi	Instituto Tecnológico Vale
Solanaceae	João Renato Stehmann	Universidade Federal de Minas Gerais
Velloziaceae	Renato Mello Silva	Universidade de São Paulo
Verbenaceae	Fátima Regina Gonçalves Salimena	Universidade Federal de Juiz de Fora
Xyridaceae	Nara Furtado de Oliveira Mota	Museu Paraense Emílio Goeldi

### 3.6. Mapas de Extensão de Ocorrência

Os registros obtidos em campo foram somados àqueles obtidos nos herbários virtuais para atualização da área de distribuição. Foram calculadas a EOO (extensão de ocorrência) e AOO (área de ocupação) pelo *Geospatial Conservation Assessment Tool* – Geocat (Bechamn *et al.*, 2011) e foram gerados os mapas de EOO conforme preconizado pela IUCN - *International Union for Conservation of Nature*.

Para gerar os mapas de Extensão de Ocorrência determinou-se a área (km<sup>2</sup>) de um polígono convexo mínimo - o menor polígono que abranja todas as ocorrências conhecidas de um ecossistema focal em que nenhum ângulo interno exceda 180 graus - ajustado a uma distribuição do ecossistema. Não foram excluídas áreas do polígono criado (também conhecido como casco convexo) nem descontinuidades ou disjunções, independentemente de o ecossistema ocorrer nessas áreas ou não (Bland *et al.*, 2017).

Os pontos foram ainda plotados sobre o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais edição atualizada de 2014 (CPRM, 2014) de forma a possibilitar melhor interpretação do tipo litológico do local de ocorrência das espécies.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Seleção de Espécies

A compilação de dados disponíveis na literatura sobre as espécies endêmicas dos campos rupestres ferruginosos do Quadrilátero Ferrífero resultou em 41 espécies (Tabela 7).

**Tabela 7.** Relação de Espécies Consideradas Endêmicas do QF

FAMILIA	ESPECIE
Apocynaceae	<i>Minaria monocoronata</i> (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini
Apocynaceae	<i>Ditassa laevis</i> Mart.
Asteraceae	<i>Mikania badiniana</i> G.S.S. Almeida & Carvalho-Okano
Asteraceae	<i>Symphyopappus lymansmithii</i> B.L.Rob
Bromeliaceae	<i>Hoplocryptanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka
Bromeliaceae	<i>Dyckia consimilis</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Dyckia densiflora</i> Schult. & Schult.f.
Bromeliaceae	<i>Dyckia elata</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Dyckia schwackeana</i> Mez
Bromeliaceae	<i>Vriesea longistaminea</i> C.C.Paula & Leme
Bromeliaceae	<i>Vriesea minarum</i> L.B.Sm.
Cactaceae	<i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus amoenus</i> (Bong.) Körn.
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus argillicola</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus batatalensis</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus moedensis</i> Silveira
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus pallidus</i> Silveira
Euphorbiaceae	<i>Croton serratoideus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts
Fabaceae	<i>Chamaecrista itabiritoana</i> (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	<i>Chamaecrista secunda</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
Fabaceae	<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.
Fabaceae	<i>Mimosa multiplex</i> Benth.
Fabaceae	<i>Mimosa pogocephala</i> Benth.
Gesneriaceae	<i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler
Lauraceae	<i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm.
Melastomataceae	<i>Microlicia microphylla</i> (Naudin) Cogn.
Melastomataceae	<i>Trembleya rosmarinoides</i> DC.
Orchidaceae	<i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. & Warm.) Pridgeon & M.W.Chase
Orchidaceae	<i>Cattleya milleri</i> (Blumensch. Ex Pabst) Van den Berg
Orchidaceae	<i>Gomesa gracilis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus leptophyllus</i> Müll.Arg.

Poaceae	<i>Paspalum brachytrichum</i> Hack.
Velloziaceae	<i>Barbacenia cyananthera</i> L.B.Sm. & Ayensu
Velloziaceae	<i>Barbacenia itabirensis</i> Goethart & Henrard
Velloziaceae	<i>Barbacenia rubra</i> L.B.Sm.
Velloziaceae	<i>Barbacenia williamsii</i> L.B.Sm.
Velloziaceae	<i>Vellozia sellowii</i> Seub.
Verbenaceae	<i>Lippia rubiginosa</i> Schauer = <i>Lippia organoides</i> Kunth
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta confertifolia</i> Moldenke
Xyridaceae	<i>Xyris villosicarinata</i> Kral & Wand.

Fonte: Jacobi & Carmo (2012) e Borsali (2012).

#### 4.2 Bancos de Dados de Biodiversidade Online

A pesquisa na base de dados do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (HVFF-INCT) resultou para estas espécies 934 registros de coletas. Dessas, 461 estão identificadas até o nível de espécie, geralmente por especialistas. Também 409 apresentam coordenadas exatas do local de coleta e 524 apresentam as coordenadas atribuídas ao município da coleta e, 368 delas apresentam dados fenológicos. As espécies com maior número de registros foram: *Mimosa pogocephala*, *Mimosa calodendron*, *Cinnamomum quadrangulum*, *Paepalanthus amoenus*, *Arthrocerus glaziovii* e *Sinningia rupicola*. Apenas *Cattleya milleri* apresentou um único registro.

A pesquisa complementar na base de dados *Global Biodiversity Information Facility* – GBIF, resultou em 7186 registros. Foram desconsideradas as coletas sem coordenadas, assim o número de registros ficou em 3619. Nesta base de dados, as espécies com a maior quantidade de registros foram, *Lippia organoides*, *Mimosa pogocephala*, *Paepalanthus amoenus*, *Sinningia rupicola* e *Cinnamomum quadrangulum*. As espécies *Barbacenia rubra* e *Mikania badiniana* apresentaram um único registro nesta base de dados. Antes de iniciar a modelagem foi feita análise nas espécies prováveis endêmicas para ver se em princípio poderiam ser consideradas endêmicas. Alguns registros não possuíam coordenadas e foram excluídos da modelagem. Nestes casos, somente alguns registros foram considerados e utilizados para as análises e discussões, pois muitas vezes representaram uma localidade importante em termos da ocorrência e distribuição da espécie (principalmente em se tratando de algum material-tipo).

Alguns registros foram verificados para outros estados além de Minas Gerais, mas pela impossibilidade de identificar o determinador, os registros foram desconsiderados. Foram descartados também materiais que possuíssem identificação duvidosa, como por

exemplo, registros com distribuição muito disjunta da conhecida para um táxon, sem revisões recentes do material por especialistas do grupo.

A partir da data registrada no voucher das espécies, e considerando ainda as informações sobre a sua fenofase no momento da coleta foi possível elaborar um melhor planejamento do trabalho de campo (tabela 08).

**Tabela 8.** Lista de espécies alvo com respectivos meses com registros e coleta em estado fértil.

Espécie	Registro mensal de coleta													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	NI	Geral
<i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. & Warm.) Pridgeon & M.W.Chase		2	2	2	3	1		2	1			2		15
<i>Arthrocerus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi	12		4		3	2			2		4	5	8	40
<i>Cattleya milleri</i> (Blumensch. ex Pabst) Van den Berg											1			1
<i>Chamaecrista secunda</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	8	1				1			7	7	2	3	3	32
<i>Croton serratoideus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts	2	5		2						2			5	16
<i>Hoplocryanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka	3		5	3										11
<i>Dyckia consimilis</i> Mez	8	3		2	2				1	1	1	3		21
<i>Gomesa gracilis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	7	3	6	1						1	1	3	5	27
<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.	7	1	1	2	1				1	1	1	2	1	18
<i>Lippia rubiginosa</i> Schauer.	17	12	18	15	6	5	6		2	4	15	14	14	128
<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.	30	7	9	3	3	1	2	5	4		4	9	11	88
<i>Minaria monocoronata</i> (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini		2		2	1				2					7
<i>Paepalanthus amoenus</i> (Bong.) Körn.	1	1	11	3	9	4	3	2		1			13	48
<i>Paepalanthus argillicola</i> Silveira				1	1								1	3
<i>Paepalanthus batatalensis</i> Silveira			1	1										2
<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira			1				1	1	1				1	5
<i>Paepalanthus moedensis</i> Silveira			1		1					1				3
<i>Paepalanthus pallidus</i> Silveira		2	1									3		6
<i>Paspalum brachytrichum</i> Hack.	6	3	2	1								3		15
<i>Phyllanthus leptophyllus</i> Müll.Arg.													4	4
<i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler	17	2	2	1							2	7	7	38
<i>Stachytarpheta confertifolia</i> Moldenke								1	1	1		1	3	7
<i>Symphyopappus lymansmithii</i> B.L.Rob.											1			1
<i>Vellozia sellowii</i> Seub.	8		3		9				1	3		2	4	30

<i>Vriesea longistaminea</i> C.C.Paula & Leme			1	1	1	1	1							5
<i>Vriesea minarum</i> L.B.Sm.	5	3	3	4	2			1	1	1	1	2	2	25
<i>Xyris villosicarinata</i> Kral & Wand.		4			1									5
<b>Total Geral</b>	<b>137</b>	<b>52</b>	<b>74</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>34</b>	<b>59</b>	<b>82</b>	<b>615</b>

**Fonte: Hebario Virtual da Flora e dos Fungos do Brasil (<http://www.splink.org.br/>)**

## Informações levantadas sobre as espécies.

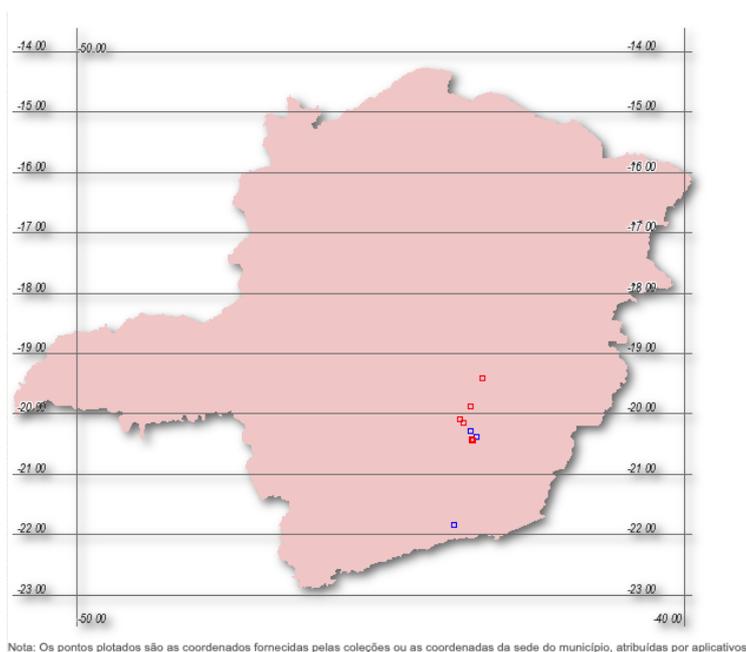
### Apocynaceae

#### *Ditassa laevis* Mart.

Descrita do Flora Brasiliensis com coleta de Martius, realizada em Itambé do Mato Dentro, região da Serra do Cipó (UB, HbVirtFlBras). De acordo com as informações do Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora (CNCFlora, 2019) tem distribuição restrita, com EOO de 1.308,67 km<sup>2</sup> e AOO de 12 km<sup>2</sup> e por este motivo está classificada como em perigo (EN). Embora possua registros em municípios do Quadrilátero ferrífero, incluindo Barão de Cocais, Caeté, Mariana, Santa Barbara, Rio Acima e especialmente Ouro Preto, constam-se três coleções da espécie para Serra de Ibitipoca - Lima Duarte, na zona da Mata Mineira. Uma das coletas realizada por Krieger em 1979, identificada por Fontenella (MBM268225). Por essa razão a espécie não pode ser rotulada como endêmica das cangas do QF.

Nas bases de dados online foram observados 41 registros no HVFF – INCT (figura 7) e 48 ocorrências no GBIF.

**Figura 7.** Mapa de registros de *Ditassa laevis*: em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



Nota: Os pontos plotados são as coordenadas fornecidas pelas coleções ou as coordenadas da sede do município, atribuídas por aplicativos.

**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019

*Minaria monocoronata* (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini

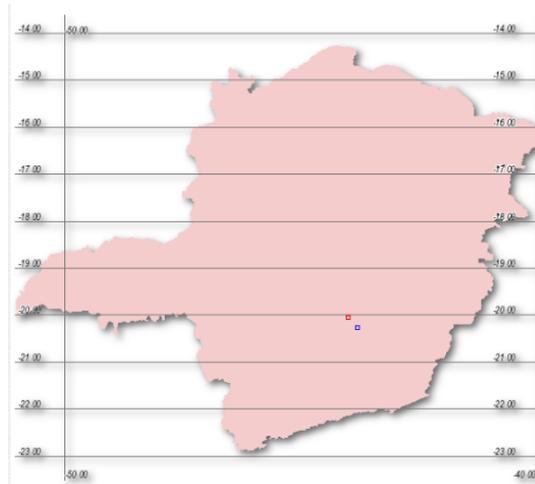
A espécie foi descrita como *Ditassa monocoronata* por A.Rapini , (2002), baseando-se na coleta feita por W.A. Teixeira s.n., com holótipo BHCB25014 e isótipos em F e HB. O espécime foi coletado no Pico de Itabirito, em 13 de abril de 1994. Posteriormente, Konno & Rapini (2006) transferiram a espécie para *Minaria*. Na descrição original, Rapini (2002) refere apenas mais uma coleta feita por Andrade-Lima 3734 na Serra do Rola Moça, em Brumadinho, e considera a mesma como Criticamente Ameaçada (CR). Na Flora do Brasil (2020) a espécie é endêmica de Minas Gerais, ocorrendo em campo rupestre de canga.

De acordo com as informações do CNCFlora (2020), *Minaria monocoronata* é uma espécie rara e com distribuição restrita, encontrada sobre solos ferrugíneos, em áreas de Campos Rupestres ou Canga, ao sul da Cadeia do Espinhaço. Possui ocupação histórica de 8 km<sup>2</sup> e está classificada como “Criticamente ameaçada” (CR).

No HVFF – INCT tem quatro registros sendo os dois já citados anteriormente (Teixeira s.n. e Andrade Lima 3734) e um registro de Ibité, Serra do Rola Moça por P. Ribeiro 500, coletada em 2012 e identificada por A. Rapini (figura 8). No GBIF, tem oito registros, sendo três de Andrade-Lima 3734, dois de Teixeira s.n., dois de Ribeiro 500, e uma coleta de Teixeira 2004, porém sem informações de quem determinou (BHCB98374), no Pico de Itabirito.

Portanto, a espécie pode ser considerada como endêmica do quadrilátero Ferrífero ocorrendo sobre áreas de canga.

**Figura 8** - Mapa de registros de *Minaria monocoronata*: em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbario Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019

## Asteraceae

### *Mikania badiniana* G.S.S.Almeida & Carvalho-Okano

A espécie descrita em homenagem ao Prof. Badini, é conhecida apenas pelo material-tipo (figura 9), coletado em junho de 2007 no Parque Estadual do Itacolomi em Ouro Preto, Minas Gerais, e descrita por Almeida e Carvalho-Okano (2010). Foi encontrada em área de difícil acesso, acima de 1400 m, com população restrita a poucos indivíduos. Portanto, essa espécie é considerada como provável endêmica das cangas do QF.

**Figura 9.** Holótipo de *Mikania badiniana* G.S.S. Almeida & Carvalho-Okano Tipo. Det: Almeida, G.S.S. 02/2008



Fonte: HVFF-INCT, 2020.

## **Asteraceae**

*Symphyopappus* sp.nov. = *Symphyopappus lymansmithii* B.L.Rob

O táxon citado por Jacobi & Carmo (2012) como *Symphyopappus* sp. nov., conforme citado por Jacobi e Carmo (2012), foi determinado posteriormente pelo taxonomista especialista na família Asteraceae, Aristônio Magalhães Teles, como *Symphyopappus lymansmithii*, espécie conhecida pela ciência.

Trata-se de espécie terrícola de hábito arbóreo ou arbustivo em domínio de Mata Atlântica sobre campo de altitude, floresta ombrófila (= Floresta Pluvial) e floresta ombrófila mista. Possui ocorrências confirmadas para as regiões sul e sudeste do Brasil (São Paulo, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina). Sendo assim, não se confirma seu endemismo para o Quadrilátero Ferrífero. A espécie é classificada como quase ameaçada (NT) (Flora do Brasil, 2020).

De acordo com informações do *Internacional Plant Names Index* – INPI, o nome é sinônimo de *Eupatorium lymansmithii* (B.L.Rob.) Steyerem. O material holótipo consta coletado em 1929 na estação biológica Alto da Serra em São Paulo (Flora do Brasil 2020 em construção, acesso em 15/4/2019).

No banco de dados do GBIF há 150 registros de coleta da espécie em toda região sul/sudeste do Brasil.

**Bromeliaceae** incluiu sete espécies na lista produzida com os dados de Jacobi & Carmo 2012 e de Borsali (2012), sendo a família com maior número de espécies. Destaca-se o gênero *Dyckia* com quatro espécies.

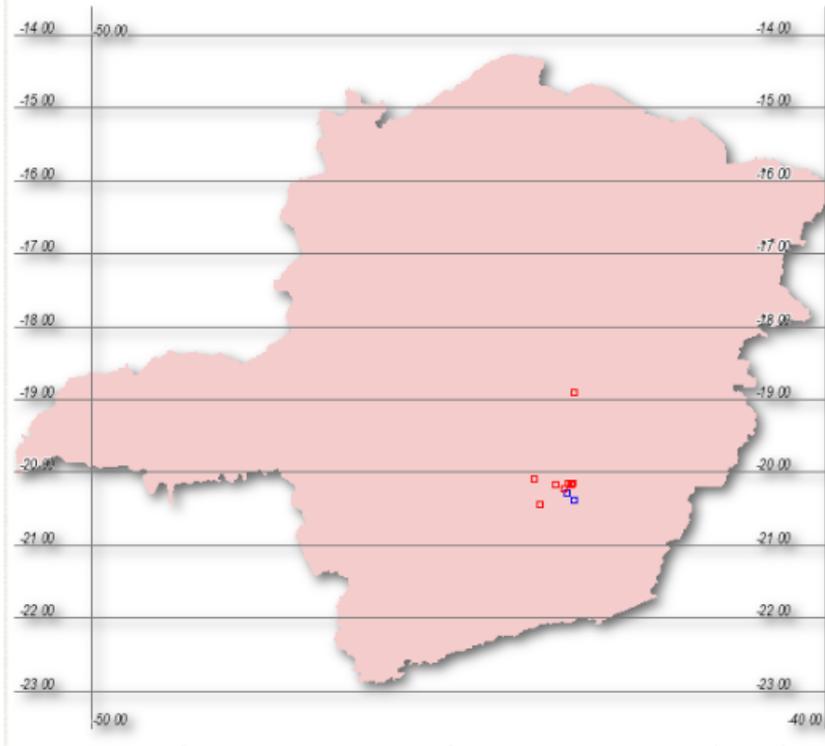
*Hoplocryptanthus ferrarius* (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka

A espécie foi descrita originalmente sob o nome *Cryptanthus ferrarius* Leme & C.C.Paula, em 2009 com base em material coletado em Mariana, na estrada para Catas Altas, em 2004 por Elton M.C. Leme e C.C. Paula. De acordo com a Flora do Brasil 2020, o nome aceito da espécie é *Hoplocryptanthus ferrarius* (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka.

Nas bases de dados online foram observados 20 registros no HVFF-INCT (figura 10) com o nome antigo de *Cryptanthus ferrarius*, e 22 ocorrências no GBIF. Apesar de só apresentar registros para Minas Gerais, possui registros na região de Conceição do Mato

Dentro, localizada na vertente oriental da Serra do Cipó, fora dos limites estabelecidos para o Quadrilátero Ferrífero.

**Figura 10.** Mapa de registros de *Hoplocryptanthus ferrarius*: em vermelho coordenadas da população, em azul do município.

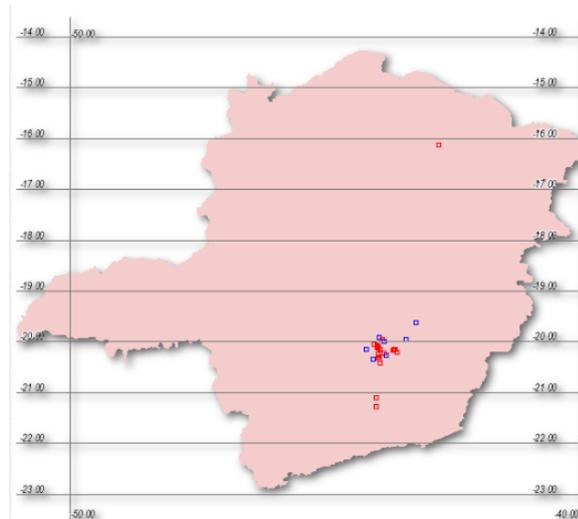


**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019

### *Dyckia consimilis* Mez.

A espécie foi publicada por Mez na Flora Brasiliensis (Mez, 1894), com base em coleta de Glaziou 17822, no Pico de Itabira do Campo, atual Pico de Itabirito, em Minas Gerais, em 1888. No HVFF-INCT são encontrados 41 registros da espécie (figura 11), todos em Minas Gerais, no GBIF são encontrados 43 registros. Embora, inicialmente considerada como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero, a espécie possui coletas na região de Diamantina (US8454) Conceição do Mato Dentro (RB01217273 e BHCB 182027) e Riacho dos Machados – MG (BHCB184583; Mota *et al.*, 2017).

**Figura 11.** Mapa de registros de *Dyckia consimillis* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.

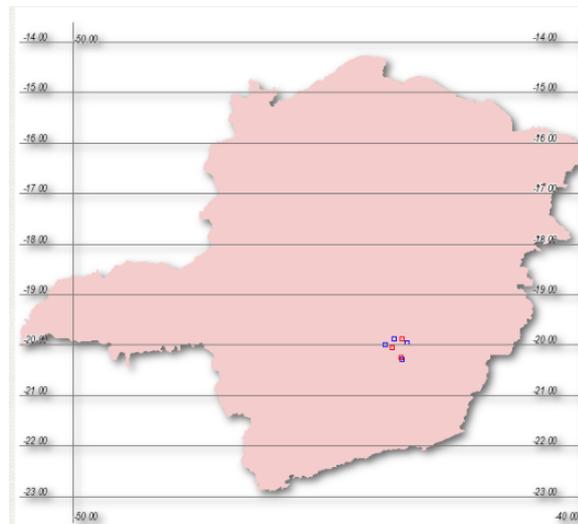


**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

#### *Dyckia densiflora* Schult. & Schult.f.

A espécie foi descrita por J.A. Schultes e J.H. Schultes em 1830, baseando-se no material coletado por Martius s.n. em Morro de Vila Rica, atual Ouro Preto (MG). Tanto no GBIF quanto no HVFF-INCT (figura 12) constam 22 registros para a espécie, todos em Minas Gerais. Portanto, pode-se considerar inicialmente, como uma espécie provável endêmica, após triagem de dados de literatura.

**Figura 12.** Mapa de registros de *Dyckia densiflora* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.

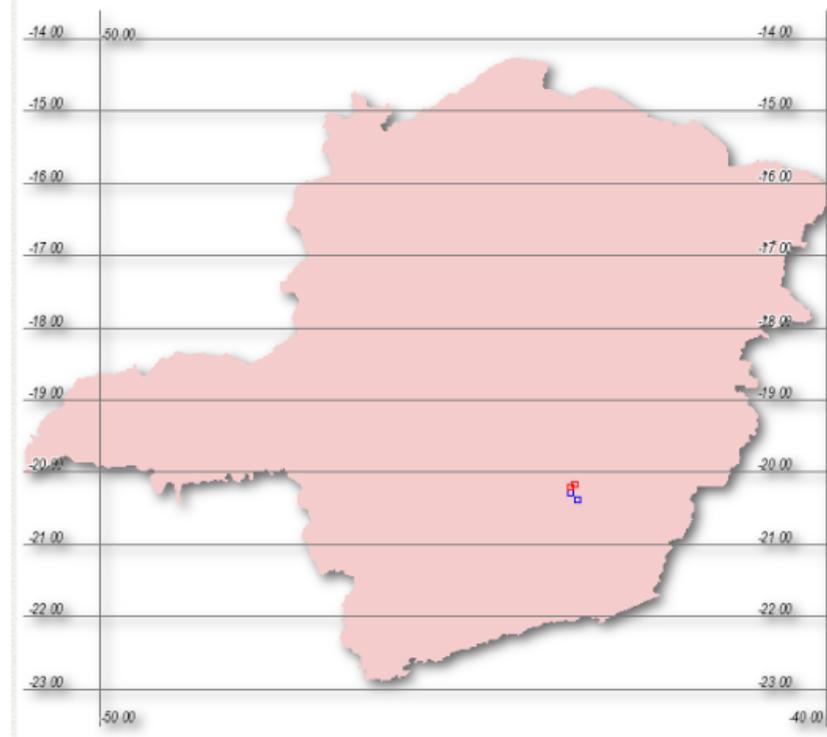


**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

*Dyckia elata* Mez.

A espécie foi descrita por Mez em 1896, com base em coleta na Serra de Antônio Pereira (MG) por W. Schwacke 8739. No HVFF-INCT existem 11 registros para a espécie (figura 13), e no GBIF constam 17 ocorrências. Até o presente, é uma espécie endêmica de Minas Gerais, sendo, portanto, considerada como provável endêmica das cangas do QF, após triagem de dados disponíveis em bancos de dados virtuais e revisão de literatura.

**Figura 13.** Mapa de registros de *Dyckia elata* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

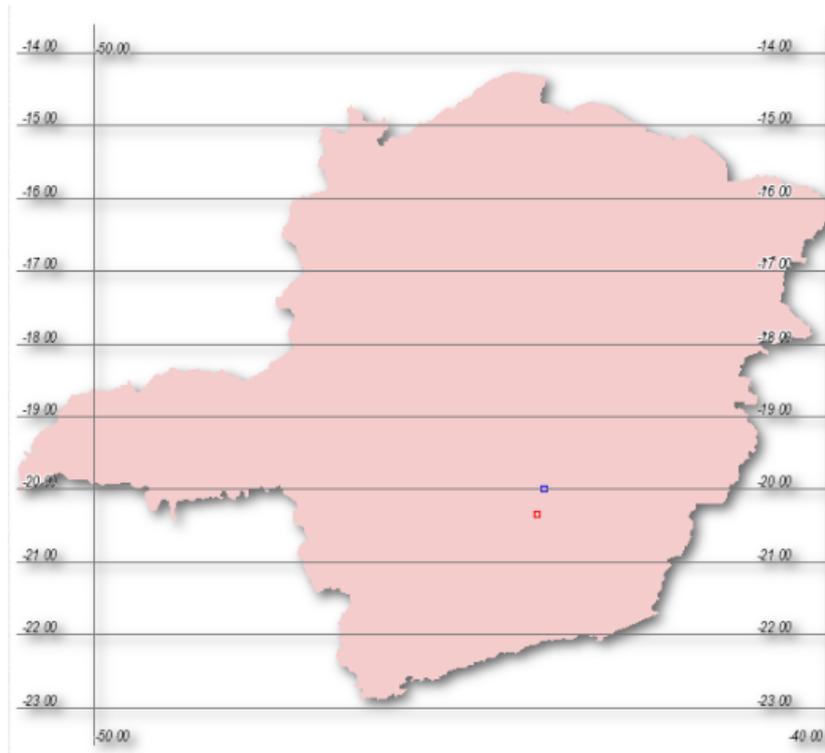
*Dyckia schwackeana* Mez.

A espécie foi descrita por Mez em 1894, na *Flora Brasiliensis* com base nos sítios Glaziou 18512 e Schwacke 5857, ambos coletados no Pico de Itabirito (antiga Itabira do Campo) em Minas Gerais, em altitude aproximada de 1560 m.

Foram encontrados 11 registros da espécie no HVFF-INCT (figura 14) e 18 no GBIF. A grande maioria dos registros são do estado de MG, com um registro em Morro do Chapéu – BA (Chapada Diamantina), uma coleta da década de 70, e identificada por especialista na família (MBM62829). A espécie possui também uma coleta em São João Del-Rei

(RB00640802), cidade inserida na região do Campo das Vertentes, com relevo formado pelas Serras do Complexo da Mantiqueira. Ambos registros são importantes pois foram identificações realizadas por especialistas na família.

**Figura 14.** Mapa de registros de *Dyckia schwackeana* para áreas do QF, em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



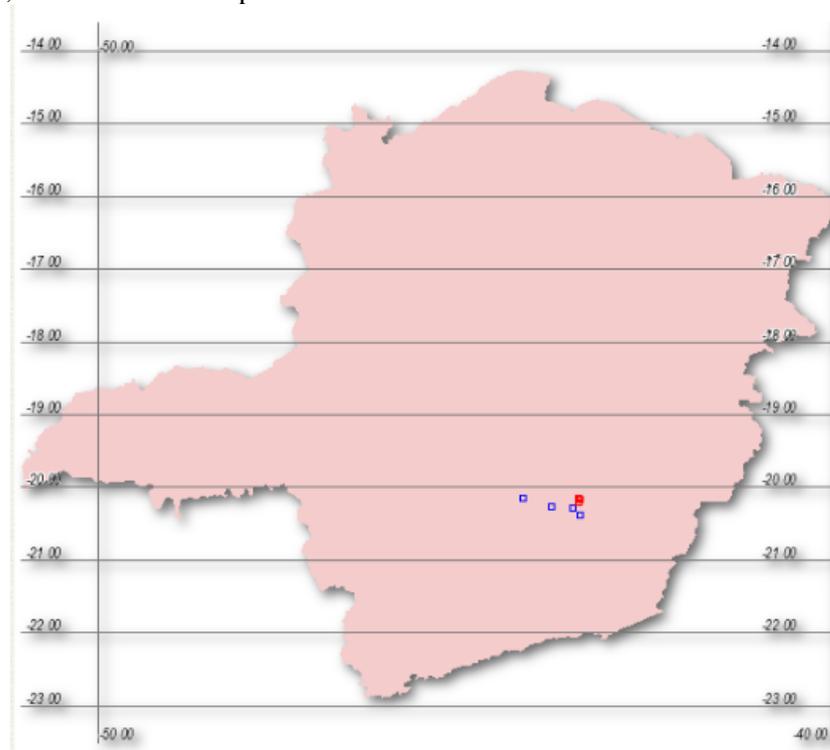
**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

#### *Vriesea longistaminea* C.C.Paula & Leme

A espécie foi descrita em 2004, com base em material coletado por E. Leme 5363, em Mariana, Minas Gerais. Ocorre em vegetação de campo rupestre em altitudes compreendidas entre 1000 e 1400 m. É considerada criticamente ameaçada (CR), restrita a uma AOO de 8 km<sup>2</sup>, de acordo com o CNCFlora (2019) e a lista Oficial de Espécies Ameaçadas do Brasil (MMA, 2008). Incluída aqui, inicialmente, como provável endêmica das cangas do Quadrilátero Ferrífero.

No HVFF-INCT são encontrados 12 registros para a espécie em quatro municípios de MG (figura 15), enquanto no GBIF estão apontados 13 registros.

**Figura 15.** Mapa de registros de *Vriesea longistaminea* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

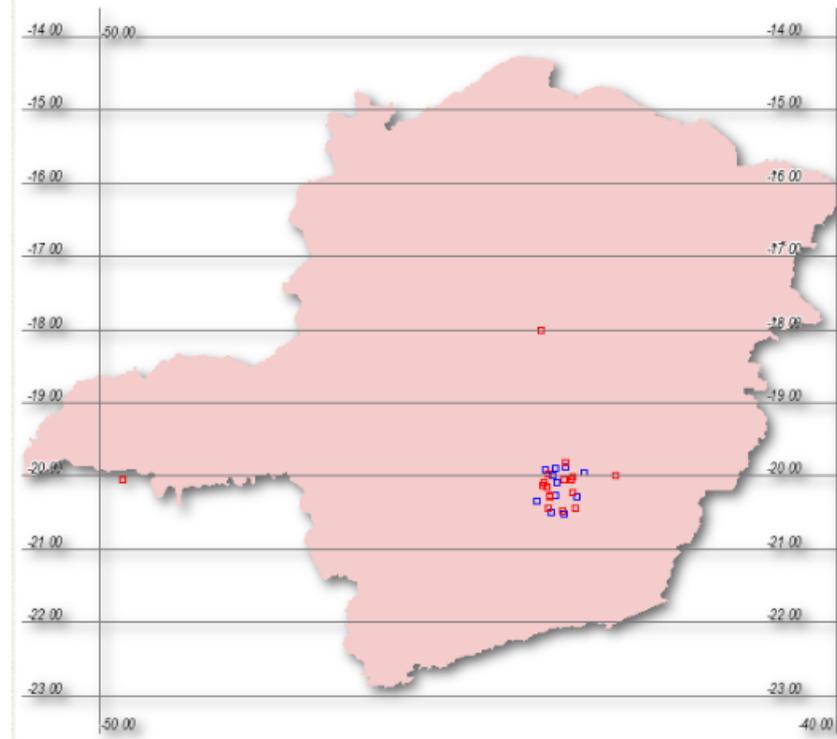
#### *Vriesea minarum* L.B.Sm.

A espécie foi descrita por Lyman Smith em 1943, baseado em material coletado por Foster & Foster 564, em Caeté, Minas Gerais. Erva rupícola e terrícola, endêmica de Minas Gerais, em vegetação de campo rupestre (Flora do Brasil, 2020). Ocorre em 12 diferentes municípios (em altitude compreendida entre 800 e 1800 m (Versieux, 2011).

A espécie tem distribuição restrita (EOO=2.697,19 km<sup>2</sup>; AOO=48 km<sup>2</sup>), sendo classificada pelo CNCFlora (2020) na categoria em perigo (EN). Na Lista da Flora Ameaçada de Extinção do Brasil (MMA, 2008) é classificada como vulnerável (VU).

A espécie tem 74 registros no HVFF-INCT (figura 16), quantidade que se repete no GBIF, sendo todos os registros para o estado de MG, ocorrendo em 15 municípios, sendo a maioria dos registros na cidade de Ouro Branco. A espécie pode ser considerada inicialmente como provável endêmica das cangas do QF.

**Figura 16.** Mapa de registros de *Vriesia minarum* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## Cactaceae

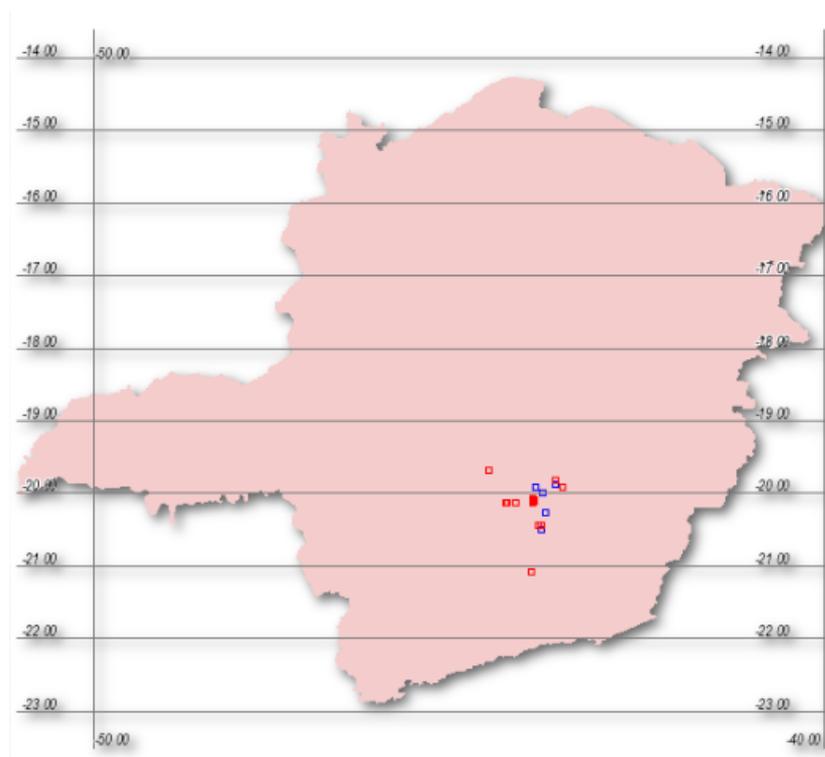
### *Arthrocerus glaziovii* (K. Schum.) N.P.Taylor & Zappi

A espécie foi descrita inicialmente como *Cereus glaziovii*, por Schumann na Flora Brasiliensis, 1890, baseado em material coletado em Itabirito (Pico d'Itabira) em Minas Gerais. Posteriormente, foi transferida para o gênero *Arthrocerus*. Inclui plantas rupícolas e até o presente é considerada como endêmica de Minas Gerais, em vegetação de campo rupestre, em altitudes entre 1300 e 1750 m (Flora do Brasil, 2020).

É classificada pelo CNCFlora (2019) na categoria em Perigo (EN), devido ao restrito EOO de 961,38 km<sup>2</sup>, de ocorrência na vegetação de campo rupestre ferruginoso. Foi considerada como Rara para o Brasil, com uma densidade média de 0,23 ind./m<sup>2</sup>. (Giulietti *et al.*, 2009).

No banco de dados do HVFF-INCT há 39 registros para a espécie (figura 17), distribuídos em oito municípios. No GBIF há 66 ocorrências para a espécie, podendo ser considerada inicialmente como provável endêmica das cangas do QF.

**Figura 17.** Mapa de registros de *Arthrocerus glaziovii* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

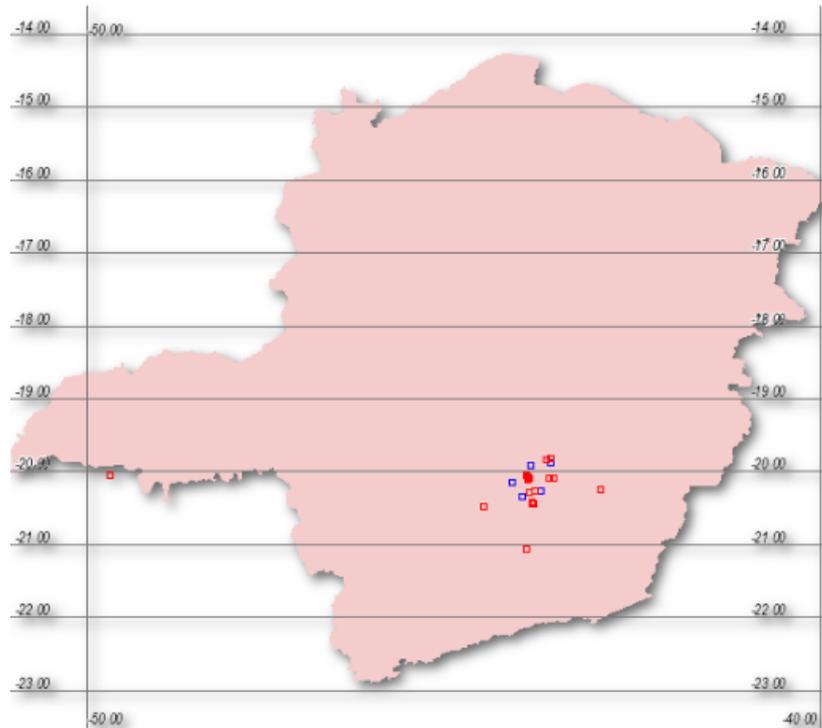
## Convolvulaceae

### *Jacquemontia linarioides* Meisn

A espécie foi descrita por Meissner na *Flora Brasiliensis* em 1869, baseada em material coletado por H. Sello s.n., na Serra da Moeda, em Minas Gerais. Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada como endêmica de Minas Gerais, em vegetação de cerrado l.s. A análise dos 60 registros que constam no HVFF-INCT da espécie (figura 18), inclui três de fora de Minas Gerais. São dois de Pernambuco e um da Paraíba, sendo certamente identificações incorretas. As mesmas não foram identificadas por especialistas da família e pode ter havido erro ortográfico, podendo corresponder a *J. linioides* (Choisy) Meisn. que possui distribuição nesses estados do Nordeste. Problema similar ocorre para o GBIF, porém nesse caso, são dois registros atribuídos ao Paraguai, estado de Alto Paraná. Assim, consideramos que alguns dos registros que constam nos herbários virtuais consultados podem estar se referindo ao táxon incorreto. Portanto, optou-se por

desconsiderar registros fora do estado de Minas Gerais. Apesar desses problemas detectados consideramos a espécie como provável endêmica do QF.

**Figura 18.** Mapa de registros de *Jacquemontia linarioides* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

**Eriocaulaceae:** A família Eriocaulaceae incluiu seis espécies na lista produzida com os dados de Jacobi & Carmo (2012) e de Borsali (2012), sendo a segunda família com maior número de espécies, destacando-se o gênero *Paepalanthus*.

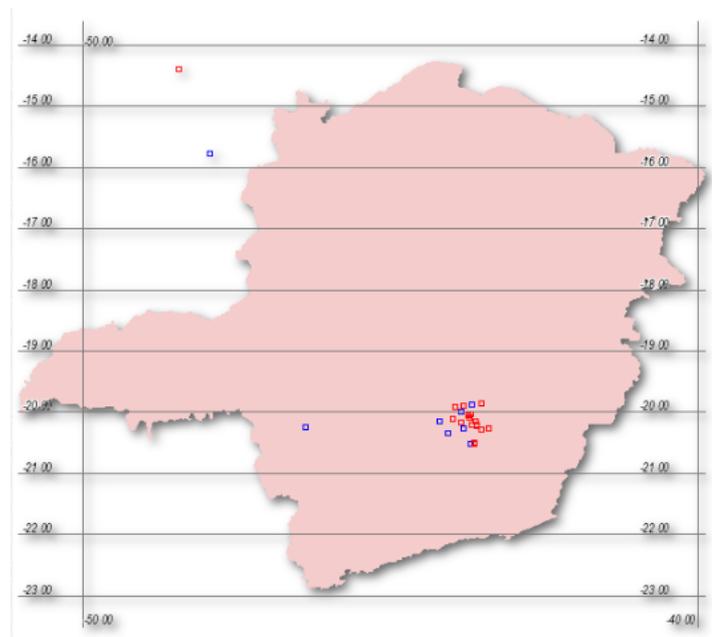
*Paepalanthus amoenus* (Bong.) Körn.

A espécie foi descrita por Bongard em 1831 como *Eriocaulon amoenum* baseado em material coletado por L. Riedel na Serra de Capanema, em Minas Gerais. Posteriormente, foi transferida para o gênero *Paepalanthus* (Trovó & Sano, 2010). Segundo Trovó *et al.*, (2013) a espécie é endêmica de Minas Gerais, do Quadrilátero Ferrífero, ocorrendo em campos rupestres. Os autores a consideram como em perigo (EN). Normalmente ocorre em altitudes superiores a 900 m.

No HVFF-INCT são encontrados 105 registros para a espécie (figura 19), incluindo 3 registros para a região Centro-Oeste (Niquelândia – GO e Brasília – DF), uma coleta sem indicação do local e três coletas da Bolívia. Todo restante são coleções de Minas Gerais, incluindo 17 diferentes localidades, inclusive o Parque Nacional da Serra do Cipó e o Parque Nacional Serra da Canastra. No GBIF são encontrados 56 registros. Os registros fora do QF podem ser identificações erradas, não pertencem a essa espécie, segundo especialista do grupo, Marcelo Trovó (com. Pess.). Por exemplo, os três materiais da Bolívia provavelmente identificados como *P. amoenus* var. *bolivianus* Moldenke, trata-se de *P. chiquitensis* Herzog, nome em que o táxon foi sinonimizado por Trovó & Sano (2010). Considerando que Trovó *et al.*, (2013) consideram a espécie endêmica de Minas Gerais e restrita ao extremo sul da Cadeia do Espinhaço no “Quadrilátero Ferrífero”, entre Belo Horizonte e Ouro Preto, desconsideramos todos os registros (de dados em bases virtuais) que não foram coletados nessa área.

Vale mencionar aqui as coletas para Ouro Branco (ESA19292 ESA19064, OUPR32205, OUPR 32206, CESJ 56226). Essas coletas mencionam substrato arenoso e/ou campo úmido arenoso. A localidade também não é reconhecida por possuir substrato ferruginoso. Dessa maneira descartamos aqui o endemismo edáfico desta espécie para campos ferruginosos.

**Figura 19.** Mapa de registros de *Paepalanthus amoenus* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

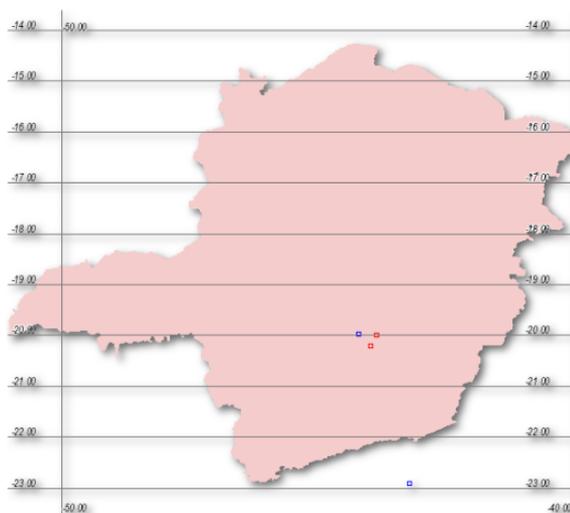
## *Paepalanthus argillicola* Silveira

A espécie foi descrita por Álvaro da Silveira no *Floralia Montium* (Silveira, 1928), baseado em sua coleta Silveira 571, na Serra da Moeda, em Minas Gerais e depositado no Herbário do Museu Nacional (R), onde estão incluídos além do holótipo, mais três isótipos. Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é endêmica de Minas Gerais, porém inclui como um dos sinônimos *P. argillicola* var. *pilosus* Moldenke, descrita em 1972 a partir de material coletado por Strang & Castellanos 26305, na Restinga de Sernambetiba no Rio de Janeiro. Marcelo Trovó (com. pess.), no entanto, informou que já retirou da Flora do Brasil on line o nome *P. argillicola* var. *pilosus* da sinonímia de *P. argillicola* e colocou como sinônimo de *P. tortilis* uma espécie que era muito comum nas restingas do Rio de Janeiro, apesar de hoje ser dificilmente encontrada devido à expansão imobiliária. Trovó complementa dizendo que a espécie *P. argillicola* é endêmica do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais.

A espécie possui dez registros tanto no HVFF-INCT (figura 20) quanto no GBIF, dos quais, quatro são o holótipo e os três isótipos, quatro foram coletados em Nova Lima e um em Betim, todos no estado de Minas Gerais, à exceção deste registro do Rio de Janeiro mencionado acima.

Apesar de Gleason e Moldenke (1980) indicarem a distribuição da espécie para Minas Gerais e Rio de Janeiro, devido à variedade *Paepalanthus argillicola* var. *pilosus* Moldenke, de acordo com o posicionamento de Trovó, essa variedade deve ser excluída de *P. argillicola*. Nesse trabalho, consideramos a espécie como provável endêmica do QF.

**Figura 20.** Mapa de registros de *Paepalanthus argillicola* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## *Paepalanthus batatalensis* Silveira

A espécie foi descrita por Álvaro da Silveira (1928), no *Floralia Montium*, baseando-se em sítipos (figura 21), correspondentes a coletas em Minas Gerais, nas seguintes localidades: Serra do Cipó, Serra do Batatal (proximidades de Ouro Preto “nos campos perto de Capanema”), e na Serra Riacho de Vento, reunidos sob o número 340 do Herbário Silveira.

Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é endêmica de Minas Gerais ocorrendo na vegetação de campo rupestre.

Há dois registros da espécie no HVFF-INCT, informação que se repete no GBIF. Como há poucos registros dessa espécie, decidimos manter esta espécie categorizada como endêmica das cangas do QF.

**Figura 21.** Exsicata de *Paepalanthus batatalensis*



**Fonte:** Museu Nacional do Rio de Janeiro (R).

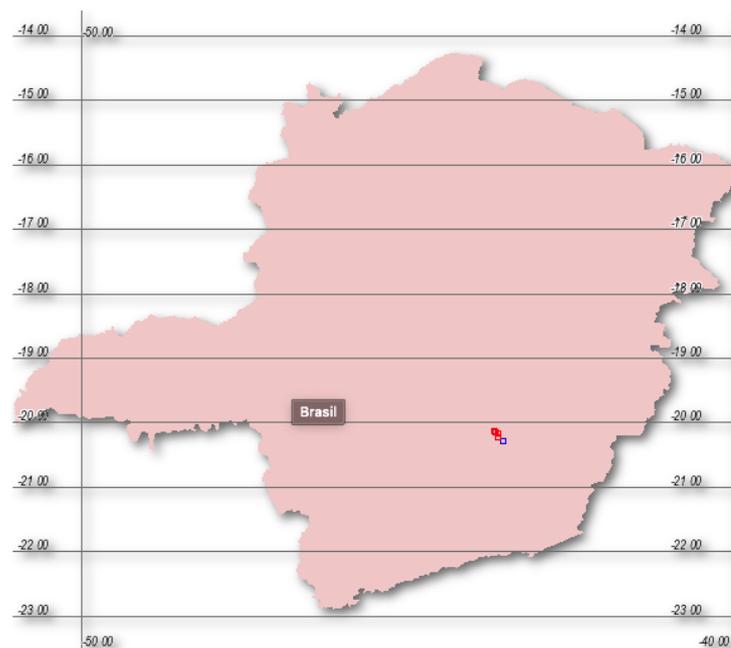
## *Paepalanthus gomesii* Silveira

*Paepalanthus magalhaesii* foi descrita por Álvaro da Silveira (1908) no *Flora e Serras Mineiras*, baseando-se na coleta da Serra de Capanema por Magalhães Gomes n. 823, em março de 1893. Nesse trabalho, o autor menciona que não descreveu a flor feminina por não encontrar material disponível. Novamente Silveira (1928) redescreve a espécie com o

nome de *Paepalanthus gomesii*, baseando-se na mesma coleta anterior complementada por uma coleta sua, na Serra do Batatal e depositada no seu Herbário sob nº 413. Segundo a Flora do Brasil 2020, os dois nomes são aceitos, tendo *P. magalhaesii* com o tipo Magalhães Gomes N. 413 (Herbário Berlin) e *P. gomesii* tendo como tipo Silveira N. 413 (Herbário R). Ambos os nomes são considerados como sendo espécies endêmicas de Minas Gerais ocorrendo em campo rupestre. Portanto, trata-se de sinonimizar *P. gomesii* em *P. magalhaesii*, por possuírem o mesmo tipo e *P. magalhaesii* reunir todas as condições de espécie validamente publicada. Uma publicação a respeito da resolução taxonômica destas espécies está sendo preparada pelos especialistas da família e por enquanto adotaremos o nome *P. gomesii* no nosso estudo.

Para *Paepalanthus gomesii*, tanto no GBIF quando no HVFF-INCT (figura 22) são encontrados 12 registros da espécie, todos de Minas Gerais (Itabirito, Santa Bárbara e Ouro Preto). Deve ser destacado o material coletado por L. Echternacht em 2012, na região de Palmital. Na etiqueta consta que a planta foi coletada em campo rupestre, tanto em solos ferruginosos onde ocorre população com muitos indivíduos, como em solos quartzíticos onde a população tem número menor de indivíduos ou até indivíduos isolados. Aparentemente esta espécie pode ter seu endemismo descartado, necessitando uma análise mais apurada dos dados de campo para confirmação (próximo tópico).

**Figura 22.** Mapa de registros de *Paepalanthus gomesii* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

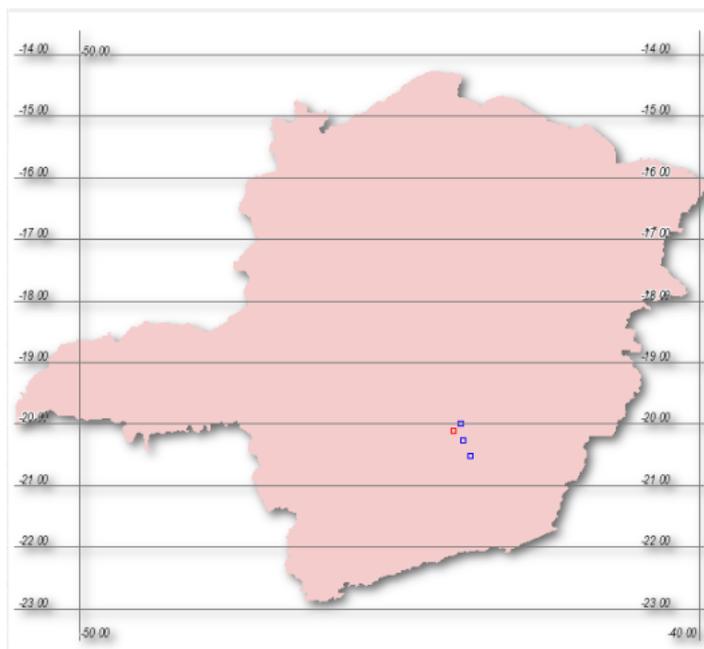
## *Paepalanthus moedensis* Silveira

A espécie foi descrita por Álvaro da Silveira (1928) no *Floralia Montium* com base na coleta de Álvaro da Silveira incluída no Herbário Silveira (nº 572), da Serra do Cabral e atualmente depositado no Herbário do Museu Nacional (R). Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é endêmica de Minas Gerais ocorrendo na vegetação de campo rupestre.

Para esta espécie são observados 12 registros no HVFF-INCT (figura 23), e no GBIF há 14 registros, todos para Minas Gerais. Porém, dois deles não ocorrem sobre litotipo ferruginoso. O material-tipo foi coletado na Serra do Cabral que está situada na região centro-norte de Minas Gerais, e se constitui um “apêndice” geológico da Serra do Espinhaço Meridional. O substrato rochoso que sustenta essa região é formado principalmente por quartzitos e por solos arenosos provenientes de tais rochas com altitudes que ultrapassam os 1200 m (IEF, 2013). A outra coleta foi feita na Serra de Ouro Branco, também sobre litotipo não ferruginoso. Nela, VIC028837, o coletor informa que a planta é “saxícola de campo graminoide, herbácea de 0,12 m, frequência abundante, folhas verdes, brácteas marrons, inflorescência branca, e ocorre em solo pedregoso a 1587 m de altitude”.

Embora todas as outras coletas estejam em área delimitada do Quadrilátero Ferrífero, esta espécie não pode ser considerada como provável endêmica das cangas pelos fatos expostos acima.

**Figura 23.** Mapa de registros de *Paepalanthus moedensis* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



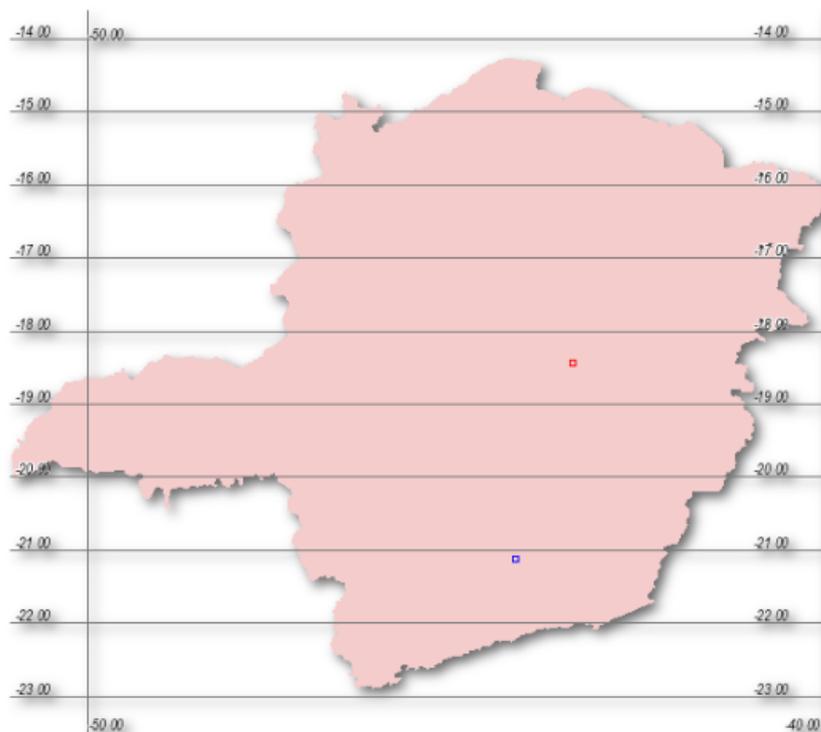
**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## *Paepalanthus pallidus* Silveira

A espécie foi descrita por Álvaro da Silveira em 1908, no trabalho da Flora e Serras Mineiras, com base no espécime Silveira 458, coletado em Ouro Preto em 1906, com holótipo e isótipo em R e isótipo em B. Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é endêmica de Minas Gerais, ocorrendo na vegetação de campo rupestre.

Há oito registros da espécie no HVFF-INCT (figura 24) e 11 registros no GBIF, todos para o estado de Minas Gerais. Dos oito registros do HVFF-INCT três correspondem ao tipo e mais três exsicatas que correspondem a coleta de Anderson 35819, do Pico do Itambé, última coleta da espécie, depositada em UB, NY e US e identificada por Moldenke, em identificação controversa. A espécie conta apenas com coletas antigas e apesar de apenas o material-tipo ter sido coletado sobre litotipo ferruginoso, é importante a continuidade dos estudos para avaliar com mais assertividade sua distribuição e ocorrência. Por esse motivo, preferimos manter o endemismo edáfico desta espécie.

**Figura 24** - Mapa de registros de *Paepalanthus pallidus* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

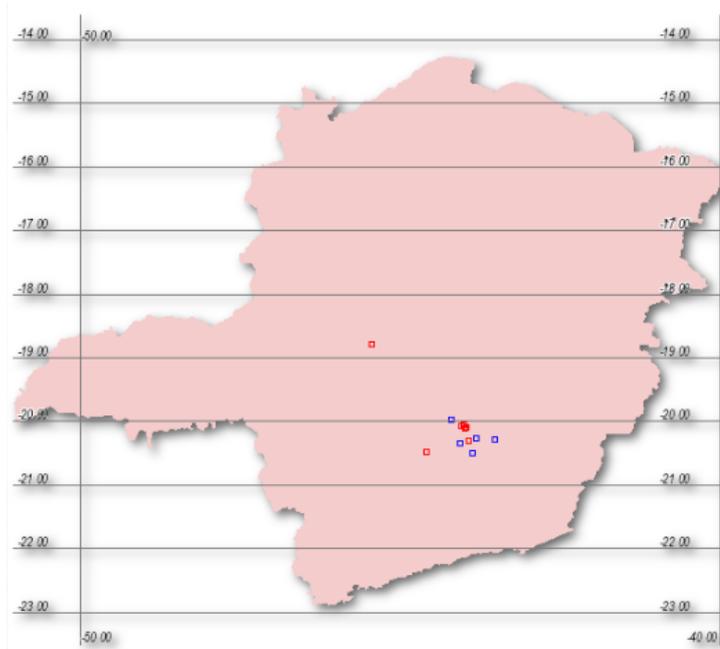
## Euphobiaceae

*Croton serratus* Müll.Arg. (*C. serratoideus* Radcl.-Sm. & Govaerts)

*Croton serratus* foi descrito por Müller Argoviensis em 1866, baseando em espécime coletado por Sellow no Brasil. Apesar de anteriormente Klotzsch, em 1841, haver descrito o gênero *Timandra* incluindo três espécies: *T. dichotoma*, *T. erythroxyloides* e *T. serrata*, as mesmas são apenas *nomina nuda* por não incluírem descrições e tipos, assim Müller Argoviensis pode utilizar o epíteto específico. Radcliffe-Smith & Govaerts (1997) deram um novo nome para *Croton dichotomus* Müll. Arg., escolhendo *Croton serratoideus* por ser a espécie muito próxima de *C. serratus*, diferindo entre outros caracteres na forma dos dentes das folhas. Medeiros *et al.*, (2016) apresenta um detalhado estudo das espécies de *Croton* subs. *Medea* incluindo *C. serratus*. Os autores incluem *C. serratoideus* na sinonímia de *C. serratus* e consideram a espécie como endêmica do Quadrilátero Ferrífero, ocorrendo em vegetação de campo rupestre. Esse posicionamento será seguido nesse trabalho. Chama atenção que a Flora do Brasil 2020, considera ainda as duas espécies como aceitas.

Para a espécie vamos considerar os 11 registros incluídos por Medeiros *et al.*, (2016), que inclui plantas da Serra do Curral, Serra do Rola Moça, Serra da Piedade, Itabira, Serra da Moeda e Serra da Piedade (figura 25).

**Figura 25.** Mapa de registros de *Croton serratus* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

**Fabaceae:** A família Fabaceae (Leguminosae) inclui cinco espécies na lista produzida com os dados de Jacobi & Carmo (2012) e de Borsali (2012), sendo a terceira família em número de espécies juntamente com Velloziaceae. As espécies são incluídas nos gêneros *Chamaecrista* (duas espécies) e *Mimosa* (três espécies). Adicionando os dados constados em Dutra & Garcia (2014), o número de táxons desse gênero se eleva para seis espécies e mais duas variedades. Desse modo, Fabaceae torna-se a família com maior número de táxons endêmicos do Quadrilátero Ferrífero.

*Chamaecrista itabiritoana* (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby

A espécie foi descrita como *Cassia itabiritoana*, baseando-se em material coletado na Serra do Itabirito, em Minas Gerais, em altitude de 1600 m, por Irwin *et al.*, 19874 e com holótipo depositado em UB. Posteriormente, foi transferida para o gênero *Chamaecrista*, na revisão de Leguminosae tribo Cassieae por Irwin e Barneby (1982).

Na Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada endêmica de Minas Gerais, ocorrendo no domínio de Cerrado, em vegetação de campo rupestre. É classificada como Criticamente Ameaçada (CR), devido ao EOO de 4,45 km<sup>2</sup> (CNCFlora, 2020).

Há 17 registros para a espécie no HVFF-INCT. Um registro que merece destaque, é Zappi *et al.*, CFCR 10442, também referido como voucher da espécie na Flora do Brasil 2020 (SPF) pois a coleta foi feita em Gouveia/MG (ao sul de Diamantina) na região do espinhaço meridional. Apesar de ter sido coletado em 1987, o espécime foi identificado apenas em 2016 por M.M.T.Cota, durante o levantamento do gênero para o Planalto de Diamantina. O litotipo da região é marcado pela exposição do embasamento que influenciaram na formação de depósitos de quartzo (Chaves *et al.*, 2003). No GBIF podem ser verificados 35 registros, incluindo os registros para *Cassia itabiritoana*. Conforme apresentado, consideramos que a espécie deve ser descartada como provável endêmica do QF.

*Chamaecrista secunda* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby

A espécie foi descrita como *Cassia secunda* por Bentham em 1870, na *Flora Brasiliensis*, a partir de material coletado em Minas Gerais sem especificação do local. Posteriormente, foi transferida para o gênero *Chamaecrista*, como *C. secunda* por Irwin e Barneby (1982).

Na Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada como endêmica de Minas Gerais, em domínio de cerrado na vegetação de campo rupestre. Ainda não foi avaliada quando ao grau de ameaça.

Há 55 registros no HVFF-INCT em 11 municípios, todos em Minas Gerais, com exceção de um registro em Goiás (UB31215), coletado por Pires, em 1963. O material foi identificado em 2017 por Ramon Guedes Matos, especialista da família.

Ainda em Minas Gerais, dois registros são de fora do Quadrilátero Ferrífero: Um deles foi a coleta de Poços de Caldas em 2014 (SPF 216273) coletado e identificado por Juliana Gastadello Rando também especialista em Leguminosae (mais especificamente, nesse gênero). Outra coleta em Itacambira (SPF 41276, coletor- Zappi, D.C. 1987), na região setentrional do Espinhaço. Apesar das várias coletas no Quadrilátero Ferrífero, devido a outras coletas fora da área e em outros tipos litológicos, identificadas por especialistas, essa espécie não pode ser incluída como provável endêmica.

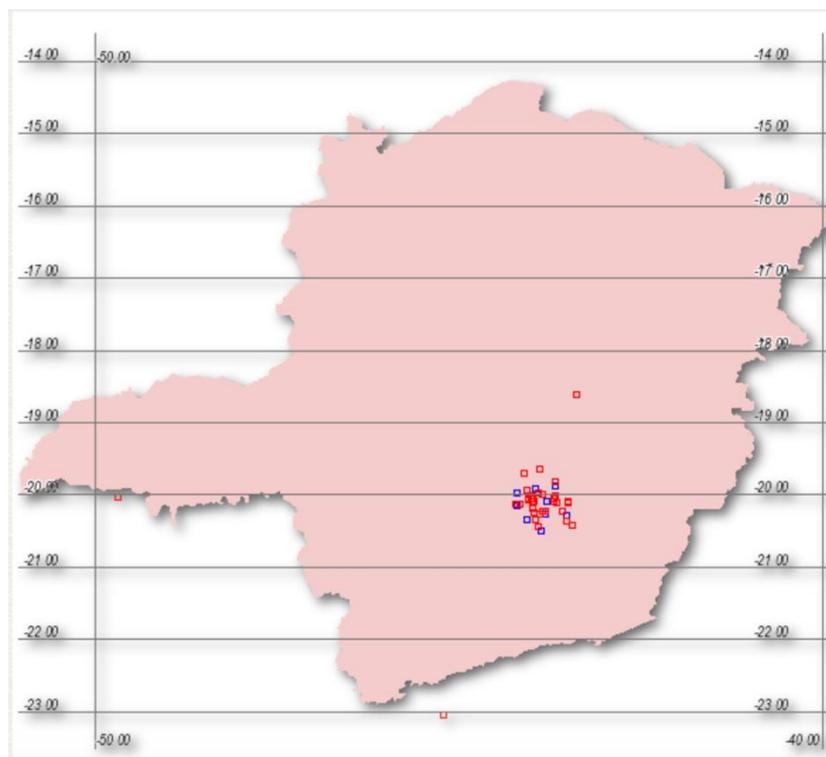
*Mimosa calodendron* Mart. ex Benth.

A espécie foi descrita por Bentham, em 1841, com base em espécime coletado por Martius, em Minas Gerais.

Na Flora do Brasil 2020 é considerada como endêmica de Minas Gerais, no domínio de cerrado sobre campo rupestre. Segundo Dutra & Garcia (2014) é endêmica do Quadrilátero Ferrífero, sempre associada a áreas de cangas, em altitudes entre 1300-1750m. Considerada em perigo (EN) devido a distribuição restrita, ocorrendo em 10 municípios.

No HVFF-INCT há 206 registros para a espécie (figura 26), porém, é possível que parte deles correspondam a outras espécies próximas e que vivem simpatricamente com *M. calodendron*.

**Figura 26.** Mapa de registros de *Mimosa calodendron* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



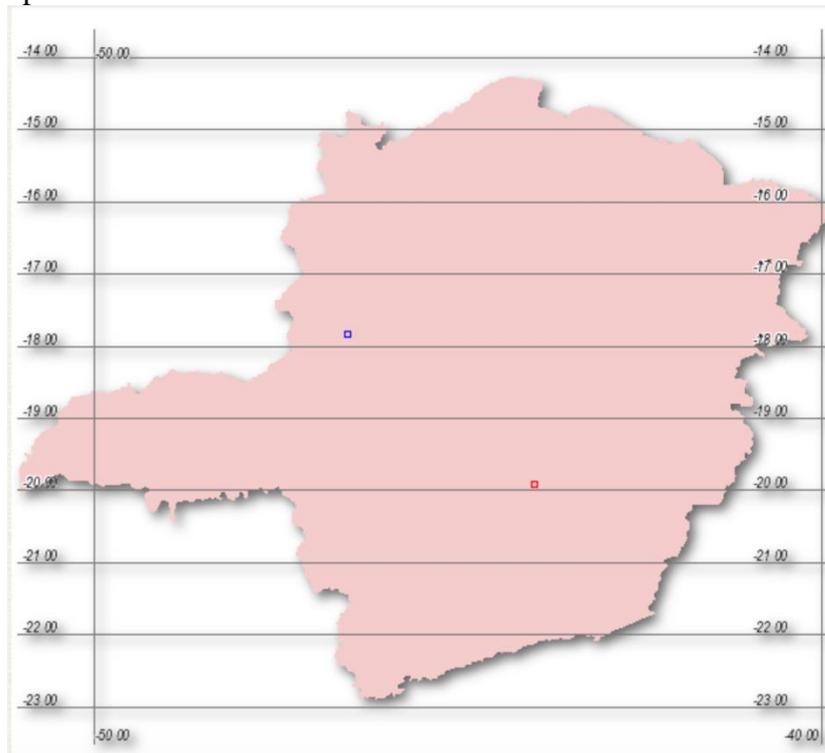
**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

### *Mimosa multiplex* Benth

A espécie foi descrita por Bentham baseando-se em material coletado por F. Sellow 274, no “*Brasil Meridional*”.

Na Flora do Brasil 2020 é considerada como endêmica de Minas Gerais, em domínio de Cerrado na vegetação de campo rupestre. Segundo Dutra & Garcia (2014) a espécie é endêmica do Quadrilátero Ferrífero, em campos ferruginosos e considerada como Criticamente Ameaçada (CR).

**Figura 27.** Mapa de registros de *Mimosa multiplex* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

Da espécie constam 16 registros no HVFF-INCT (Figura 27) e 30 no GBIF, incluindo o último registro de 2012.

### *Mimosa pogocephala* Benth

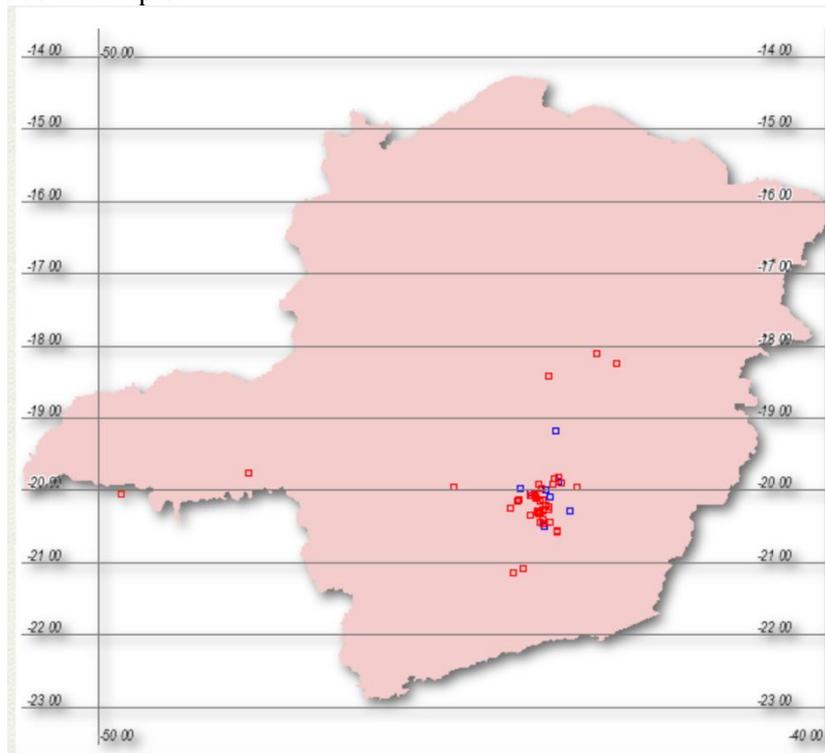
A espécie foi descrita por Bentham em 1841, baseando-se em material coletado por Sellow, sem localidade precisa. Na Flora do Brasil, a espécie é considerada como endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, em vegetação de campo rupestre. Segundo Dutra & Garcia (2014) é endêmica do Quadrilátero Ferrífero, ocorrendo em 12 municípios da área, desde Caeté até Ouro Preto, sobre itabirito e canga, nas altitudes entre 1000-1850 m. De acordo com essas autoras é espécie considerada em perigo (EN).

Há 206 registros da planta no HVFF-INCT em 24 municípios mineiros (figura 28), além de um registro (UEC155937) no Parque Estadual do Jalapão (TO) sobre areia quartzosa, determinação em 2009 por Marcelo F. Simon, taxonomista do gênero. Os registros também incluem os municípios de São Joao Del Rei (SPF229986: Det. Borges, LM 2014), Gouveia, Itamarandiba, Santana do Riacho (VIES10469 – Det. Dutra, V.F 2008) entre outros que não

fazem parte do Quadrilátero Ferrífero. Desta maneira, esta espécie não pode ser considerada endêmica de cangas do QF.

No GBIF a espécie possui 280 registros, incluindo, de acordo com Flora do Brasil, 2020, o sinônimo *M. erinaceae* Benth. (material-tipo coletado em Goiás – Pohl 1316).

**Figura 28.** Mapa (destaque MG) de registros de *Mimosa pogocephala* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## Gesneriaceae

### *Sinningia rupicola* (Mart.) Wiehler

A espécie foi descrita por Martius em 1829, incluindo bela prancha colorida, a partir de espécime coletado pelo próprio Martius, sem indicação da localidade correta, mas provavelmente dos arredores de Ouro Preto (Wiehler, 1978). Na Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada endêmica de Minas Gerais, em domínio de Mata Atlântica sobre afloramentos rochosos. Está classificada como em perigo - EN pelo CNCFlora (2020), com 1.423,75 km<sup>2</sup> de EOO.

O GBIF possui 114 registros da espécie, enquanto que o HVFF-INCT possui 94 registros, sendo um do Rio de Janeiro, coleta de Langsdorff (P) e identificado por Wiehler, e

quatro de São Paulo, dos quais dois são da coleta de Hensold *et al.*, CFCR 2801, que apesar de registrar Serra da Piedade aparece erradamente como coletada em São Paulo. Os outros dois registros são de plantas cultivadas em São Paulo, tendo em uma delas a referência de coleta na Serra da Piedade. Wiehler (1978) refere que a espécie ocorre em Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Não foi encontrado espécime coletado em Goiás. Todas as outras coletas são em municípios do Quadrilátero Ferrífero, exceto coleta de H. Lorenzi 2401, de Diamantina – MG, sobre campo rupestre, e que não foi identificada por especialista. Considerando que praticamente todos os materiais disponíveis foram coletados em áreas do Quadrilátero, mas avaliando que muitas coletas não foram autenticadas por especialistas no grupo, preferimos fazer uma verificação dos dados de campo para validação do status dessa espécie, posteriormente.

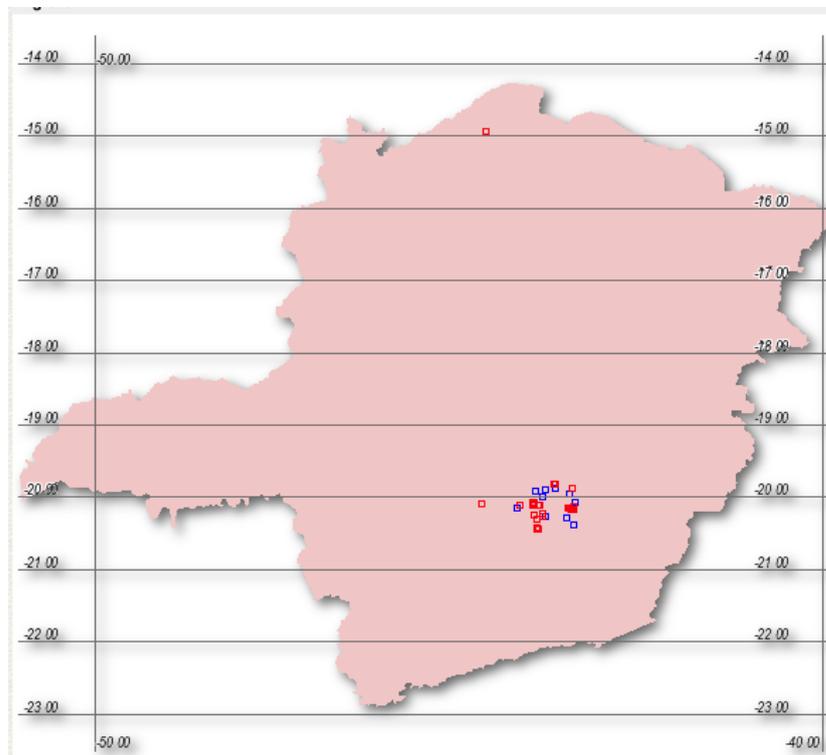
## **Lauraceae**

### *Cinnamomum quadrangulum* Kosterm.

A espécie foi descrita por Meissner (1870), como *Oreodaphne tetragona*, com base em material coletado por J. Warming 693, na Serra da Piedade em Minas Gerais, depositado em C e RB. Mais recentemente, em 1961, A. Kostermans deu a espécie um nome novo *Cinnamomum quadrangulum*. Na Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, em vegetação de cerrado l.s. e campo rupestre. Floresce de janeiro a maio e frutifica de abril a junho (CNCFlora, 2019 *apud* Lorea-Hernández, 1996). Por ter uma EOO de 9.531,40 km<sup>2</sup>, está avaliada como vulnerável (VU) pelo CNCFlora.

São encontradas 111 ocorrências da espécie no banco de dados GBIF. No HVFF-INCT foram encontrados 101 registros (figura 29). Todos eles foram coletados em 12 municípios do Quadrilátero Ferrífero. Entre os registros é importante destacar os seguintes, por ocorrerem em áreas protegidas, alguns com litotipo distinto do ferruginoso: São-Thiago s.n. (POL4538) em Januária, no Parque Estadual Veredas do Peruaçu; Badini & Zurlo s.n. (OUPR18113) no Parque Estadual do Itacolomi; Resende 4816 (BHCB) em Nova Lima, no Parque Estadual do Rola Moça;; além de dois registros na base da Serra do Caraça, Fazenda Macaquinhos, Badini s.n. (OUPR15579). Pela dificuldade em se determinar exatamente o litotipo do local, a espécie não pode ter desconsiderado seu endemismo edáfico inicialmente.

**Figura 29.** Mapa (destaque MG) de registros de *Cinnamomum quadrangulum* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## Melastomataceae

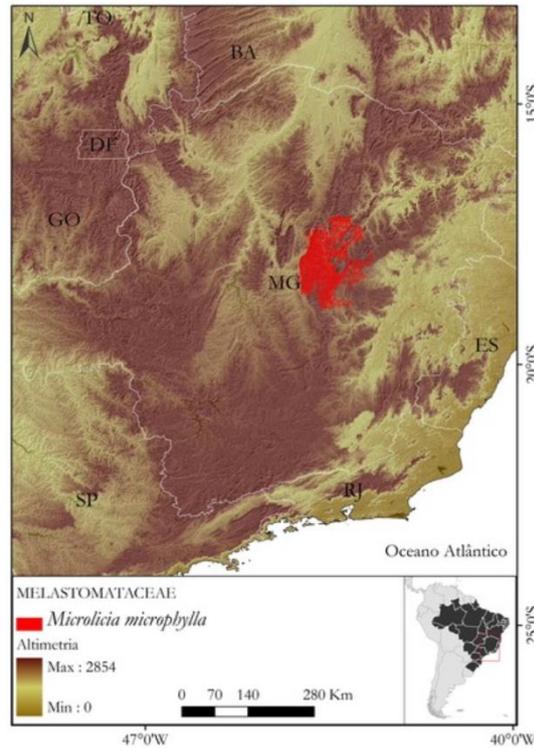
### *Microlicia microphylla* (Naudin) Cogn.

O táxon foi descrito por Naudin em 1845 como *Microlicia crenulata* var. *microphylla*, com base em “Claussen in Herb. Deless. et Mus. Par.”. Cogniaux (1883), na Flora Brasiliensis, eleva o táxon ao nível de espécie, e inclui várias coletas de Claussen com diferentes números e diversos herbários, além de coleta de Lund em Cachoeira do Campo. Na Flora do Brasil 2020, a espécie é considerada como endêmica de Minas Gerais, no domínio da Mata Atlântica e do Cerrado, em vegetação de campo rupestre. É considerada como criticamente ameaçada (CR) por apresentar um AOO menor que 10 km<sup>2</sup> (CNCFlora, 2020; figura 30). Na Portaria 443/2008 do Ministério do Meio Ambiente, está avaliada como deficiente de dados (DD).

Possui 14 registros tanto no GBIF quanto no HVFF-INCT, dos quais 10 correspondem a coletas de Claussen sob diferentes números e sem localidade definida. Os outros quatro registros não foram coletados em municípios do Quadrilátero Ferrífero, sendo

um deles (Ochioni 5050) da Serra do Cipó e os três restantes da região de Diamantina (vouchers MBM129231 e HUFU78837 de 04/2019) sobre afloramentos rochosos. Portanto, consideramos que essa espécie não pode ser incluída como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

**Figura 30.** Mapa com área de ocorrência de *Microlicia microphylla*.



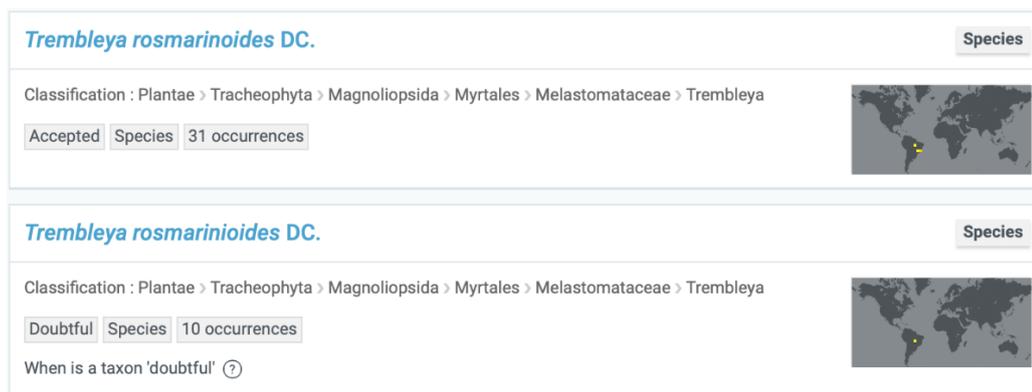
**Fonte:**CNCFlora, 2020.

### *Trembleya rosmarinoides* DC

A espécie foi descrita por De Candolle (1883) na *Flora brasiliensis*. Congniaux faz boa descrição da mesma e incluí a coleta de Martius do Pico do Itacolomi depositados nos herbários de Munique e Paris, em altitudes entre 1300 e 1600 m. Na Flora do Brasil 2020 a espécie é considerada como de ocorrência confirmada apenas para o estado de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, em vegetação de Campo Rupestre e Cerrado (lato sensu). Está avaliada como Em Perigo (EN) pelo CNCFlora, 2019.

No GBIF a espécie é registrada sob dois nomes parecidos: *T. rosmarinoides* DC e *T. rosmariniodes* DC, fato que deve ser considerado nas buscas por registros da espécie (figura 31).

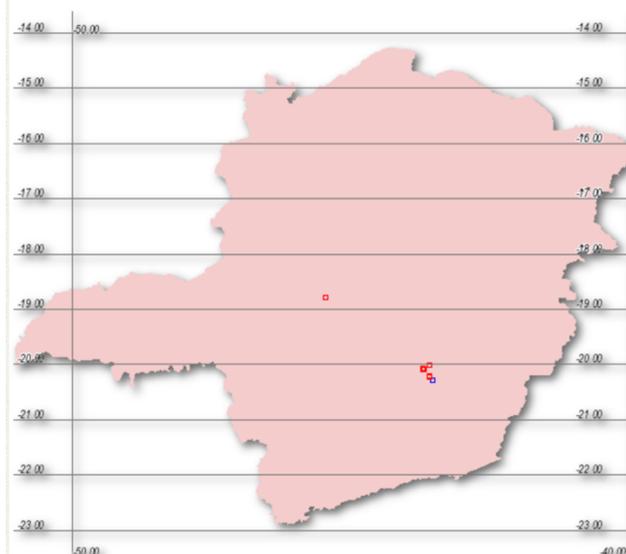
**Figura 31.** Registros do mesmo táxon GBIF com grafias distintas.



Fonte: GBIF: The Global Biodiversity Information Facility (2020). Disponível em <https://www.gbif.org/what-is-gbif>.

Juntando os dois nomes de espécies são 31 registros no GBIF e 38 no HVFF-INCT (figura 32). Desses últimos, e sem localidade precisa, apenas Glaziou 14747 corresponde a nove registros, Glaziou 19242 a dois registros e Martius s.n. quatro registros. Possui um único registro no Rio de Janeiro (US 2343352, localização no voucher), cuja determinação em 1997 foi realizada por especialista no gênero *Trembleya*. Porém por se tratar de registro histórico (muito antigo) e por não haverem novas coletas no estado, optou-se por excluí-lo das análises. Apesar dos registros sem localidade precisa, em princípio essa espécie pode ser relacionada como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero, necessitando posterior avaliação de seu status frente a análise dos dados de campo.

**Figura 32.** Mapa (destaque MG) de registros de *Trembleya rosmarinioides* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



Fonte: Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## Orchidaceae

*Acianthera modestissima* (Rchb.f. & Warm.) Pridgeon & M.W.Chase

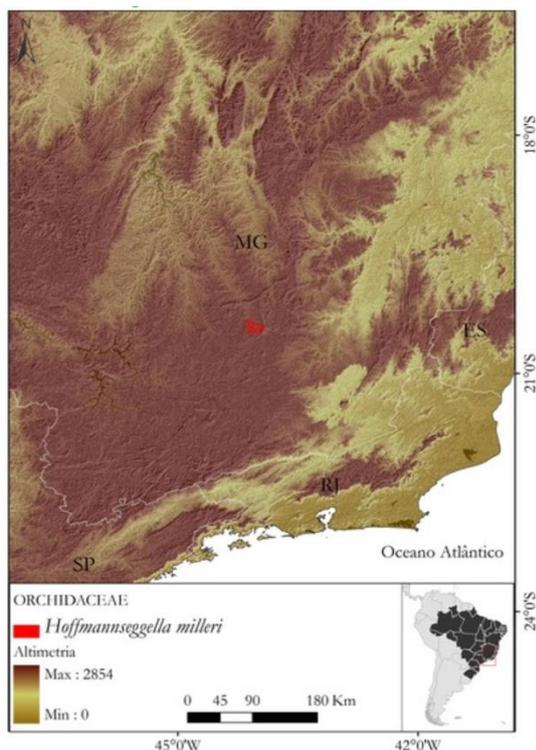
Esta espécie possui vários registros nos herbários consultados, com localização nos municípios mineiros de São Tomé das Letras, Olaria, Rio Preto e Lima Duarte, incluindo coordenadas geográficas exatas das coletas. Também possui ocorrência confirmada nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, em tipologias de Campo Rupestre, Floresta Estacional Semidecidual e Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos. Tais registros podem ser considerados confiáveis, pois são determinações realizadas por especialistas na família. Dessa forma, constata-se que esta espécie ocorre, também, em locais fora do QF e em litotipo distinto dos solos ferruginosos.

*Cattleya milleri* (Blumensch. ex Pabst) Van den Berg.

A espécie foi descrita por Pabst em 1973 sob o nome de *Laelia milleri*. Posteriormente, foi transferida para os gêneros *Sophronitis*, *Hoffmannseggella* e finalmente *Cattleya* em 2008 por Cassio Van den Berg. Na Flora do Brasil 2020 é considerada como espécie rupícola e endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, na vegetação de Campo Rupestre. Tem como sinônimos *Laelia milleri* Blumensch. ex Pabst, *Sophronitis milleri* (Blumensch. ex Pabst) Van den Berg & M.W.Chase e *Hoffmannseggella milleri* (Blumensch. ex Pabst) V.P.Castro & Chiron. Sob o nome *Hoffmannseggella milleri*, o CNCFlora (2020) a classificou como Criticamente Ameaçada, devido à AOO de 4 km<sup>2</sup> (figura 33), com distribuição pontual no Quadrilátero Ferrífero. No HVFF-INCT há dois registros para a espécie, o último em 2017. Já no GBIF, por considerar seus sinônimos, podem ser encontrados oito registros.

No HVFF-INCT, mesmo com busca direcionada para todos os nomes, foram encontrados apenas dois registros: P.L. Neto s.n. (BHCB) da Serra da Moeda, coletado em 2013 e o outro de Paiva 1568, coletado em Congonhas em 2017. No GBIF, também considerando todos os sinônimos, são encontrados apenas os dois mesmos registros em herbário. Há sob o nome *C. milleri* mais cinco registros de plantas, porém cultivadas em jardins botânicos, uma sob o nome *S. milleri* e quatro sob o nome *Laelia milleri*. Pela ocorrência de apenas dois registros em áreas do Quadrilátero Ferrífero, consideramos que a espécie pode ser incluída como provável endêmica do QF.

**Figura 33.** Mapa com área de ocorrência de *Cattleya milleri*.



Fonte: CNCFlora, 2020.

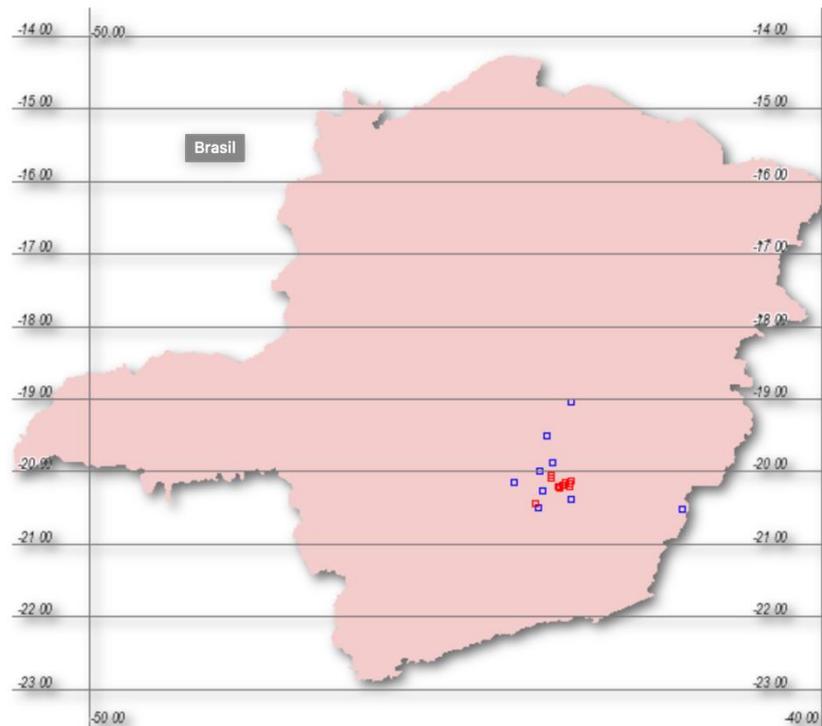
#### *Gomesa gracilis* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams

A espécie foi descrita como *Oncidium gracile* por Lindley (1837), baseando-se em material coletado por Martius no Brasil. Na Flora do Brasil (2020) a espécie é descrita como rupícola e considerada como endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, sobre afloramentos rochosos. Tem como sinônimos, além do basiônimo: *Carenidium gracile* (Lindl.) Baptista, *Concocidium gracile* (Lindl.) Romowicz & Szlach. e *Nitidocidium gracile* (Lindl.) F.Barros & V.T.Rodrigues. Pela Instrução Normativa 06, de 2008, a espécie foi considerada como deficiente de dados. Na *Flora Brasiliensis*, Cogniaux (1905), apresenta nova descrição da espécie, além do material-tipo apresentado de forma mais detalhada, como Martius s.n. coletada em serra de Ouro Preto. Adiciona outros espécimes coletados na Serra da Piedade e em Mariana.

Há 41 registros para a espécie no HVFF-INCT (figura 34) e 85 registros no GBIF. Praticamente, todos os registros do HVFF-INCT são do Quadrilátero Ferrífero, relacionados com 12 municípios. Porém, dois registros merecem destaque: Bicalho 91 coletado em Jaboticatubas e Sales *et al.*, 3398A,B coletado na Serra do Cipó e referido o município de Conceição do Mato Dentro, identificado por Meneguzzo em 2014, especialista na família. A

espécie possui registros ainda outro registro na Serra do Cipó (HEPH 21197, Meneguzzo, T.E.C., 2014), Jaboticatubas (SP 118609, Bicalho, H.D.) e Caparaó (HEPH 21323, Meneguzzo, T.E.C., 2014). Os dois últimos casos em regiões com litotipo distinto do ferruginoso. Como a espécie ocorre em outros tipos litotipos, descartamos aqui o seu endemismo edáfico.

**Figura 34.** Mapa de registros de *Gomesa gracilis* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

## Phyllanthaceae

### *Phyllanthus leptophyllus* Müll.Arg.

Segundo a Flora do Brasil (2020) a espécie é endêmica do Brasil, com ocorrências confirmadas nas regiões Sudeste (Minas Gerais), Centro-Oeste (Distrito Federal) e Sul (Paraná), em domínio de Cerrado e Mata Atlântica, em vegetação de campo rupestre e campo limpo.

Apesar da espécie haver sido descrita por Müller Argoviensis (1866), com base em coleta de Riedel da Serra da Lapa (antigo nome da parte norte da Serra do Cipó), como tem ampla distribuição não pode ser considerada como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

## Poaceae

*Paspalum brachytrichum* Hack.

Segundo Maciel *et al.*, (2020), a espécie é endêmica do Brasil, nos domínios de Cerrado e Mata Atlântica, em fitofisionomia de campo limpo e campo rupestre. . Apesar de ocorrer predominantemente no estado de Minas Gerais, existem dois registros de coleta para o estado de Goiás, no município de Caiapônia, na Serra do Caiapó (Filgueiras, 1998). Outros registros interessantes, sendo um deles em área do Quadrilátero Ferrífero, mas não em litotipo ferruginoso, foram as coletas realizadas na Serra do Caraça, por especialistas na família (vouchers BHCB 101226, BHCB 86153, BHCB 101224, SP 394880), e um registro na Serra dos Óculos (Guimarânia- MG), fora dos limites do Quadrilátero Ferrífero (voucher NYBG 00864780). Pelo exposto, a espécie não pode ser considerada como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

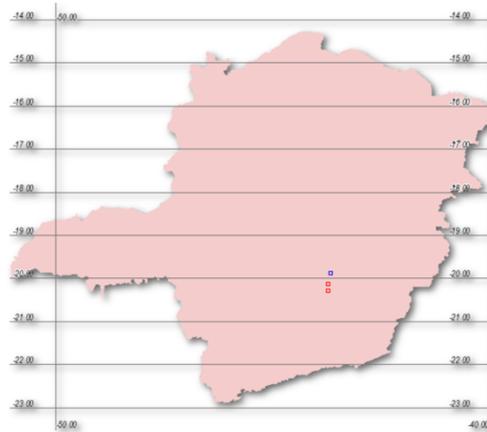
**Velloziaceae:** A família Velloziaceae incluiu cinco espécies na lista produzida com os dados de Jacobi & Carmo (2012) e de Borsali (2012), sendo a terceira família com maior número de espécies, juntamente com Fabaceae. Destaca-se o gênero *Barbacenia* com quatro espécies.

*Barbacenia cyananthera* L.B.Sm. & Ayensu

A espécie foi descrita por Lyman Smith e Ayensu, baseando-se em material coletado por H. S. Irwin, H. Maxwell e D. C. Wasshausen em 1968 (US2538437) no Pico do Itabirito, formando “Esteiras extensas sobre rochas, encostas íngremes, 50 km a sudeste de Belo Horizonte” (Smith & Ayensu, 1976). Segundo a Flora do Brasil 2020, a espécie é endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, na vegetação de Campo Rupestre.

Há oito registros da espécie no HVFF-INCT (figura 35) e 14 registros no GIBF. Dos registros do HVFF-INCT três correspondem ao material-tipo, Irwin 19834 da Serra de Itabirito, incluindo o holótipo e dois isótipos. As restantes são coletas de Ouro Preto, Caeté e a mais recente, datada de 2014, em Rio Acima (voucher SPF 228821). Pelos dados obtidos, consideramos a espécie como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

**Figura 35.** Mapa de registros de *Barbacenia cyananthera*, em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



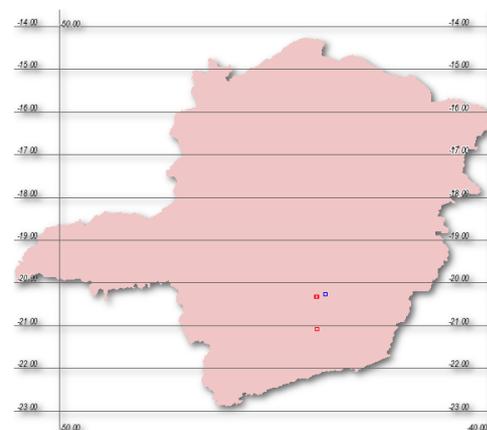
**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

#### *Barbacenia itabirensis* Goethart & Henrard

A espécie foi descrita por Goethart e Henrard em 1935, baseando-se em espécime coletado por Glaziou/Schwacke 17827, em Itabira, no Pico de Itabira do Campo. Na Flora do Brasil (2020), a espécie é considerada como endêmica de Minas Gerais, do domínio de Cerrado, na vegetação de Campo Rupestre.

No HVFF-INCT a espécie tem seis registros, sendo o material-tipo e mais dois registros de Ouro Preto e dois de Itabirito (figura 36), e cinco registros no GBIF. Pela revisão preliminar de dados disponíveis em bases de dados on-line e literatura, consideramos que a espécie pode ser considerada, a princípio, como endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

**Figura 36.** Mapa de registros de *Barbacenia itabirensis* em vermelho coordenadas da população, em azul do município.



**Fonte:** Herbário Virtual da Flora e dos Fungos - INCT, 2019.

*Barbacenia rubra* L.B.Sm.

A espécie foi descrita por Lyman B. Smith em 1962, baseando-se no material L.O.Williams 5432a, coletado em Nova Lima, Serra da Mutuca em 1945 (Figura 37). Segundo a Flora do Brasil (2020), a espécie é endêmica de Minas Gerais, do domínio de Cerrado, vegetação de Campo Rupestre.

No HVFF-INCT existe um único registro, correspondente ao material-tipo. Não há registro da planta no GBIF. Portanto, pode ser considerada uma planta endêmica das cangas do QF.

**Figura 37.** Holótipo de *Barbacenia rubra*, na Serra da Mutuca-MG. Única coleção conhecida para a espécie.



Fonte: *Barbacenia rubra* L.B.Sm. in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2019-09-12.

*Barbacenia williamsii* L.B.Sm.

A espécie foi descrita por Lyman B. Smith em 1962, baseando-se na coleta de L.O.Williams 6697, de Belo Horizonte, Serra do Curral, em abril de 1945. Na Flora do Brasil (2020) a espécie é referida como endêmica de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, em vegetação de Campo Rupestre. Está avaliada como Em Perigo (EN) pelo CNCFlora (2020).

No HVFF-INCT existem 14 registros, todos do Parque da Serra do Curral em Belo Horizonte, inclusive quatro correspondentes ao material-tipo. Apesar da área de distribuição muito restrita, a espécie foi coletada recentemente na mesma localidade, em 2017 (Lopes 137) e em 2018 (Lopes & Stehmann 154). Consideramos a espécie, a princípio, endêmica das cangas do QF.

*Vellozia sellowii* Seub.

A espécie foi descrita por Seubert na Flora Brasiliensis em 1847, com o nome de *Vellozia sellovii*, baseando-se em espécime coletado por Sellow s.n. no Brasil. Segundo a Flora do Brasil, 2020, a espécie é endêmica do Brasil, com ocorrência confirmada em Minas Gerais, no domínio do Cerrado, em vegetação de Campo Rupestre. Apesar de Seubert haver escrito epíteto específico com “*sellovii*”, como o nome do coletor é Sellow, na literatura aparecem as duas grafias: No IPNI aparece como *Vellozia sellovii* Seub. (International Plant Names Index, acesso em 10 de março de 2020) e na Flora do Brasil (2020) e no Tropicos, como *Vellozia sellowii* Seub. (Tropicos.org, acesso em 10 de março de 2020). Apesar da Flora do Brasil (2020) referir a espécie como endêmica do Brasil, há a referência de ocorrência da mesma na Bolívia, em Santa Cruz (Jørgensen et.al, 2014; Killeen e Schulenberg, 1998). Na base de dados GBIF existem dois registros da espécie na província de Santa Cruz na Bolívia (Identificação 318604).

Ao todo, na base de dados GBIF são encontrados 52 registros (sob a grafia *V. sellowii* Seub.) além de oito registros para a outra grafia da espécie (*V. sellovii* Seub.). Já na base de dados do HVFF-INCT há 53 registros, todos em Minas Gerais, exceto dois da Bolívia, Santa Cruz. Um deles (MO1718567), coleta de Marielos Peña, Robin B. Foster e J. Goerck Peña em 1991, foi identificado por Renato de Mello-Silva especialista da família. É classificada pelo CNCFlora como espécie em perigo (EN).

Pelos dados obtidos, como a espécie ocorre em outras localidades fora do Quadrilátero Ferrífero não pode ser considerada como provável endêmica da região.

## **Verbenaceae**

### *Lippia rubiginosa* Schauer

*Lippia rubiginosa* Schauer passou a ser considerada sinônimo (heterotípico) de *Lippia organoides* Kunth, nome aceito atualmente, conforme revisão taxonômica para o grupo (O’Leary *et al.*, 2012). Além deste sinônimo, a espécie possui mais de 20 outros sinônimos heterotípicos, que somam mais de 3.000 registros nos bancos de dados analisados. Dessa maneira, a atual circunscrição do táxon possui ampla distribuição no Brasil, ocorrendo nas mais variadas fitofisionomias (Flora do Brasil, 2020), e por esta razão, não pode ser considerada uma planta endêmica do QF. A espécie foi inclusive confirmada como não endêmica do Brasil (Flora do Brasil 2020).

### *Stachytarpheta confertifolia* Moldenke

A espécie foi descrita por Moldenke em 1947, baseando-se em material coletado em Nova Lima em Minas Gerais, por Williams & Assis 6639. Segundo a Flora do Brasil (2020) a espécie é considerada como endêmica do Brasil, com distribuição confirmada para Minas Gerais, no domínio de Cerrado, vegetação de Campo Rupestre. Coloca erradamente como material-tipo, a coleta de Irwin *et al.*, 32857, que na realidade é o material-tipo de *Stachytarpheta chapadensis* Moldenke, uma espécie também considerada como aceita e com distribuição em Goiás, tendo como material-tipo Irwin *et al.*, 32857, de Alto Paraíso de Goiás. Atkins (2005) na revisão de *Stachytarpheta*, inclui na sinonímia de *S. confertifolia* tanto *S. chapadensis*, como *S. confertifolia* var. *puberulenta* Moldenke, baseada em Hatschbach *et al.*, 36361, também de Goiás. Esse posicionamento aparece no GBIF. Considerando que a espécie tem distribuição disjunta em Minas Gerais e em Goiás, não pode ser aceita como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

## **Xyridaceae**

### *Xyris villosicarinata* Kral & Wand.

A espécie foi descrita por Kral & Wanderley (1988), baseando-se em material coletado por Irwin *et al.*, 19570, na Serra de Itabirito, em Itabirito, Minas Gerais, sobre afloramento rochoso. Na Flora do Brasil (2020) a espécie é endêmica do Brasil com

ocorrência confirmada em Minas Gerais, no domínio de Cerrado, sobre afloramentos rochosos, é considerada deficiente de dados - DD

Há 11 registros da espécie no HVFF-INCT. Desses, seis correspondem ao holótipo e mais cinco isótipos. Dos cinco restantes, uma coleta é de Catas Altas, dois registros são em Rio das Contas – Bahia, mesma coleta de Carvalho 3231 (vouchers BM171077 e CEPEC49551) cuja determinação foi realizada pela especialista responsável pela descrição da espécie, e mais duas coletas feitas por G. Wanderley na Serra do Cipó com os números CFSC 11001 e CFSC 11071 (CFSC – Coleção da Flora da Serra do Cipó). Pelo exposto, a espécie não pode ser considerada como provável endêmica do Quadrilátero Ferrífero.

### **Considerações a respeito da revisão de literatura e verificação de base de dados on-line**

Com a apresentação da atualização taxonômica das espécies citadas em trabalhos anteriores como prováveis espécies endêmicas de cangas do QF, assim como a análise de dados oriundos de bases de dados on-line, pode-se inferir que algumas espécies não são exclusivas das cangas do Quadrilátero Ferrífero. Importante ressaltar que apenas foram considerados registros e determinações realizados por especialistas taxonomistas nos gêneros ou família.

Considerando a listagem inicial de Jacobi & Carmo (2012) e Borsali (2012), as espécies potencialmente endêmicas do Quadrilátero Ferrífero, independente do substrato onde a espécie possa ocorrer, ao total são 24, sendo elas: *Minaria monocoronata*, *Dyckia elata*, *Dyckia densiflora*, *Paepalanthus amoenus*, *Paepalanthus argilicola*, *Paepalanthus batatalensis*, *Paepalanthus gomesii*, *Paepalanthus pallidus*, *Trembleya rosmarinioides*, *Vriesea longistaminea*, *Vriesea minarum*, *Jacquemontia linarioides*, *Arthrocerus glaziovii*, *Croton serratus*, *Mimosa calodendron*, *Mimosa multiplex*, *Siningia rupícola*, *Cinnamomum quadrangulum*, *Cattleya milleri*, *Barbacenia cyananthera*, *Barbacenia itabirensis*, *Barbacenia williamsi*, *Barbacenia rubra* e *Mikania badiniana* apresentaram registros apenas para o Quadrilátero Ferrífero, sendo estas duas últimas com apenas uma coleta.

#### **4.2 Modelagem**

Foram gerados mapas de modelagem para 14 espécies. Após revisão bibliográfica, duas espécies foram excluídas das análises pois verificou-se tratar de espécies de ampla distribuição (*Acicanthera modestissima* e *Lippia origanioides* (= *L. rubiginosa*)).

**Tabela 9.** Espécies e respectivos números de ocorrência utilizados para a análise de modelagem.

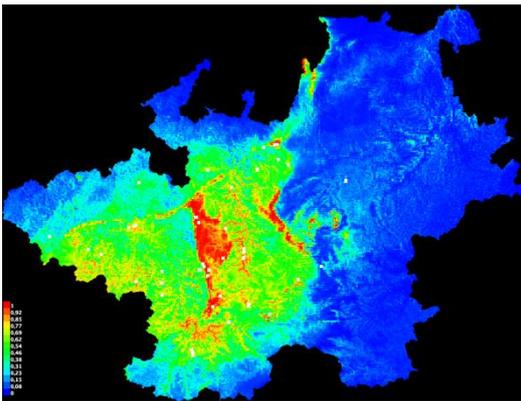
<b>Nome Científico</b>	<b>Número de pontos de ocorrência</b>
<i>Mimosa pogocephala</i>	57
<i>Mimosa calodendron</i>	30
<i>Cinnamomum quadrangulum</i>	27
<i>Jacquemontia linarioides</i>	15
<i>Sinningia rupicola</i>	15
<i>Dyckia consimilis</i>	14
<i>Chamaecrista secunda</i>	13
<i>Vellozia sellowii</i>	10
<i>Arthrocerus glaziovii</i>	8
<i>Croton serratoideus</i>	8
<i>Gomesa gracilis</i>	8
<i>Paepalanthus amoenus</i>	6
<i>Paspalum brachytrichum</i>	6
<i>Trembleya rosmarinoides</i>	5
<i>Hoplocryptanthus ferrarius</i>	4
<i>Vriesea longistaminea</i>	3
<i>Vriesea minarum</i>	3
<i>Chamaecrista itabiritoana</i>	2
<i>Dyckia elata</i>	2
<i>Paepalanthus gomesii</i>	2
<i>Stachytarpheta confertifolia</i>	2
<i>Barbacenia itabirensis</i>	1
<i>Chamaecrista itabiritoana</i>	1
<i>Cattleya milleri</i>	1
<i>Dyckia densiflora</i>	1
<i>Minaria monocoronata</i>	1
<i>Paepalanthus batatalensis</i>	1
<i>Paepalanthus pallidus</i>	1
<i>Phyllanthus leptophyllus</i>	1
<b>Total de pontos de ocorrência</b>	<b>134</b>

Para as espécies com menos registros foram plotados mapas com as informações dos registros existentes e os trabalhos de campo foram direcionados para áreas protegidas próximas e/ou similares dos pontos existentes.

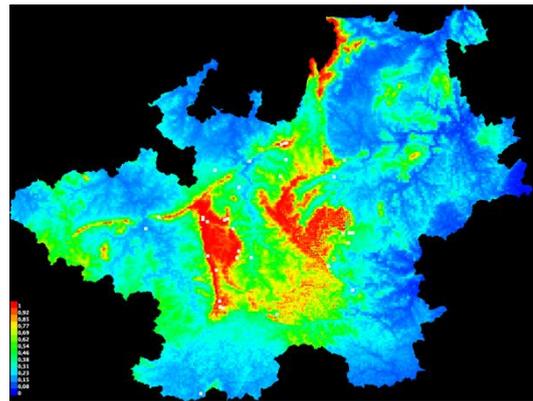
Posteriormente, os mapas foram combinados com as áreas protegidas do estado de Minas Gerais de forma a priorizar a prospecção nestas áreas. Para tanto, utilizou-se as bases oficiais de unidades de conservação bem como a base de dados das áreas de compensação da Vale (BDGIS - Vale, 2020) (Tabela 03).

Os mapas de modelagem gerados são apresentados a seguir, onde a coloração mais quente (vermelho, laranja, amarelo) representa maior possibilidade de ocorrência e a mais fria (azul, verde) menor possibilidade considerando os parâmetros utilizados e as características das áreas com registro da espécie.

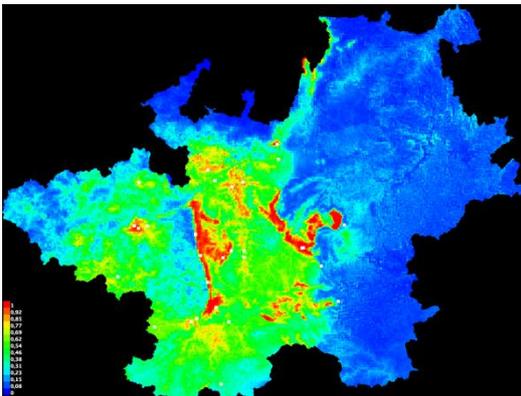
**Figura 38.** *Mimosa pogocephala*. – QF



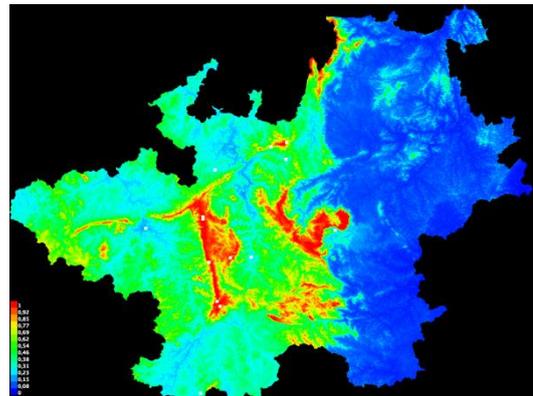
**Figura 39.** *Cinnamomum quadrangulum* – QF



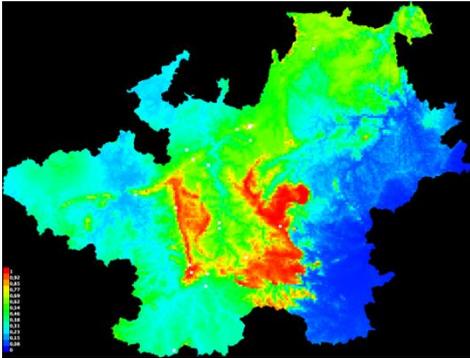
**Figura 40.** *Mimosa calodendron*. - QF



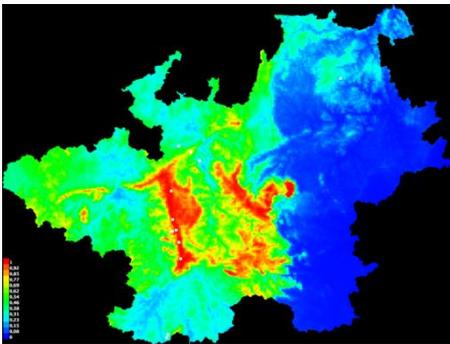
**Figura 41.** *Jacquemontia linarioides* – QF



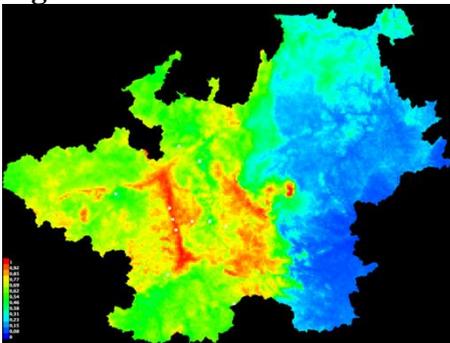
**Figura 42.** *Sinningia rupicola* - QF.



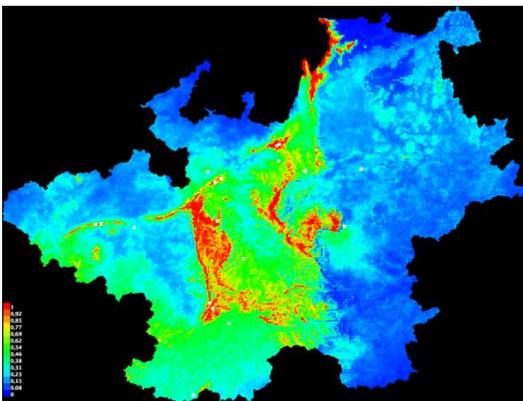
**Figura 43.** *Dyckia consimilis* – QF



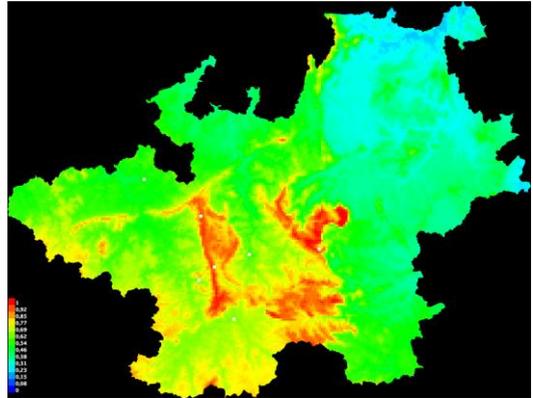
**Figura 44.** *Chamaecrista secunda* - QF



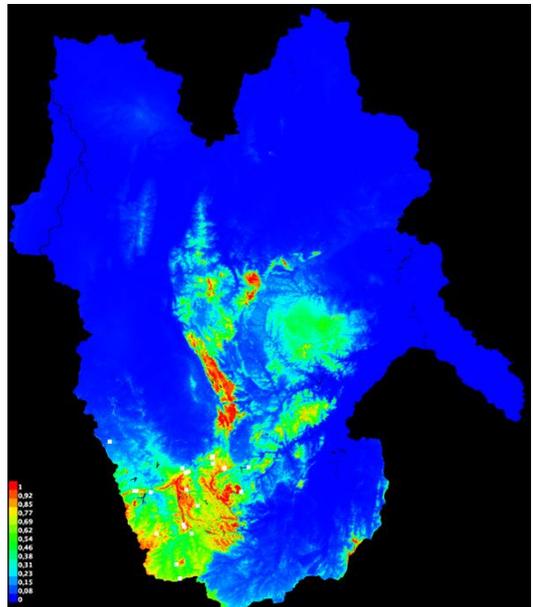
**Figura 45.** *Arthrocerus glaziovii* - QF.



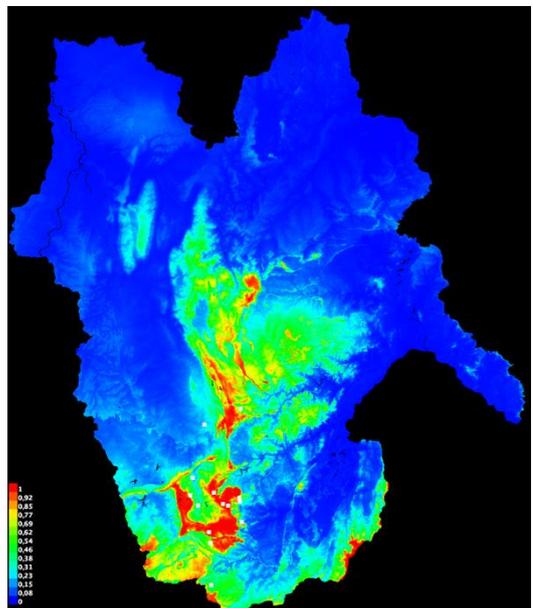
**Figura 46.** *Croton serratoideus* - QF



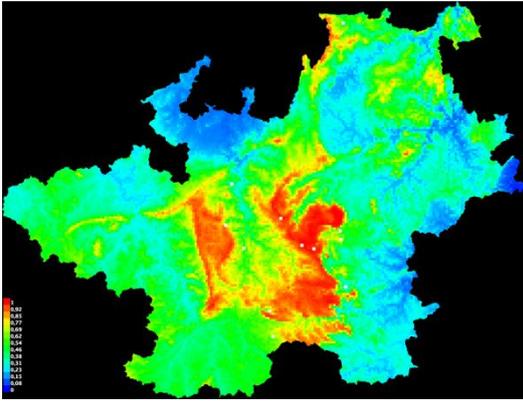
**Figura 47.** *Arthrocerus glaziovii* - RBSE



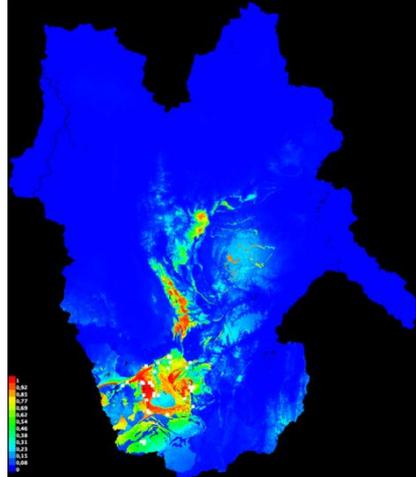
**Figura 48.** *Gomesa gracilis*. – RBSE.



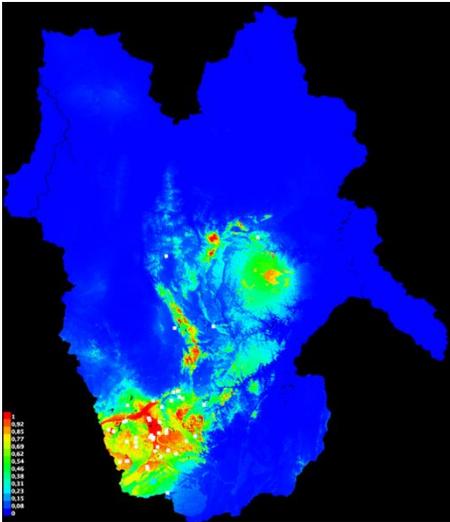
**Figura 49.** *Gomesa gracillis* – QF



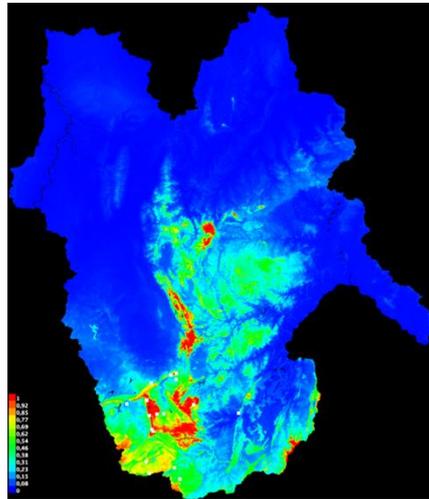
**Figura 52.** *Cinnamomum quadrangulum* - RBSE



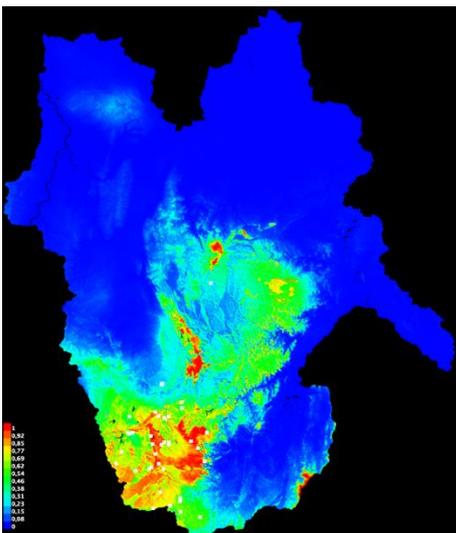
**Figura 50.** *Mimosa pogocephala* - RBSE.



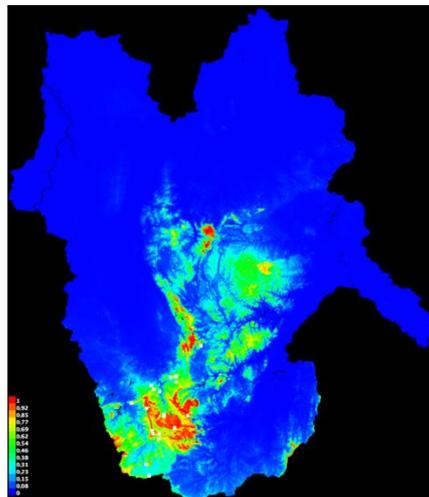
**Figura 53.** *Jacquemotia linarioides* - RBSE.



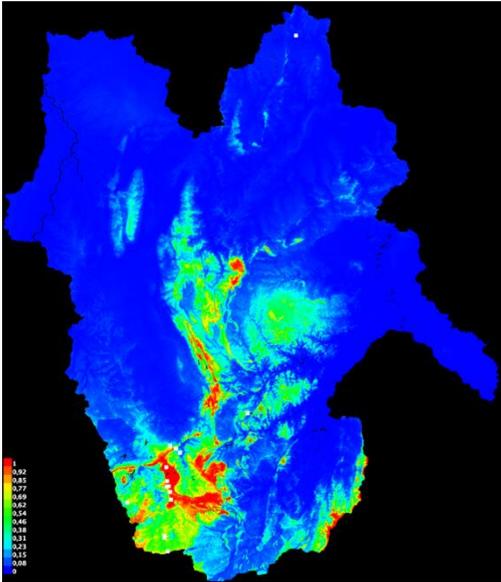
**Figura 51.** *Mimosa calodrendon* - RBSE.



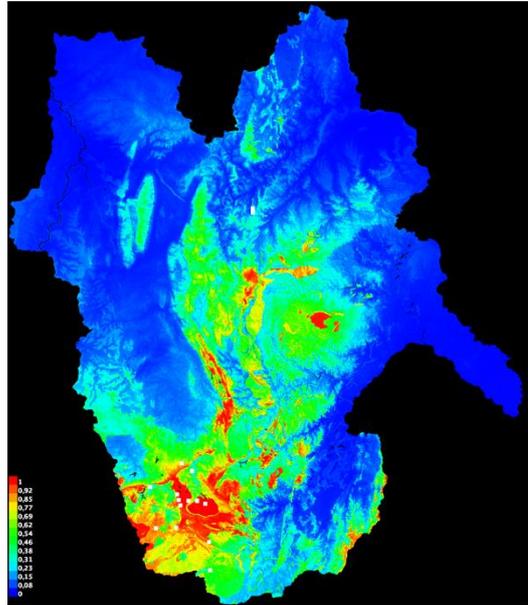
**Figura 54.** *Sinningia rupicola* - RBSE.



**Figura 55.** *Dyckia consimilis* - RBSE.



**Figura 56.** *Chamaecrista secunda* - RBSE.



### 4.3 Trabalhos de Campo

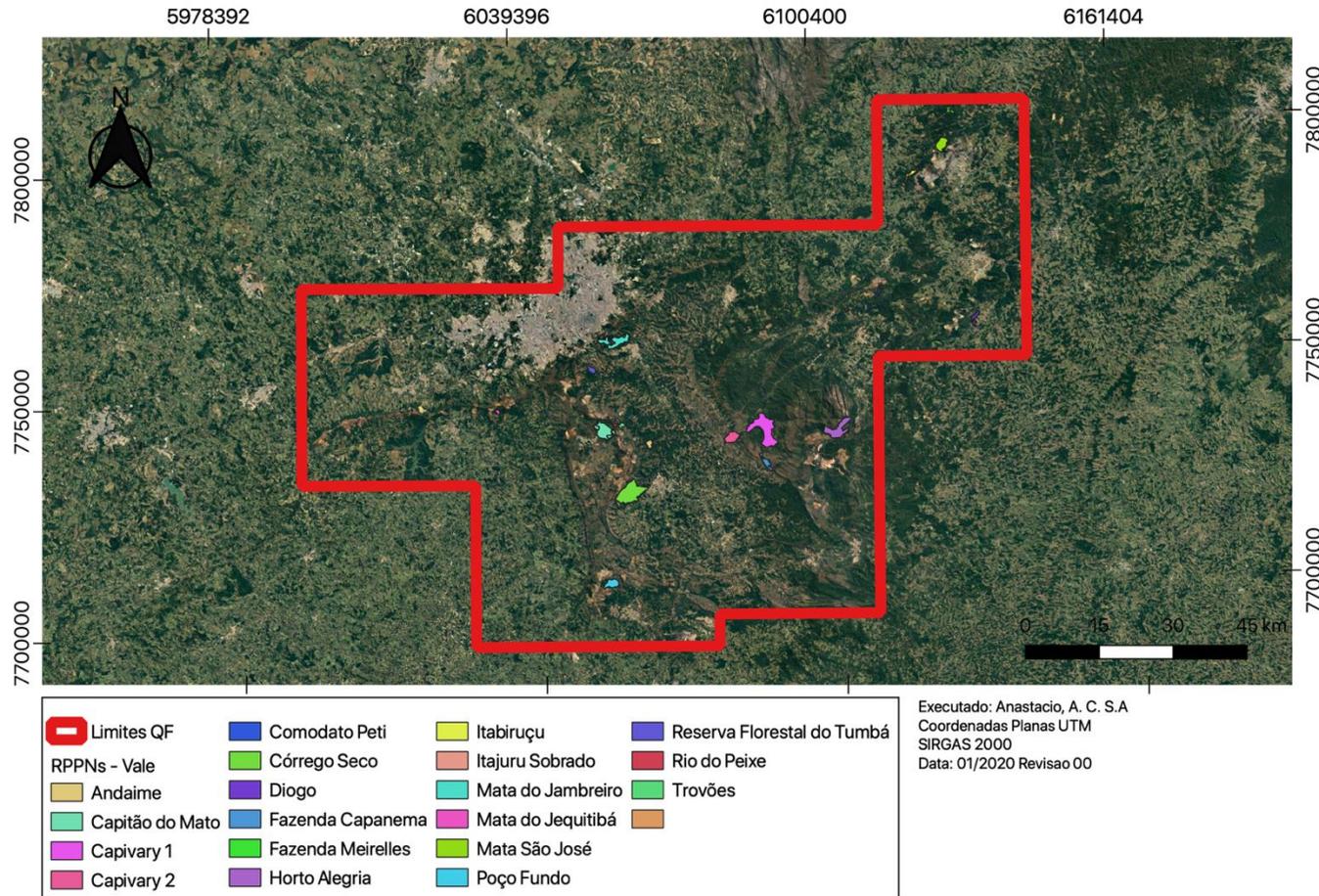
Foram coletadas 612 amostras botânicas no período entre os dias 25 de setembro de 2017 e 28 de setembro de 2018, em 21 RPPN (figura 53) e Unidades de Conservação (UCs), compreendendo 117 dias de amostragens *in situ*, distribuídos em 32 campanhas de campo. Os registros botânicos contemplaram informações em relação a área de estudo, coordenadas geográficas exatas dos locais das coletas, altitude, data da coleta, coletor, número do coletor, família, espécie, fitofisionomias, ambiente e fenofase.

Considerando o número de registros realizados em cada área, destacaram-se em relação ao número de amostras coletadas, na sequência: RPPN Capanema (71 amostras), RPPN Capivari II (70 amostras), RPPN Cata Branca (49 amostras), RPPN Capivari I (48 amostras) e Parque Nacional Serra do Cipó - Cardeal Mota (36 amostras).

As áreas de estudo, incluindo as RPPN, propriedades Vale e UC's amostradas encontram-se ilustradas abaixo (figuras 61 a 64), evidenciando os tipos de ambientes mais expressivos em cada uma delas.

A localização das RPPN da Vale S. A. pode ser observada com detalhe na figura 57.

**Figura 57.** Mapa de localização das RPPN da Vale, em vermelho os limites do Quadrilátero Ferrífero



**Figura 58.** A) Fazenda Cachoeira (Caeté-MG); B) Fazenda Cutão (Caeté-MG); C) Fazenda Maquiné (Caeté-MG); D) Fazenda Rodeio (Ouro Preto-MG); E) Parque Estadual do Itacolomi (Mariana e Ouro Preto-MG); F) Parque Estadual Pico do Itambé (Santo Antônio do Itambé, Serra-MG).



**Fonte: Acervo Vale S. A.**

**Figura 59.** A) Parque Estadual Serra do Ouro Branco (Ouro Branco-MG); B) Parque Nacional Serra do Cipó/Serra dos Alves (Jaboticatubas/ Itambé do Mato Dentro-MG); C) Propriedade Capitão do Mato (Nova Lima-MG); D) Propriedade Horto Alegria (Ouro Preto-MG)



Fonte:Acervo Vale S. A.

**Figura 59.** A - RPPN Capanema (Ouro Preto e Santa Bárbara-MG); B - RPPN Capivari I (Santa Bárbara-MG); C - RPPN Capivari II (Itabirito-MG); D - RPPN Cata Branca (Itabirito-MG); E - RPPN Córrego Seco (Itabirito-MG); F - RPPN Faria (Congonhas-MG).



**Fonte:Acervo Vale S. A.**

**Figura 60.** A) RPPN Poço Fundo (Congonhas-MG); B) e C) RPPN Trovões (Nova Lima); D) Propriedade Serra da Moeda (Nova Lima- MG).



**Fonte:Acervo Vale S. A.**

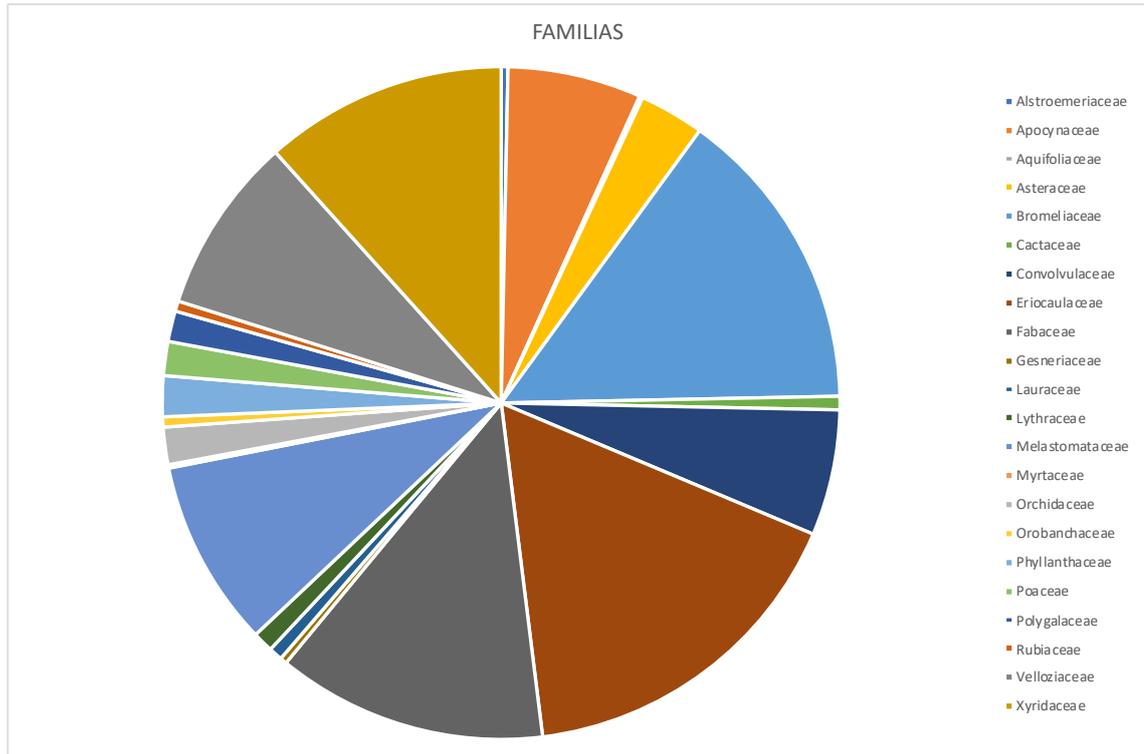
As plantas foram coletadas em diferentes ambientes incluindo campo rupestre, campo cerrado, campo brejoso, campo limpo, solo arenoso entre afloramentos rochosos, campo sujo, afloramento de rocha cristalina e áreas antropizadas.

Todas as 612 amostras receberam identificações ao nível de família e 585 amostras ao nível de gênero (95,5%). As amostras para as quais não foi possível a identificação, foram separadas e enviadas aos especialistas nas famílias.

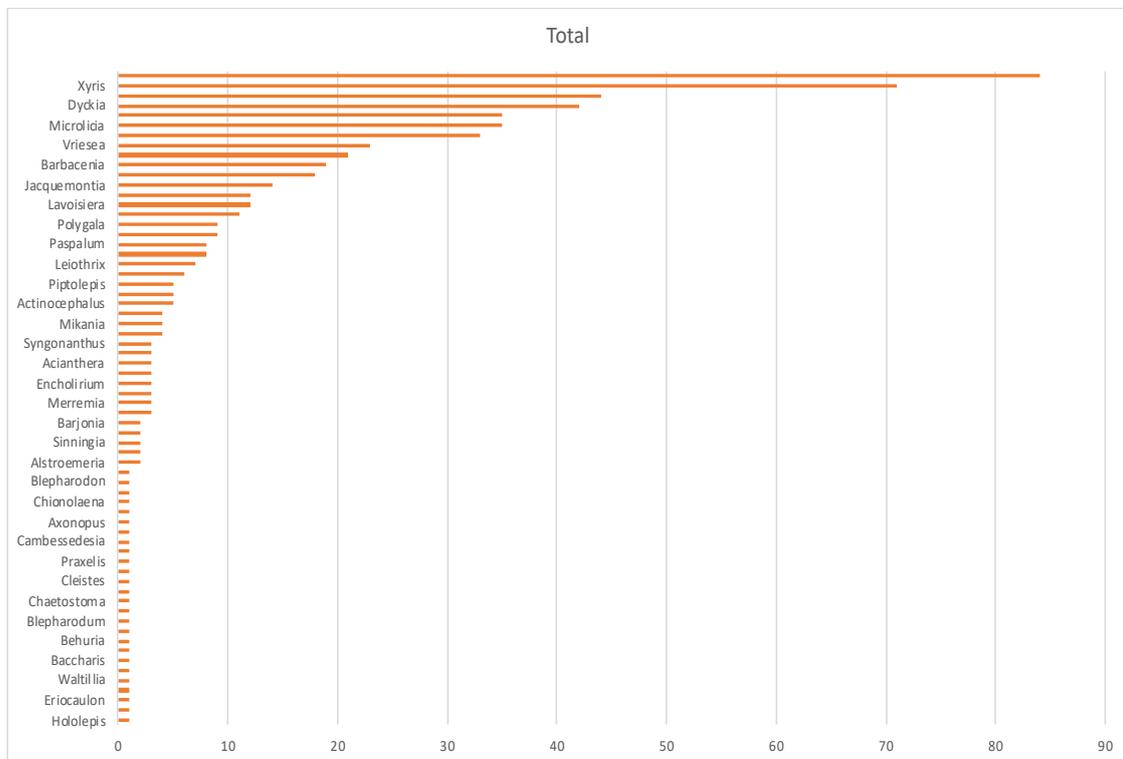
Do total de amostras, 17% corresponderam à família Eriocaulaceae (102), 13% à Fabaceae (79), 15% Bromeliaceae (90) e 12% Xiridaceae (71).

O gênero mais representativo em termos de coleta foi *Paepalanthus* (84), seguido de *Xyris* (71), *Chamaecrista* (44) e *Dyckia* (42).

**Figura 62.** Distribuição das amostras botânicas por famílias



**Figura 63.** Distribuição de gêneros das amostras coletadas.



Dentre as coletas realizadas, 76 registros confirmados referem-se a 16 espécies até então consideradas endêmicas de canga do QF - *Dyckia consimilis* (17), *Paepalanthus gomesii* (10), *Mimosa pogocephala* (10), *Paepalanthus amoenus* (8), *Vriesea minarum* (8), *Arthrocerus glaziovii* (4), *Hoplocrypanthus ferrarius*(3), *Dyckia densiflora* (6), *Paepalanthus moedensis* (2), *Barbacenia itabirensis* (1), *Cattleya milleri* (1), *Paepalanthus argillicola* (1), *Paspalum brachytrichum* (1), *Sinningia rupicola* (1) e *Vriesea longistaminea* (2), *Jacquemontia linarioides* (1), *Trembleya rosmarinoides* (1).

Dessa maneira, somando-se aos dados obtidos no âmbito dos outros projetos citados no item Metodologia, obtivemos os seguintes resultados, apresentados por família e suas respectivas espécies:

Cactaceae: *Arthrocerus glaziovii* foi registrado nas RPPN Poço Fundo, Córrego Seco e Faria, além da Serra da moeda (BHCB190738, BHCB190764, BHCB192331, BHCB190772).

Velloziaceae: *Barbacenia itabirensis* foi registrada na RPPN Capivari II e Capivari (BHCB192232, BHCB178813, BHCB179246).

Fabaceae: *Mimosa calodendron* (BHCB176516, BHCB178665) foi registrada nas RPPN Cata Branca e Poço Fundo. *Mimosa pogocephala* foi registrada nas RPPN Poço Fundo, Córrego Seco, Trovões, Capivari II e Capivari I, além de registros realizados na Serra da Moeda, Propriedade Capitão do Mato, Fazenda Cutão e Fazenda Maquiné, em áreas de compensação de projetos (BHCB192600, BHCB190757, BHCB190771, BHCB192589, BHCB192590, BHCB192330, BHCB192591, BHCB190742, BHCB192290, BHCB192612, BHCB192279, BHCB192475, BHCB192610, BHCB192356, BHCB192182, BHCB192598).

Eriocaulaceae: *Paepalanthus amoenus* foi registrado nas RPPN Capivari II, Capivari I, Poço Fundo e Capanema, além das propriedades Fazenda Cutão e Fazenda Maquiné (BHCB192225, BHCB192226, BHCB192278, BHCB192476, BHCB192361, BHCB192207, BHCB190837, BHCB191636, BHCB177242). *Paepalanthus argillicola* foi registrado nas RPPN Trovões e Cata Branca (BHCB192246). *Paepalanthus gomesii* foi registrado nas RPPN Capivari I, Capivari II e Capanema (BHCB192235, BHCB178850, BHCB192231, BHCB192360, BHCB192364, BHCB192200, BHCB191550), tendo sido registrado em áreas de campo limpo, sujo, afloramentos e área de floresta estacional em estágio médio. *Paepalanthus moedensis* foi registrado na Serra da Moeda, em área de campo rupestre quartzítico (BHCB192208, BHCB192213).

Poaceae: *Paspalum brachystrichum* foi registrado na RPPN Capivari (BHCB192368).

Melastomataceae: *Trembleya rosmarinoides* foi registrada na RPPN Capanema (BHCB192642).

Bromeliaceae: *Vriesea longistaminea* foi registrada nas RPPN Capivari II e Horto Alegria (Fazenda Córrego das Almas), além da propriedade Horto Alegria, em área de compensação (BHCB192368, BHCB191552, BHCB176545, BHCB176582). *Vriesea minarum* foi registrada nas RPPN Poço Fundo, Córrego Seco, Cambotas e Capitão do Mato, além da Serra da Moeda, na Fazenda Rodeio e no Parque Estadual Serra do Ouro Branco (BHCB176544, BHCB176559). *Dyckia consimilis* foi coletada nas RPPN Córrego Seco, Cata Branca, Capivari II e Capanema, além da Serra da Moeda e da Propriedade Capitão do Mato em área voltada para compensação de projetos (BHCB191610, BHCB191501, BHCB192336, BHCB192244, BHCB192248, BHCB192289, BHCB192254, BHCB192253, BHCB191617, BHCB192234, BHCB192357, BHCB192239, BHCB191607, BHCB191498, BHCB192217, BHCB192220). *Dyckia densiflora* foi coletada nas RPPN Capivari I, Capanema e Cambotas, além da Fazenda Maquiné (BHCB191632, BHCB192205, BHCB192371, BHCB192352, BHCB192194, BHCB191621, BHCB178919, BHCB178913, BHCB178921). *Dyckia schwackeana* foi coletada nas RPPN Capitão do Mato e Cata Branca (BHCB178599, BHCB178750, BHCB178752). *Holocryptanthus ferrarius* foi coletado nas RPPN Poço Fundo, Córrego Seco e Capivari II (BHCB191615, BHCB192339, BHCB191616).

Convulaceae: *Jacquemontia linarioides* foi registrada nas RPPN Poço Fundo e Capanema (BHCB190768).

Orchidaceae: *Cattleya milleri*, foi encontrada (BHCB190763) na Propriedade Serra das Serrinhas, em Congonhas-MG sobre campo rupestre quartzítico.

Lauraceae: *Cinnamomum quadrangulum* encontrada nas RPPN Cata Branca (BHCB178641) e Poço Fundo (BHCB176703).

Apocynaceae: *Ditassa laevis* (Apocynaceae), considerada endêmica de canga pelo CNCFlora, porém não indicada pela literatura consultada. A espécie foi coletada na RPPN Capivari I e no Parque Estadual do Itacolomi, sobre afloramento de rocha cristalina (BHCB192294, BHCB191534).

Na tabela 10 abaixo estão representadas as populações encontradas além do respectivo litotipo onde ocorreram em cada localidade.

**Tabela 10.** Registros de Espécies em Relação à Geologia do ponto de coleta.

<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>LOCALIDADE</b>	<b>Tipo Litológico (CPRM, 2014)</b>
<b>Apocynaceae</b>	<i>Ditassa laevis</i> Mart.	Parque Estadual do Itacolomi	Quartzito com lentes de conglomerado e filito
		RPPN Capivari I	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
<b>Bromeliaceae</b>	<i>Hoplocrytanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka	RPPN Capivari II	Quartzito sericítico metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.
		RPPN Córrego Seco	Quartzito cinza-claro a pardo-avermelhado-claro,
		RPPN Poço Fundo	Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito
	<i>Dyckia consimilis</i> Mez	Propriedade Capitão do Mato	Filito cor de alumínio, quartzito; quartzito ferruginoso; lentes de dolomito
		RPPN Capanema	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
			Quartzito sericítico metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.
		RPPN Capivari I	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado

	RPPN Capivari II	<p>Metaconglomerado polimítico e quartzito sericítico fino Quartzo mica xisto subordinado</p> <p>Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado</p> <p>Quartzito sericítico; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.</p> <p>Sericita xisto e sericita-quartzo xisto fino</p>
	RPPN Cata Branca	Filito multicolorido arenoso intercalado
	RPPN Córrego Seco	Quartzito cinza-claro a pardo-avermelhado-claro
	Serra da Moeda	Quartzito cinza, a, com lentes de conglomerado
<b><i>Dyckia densiflora</i> Schult. &amp; Schult.f.</b>	Capanema	Quartzito sericítico e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.
	Fazenda Maquiné	Plagioclásio-clorita-mica-quartzo xisto, sericita-moscovita-quartzo xisto, quartzo-clorita-mica xisto; xisto carbono e formação ferrífera subordinados
	RPPN Cambotas	Quartzito, quartzito sericítico e finas lentes de conglomerado de formação ferrífera
	RPPN Capanema	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado

	RPPN Capivari I	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
<b>Dyckia schwackeana</b> <b>Mez</b>	Capitão do Mato	Filito cor de alumínio, quartzito; quartzito ferruginoso; lentes de dolomito
	Cata Branca	Quartzo-mica-clorita xisto, clorita xisto, biotita-muscovita xisto feldspático; formação ferrífera subordinada
<b>Vriesea longistaminea</b> <b>C.C.Paula &amp; Leme</b>	RPPN Horto Alegria	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo-mica xisto e conglomerado
	Propriedade Horto Alegria	Quartzito, quartzito filítico, quartzo-mica xisto e formação ferrífera dolomítica
	RPPN Capivari II	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
<b>Vriesea minarum</b> <b>L.B.Sm.</b>	RPPN Capitão do Mato	Filito cor de alumínio, quartzito; quartzito ferruginoso; lentes de dolomito
	Fazenda Rodeio	Quartzito com lentes de conglomerado e filito
	Parque Estadual Serra do Ouro Branco	Quartzito com lentes de conglomerado e filito
	RPPN Cambotas	Quartzito, quartzito sericítico e finas lentes de conglomerado de formação ferrífera
	RPPN Córrego Seco	Filito multicolorido arenoso e quartzo-

			muscovita xisto intercalado
			Quartzito cinza-claro a pardo-avermelhado-claro
		RPPN Poço Fundo	Quartzito ferruginoso e formação ferrífera
		Serra da Moeda	Quartzito cinza, , com lentes de conglomerado
<b>Cactaceae</b>	<i>Arthrocereus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi	RPPN Córrego Seco	Quartzito-mica-clorita xisto, clorita xisto, biotita-mica xisto feldspático, formação ferrífera local
		RPPN Faria	Quartzito com lentes de conglomerado
		RPPN Poço Fundo	Quartzito ferruginoso e formação ferrífera
		Serra da Moeda	Quartzito cinza, , com lentes de conglomerado
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.	RPPN Capanema	Quartzito sericítico e grit; metaconglomerado polimítico e quartzomica xisto subordinado.
		RPPN Poço Fundo	Quartzito ferruginoso e formação ferrífera
<b>Eriocaulaceae</b>	<i>Paepalanthus amoenus</i> (Bong.) Körn.	Fazenda Cutão	Quartzito sericítico fino e quartzo-sericita xisto, xisto carbonoso subordinado
		Fazenda Maquiné	Plagioclásio-clorita-mica-quartzito xisto, sericita-moscovita-quartzito xisto, quartzo-clorita-mica xisto; xisto carbono e formação ferrífera subordinados
		RPPN Poço Fundo	Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito
		RPPN Capanema	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo

		<p>mica xisto e conglomerado</p> <p>Quartzito sericítico de granulação média a grossa e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.</p>
	RPPN Capivari I	<p>Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado</p> <p>Quartzo-carbonato-mica-clorita xisto, quartzo-mica xisto, filito carbonoso; formação ferrífera subordinada</p>
	RPPN Capivari II	<p>Quartzito sericítico de granulação média a grossa e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.</p>
	RPPN Poço Fundo	<p>Quartzito com lentes de conglomerado</p> <p>Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito</p>
<i>Paepalanthus argillicola</i> Silveira	RPPN Cata Branca	Filito multicolorido arenoso intercalado
	RPPN Trovões	Quartzito cinza, granulação média a muito grossa, com lentes de conglomerado e estratificação cruzada
<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira	RPPN Capanema	<p>Quartzito sericítico e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.</p> <p>Quartzito sericítico a e quartzito conglomerático subordinado</p> <p>Quartzito sericítico e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.</p>

			Sericita xisto e sericita-quartzito xisto fino
		RPPN Capivari I	Metaparaconglomerado polimítico e quartzito
			Quartzito-carbonato-mica-clorita xisto, quartzito-mica xisto, filito carbonoso; formação ferrífera subordinada
		RPPN Capivari II	Metaconglomerado polimítico e quartzito sericítico fino quartzito mica xisto subordinado
			Plagioclásio-clorita-mica-quartzito xisto, sericita-moscovita-quartzito xisto, quartzito-clorita-mica xisto; xisto carbono e formação ferrífera subordinados
			Quartzito sericítico fino e quartzito-sericita xisto carbonoso subordinado
			Quartzito sericítico e grit; metaconglomerado polimítico e quartzito-mica xisto subordinado.
	<i>Paepalanthus moedensis</i> Silveira	Serra da Moeda	Quartzito cinza, , com lentes de conglomerado
<b>Fabaceae</b>	<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.	RPPN Poço Fundo	Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito
	<i>Mimosa pogocephala</i> Benth.	Fazenda Cutão	Quartzito sericítico fino e quartzito-sericita xisto; xisto carbonoso subordinado
		Fazenda Maquiné	Plagioclásio-clorita-mica-quartzito xisto, sericita-moscovita-quartzito xisto, quartzito-clorita-mica xisto; xisto carbono e formação ferrífera subordinados
		Propriedade Capitão do Mato	Filito cor de alumínio, quartzito; quartzito ferruginoso; lentes de dolomito

	RPPN Capivari I	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
		Quartzo-carbonato-mica-clorita xisto, quartzo-mica xisto, filito carbonoso; formação ferrífera subordinada
	RPPN Capivari II	Metaconglomerado polimítico e quartzito sericítico fino com quartzo mica xisto subordinado
		Plagioclásio-clorita-mica-quartzo xisto, sericita-moscovita-quartzo xisto, quartzo-clorita-mica xisto; xisto carbono e formação ferrífera subordinados
		Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzo-sericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo mica xisto e conglomerado
		Quartzito sericítico de granulação média a grossa e grit; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.
	RPPN Cata Branca	Filito multicolorido arenoso intercalado
	RPPN Córrego Seco	Filito multicolorido arenoso e quartzo-muscovita xisto intercalado
		Quartzito cinza-claro a pardo-avermelhado-claro
	RPPN Poço Fundo	Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito

		RPPN Trovões	Quartzito cinza, com lentes de conglomerado
		Serra da Moeda	Quartzito cinza, com lentes de conglomerado
<b>Gesneriaceae</b>	<b><i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler</b>	RPPN Capanema	Quartzito sericítico; metaconglomerado polimítico e quartzomica xisto subordinado.
			Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzosericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzomica xisto e conglomerado
		RPPN Capivari II	Metaconglomerado polimítico e quartzito sericítico fino com quartzomica xisto subordinado
		RPPN Poço Fundo	Quartzito com lentes de conglomerado
Quartzito ferruginoso e formação ferrífera			
<b>Lauraceae</b>	<b><i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm.</b>	RPPN Cata Branca	Quartzomica-clorita xisto, clorita xisto, biotita-muscovita xisto feldspático; formação ferrífera subordinada
		RPPN Poço Fundo	Quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito
<b>Melastomataceae</b>	<b><i>Trembleya rosmarinoides</i> DC.</b>	RPPN Capanema	Quartzito sericítico de granulação média a grossa e grit; metaconglomerado polimítico e quartzomica xisto subordinado.
<b>Orchidaceae</b>	<b><i>Cattleya milleri</i> (Blumensch. ex Pabst) Van den Berg</b>	Propriedade Serra dos Serrinhas	Filito multicolorido arenoso e quartzomuscovita xisto intercalado
<b>Poaceae</b>	<b><i>Paspalum brachytrichum</i> Hack.</b>	RPPN Capivari II	Quartzito cinza, grit e conglomerado, quartzosericita xisto com lentes de filito intercaladas; quartzito filítico, quartzo

			mica xisto e conglomerado
<b>Velloziaceae</b>	<b><i>Barbacenia itabirensis</i> Goethart &amp; Henrard</b>	Capanema	Quartzito sericítico; metaconglomerado polimítico e quartzo-mica xisto subordinado.
		RPPN Capivari II	Quartzito sericítico fino e quartzo-sericita xisto com estratificação cruzada de pequeno a médio porte; xisto carbonoso subordinado

Foram obtidos registros nos trabalhos de campo ratificando a análise de dados obtidos por meio de literatura e em repositórios virtuais. É o caso da *D. laevis*, *M. pogocephala*, *C. quadrangulum*, *D. consimilis*, *D. schwackeana*, *P. brachystrichum*, *P. moedensis*, *S. rupicola*, *V. minarum* que tiveram ocorrência em diferentes formações geológicas com base quartzítica.

Com a ocorrência de muitas espécies endêmicas do Quadrilátero Ferrífero ocorrendo em distintos substratos, elencamos aqui onze espécies que possuem endemismo edáfico para as cangas da região. São elas: *Minaria monocoronata*, *Mikania badiniana*, *Dyckia elata*, *Paepalanthus batatalensis*, *Paepalanthus pallidus*, *Croton serratus*, *Mimosa calodendron*, *Mimosa multiplex*, *Barbacenia cyananthera*, *Barbacenia rubra* e *Barbacenia williamsii*.

O resumo das informações acima está apresentado na tabela 11, abaixo.

**Tabela 11.** Tabela resumo das análises de endemismos.

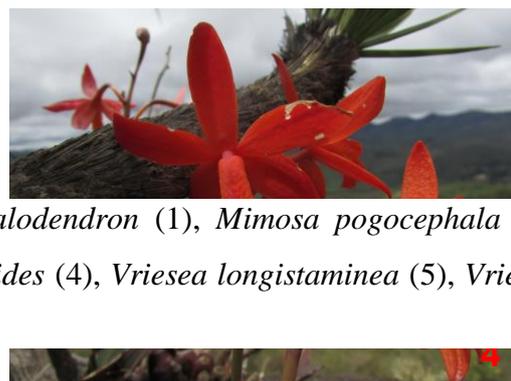
Endêmicas do Brasil de ampla distribuição	<i>Acianthera modestissima</i> (Rchb.f. & Warm.) Pridgeon & M.W.Chase
	<i>Dyckia schwackeana</i> Mez*
	<i>Lippia organoides</i> Kunth
	<i>Phyllanthus leptophyllus</i> Müll.Arg.
	<i>Symphypappus lymansmithii</i> B.L.Rob.
	<i>Xyris villosicarinata</i> Kral & Wand.
Endêmicas de MG	<i>Chamaecrista itabiritoana</i> (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Chamaecrista secunda</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Ditassa laevis</i> Mart.
	<i>Gomesa gracilis</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams

	<i>Hoplocryptanthus ferrarius</i> (Leme & C.C.Paula) Leme, S.Heller & Zizka *
	<i>Microlicia microphylla</i> (Naudin) Cogn.
	<i>Mimosa pogocephala</i> Benth.
	<i>Paepalanthus moedensis</i> Silveira *
	<i>Paspalum brachytrichum</i> Hack.*
	<i>Stachytarpheta confertifolia</i> Moldenke
	<i>Vellozia sellowii</i> Seub.
Endêmicas do QF	<i>Arthrocerus glaziovii</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi
	<i>Barbacenia itabirensis</i> Goethart & Henrard
	<i>Cattleya milleri</i> (Blumensch. Ex Pabst) Van den Berg
	<i>Cinnamomum quadrangulum</i> Kosterm.
	<i>Dyckia consimilis</i> Mez*
	<i>Dyckia densiflora</i> Schult. & Schult.f.
	<i>Jacquemontia linarioides</i> Meisn.
	<i>Paepalanthus amoenus</i> (Bong.) Körn. *
	<i>Paepalanthus argillicola</i> Silveira
	<i>Paepalanthus gomesii</i> Silveira *
	<i>Paepalanthus pallidus</i> Silveira*
	<i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler
	<i>Trembleya rosmarinoides</i> DC.
	<i>Vriesea longistaminea</i> C.C.Paula & Leme
	<i>Vriesea minarum</i> L.B.Sm.*
Endêmicas das Cangas do QF	<i>Barbacenia cyananthera</i> L.B.Sm. & Ayensu
	<i>Barbacenia rubra</i> L.B.Sm.
	<i>Barbacenia williamsii</i> L.B.Sm.
	<i>Croton serratoideus</i> Radcl.-Sm. & Govaerts
	<i>Dyckia elata</i> Mez
	<i>Mikania badiniana</i>
	<i>Mimosa calodendron</i> Mart. ex Benth.*
	<i>Mimosa multiplex</i> Benth.
	<i>Minaria monocoronata</i> (Rapini) T.U.P.Konno & Rapini
	<i>Paepalanthus batatalensis</i> Silveira*
	<i>Paepalanthus pallidus</i> Silveira

Apesar dos registros de coletas em Tiradentes – MG e da descrição de seu voucher indicar coleta sobre arenito, *Paepalanthus pallidus* possui apenas registros antigos sendo necessários estudos mais direcionados. A *Mimosa calodendron* apresentou registro sobre

litotipos mistos, portanto, também são necessários mais estudos direcionados para a ecologia da espécie.

**Figura 64.** De cima para baixo: *Arthrocereus glaziovii* (1), *Hoplocrypanthus ferrarius* (2), *Barbacenia itabirensis* (3), *Cattleya milleri* (4).



**Figura 65.** De cima para baixo: *Mimosa calodendron* (1), *Mimosa pogocephala* (2), *Sinningia rupícola* (3), *Trembleya rosmarinioides* (4), *Vriesea longistaminea* (5), *Vriesea minarum* (6).



Fonte: Acervo Vale S. A.

**Figura 66.** De cima para baixo: *Paspalum brachytrichum* (1), *Paepalanthus amoenus* (2), *Paepalanthus gomesii* (3), *Paepalanthus moedensis* (4).



Fonte: Acervo Vale S. A.

**Figura 67.** De cima para baixo: *Dyckia consimillis* (1), *Dyckia densiflora* (2), *Ditassa laevis* (3), *Jacquemontia linarioides* (4).



### **5.1. Importância do planejamento para estudos de prospecção de espécies endêmicas**

Os resultados obtidos com a utilização da técnica de modelagem de nicho potencial de espécies, indicaram áreas fora do complexo das cangas como potenciais para ocorrência de algumas espécies consideradas endêmicas para o Quadrilátero Ferrífero. Em seguida, os trabalhos de campo ratificaram a indicação de alguns desses modelos. O planejamento de campo foi baseado nas datas de registros de coleta dos espécimes (com flores e frutos), informações fundamentais para encontro das plantas em estado fértil. A grande maioria das coletas foram resultado dos locais indicados pela modelagem e foram realizadas com os espécimes férteis.

Muitos dados dos herbários virtuais precisam de tratamento e averiguação quanto às coordenadas e identificação. Um caso que merece ser citado é o da *Jacquemontia linarioides* (endêmica MG), que por ter uma nomenclatura similar ao de outra espécie (*J. linioides* – que ocorre na região Nordeste) muitas vezes é registrada de forma equivocada.

Esses registros são muito importantes e confirmaram a lacuna de conhecimento que ainda existe quando se trata de espécies endêmicas e raras. A título de exemplo, *Barbacenia itabirensis* possuía apenas 3 registros nos herbários virtuais, sendo que um deles era o isótipo (P00104869). Com os estudos de florística, foram mapeadas mais três populações, todas em áreas de preservação e sobre litotipo não-ferruginoso.

### **5.2. Estudos generalizados podem mascarar dados de diversidade local**

Ficou evidenciada a grande concentração de levantamentos florísticos e diagnósticos nas áreas privadas e de interesse de exploração no Quadrilátero Ferrífero. Ao se georreferenciar as coletas, observa-se grandes áreas sem informações, muitas vezes áreas de alto grau de conservação, porém com acesso difícil e restrito, por serem propriedades privadas. Um fator que corrobora isto pode ser observado no decorrer deste trabalho, quando foram coletadas amostras de oito (8) espécies potencialmente novas para a ciência, evidenciando que as áreas ainda precisam de grande esforço de coletas e pesquisas.

Outro ponto que deve ser ressaltado é que muitas vezes a dificuldade em se identificar corretamente algumas espécies tidas como raras pode levar a um aumento substancial no problema de lacunas de informações. No início deste trabalho foi necessário contatar diversos especialistas devido a dificuldade em se identificar corretamente o material coletado. A identificação correta, bem como bem o depósito em coleções de referência se mostra essencial para uma análise mais detalhada da distribuição e ecologia dessas espécies.

Ferreira & Boldrini (2011) também listaram estas dificuldades quando apontaram como obstáculos para definir espécies endêmicas a falta de dados taxonômicos e distribuição, esforços de amostragem escassos, distribuições associadas a delimitações políticas e não ecológicas além da extensão geográfica ser frequentemente subestimada.

As espécies tidas como endêmicas de Canga, analisadas neste estudo, não apresentaram ligação estreita com a característica do substrato, não foram observadas alterações nas populações em razão da ocorrência em diferentes tipos litológicos, mas do grau de conservação da área.

Além dos registros obtidos neste estudo, em outro estudo realizado anteriormente, também foram levantadas algumas dessas espécies nas proximidades das áreas analisadas, evidenciando mais uma vez a necessidade de se diminuir as lacunas de conhecimento em áreas protegidas do estado.

### **5.3. Espécies potencialmente endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero possuem distribuição ampliada e podem ocorrer em outros tipos de substratos**

A confirmação do endemismo na área do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais, tomando como base as listas de endêmicas elaboradas por Jacobi & Carmo (2012) e Borsali (2012), teve como primeira etapa, a análise dos dados obtidos nos bancos de dados disponíveis, comparando dados de literatura e o depósito desses espécimes em herbários. Assim, da primeira lista obtida, verificamos que algumas espécies fugiam ao conceito de endêmicas das cangas do Quadrilátero Ferrífero. As campanhas realizadas no âmbito da busca dessas espécies endêmicas também resultaram na redução dessa listagem inicial e alguns casos podem ser mencionados, como por exemplo, o *Arthrocerus glaziovii* que possuía registros exclusivos para campo rupestre ferruginoso, em sua maioria na região da Serra da Piedade e Pico do Itabirito. Com os trabalhos de campo sua distribuição foi ampliada para quatro outras unidades de conservação todas sobre litotipo quartzítico.

Outro exemplo desse tipo de situação ocorreu com *Hoplocryptanthus ferrarius*. A espécie também possuía poucos registros no QF, além de um registro na região de Conceição de Mato Dentro, porém todos em tipo litológico ferruginoso. Com os levantamentos de campo deste trabalho, a espécie foi registrada em três unidades de conservação sobre litotipo de base quartzítica. Também foi o caso de *Dyckia densiflora*, cujos registros eram basicamente restritos à Serra de Capanema e Parque da Serra do Rola Moça. A espécie foi mapeada em outros quatro locais, sobre diferentes formações a base de quartzito.

Ainda as espécies *Jacquemontia linarioides* e *Trembleya rosmarinoides*, que de acordo com os dados disponíveis em bancos de dados on-line, possuíam registros apenas para os campos ferruginosos do QF, também tiveram sua distribuição ampliada para litotipos de base quartzítica, com registros populacionais em duas RPPN.

Em trabalho realizado recentemente na Serra de Carajás, Giulietti *et al.* (2019) partiram de uma lista inicial de 58 espécies potencialmente endêmicas da Serra de Carajás, no Pará e após expedições de campo guiadas por modelagem, verificaram que 38 espécies poderiam ser consideradas endêmicas efetivamente, sendo que dessas, sete (7) foram classificadas como endêmicas altamente restritas (EEO <100km<sup>2</sup>).

Também nos estudos de Mota *et al.* (2018), os autores verificaram, após estudos detalhados na região de Carajás (Pará), que muitas espécies inicialmente consideradas endêmicas da região possuíam uma distribuição maior do que a imaginada, apontando mais uma vez para a necessidade de ampliar esforços de levantamento de campo, identificação correta e depósito de material em coleções de referência.

Há que se considerar além do tipo litológico, demais características e especificidades das áreas em estudo. Andrade (2013) estudando afloramentos rochosos no Complexo Serra da Bocaina, atribuiu essas particularidades ao isolamento das áreas, grau de conservação, tipo de solo e inclinação do terreno. Também, Conceição & Pirani (2007) abordaram o tema de composição florística, de campos rupestres, referindo que a proximidade de áreas pode favorecer a dispersão de espécies, resultando em estrutura de vegetação semelhantes.

Em estudos de equivalência ecológica realizados na Fazenda Córrego das Almas (Bioma, 2017), os autores demonstraram através de dendrograma que os índices de similaridade das áreas de litotipo semelhantes foram menores entre si do que entre áreas de litotipos distintos, porém mais próximos. A análise foi realizada especificamente para este estudo, utilizando um banco de dados composto por 527 espécies plenamente identificadas.

#### **5.4. Espécies apontadas possivelmente como extintas ou conhecidas somente pelo material-tipo são reencontradas na natureza**

*Cattleya milleri*, cuja ocorrência Jacobi & Carmo (2012) afirmam estar possivelmente extinta na natureza, foi encontrada (BHCB190763) na Propriedade Serra das Serrinhas, em Congonhas-MG sobre campo rupestre quartzítico. Antes, em 2013, havia também sido encontrada na Serra da Moeda (BHCB011072). Apesar de possuir populações pontuais, não

se pode afirmar que seja uma espécie restrita à canga, considerando o local de registro encontra-se sobre filito e quartzo muscovita.

*Barbacenia itabirensis* que inicialmente possuía apenas um único registro nos bancos de dados consultados teve populações registradas em outros três locais, sobre quartzito sericítico.

*Paepalanthus argillicola* possuía poucos registros, restritos à Serra da Moeda e da Mutuca, o último datado de 1945. Carmo *et al.* (2018) mencionam que a espécie é conhecida somente pelo material-tipo e classificam a espécie como provavelmente extinta da natureza. A espécie foi mapeada em dois novos pontos sobre quartzito cinza e filito arenoso.

*Vrisea longistaminea*, de acordo com Carmo *et. al* (2018) era conhecida apenas na localidade do tipo. Foram registradas populações da espécie sobre quartzito cinza em duas das RPPN estudadas.

Também é o caso de *Paepalanthus gomesii* e *P. amoenus* que ocorreram em diferentes tipos litológicos, com populações amostradas sobre litotipo quartzítico. As espécies *P. gomesii* e *P. moedensis* que eram classificadas como provavelmente extintas da natureza (Carmo *et. al*, 2018), tiveram sua distribuição ampliada.

### **5.5. Espécies restritas às cangas do QF (substrato ferruginoso)**

A listagem final das espécies endêmicas de canga no QF reuniu onze espécies (*Minaria monocoronata*, *Mikania badiniana*, *Dyckia elata*, *Paepalanthus batatalensis*, *Paepalanthus pallidus*, *Croton serratus*, *Mimosa calodendron*, *Mimosa multiplex*, *Barbacenia cyananthera*, *Barbacenia rubra* e *Barbacenia williamsii*). Esta relação de espécies evidencia que muitas plantas da região podem apresentar flexibilidade em ocupação de substratos e, por conseguinte, de ambientes. Por outro lado, este grupo de espécies que ocupam substrato restrito, carecem atenção especial para melhor entendimento de fatores possivelmente limitantes da sua ecologia, para que sua preservação seja efetivada com sucesso em planos de manejo futuros.

As espécies não registradas pelo trabalho de campo e com poucos registros nas bases de dados consultadas, como por exemplo, *Minaria monocoronata*, *Paepalanthus batatalensis*, *Croton serratoideus* e *Mikania badiniana*, devem ter esforços direcionados para prospecção de novas populações a fim de serem encaminhadas para programas de conservação específicos.

*Mimosa calodendron*, deve ser direcionada para estudos e análises mais específicas, haja vista que todos os registros apontam para ocorrência restrita aos campos ferruginosos e que a população amostrada nos levantamentos deste trabalho, foi registrada sobre quartzito e filito, com lentes de formação ferrífera e dolomito, não sendo possível, portanto afirmar a ocorrência da espécie fora de tipo litológico ferruginoso.

## 5.6. Conservação

Conforme colocado, em trabalho recente sobre mapeamento de fitofisionomias do Quadrilátero Ferrífero (ISA, no prelo), foram identificados 540 mil hectares de áreas preservadas, representando 70% do QF (780 mil hectares). Nesta análise verificou-se ainda que 83% das áreas acima de 1000 m (altitude) representam áreas preservadas, coincidindo justamente com as áreas de ocorrência da vegetação rupestre. Ainda neste trabalho, o coeficiente *kappa* obtido foi de 0,91, índice que traduz a confiabilidade e precisão da classificação utilizada, sendo que, índices maiores que 0,75 representam excelente concordância (Perroca & Gaidzinski, 2003). Estes dados mostram que ainda há um quantitativo alto a ser explorado visando a análise mais aprofundada do status de conservação, bem como garantir a continuidade de levantamentos de dados necessários para o conhecimento da ecologia destas espécies

Importante ressaltar que o fato de que algumas espécies não foram classificadas como endêmicas das cangas do Quadrilátero, não significa necessariamente que as espécies não sejam raras, como evidenciado no caso das pequenas populações registradas de *Cattleya milleri*. Isso pode abrir novas frentes de pesquisa quanto às possibilidades de reintrodução dessas espécies em substratos não ferruginosos, como é o caso de áreas a serem reabilitadas na mineração.

São poucos os estudos conduzidos em Unidades de Conservação, principalmente na categoria de proteção integral. O conhecimento da distribuição espacial das espécies pode ser influenciado diretamente pela quantidade de coletas que ocorrem em determinadas áreas, isto é, o esforço amostral das coletas, como foi demonstrado em trabalhos como os de Azevedo & Berg (2007), Rapini *et al.* (2002) e Oliveira (2017).

A identificação precisa das espécies que apresentam endemismo edáfico direcionam esforços de buscas, visando principalmente coleta de propágulos e preservação *in situ*.

Assim, é essencial que se continue e intensifiquem os estudos florísticos nestas áreas, a fim de se determinar os reais endemismos desta flora, ainda comprovadamente deficiente

de dados, para então propor medidas de conservação mais efetivas e melhor direcionamento das pesquisas de ecologia de espécies.

## **6. Considerações Finais**

A presente pesquisa aumenta o conhecimento sobre a distribuição de espécies consideradas especiais ou frágeis, em virtude de sua restrita área de ocorrência. Divulga e mapeia possíveis matrizes onde se poderá obter propágulos de espécies críticas para fins de conservação, bem como indicação de possíveis áreas para reintrodução dessas espécies. Ampliando o conhecimento sobre a ecologia destas espécies será possível a realização de novos estudos sobre a reintrodução em substratos diversos.

O conhecimento sobre a distribuição dessas espécies, principalmente em áreas protegidas legalmente de forma integral, aumenta as chances de preservação, além de fornecer informações importantes para análises do seu comportamento ecológico. Soma-se o conhecimento sobre a distribuição e sobrevivência em diferentes tipos de substrato o que poderá ser utilizado em pesquisas voltadas para desenvolvimento de protocolos de reprodução.

Nesse cenário, a divulgação de listas de espécies de interesse para a conservação, assim como estudos mais detalhados sobre a população dessas espécies (WANG et al., 2007) se tornam ferramentas úteis para esse propósito. Este conhecimento será essencial para o estudo de desenvolvimento de protocolos de propagação e de substratos adequados para a reintrodução destas espécies nas áreas alteradas pela mineração.

## REFERÊNCIAS

- ABM Brasil. **Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. As primeiras usinas para trabalhar ferro e aço.** Site. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/quem-somos/historico/>. Acesso em 23 de março de 2019.
- ANDRADE, E. A. **Composição florística e estrutura da vegetação de campo rupestre sobre quartzito no Complexo Serra da Bocaina-MG.** Lavras: UFLA, 2013. 91 p.
- ANTONOVICS, J.; BRADSHAW, A. D.; TURNER, R. G. Heavy metal tolerance in plants. **Advances in Ecological Research**, v.7, p.1-85, 1971.
- ANTONOVICS, Janis. Metal tolerance in plants: perfecting an evolutionary paradigm. **Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment**. p. 169-186. 1975.
- AZEVEDO, C. O.; VAN DEN BERG, C. The Orchidaceae of Parque Municipal de Mucugê, Bahia, Brazil. **Hoehnea**, v. 34, n. 1, p. 01-47, 2007.
- BACHMAN, S.; MOAT, J.; HILL, A. W.; de la TORRE J.; SCOTT, B. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. In: Smith, V.; Penev, L. (Eds.) e-Infrastructures for data publishing in biodiversity science. **ZooKeys** 150, p. 117–126. (Version BETA), 2011.
- BARBOSA, W. A. **Dicionário histórico e geográfico de Minas Gerais**. 2. ed. Belo Horizonte: Itatiaia, 1995, p.350-351.
- BDGIS - Vale. **Banco de Dados de Arquivos de Informação Geográfica (SIG)**, 2020 (Base de Dados Inédita).
- BENITES, V. M., CAIAFA, A. N., MENDONÇA, E. S., SCHAEFER, C. E., KER, J. C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da mantiqueira e do espinhaço. **Floresta e Ambiente**, v. 10, n.1, p. 76–85. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100025>. 2003.
- BIODIVERSITAS. Disponível em [www.biodiversitas.org.br/atlas/sintese.asp](http://www.biodiversitas.org.br/atlas/sintese.asp), acesso em 13/01/2020.
- BIOMA Meio Ambiente. **Sobre a Flora das Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Vale: Guia de espécies ameaçadas, raras e endêmicas registradas**. Nova Lima (MG): VALE, 2016.
- BIOMA Meio Ambiente. **Guia de Plantas: Flores no Campo Rupestre**. Nova Lima (MG): VALE, 2018.
- BIOMA MEIO AMBIENTE. **Caracterização Da Cobertura Vegetal E Estudo De Similaridade Visando Compensação Por Intervenção Em Floresta Estacional Semidecidual Em Estágio Médio E Campo Rupestre Em Estágio Médio/Avançado Em Área De Domínio Da Mata Atlântica**. Relatório Técnico. 2017.

BORSALI, E. F. **A flora vascular endêmica do quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil: Levantamento das espécies e padrões de distribuição geográfica**. Dissertação de mestrado. UFMG. 2012.

BRAZIL FLORA GROUP. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n.4, p. 1085–1113, 2015.

CARMO, F.F.; da MOTA R.; KAMINO L.; JACOBI C.M. Check-list of vascular plant communities on ironstone ranges of south-eastern Brazil: dataset for conservation. **Biodiversity Data Journal** 6: e27032. 2018.

CARMO, F. F.; JACOBI, C.M. Plantas vasculares sobre cangas. In: Jacobi, C.M.; CARMO, F.F. **Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Editora IDM, p. 31-42. 2012.

CARVALHO FILHO, A. de. **Solos e ambientes do Quadrilátero Ferrífero (MG) e aptidão silvicultural dos Tabuleiros Costeiros**. Lavras: UFLA, 2008. 245 p.

CHAMAECRISTA in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB28067>>. Acesso em: 05 fev. 2020

CHAVES, M. L. de Sá C.; KARFUNKEL, J.; TUPINAMBA, M. Estruturação "em rosário" dos depósitos de quartzo hidrotermal do Morro do Juá (Gouveia, MG). **Rem: Rev. Esc. Minas**, v. 56, n. 1, p. 15-20. 2003.

CNCFlora. Chamaecrista itabiritoana in **Lista Vermelha da flora brasileira** versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Chamaecrista itabiritoana](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Chamaecrista_itabiritoana)>. Acesso em 4 fevereiro 2020.

CNCFlora. **Lista Vermelha da flora brasileira** versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/>>. Acesso em 20 janeiro 2020.

CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: Substrato, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 23, p. 85-111. 2005.

CONCEIÇÃO, A. A., RAPINI, A., PIRANI, J. R., GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., SILVA, T. R. S., SANTOS, A. K. A., COSME, C., ANDRADE, I. M., Costa, J. A. S., SOUZA, L. R. S., ANDRADE, M. J. G., FUNCH, R. R., FREITAS, T. A., FREITAS, A. M. M., OLIVEIRA, A. A. Campos Rupestres. In: F. A. Juncá, L. Funch; W. Rocha (org.). **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. p. 153-180. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2005.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, n. 1, p. 37-48, 2002.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 193-206, 2007.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; CODEMIG. **Mapa geológico do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2014.**

DALAPICOLLA, J. **Tutorial de modelos de distribuição de espécies: guia prático usando o MaxEnt e o ArcGIS 10.** Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: <http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais> 2016

DAVIS, E. G.; PINTO, E. J. A.; BEATO, D.A.C. Uso e Disponibilidade dos Recursos Hídricos. In: **Projeto APA Sul RMBH Estudos do Meio Físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, v.10. 2005b**

DAVIS, E. G.; PINTO, E. J. A.; PINTO, M. C. F. Hidrologia. In: **Projeto APA Sul RMBH Estudos do Meio Físico: área de proteção ambiental da região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, v.9. 2005a.**

DE ALMEIDA, G. S. S.; DE CARVALHO-OKANO, R. M. Three new species of Eupatorieae (Compositae) from Brazil. **Kew Bulletin**, v. 65, n. 2, p. 255-261, 2010.

DE CARVALHO FILHO, A.; CURI, N.; SHINZATO, E. Relações solo-paisagem no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 903-916, 2011.

DE SIQUEIRA, M. F. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, 2009.

DORR, J. V. N. Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. **Economic Geology**, v. 59, n. 7, 1203-1240. 1964.

DORR, J. V. N. **Physiographic, stratigraphic, and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil** (No. 641-A, p. A1-A110). US Government Printing Office. 1969.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y.(Org). **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação.** 2.ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222p.

ELLSWORTH P., KILLIP E.P., CUATRECASAS, J., SMITH, L. B., EWAN, J. Bulletin of the United States National Museum: **Contributions from the United States National Herbarium, systematic plant studies** 35. Smithsonian Institution. Washington, D.C., 1968.

FERREIRA, P. M. A., & BOLDRINI, I. Potential Reflection of Distinct Ecological Units in Plant Endemism Categories. **Conservation Biology**, v. 25, p. 672-679. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01675.x> 2011.

**FLORA DO BRASIL 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G.; MONTEIRO, R. F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B.; LOUZADA, R. B. & VERSIEUX, L. 2015. Bromeliaceae. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25329> Acesso em: 10 dez. 2019.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. *et al.* *Vriesea longistaminea* in Bromeliaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB006499>, acesso em 10 dez 2019.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão da lista da flora brasileira ameaçada de extinção**. Belo Horizonte, MG: FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 2005.

GASTAUER, M.; MESSIAS, M. C.; MEIRA-NETO, J. Floristic Composition, Species Richness and Diversity of Campo Rupestre Vegetation from the Itacolomi State Park, Minas Gerais, Brazil. **Environment and Natural Resources Research**, 2012.

GIULIETTI, A. M., GIANNINI, T. C., MOTA, N. F. O., WATANABE, M. T. C., VIANA, P. L., PASTORE, M.; ZAPPI, D. C. Edaphic Endemism in the Amazon: Vascular Plants of the canga of Carajás, Brazil. **The Botanical Review**, v.85, n. 4, p. 357–383. <https://doi.org/10.1007/s12229-019-09214-x>. 2019.

GIULIETTI, A. M., PIRANI J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço Range Region, Eastern Brazil. In: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos; A. C. Hamilton (eds.). **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**, v. 3. pp. 397-404. Information Press, Oxford, Reino Unido. 1997.

GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., WANDERLEY, M. G. L., PIRANI, J. R. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da cadeia do espinhaço In: Cavalcanti, T. B.; Walter, B. M. T. **Tópicos atuais em botânica. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Sociedade Botânica do Brasil, Brasília. p. 311-318, 2000.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, n.1, p 1-151.1987.

GONTIJO, Bernardo Machado. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 7-14, 2008.

GRANT, S.; NIEZGODA, C. **Field Museum of Natural History (Botany) Seed Plant Collection**. Version 11.10. Field Museum. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/nxnqzf> accessed via GBIF.org on 2020-03-10. <https://www.gbif.org/occurrence/1228235832>.

GUARÇONI, E. A. E.; PAULA, C. C.; COSTA, A. F. Bromeliaceae do Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, Minas Gerais. **Rodriguésia**, v. 61, n. 3, p. 467-490, 2010.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. Site. **ICMBIO.gov.br**, acessado em 07/10/2019.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Cabral**, 2013.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. Site. **<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>**, acesso em julho de 2019.

INSTITUTO PRÍSTINO: ATLAS DIGITAL GEOAMBIENTAL. **Sistema WebGis de livre acesso ao banco de dados ambiental**. Disponível em: <<https://institutopristino.org.br/atlas/>>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2019.

ISA - Instituto Socioambiental De Viçosa. **Relatório do Mapeamento das Fitofisionomias das Áreas Preservadas do Quadrilátero Ferrífero**. 71p, 2019.

IRWIN, H. S. e BARNEBY, R. C. The American Cassiinae: A synoptical revision of Leguminosae tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. **Mem. New York Bot. Gard.** v. 35, p. 1–918, 1982.

JACOBI, C. M., CARMO, F. F., VINCENT, R. C., STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 7, p. 2185-2200, 2007.

JACOBI, C. M. Afloramentos ferruginosos: Um ecossistema diverso e ameaçado. In: **I Simpósio afloramentos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero: Biodiversidade, conservação e perspectivas de sustentabilidade**. Belo Horizonte. Anais. p. 2-14. 2008.

JACOBI, C. M., CARMO, F. F. **Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero**. Belo Horizonte: Editora IDM. 240p. 2012

JACOBI, C.M.; CARMO, F.F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 25-33, 2008.

JØRGENSEN, P. M., NEE, M. H., BECK, S. G. **Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia**, 2014.

KAZAKOU E.; DIMITRAKOPOULOS P. G.; BAKER A. J. M.; REEVES R. D.; TROUMBIS A. Y. Hypotheses, mechanisms and trade-offs of tolerance and adaptation to serpentine soils: from species to ecosystem level. **Biological Review**, v. 83, p. 495–508. 2008.

KILLEEN, T. J., SCHULENBERG, T. S. **A biological assessment of Parque Nacional Noel Kempff Mercado**, Bolivia, 1998.

KRAL, R. D. WANDERLEY, M. das G. L. Published In: **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 75, p. 370–371, 1988.

LE STRADIC, S.; BUISSON, E.; FERNANDES, G. W. Vegetation composition and structure of some Neotropical mountain grasslands in Brazil. **Journal of Mountain Science**, v. 12, n. 4, p. 864-877, 2015.

LOBATO, L. M., BALTAZAR, O. F., REIS, L. B., ACHTSCHIN, A. B., BAARS, F. J., TIMBÓ, M. A., FERREIRA, D. V. **Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero-integração e correção cartográfica em SIG com nota explicativa**. Belo Horizonte: CODEMIG, 1., 2005.

MACHADO, M. M. M. **Construindo a imagem geológica do Quadrilátero Ferrífero: conceitos e representações**. 256 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100p. 2013.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZÁLEZ, M. Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: Lista de Espécies, Distribuição e Conservação. **Rodriguésia**, v. 59, n. 1, 2008.

MARTIUS, C. F. P. von, **Flora Brasiliensis**, 1870 <disponível em <http://florabrasiliensis.cria.org.br/project>>

MELLO-SILVA, R. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Velloziaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 27, n. 1, p. 109-118. 2009.

MENEGUZZO, T.E.C. Gomesa In: **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB121985>>. Acesso em: 06 mar. 2020.

MESSIAS, M.C.T.B., LEITE M.G.P., MEIRA-NETO J.A.A., KOZOVITS A.R., TAVARES R. Soil-vegetation relationship in quartzitic and ferruginous Brazilian Rocky Outcrops. **Folia Geobotanica**, v. 48, p. 509–521. 2013.

MESSIAS, M. C. T. B., LEITE, M. G. P., MEIRA-NETO, J. A. A.; KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 230-242. 2012.

MIMOSA In: **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB31206>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMANN, M.; PILGRIM, J., BROOKS, J., MIITERMEIER, C. G., LAMOURUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Cemex. Washington, DC. 2004.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2014. **Lista nacional oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção**. Portaria n° 443, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria\\_mma\\_443\\_2014.pdf](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/static/pdf/portaria_mma_443_2014.pdf) Acesso em: 30 mar. 2020.

MOLDENKE, H. N., MOLDENKE, A. L. A sixth summary of the Verbenaceae, Avicenniaceae, Stilbaceae, Chloanthaceae, Symphoremaceae, Nyctanthaceae, and Eriocaulaceae of the world as to valid taxa, geographic distribution and synonymy p: 1-636, 1980.

MOTA, N. D. O., WATANABE, M. T. C., ZAPPI, D. C., HIURA, A. L., PALLOS, J., VIVEIROS, R.; VIANA, P. L. Amazon canga: the unique vegetation of Carajás revealed by the list of seed plants. **Rodriguésia**, v. 69, n. 3, p.1435-88. 2018.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. R. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v.58, n. 4, p. 775-785, 2007.

NERY, F. H. Variabilidade pluviométrica na região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: análise da média anual de precipitação do período de 1991-2002. **Belo Horizonte: Cadernos do Leste**, v.16, 2016.

NETO, R. M. **Complexos Rupestres de Altitude em Quartzito na Serra de Carrancas e suas Relações com a Química do Solo**. 2009.

O'LEARY, N. Species delimitation in *Lippia* section *Goniostachyum* (Verbenaceae) using the phylogenetic species concept. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 170, n. 2, p. 197-219, 2012.

ORCHIDACEAE in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB11033>>. Acesso em: 05 mar. 2020

PASPALUM in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB13440>>. Acesso em: 06 mar. 2020

PEREIRA, E. O.; GONTIJO, Be. M.; DE CAMPOS ABREU, L. G. Á. As ecorregiões da reserva da biosfera da serra do espinhaço: elementos para o fortalecimento da conservação da biodiversidade. *Caderno de Geografia*, v. 25, n. 43, p. 18-33, 2015.

PERROCA, M.G., GAIDZINSKI, R.R., Avaliando a confiabilidade interavaliadores de um instrumento para classificação de pacientes - coeficiente Kappa. **Rev Esc Enferm USP**, v. 37, n. 1. P. 72-80. 2003.

PHILLIPS, S. J., DUDÍK, M., SCHAPIRE, R. E. **Maxent software for modeling species niches and distributions** (Version 3.4.1). Available from url: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/). Accessed on 2020-7-16.

PHYLLANTHUS. in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB38533>>. Acesso em: 06 mar. 2020

PIRANI, J.R., MELLO-SILVA, R. & GIULIETTI, A.M. Flora de Grão- Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v 21, p. 1-24. 2003.

RAPINI, A. *Oxypetalum rusticum* (Apocynaceae, Asclepiadoideae), a new species from the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Novon**, p. 385-387, 2002.

RAPINI, A. Revisitando as Asclepiadoideae (Apocynaceae) da Cadeia do Espinhaço. **Boletim de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 97-123, 2010.

RAPINI, ALESSANDRO et al. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 16-24, 2008.

RENGER, F., NOCE, C., ROMANO, A, MACHADO, N. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, 2. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v2i1.227>. 2013.

REZENDE, L. A. L. de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, **Reabilitação de campos ferruginosos degradados pela atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero**. 2010

SALIMENA, F. R. G., MATOZINHOS, C. N., ABREU, N. L. de, RIBEIRO, J. H. C., SOUZA, F. S. de; MENINI NETO, L. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 2, p. 311–320. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000200008>, 2013.

SANTOS, F. R. dos. A colonização da terra do Tucujús. In: **História do Amapá**, 1o grau. 2. ed. Macapá: Valcan, 1994. cap. 3.

SANTOS, L.M. **Restauração de campos ferruginosos mediante a resgate de flora e uso de topsoil no quadrilátero ferrífero**, Minas Gerais. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. UFMG/ICB, Minas Gerais. 2010, 182p.

SILVEIRA, A. A. **Floralia Montium**. Belo Horizonte, Imp. Off. v. 1. 1928

SILVEIRA, A. A. da., **Flora e Serras Mineiras**. Belo Horizonte, 1908.

SMITH, L.B., AYENSU, E.S. A Revision of American Velloziaceae. **Smithsonian contributions to botany** 30. Smithsonian Institution Press. Washington, 1976

STACHYTARPHETA in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB33229>>. Acesso em: 11 mar. 2020

**THE PLANT LIST**. Versao 1.1. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>, acesso em 22/11/2019).

TROVÓ, M.; ECHTERNACHT, L.; SANO P. T. Distribution and conservation of *Paepalanthus* Mart. sect. *Diphyomene* Ruhland (Eriocaulaceae) in Neotropical savannas. **Adansonia**, sér. 3, v. 35, n. 2, p. 195-206. 2013. <http://dx.doi.org/10.5252/a2013n2a2>

VELLOZIACEAE in **Flora do Brasil 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB32997>>. Acesso em: 06 Mar. 2020

VERSIEUX, L. M. Brazilian plants urgently needing conservation: the case of *Vriesea minarum* (Bromeliaceae) **Phytotaxa**, v. 28, p. 35–49, sep. 2011.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 157-177, 2007.

VITTA, F. A. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In: E.L. Araújo, A.N. Moura, E.V.S.B. Sampaio, L.M.S. Gestinári & J.M.T. Carneiro (eds). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. p. 90-94. Imprensa Universitária, Recife. 2002.

WANDERLEY, M. G. L.; MOTA, N. F. O.; SILVA, G. O.; GUEDES, J. S.; LOZANO, E. D. 2015. Xyridaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB26182>>.

WANG, Z. X.; LIU, C.; HUETE, A. From AVHRRNDVI to MODIS-EVI: Advances in vegetation index research. **Acta Ecologica Sinica**, v.23, n.5, p.979-988, 2003.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology and Evolution**, v.17, n.8, p. 379-385, 2002.

WCSP **World Checklist of Selected Plant Families**. Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <http://wmsp.science.kew.org/>, acesso em 15/11/2019.

ZAPPI D. C.; MORO M. F.; MEAGHER T. R.; LUGHADHA E. N. Plant biodiversity drivers in Brazilian campos rupestres: insights from phylogenetic structure. **Frontiers in Plant Science**, n. 8, p. 2141. 2017.

ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Cactaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21, n. 1, p. 147-154. 2003.

ZAPPI, D. C.; LUCAS, E.; STANNARD, B. L.; LUGHADHA, E. N.; PIRANI, *et al.* Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica. Universidade de São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 345-398. 2003.

