

OTÁVIO BATISTA DE CASTRO RIBEIRO

***DYCKIA* (BROMELIACEAE): ESPÉCIES DO GÊNERO E ENDEMISMOS NOS
CAMPOS FERRUGINOSOS NO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Carlos Ernesto G. R. Schaefer

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

R484d
2022

Ribeiro, Otávio Batista de Castro, 1978-

Dyckia (Bromeliaceae): espécies do gênero e endemismos
nos campos ferruginosos no Brasil / Otávio Batista de Castro
Ribeiro. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (227 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Solos, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.129>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. *Dyckia* - Classificação. 2. *Dyckia* - Morfologia.
3. Bromeliaceae. I. Schaefer, Carlos Ernesto Gonçalves
Reynaud, 1965-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Solos. Programa de Pós-Graduação em
Botânica. III. Título.

CDD 22. ed. 584.85

OTÁVIO BATISTA DE CASTRO RIBEIRO

***DYCKIA* (BROMELIACEAE): ESPÉCIES DO GÊNERO E ENDEMISMOS NOS
CAMPOS FERRUGINOSOS NO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: em 19 de dezembro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 OTAVIO BATISTA DE CASTRO RIBEIRO
Data: 20/03/2023 14:13:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Otávio Batista de Castro Ribeiro
Autor

Documento assinado digitalmente
 CARLOS ERNESTO GONCALVES REYNAUD S
Data: 24/03/2023 16:28:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer
Orientador

AGRADECIMENTOS

À minha doce, linda e amada esposa Helena por ser a minha base em todos os aspectos, e por me apoiar em cada instante da vida, não só neste trabalho, desde os dias fora em campo até o momento da apresentação, mas em todos que virão após este.

À minha Mãe Denise, minha irmã Débora que sempre confiaram na minha capacidade. Aos sobrinhos Isadora e José Antônio, minha filha Izabela, cunhado João Victor. À família que minha esposa me deu: meus sogros Marco Aurélio e Joana Darc, e cunhados Rachel e Paulo e o prodígio Bento por todo apoio.

Ao professor do Departamento de Engenharia de Agrimensura da UFV, Dr. Daniel Duarte por todo o apoio logístico, intelectual e de entretenimento! Um nobre homem o qual me orgulho muito de chama-lo de “Zói”, mas principalmente de amigo.

Ao prof. Manoel Salermo e os amigos do Retiro dos Dinos, pelo apoio e entretenimento. Não é fácil ser um Dinossauro no séc. XXI.

Ao Prof. Cláudio Coelho de Paula, que não tem apelido, mas é graças a ele que eu conheci o maravilhoso mundo da Botânica de Bromélias, e principalmente a importância delas nos campos rupestres. Além é claro, ser um amigo para a vida toda.

Ao prof. Carlos Ernesto Schaefer que um dia literalmente desceu de helicóptero no meu quintal, e me convidou a aprofundar meus conhecimentos práticos. Obrigado por me apresentar a Pedogeomorfologia, que transformou um taxonomista em naturalista.

Aos irmãos que o Prof Carlos me deu: Patanjaly, Wendelo, Prímula. Sem o apoio e ajuda de vocês não sairia nada disso aqui! Temos um futuro pela frente!

Ao prof. Elídio Guraçoni da Universidade Federal do Maranhão, que desde os primórdios de nossas respectivas formações aprendemos juntos, publicamos e continuaremos aprendendo e desvendando os mistérios das Dyckia do Brasil.

Aos amigos taxonomistas Botânico Rubens Mota e Cristiano Vidal, por confiarem em mim a responsabilidade de suas coletas da família Bromeliaceae.

Aos amigos virtuais, porém muito próximos, que conheci através das mídias sociais: Det Web, Dyckia Botânica e Help Flora. Estas mídias são um fantástico instrumento de cooperação científica gratuita, que efetivamente contribui para

reduzir os equívocos taxonômicos, revela novas fronteiras biogeográficas além do intercâmbio de informações e estabelecimento de novos táxons.

Ao Dário Orlandini que viu em mim “O cara dos campos rupestres”, confiou em meu talento e me ingressou no setor minerário.

À Lume Estratégia Ambiental, por me abrirem as portas dos campos ferruginosos profissionalmente.

A todos que atuaram e atuam da Agroflor Engenharia e Meio Ambiente por todos estes anos de amizade e confiança no meu trabalho e identificações. Estaremos sempre juntos, pelos campos rupestres do Brasil!

A todos os gestores de meio ambiente das mineradoras que trabalhei. Obrigado pela compreensão e a experiência adquirida. Sou convicto que todos dão o seu melhor para o desenvolvimento do setor seguindo a lei.

À MR Mineração por confiar no meu trabalho por todos estes anos.

Em especial Angloamerican e os amigos que ela me deu. Sempre confiaram no meu trabalho e nas informações que ele gera. Podem contar comigo sempre.

Finalmente, mas não por último: ao Desembargador Dr. Elton Martinez Carvalho Leme, para mim “O Homem Bromélia”, por continuar me ensinando, sempre.... Ainda temos muitas coisas maravilhosas para publicar, e não vamos parar!

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

***“Olhe profundamente na natureza, e
então entenderá tudo melhor”***

Albert Einstein

RESUMO

RIBEIRO, Otávio B. C., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2022.
***Dyckia* (Bromeliaceae): espécies do gênero e endemismos nos campos ferruginosos no Brasil** Orientador: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer.

O gênero *Dyckia* ocorre no Uruguai, Argentina Paraguai e Bolívia tendo sua maior diversidade de espécies concentra-se na Cadeia o Espinhaço ocorrendo em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos. A maior irradiação de espécies do gênero ocorreu no período Plioceno aproximadamente entre 4,6 e 4,1 milhões de anos atrás, onde radiações massivas e sucessivas em várias direções teriam ocorrido, gerando uma grande diversificação no Pleistoceno. Por volta de 2,5 milhões de anos atrás, radiações secundárias começaram, e deram origem às linhagens que agora habitam áreas distintas, como o clado formado por algumas espécies do Brasil Central. Durante essas radiações várias linhagens ocuparam ambientes de origem quartizítica e ferruginosa no Brasil indistintamente, evoluindo e adaptando ao substrato ferruginoso tornando-se endêmicas deste. São descritas morfologicamente e detalhadas as interações taxonômicas e ecológicas de *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori, *Dyckia cangaphila*, P.J. Braun, Esteves & Scharf, *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme, *Dyckia ferrisincola* O.B.C.Ribeiro & Leme e *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme. *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. é igualmente tratada e propõe-se o restabelecimento de *Dyckia elata* Mez. É proposto os complexos taxonômicos relativos a *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther e *Dyckia consimilis* Mez, neste último discute-se as relações de *Dyckia simulans* L.B. Sm. e propõe-se a sinonimização de *Dyckia schwackeana* Mez. *Dyckia saxatilis* Mez e *Dyckia nana* Leme & O. B. C. Ribeiro apesar de não ocorrerem em substrato ferruginosos são descritas e discutidas para estabelecimento de novos táxons. Cinco novas espécies de *Dyckia* endêmicas do substrato ferruginoso são descritas, comentadas suas interações ecológicas e riscos de extinção. Foi elaborada uma chave taxonômica para as espécies ocorrentes em canga ferruginosa. Foram realizadas análises de solo e foliares de espécies estudadas em comparação com espécies de campos rupestres quartzíticos e não foi observado qualquer indício de especificidade química ao substrato. Congectura-se que a ocorrência endêmica destas espécies aos campos

ferruginosos esteja relacionada à combinação do efeito insular aliada a uma seleção proporcionada pela resitência à amplitude térmica das rochas ferruginosas.

Palavras-chave: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemismo. Campos rupestres ferruginosos.

ABSTRACT

RIBEIRO, Otávio B. C., Universidade Federal de Viçosa, December, 2022. ***Dyckia* (Bromeliaceae): species of the genus and endemism in ferruginous fields in Brazil.** Adviser: Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer.

The genus *Dyckia* occurs in Uruguay, Argentina, Paraguay and Bolivia, with its greatest diversity of species concentrated in the Espinhaço Range, occurring in quartzite and ferruginous rocky fields. The greatest irradiation of species of the genus occurred in the Pliocene period approximately between 4.6 and 4.1 million years ago, where massive and successive radiations in several steps occurred, generating a great diversification in the Pleistocene. Around 2.5 million years ago, secondary radiations appeared, and gave rise to the lineages that now inhabit distinct areas, such as the clade formed by some species from Central Brazil. During these radiations, several lineages occupied environments of quartzite and ferruginous origin in Brazil indistinctly, evolving and adapting to the ferruginous substrate, becoming endemic to it. They are described morphologically and individually as taxonomic and ecological relaxants of *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori, *Dyckia cangaphila*, P.J. Braun, Esteves & Scharf, *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme, *Dyckia ferrisicola* O.B.C.Ribeiro & Leme and *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme. *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. is also treated and the restoration of *Dyckia elata* Mez is proposed. The taxonomic complexes related to *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther and *Dyckia consimilis* Mez are proposed, in the latter the relationships of *Dyckia simulans* L.B. sm. and we propose the synonymization of *Dyckia schwackeana* Mez. *Dyckia saxatilis* Mez and *Dyckia nana* Leme & O. B. C. Ribeiro, despite not occurring in ferruginous substrates, are described and monitored to establish new taxa. Five new species of *Dyckia* endemic to the ferruginous substrate are described, commenting on their ecological status and risk of extinction. A taxonomic key was prepared for the species occurring in ferruginous soils. Soil and foliar analyzes of experimented species were performed in comparison with species from quartzite rocky fields and no attraction of substrate specificity was observed. It is conjectured that the endemic occurrence of these species in the ferruginous fields is related to the combination of the insular effect combined with a selection provided by the resistance to the thermal amplitude of the ferruginous rocks.

Keywords: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemism. Ferruginous rupestrian fields.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 A Família Bromeliaceae.....	13
2.2 O Gênero <i>Dyckia</i>	16
2.3 O gênero <i>Dyckia</i> nas cangas ferruginosas no Brasil.....	18
2.4 Espécies endêmicas de canga e a Mineração.....	23
2.5 Sinonimização.....	25
2.6 Estabelecimento de métodos para diagnósticos ambientais.....	26
2.7 Legislação ambiental.....	27
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	28
3 CAPÍTULO 1 - ESPÉCIES DO GÊNERO DYCKIA (BROMELIACEAE) ENDÊMICAS DOS CAMPOS FERRUGINOSOS NO BRASIL.....	34
3.1 Introdução.....	37
3.2 .1 Área de estudo.....	38
3.3 Análise Morfológica.....	39
3.4 Tratamento Taxonômico.....	40
3.4.1 Morfologia e manifestações fenotípicas.....	40
3.4.2 Caracteres morfológicos aplicáveis à taxonomia - Variáveis e invariáveis.....	40
3.4.3 Caracteres de grupos evolutivos ou caracteres invariáveis.....	43
3.4.4 Hábito de desenvolvimento.....	43
3.4.4.1 Rosetas únicas ou individuais.....	43
3.4.4.2 Rosetas Cespitosas ou em Falanges.....	45
3.4.4.3 <i>Rosetas rizomatosas ou em “guerrilhas”</i>	46
3.4.4.4 <i>Espinhas e tipo de indumento foliar</i>	47
3.4.4.5 Inflorescência.....	48
3.4.4.6 Inflorescência composta.....	48
3.4.4.7 Posicionamento da Inflorescência simples.....	50

3.4.4.8 Indumento da inflorescência.....	52
3.4.4.9 Caracteres florais.....	53
3.4.5 Descrição do Gênero <i>Dyckia</i>	55
3.4.6 Conceitos ecológicos de especiação.....	57
3.4.7 Caracterização de <i>Dyckia saxatilis</i> Mez para fins taxonômicos....	63
3.4.8 Espécies endêmicas de solos ferruginosos e considerações sobre a identidade das espécies.....	69
3.5 Novos Taxons.....	140
4 CAPÍTULO 2 – ENDEMISMO DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>DYCKIA</i> (BROMELIACEAE) PARA CAMPOS FERRUGINOSOS.....	189
4.1 Introdução.....	191
4.2 Material e Métodos.....	192
4.3 Conclusões.....	207
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	208
ANEXO.....	211

1 INTRODUÇÃO GERAL

A família Bromeliaceae é composta basicamente de espécies neotropicais ocorrendo desde o Golfo do México, no sul dos Estados Unidos da América, até a patagônia da Argentina incluindo táxons Andinos. Uma única espécie da família ocorre no Golfo da Guiné, na África, a *Pitcairnia feliciana* (A.Chev.) Harms & Mildbr., sendo endêmica de inselbergs, cuja ocorrência tem sido explicada por dispersão a longa distância (Gouda et al. 2018, continuamente atualizado; Smith & Downs 1974; Givnish et al. 2004).

Os centros de diversidade genética da família Bromeliaceae convencionalmente aceitos são o Escudo das Guianas, costa leste do Brasil (Leme 1997; Forzza 2001), e o planalto Andino (Monteiro & Forzza 2008; Martinelli et al. 2008).

A família atualmente apresenta um total de 79 gêneros e 3679 espécies (Gouda et al. 2018) e o Brasil é o país que contém a maior diversidade em número de espécies para a família, 1379 spp., o que corresponde a mais de 35% das espécies conhecidas sendo que, destas, a sua maioria são endêmicas deste território (1178 espécies). As bromélias do Brasil estão classificadas em 56 gêneros, dentre os quais 24 são endêmicos.

Atualmente são reconhecidas 130 espécies do gênero *Dyckia* ocorrentes no Brasil das quais apenas 9 espécies são de ocorrência exclusiva em solos ferruginosos.

Os Campos Rupestres Ferruginosos são formações herbáceo-arbustivas, associadas a afloramentos de rochas ricas em ferro (itabiríticas/jaspelíticas), normalmente formados da decomposição de canga ou outros substratos ferruginosos afins. Veloso (1991) classifica tal vegetação como refúgios ou relíquias, floristicamente diferente da flora dominante circundante. No Brasil, ocorrem principalmente como ilhas de vegetação aberta na região do Quadrilátero Ferrífero - QF, em Minas Gerais e na Serra dos Carajás, no Pará. Nos dois casos, os solos de ocorrência possuem muitas peculiaridades que revelam uma adaptação extraordinária das plantas a um cenário edáfico extremamente restritivo, tanto físico, quanto quimicamente (Schaefer et al. 2015).

Dada a constante e crescente demanda por minério de ferro, estas e as demais espécies descritas neste trabalho estão em constante risco de extinção. Dúvidas quanto à ocorrência exclusiva destas espécies em solos ferruginosos são especuladas, no entanto, não são comprovadas em grande parte devido à ausência de evidências e a complexidade taxonômica que envolve o gênero.

Este trabalho é o primeiro a utilizar análises de solo e de biomassa foliar para investigar os fatores que contribuem para a ocorrência exclusiva de espécies em substrato ferruginoso, e descrever detalhadamente as espécies com base em material vivo, para o melhor entendimento geral destas espécies, com ênfase na morfologia em campo, além de subsidiar informações para a reclassificação destas espécies quanto ao risco de extinção, e a geração de medidas mitigatórias preservacionistas para estas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Família Bromeliaceae

Bromeliaceae foi proposta originalmente como Bromeliae, a ordem número V em *Genera plantarum, secundum ordines naturales disposita* de Jussieu (1789). Atualmente é aceita inserida no clado das Monocotiledôneas, Commelinídeas, na ordem Poales (desde APG II 2003). Nos últimos anos, as relações filogenéticas entre as famílias da ordem têm se tornado cada vez mais claras, e diferentes estudos apontam que a linhagem que deu origem a Bromeliaceae é irmã das demais famílias de Poales, de forma isolada ou formando um clado com a linhagem de Typhaceae (Givnish et al. 2010; Bouchenak-Khelladi et al. 2014; Stevens (2001 onwards). As linhagens de Bromeliaceae remanescentes, teriam iniciado sua diversificação no terciário, (Mioceno), há cerca de 5 milhões de anos atrás (Bouchenak-Khelladi et al. 2014), e três caracteres morfológicos apomórficos são apontados para a família: tricomas epidérmicos com capacidade de absorção (escamas peltadas), estigma conduplicado-espiralado e número básico cromossômico igual a 25 (Forzza et al. 2021).

As atuais Pitcairnioideae foram abordadas numa classificação infrafamiliar supragenérica primordialmente por Koch (1874), nas quais as Pourretieae, incluindo *Pourretia*, *Puya*, *Encholirium*, *Garrelia* e *Dyckia*; foram estabelecidos.

No terceiro volume da Flora Brasiliensis publicada, em 1894, a primeira das três amplas monografias apresentadas por Carl Mez (1866-1944), que viriam a ser os pilares da sistemática moderna de Bromeliaceae, concebida pela última grande revisão monográfica para toda a família.

No século XX, Lyman B. Smith (1904-1997) descreveu centenas de novas espécies, em sua ampla revisão sistemática. Vários gêneros tiveram suas circunscrições alteradas ou foram descritos como novos. Posteriormente, Smith & Downs (1974, 1977, 1979) organizaram a família Bromeliaceae para a Flora Neotropica, em três volumes. Cada volume correspondia a uma subfamília aceita a época: Pitcairnioideae, Bromelioideae e Tillandsioideae. Nesta foram aceitas as três subfamílias, circunscritas de forma muito similar a Mez (1896), entretanto não foram aceitas categorias infrafamiliares supragenéricas.

Posteriormente vários estudos filogenéticos em Bromeliaceae foram publicados (i.e. Gilmartin & Brown 1987; Ranker et al. 1990; Terry et al. 1997; Horres et al. 2000) com a utilização de dados moleculares, sobretudo de DNA plastidial. Foram os primeiros estudos a indicar a polifilia de Pitcairnioideae sensu Smith & Downs (1974).

Givnish et al. (2004, 2007, 2011), reestruturaram a família através de filogenias baseadas em dados moleculares. Givnish et al. (2007), baseados em sequências do gene de cloroplasto *ndhF*, reconheceram 8 subfamílias monofiléticas para Bromeliaceae. As subfamílias Bromelioideae e Tillandsioideae continuaram como circunscritas por Smith & Downs (1974), entretanto Pitcairnioideae como circunscrita por Smith & Downs (1974) foi recuperada como polifilética, sendo propostas três subfamílias novas e reestabelecimento e recircunscrição de outras duas.

Pitcairnioideae então foi recircunscrita, incluindo *Abrometiella*, *Deuterocohnia*, *Dyckia*, *Encholirium*, *Fosterella* e *Pitcairnia*; podendo ser reconhecida pelos frutos capsulares; sementes aladas; lâminas de pétalas restantes livres após a antese (ou, se ligeiramente enrolado, não unguiculadas); pétalas grandes e conspícuas ou, se diminutas, sépalas imbricadas e anteras

basifixas, lineares. Esta classificação foi amplamente aceita pela comunidade de especialistas de Bromeliaceae, e tem sido utilizada até a atualidade.

Posteriormente, Rex et al. (2009) e Wagner et al. (2013) concluíram que há uma alta probabilidade na origem monofilética do clado formado por *Deuterocohnia*, *Encholirium* e *Dyckia*, o chamado de clado xérico, pois várias sinapomorfias são compartilhadas, incluindo via fotossintética CAM, folhas suculentas com margens espinhosas, entre outras características anatômicas das folhas evidenciadas por Santos-Silva et al. (2013)

Schütz et al. (2016) fizeram uma análise consistente dos gêneros de Pitcairnioideae. Os dados moleculares usando phyC suportam a monofilia gêneros desta subfamília exceto *Encholirium*, enquanto aos dados plastidiais, sugerem parafiletismo de *Deuterocohnia* e *Encholirium*.

Desta forma, o clado xérico vem sendo alvo de estudos filogenéticos que concluem resultados conflitantes. Horres (2003) e Schütz et al. (2016), baseados em dados nucleares, sugerem a monofilia em *Deuterocohnia* e confirmam a existência de uma estreita relação entre *Dyckia* e *Encholirium*, visto que os dados plastidiais confirmam que *Dyckia* é uma linhagem que emergiu de dentro de *Encholirium*. Já dados moleculares mostraram, não somente *Encholirium* como parafilético, mas também sugerem parafilia para *Dyckia*.

Moura et al. (2019) em um amplo trabalho de filogenia de *Encholirium*, constata a parafilia deste e sugerem a recuperação da monofilia em *Dyckia* em clado irmão de *Encholirium biflorum* (Mez) Forzza.

Gomes-da-Silva et al. (2019) conduziram mais recente estudo filogenético publicado com foco no clado xérico de Pitcairnioideae. Como resultado foram propostas drásticas alterações na circunscrição de *Dyckia*, com a sinominização de *Deuterocohnia* e *Encholirium*, transferindo as espécies destes gêneros para *Dyckia* através de 41 novas combinações.

O artigo citado foi o pivô de conflito entre especialistas quanto a interpretações taxonômicas de dados filogenéticos. Especialistas em Bromeliaceae (inclusive autores dos vários estudos filogenéticos para o grupo), consultados por Encyclopaedia of Bromeliads, unanimemente não endossaram a proposta de união de *Deuterocohnia* e *Encholirium* em *Dyckia*, recomendando a manutenção dos gêneros até que estudos filogenéticos mais profundos forneçam evidências claras para resolução do impasse (Büneker, 2021).

Por um lado, dados de genoma plastidial, comparados ao nuclear, precisam ser mais explorados para esclarecer eventos pretéritos de hibridação entre diferentes linhagens de Pitcairnioideae. Por outro lado, a genética de populações parece ser um caminho viável para auxiliar os taxonomistas quando a morfologia, aplicada a taxonomia convencional, a qual não mostra resultados na compreensão e exploração de eventos de especiação e hibridação recentes (Büneker, 2021).

2.2 O Gênero *Dyckia*

O gênero *Dyckia* foi descrito por Josef Augusti Schultes e por Julius Hermann Schultes no sétimo volume da edição de Roemer & Schultes do *Systema Vegetabilium* em 1830. O nome do gênero foi dado em homenagem ao Príncipe Joseph Salm-Reifferscheid-Dyck, também botânico e horticultor alemão. O Holótipo do gênero é a espécie *Dyckia densiflora* Schult. & Schult. f., através das coletas de Carl Friedrich Philipp von Martius em Minas Gerais (“In monte Morro de Villa Ricca”) na atual Ouro Preto em Minas Gerais. De acordo com Versieux (2005) esta espécie ocorre em canga ferruginosa, contudo uma espécie com indumento ferrugíneo para este setor do Quadrilátero Ferrífero não foi evidenciada em campos ferruginosos. Como a localidade tipo “Morro de Vila Rica” é uma localização imprecisa, e no entorno da antiga Vila Rica atual cidade Ouro Preto, não há campos de canga ferruginosa próximos, tudo indica que esta espécie ocorre em campo rupestre quartzítico. O detalhamento sobre *D. densiflora* será tratado em tópico específico neste trabalho.

Várias foram as tentativas de organização deste gênero até que Baker (1889), com uma nova circunscrição para a família, organizou o gênero *Dyckia* em uma circunscrição mais ampla com categorias infra genéricas e delimitou 5 subgêneros: *Dyckia* subgen. *Dyckia*, *Dyckia* subgen. *Prionophyllum*, *Dyckia* subgen. *Navia*, *Dyckia* subgen. *Cephalonavia* e *Dyckia* subgen. *Encholirium*. O subgênero *Dyckia* foi estabelecido com 21 espécies agrupadas pelo tipo de inflorescência, simples (14 espécies) vs. paniculada (7); as espécies de inflorescência simples ainda foram divididas de acordo com a forma da lâmina foliar: lanceoladas não acuminadas (4) e ensiformes acuminadas (10).

Posteriormente a publicação da Flora Neotropica (Smith & Downs 1974), *Dyckia* subgen. *Dyckia* e *Dyckia* subgen. *Prionophyllum* são fundidos no gênero

Dyckia, *Navia* e *Encholirium* já estão estabelecidos. Lyman B. Smith realizou um enorme e minucioso trabalho revisivo nos principais herbários do mundo e organizou o gênero *Dyckia* em chaves e subchaves artificiais, com caracteres artificiais na maioria do trabalho, fundamentado em exsicatas conservadas a partir de espécimes coletados em diferentes regiões, diferentes graus de nutrição in vivo, e diferentes estágios de desenvolvimento floral na ocasião das respectivas coletas. Para gêneros melhor estabelecidos como em Tillandsioideae e Bromelioideae por exemplo isso não é normalmente tão relevante, porém em *Dyckia* essa gama de variações faz com que os caracteres estáticos em uma exsicata como nível de ramificação das inflorescências, o tamanho relativo das brácteas pedunculares e florais, tamanho relativo bráctea floral em relação a flor, o nível de concreção dos filetes e a altura relativa dos estames em relação à corola, dentre outros, tornou muito difícil o uso prático das chaves e com isso várias identificações errôneas, generalistas e por aproximação ainda perduram nos herbários.

Givnish et al. (2007), baseados em sequências de um gene de cloroplasto, apresenta Pitcairnioideae s.s. com os gêneros: *Abrometiella*, *Deuterocohnia*, *Dyckia*, *Encholirium*, *Fosterella* e *Pitcairnia*.

Krapp et al. (2014) apresentaram a mais ampla análise filogenética para *Dyckia*, baseada em sequências de DNA de seis loci de plastídios (gene *mat K*, íntron *rps 16*, íntron *pet D*, *rpl 32-trn L*, *rps 16-trn K* e *trn D-trn T*) e uma porção do gene nuclear *phy C* e sugere que *Dyckia* se constitui em um clado, que emergiu de dentro de um grado, composto por táxons de *Encholirium* e, *Deuterocohnia*, consistiria em um grupo irmão da linhagem *Dyckia-Encholirium*. A separação do ancestral comum de *Dyckia-Encholirium*, de *Deuterocohnia*, teria ocorrido no Plioceno, quando os Andes quase alcançavam sua altitude atual e o clima tornara-se mais frio e seco, promovendo a expansão de “corredores” de fisionomias vegetacionais abertas e xerofíticas, possivelmente proporcionando que os ancestrais de *Encholirium* migrassem para as cadeias montanhosas do leste do Brasil.

Desta forma, a linhagem de *Dyckia* teria surgido, e divergido de *Encholirium*, entre 4,6 e 4,1 milhões de anos atrás, provavelmente na área de atual ocorrência dos dois gêneros, na porção oriental do Brasil. As primeiras linhagens de *Dyckia* teriam migrado para o centro-oeste do Brasil aproximadamente há 4 milhões de anos atrás. Provavelmente o ancestral das principais linhagens de *Dyckia* chegou

no sul do Brasil em torno de 3,4-2,9 milhões de anos atrás, de onde radiações massivas e sucessivas em várias direções teriam ocorrido, gerando uma grande diversificação no Pleistoceno. Por volta de 2,5 milhões de anos atrás, radiações secundárias começaram, e deram origem às linhagens que agora habitam áreas distintas, como o clado formado por algumas espécies do Brasil Central (Krapp et al. 2014).

Krapp et al. (2014) utilizaram em suas análises sequências com mais de 6.000 nucleotídeos de DNA plastidial, e as relações infragenéricas dentro de *Dyckia* prevaleceram. Este fato sugere que a falta de variação nas sequências de DNA plastidial, seja devido a essas recentes irradiações.

Pinangé et al. (2016) conduziram outro estudo filogenético baseado em marcadores AFLP, com maior número de acessos aos utilizados por Krapp et al. (2014), e novamente *Dyckia* foi bem suportada como um grupo monofilético, embora ainda tenha apresentado uma resolução infragenérica baixa, que sugerem que processos de hibridização e introgressão foram marcantes na formação das *Dyckia* atuais. Estes autores sugerem os principais grupos devolutivos do gênero por regiões, como as espécies do nordeste do Brasil e Minas Gerais; espécies da região central e centro-oeste do Brasil; e as espécies do sul Brasil e das terras baixas do Paraguai e Argentina.

2.3 O gênero *Dyckia* nas cangas ferruginosas no Brasil

A história das *Dyckia* de canga ferruginosa do Brasil se inicia com a própria gênese de todo o gênero. Das coletas de Carl Friedrich von Martius em Vila Rica, atual Ouro Preto, Julius Hermann Schultes e seu pai Josef Augustin Schultes descreveram, juntamente com o holótipo do gênero, a *Dyckia rariflora* Schult. & Schult. cujo holótipo possui a localização incerta da “estrada de Vila Rica para Sorocaba”. Por muito tempo, o local mais cogitado seria ao sul de Ouro Preto em direção a cidade de Sorocaba que fica no estado de São Paulo. O holótipo não possui data precisa, porém sabe-se que Martius veio ao Brasil como um dos integrantes da Missão Austríaca, que acompanhou a imperatriz Leopoldina na ocasião de seu casamento no Rio de Janeiro, com D. Pedro I. Martius permaneceu no Brasil entre 1817 e 1820, e juntamente com seu companheiro de viagens Johann Baptiste von Spix saíram do Rio de Janeiro acompanhando nativos e

tropeiros em expedição rumo ao norte, passando por Minas Gerais, Goiás e Bahia onde em novembro de 1818 despacham o material zoobotânico, até então coletado e iniciam nova etapa da jornada em direção aos inóspitos sertões de Pernambuco, Piauí e Maranhão (Förther, 1995).

Um trajeto direto partindo de Ouro Preto a Sorocaba em São Paulo, passava pela Estrada Real por Ouro Branco ao sul. Nesta direção não há campos ferruginosos, porém em sentido oposto seguindo o caminho de tropeiros que os guiavam pelo interior, sempre na estrada Real, em direção ao norte, passaram obrigatoriamente por Mariana, dando a volta no maciço ferruginoso da Serra de Antônio Pereira (trecho conhecido como a “Volta de Mariana”) seguindo assim, pela Estrada Real, rumo ao norte pelos campos ferruginosos na atual MG129, onde há até hoje populações desta espécie idênticas ao holótipo depositado no Herbário de Munique, sendo esta, a mais provável localidade tipo da espécie, resistindo entre as empresas extratoras de minério de ferro.

A confusa localidade citada no holótipo “estrada de Vila Rica para Sorocaba” se faz compreensível ao entendimento de dois naturalistas europeus sendo guiados por nativos e tropeiros pelo interior de um inexplorado território colonial. Um fato que não se pode comprovar, porém faz sentido é que “Sorocaba” em tupi-guarani, quer dizer “terra fendida” ou “terra rasgada”. Coincidentemente é o aspecto da vista da estrada Real para a Serra de Antônio Pereira que possui doze grandes ravinas em sentido transversal “rasgando-a” ao seu maior comprimento. Neste caso faz-se mais sentido de ao invés de se dirigirem ao sentido oposto para uma cidade paulista, na verdade seguiam viagem da então Vila Rica em direção à referida serra.

Em 1894, na publicação da *Flora Brasiliensis*, duas novas espécies de *Dyckia* de canga ferruginosa foram descritas pelo então membro do Museu Botânico de Berlin Carl Christian Mez: *Dyckia consimilis* Mez e *Dyckia schwackeana* Mez. Cabe salientar que Carl Mez, nunca esteve no Brasil e suas determinações foram exclusivamente com base em exsicatas.

D. consimilis foi descrita através da coleta realizada em 1844 pelo médico e botânico britânico Hugh Algernon Weddell (Weddell 1407) em Minas Gerais sem localidade precisa e identificada por ele como *Dyckia rariflora* var. *montevidensis* (K.Koch) Baker ex Hauman & Van der Veken atualmente sinônimo de *Dyckia remotiflora* Otto & A.Dietr., uma também antiga espécie do sul do Brasil e Uruguai.

Também é considerado holótipo da espécie a coleta conjunta do Paisagista francês Auguste François Marie Glaziou e o então “naturalista viajante” que posteriormente veio a assumir a posição de professor de botânica na Escola de Farmácia de Ouro Preto, o alemão Carl August Wilhelm Schwacke, realizada em 1888, no imponente marco geográfico regional do “pico de Itabira do Campo”, hoje conhecido como o Pico de Itabirito, em Itabirito MG (Glaziou & Schwacke 17822 (P)).

Desta mesma localidade, é o holótipo de *Dyckia schwackeana* Mez. A coleta de Schwacke (5857) escolhida como holótipo se encontra no herbário de Berlin (B). Tanto o typus deste mesmo herbário quanto o isótipo de Paris (P), correspondem à mesma coleta de 1888 realizada por Glaziou (18572) no pico de Itabirito.

Duas espécies com o fenótipo muito similar, diferindo-se em pequenos detalhes e ambas descritas através de exsicatas na mesma publicação, seria hoje em dia algo peculiar e questionável. No tratamento taxonômico das espécies este tópico será minuciosamente abordado.

Em 1896 Carl Mez descreveu a partir da coleta de Schwacke (8739) realizada em 1892 na serra de Antônio Pereira em Ouro Preto a *Dyckia elata* Mez, atualmente sinônimo de *D. rariflora*. Outro caso de duas espécies dividindo a mesma localidade tipo. No tratamento taxonômico das espécies esta será normalmente abordada.

Já no século XX em 1943 Lyman B. Smith publicou nos Arquivos de Botânica de São Paulo a *Dyckia simulans* L.B.Smith. O holótipo coletado pelo casal americano de horticultores Mulford e Racine Foster em 1940 não faz menção ao substrato ferruginoso, uma vez que a Serra da Piedade em Caeté, é geologicamente quartizítica nas cotas superiores com campos ferruginosos nas cotas inferiores.

Em 2010 Pierre J. Braun, Eddie Esteves Pereira e Uwe Scharf publicaram na revista alemã Die Bromelie a *Dyckia cangaphila* P.J. Braun, Esteves & Scharf uma espécie endêmica de canga ferruginosa do estado de Goiás.

Em 2012 Elidio Guarçoni, Marco Aurélio Sartori e Claudio Coelho de Paula publicaram no Annals Botany Fennici a *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A. Sartori uma espécie microendêmica de canga ferruginosa numa disjunção rica em hematina no município de Serro em Minas Gerais.

Em 2015 Otávio Ribeiro e Elton Leme publicaram três novas espécies endêmicas de canga ferruginosa do Journal of Bromeliad Society, a *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme uma espécie endêmica do alinhamento ferrífero Conceição do Mato Dentro – Itapanhoacanga, *Dyckia incana* O. B. C. Ribeiro & Leme uma espécie criticamente ameaçada pela mineração no município de Nova Lima e a *Dyckia ferrisicola* O.B.C. Ribeiro & Leme outra espécie criticamente ameaçada pela mineração em Sarzedo MG.

Outras espécies endêmicas de canga serão apresentadas neste trabalho. No entanto outras espécies ainda não descritas existem. Dado ao fato que a maioria das cangas ferruginosas estão sob o poder de mineradoras e estas não permitem a entrada de pesquisadores, para coleta, espécies novas estão sendo extintas sem ao menos serem reconhecidas pela ciência. Nos estudos de licenciamento ambiental que são realizados para fins de exploração, muitas vezes as espécies de *Dyckia* são citadas erroneamente dada a inexperiência do biólogo responsável pela identificação. Os métodos utilizados para levantamento de flora para licenciamento ambiental são amostrais, o que permite excluir não só espécies de *Dyckia*, mas várias outras espécies endêmicas e criticamente ameaçadas. O despreparo dos órgãos fiscalizadores no conhecimento da flora endêmica de canga também é um ponto crucial no processo de extinção de plantas endêmicas.

2.3.1 Os solos ferruginosos e a riqueza da flora

Os Campos Rupestres Ferruginosos são formações herbáceo-arbustivas, associadas a afloramentos de rochas ricas em ferro (itabiríticas/jaspelíticas), normalmente formados da decomposição de canga ou outros substratos ferruginosos afins. Estas formações estão incluídas no tipo de vegetação aberta associada com afloramentos rochosos (Rizzini, 1979; Jacobi & Carmo, 2011). Veloso (1991) classifica tal vegetação como refúgios ou relíquias, floristicamente diferente da flora dominante circundante. A vegetação associada a afloramentos de rocha ferruginosa também foi chamada “Campo Rupestre sobre canga” (Silva, 1992). No Brasil, ocorrem principalmente como ilhas de vegetação aberta na região do Quadrilátero Ferrífero, Alinhamento Ferrífero Conceição do Mato Dentro – Itapanhoacanga, Vale do Peixe Bravo, em Minas Gerais e na Serra dos Carajás, no Pará. Estes solos possuem muitas peculiaridades que revelam uma adaptação

extraordinária das plantas a um cenário edáfico extremamente restritivo, tanto físico, quanto quimicamente. Do ponto de vista climático e de paisagem, as regiões são bem distintas. Substratos desenvolvidos de itabirito ricos em ferro mostram o desenvolvimento de Campos Rupestres Lateríticos, também chamados Campos Ferruginosos ou ainda “vegetação de canga” (Vincent 2004; Viana & Lombardi 2007). Tais ecossistemas se distribuem nos platôs mais elevados e nas cristas serranas, principalmente entre 900–1800 m, sobre substratos rochosos lateríticos e solos rasos, ferruginosos. São colonizados por plantas adaptadas a ambientes oligotróficos, especialistas, capazes de tolerar um conjunto de características ambientais limitantes, como solos rasos, déficit hídrico, baixa fertilidade, alta concentração de ferro oxidado, baixa retenção de água, amplitudes térmicas diárias acentuadas, incidência frequente de fogo, alta exposição solar, além de ventos constantes (Santos & Varajão, 2004; Vincent, 2004; Jacobi et al., 2007). A vegetação revela inúmeras adaptações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e reprodutivas, que permitem sua sobrevivência neste ambiente adverso.

Embora exista um relativo acervo de conhecimentos sobre a flora encontrada nas formações ferríferas que revelam sua rica diversidade, presença de endemismos e espécies ameaçadas de extinção (Porto & Silva, 1989; Mendonça & Lins, 2000; Vincent, 2004; Jacobi et al., 2007; Mourão & Stehmann, 2007; Viana & Lombardi, 2007), ainda se conhece relativamente pouco sobre os solos associados, em função de sua limitada aptidão ao cultivo agrícola e extrema pobreza de nutrientes, além da distribuição relativamente restrita de ocorrência.

As áreas sobre canga possuem uma variedade de tipologias fitofisionômicas que variam desde formações mais abertas, como os campos rupestres, até formações florestais. E ainda, dentro de cada uma dessas fitofisionomias, são encontrados diversos tipos de microhabitats. Jacobi et al. (2007) descrevem esses microhabitats como: lajeados (crostas de lateritas expostas), fendas, depressões e poros (regiões de acúmulo de solo), escarpas (que variam dependendo da exposição solar, podendo conter espécies ombrófilas ou heliófitas), bordas de afloramentos (normalmente com presença de entradas de cavernas), pequenas poças efêmeras, lagoas, canais de drenagem, brejos e formações florestais (capões). Essa grande variedade de ambientes está diretamente relacionada à elevada diversidade biológica.

A alta diversidade e a ocorrência de espécies raras, microendêmicas e ameaçadas de extinção, evidencia a necessidade da conservação das cangas. No entanto, devido ao alto interesse mineral, essas áreas estão extremamente ameaçadas. Além disso, este geossistema não está protegido por nenhuma unidade de conservação de proteção integral.

2.4 Espécies endêmicas de canga e a Mineração

O Brasil tem uma posição mundialmente dominante como detentor de grandes reservas, de uma diversificada gama de minerais, sendo 72 substâncias, das quais 23 são metálicas, 45 não-metálicas e 4 energéticas, colocando-se seguramente entre os seis mais importantes países mineradores do mundo. O minério de ferro lidera com 60% do valor total da produção mineral brasileira. Destes, aproximadamente 70% da produção nacional de minério de ferro encontra-se localizada no Quadrilátero Ferrífero, com cerca de 50 minas em atividade (DNPM, 2010).

Só o Quadrilátero Ferrífero (QF) ocupa uma área de 7.000 km² (DORR, 1969), e situa-se na zona limítrofe entre dois *hotspots* brasileiros: Mata Atlântica e Cerrado. A região conta com extrema diversidade florística distribuída em diferentes fitofisionomias, as quais: formações florestais, arbustivas, savânicas e rupestres. Dentre as formações rupestres do QF destacam-se os campos de canga laterítica com solos rasos e oligotróficos, ou mesmo ausentes que aliado a fatores ambientais diversos são promotores de endemismos e tornam esses ambientes peculiares e únicos.

No Brasil, o processo de extração se dá por cava a céu aberto e para a extração do minério de ferro, deve-se remover as camadas superficiais de vegetação através do laminamento com tratores e todo esse volume de biomassa é depositado em pilhas de estéril promovendo a completo impacto da paisagem no local da jazida explorada (TOY & GRIFFITH, 2001).

Com o aumento da demanda internacional por bens primários de ferro observa-se um crescimento da produção brasileira. Como consequência, os campos ferruginosos são os ambientes mais ameaçados devido a sua distribuição

restrita e associada aos principais depósitos de minério de ferro do país (JACOBI & CARMO, 2008).

A ameaça a esses ambientes pode ser associada ainda, à inexistência de uma regulamentação legal no âmbito do bioma Mata Atlântica uma base técnica que considere as características dos campos rupestres, devido a esses ambientes serem considerados hotspots ambientais. As únicas legislações que norteiam as atividades de licenciamento para exploração minerária nesses ambientes restringe-se a aplicação dentro dos limites legais do Bioma Mata Atlântica, cujo regramento consiste na Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006, conhecida como lei da Mata Atlântica, e a CONAMA 423, que são um instrumento eficiente de forma ampla, mais que não abarca as especificidades necessárias para campos rupestres, embora atualmente sejam os documentos norteadores. Baseando-se no enquadramento técnico e teórico das definições existentes nas leis vigentes que atuam sobre a proteção da vegetação do bioma Mata Atlântica, em caso de supressão permitida pelo artigo 17 da Lei Federal nº 11.428/06 é estabelecido a obrigação de uma compensação ambiental, em extensão equivalente de área desmatada, e essa deve apresentar mesmas características ecológicas. Além disso, especificamente para a mineração, existe a necessidade de aquisição de uma outra área, também equivalente em tamanho, a ser direcionada para a recuperação ou destinação conservação ou regularização de unidade de conservação, não obstante, com as mesmas características ecológicas. Entende-se aqui então que, para supressão de vegetação nativa dentro do bioma Mata Atlântica, uma proporção de 2:1, sendo um de conservação e um de recuperação.

Contudo, a compensação ambiental de campos ferruginosos atualmente no Brasil é um desafio técnico e de regulamentação que deve ter sua discussão ampliada com todos os setores da sociedade. Mesmo com o precedente de compensação minerária de canga ferruginosa com a regulamentação fundiária em parques públicos e áreas de preservação em maior proporção de campos rupestres quartzíticos que possuem elevada riqueza florística, algumas espécies endêmicas de canga ferruginosa necessitam de garantias da conservação de espécies *in situ*.

Diante de todo contexto apresentado acima, nota-se que as áreas de cangas ferruginosas naturais disponíveis para aquisição, estão cada vez mais raras uma vez que a concorrência por elas é grande entre todas as mineradoras que dividem o mesmo problema a ser resolvido.

Existe a necessidade de criar alternativas viáveis para a preservação de espécies endêmicas de canga, e isso é um fato é eminente. Algumas estratégias já praticadas minimizam esse efeito e são formas de evitar que a problemática fosse ainda pior.

O resgate de flora consiste-se em retirar todas as plantas endêmicas, ameaçadas, ou de valor alimentício e cultural de uma área a ser suprimida para que sejam plantadas para fins de enriquecimento de outros ambientes similares ou para serem usadas em recuperação de áreas degradadas.

A medida mitigatória de resgate de flora de espécies de canga ferruginosa no setor minerário era inexistente até 2005. Anteriormente a compensação ambiental se dava de outras formas, principalmente pecuniárias, fundamentado na premissa da impossibilidade de se resgatar espécies de canga ferruginosa e introduzi-las em um outro ambiente, natural ou artificial.

O artigo precursor da atividade de resgate de flora Mendonça et. al (2005) demonstrou a operacionalidade e viabilidade desta atividade que apesar de não haver qualquer regulamentação legal ou qualquer metodologia específica se tornou por jurisprudência uma medida mitigatória que hoje é uma realidade no setor ambiental minerário. Nenhuma licença exploratória é expedida sem a apresentação de um plano de ação contemplando esta atividade.

O que se observa na prática da realização de resgate de flora é que os resgates são conduzidos muitas vezes sem que processos científicos de aprimoramento sejam alinhados. Desta forma a reintrodução dessas plantas em ambientes naturais apresenta baixa taxa de sucesso.

O aprimoramento de técnicas em resgate e introdução de flora é primordial não para evitar perdas, mas para conseguir garantir a conservação das espécies em longo prazo.

2.5 Sinonimização

A principal ameaça a existência, não só das espécies do gênero *Dyckia*, mas de todas as espécies da flora é a sinonimização.

De acordo com Leme (2008) quando novas hipóteses taxonômicas levam a mudanças nomenclaturais, especialmente quando nomes de táxons são relegados à sinonímia, espécies podem se tornar nominalmente extintas. A extinção nominal

de espécies, em contraste com a extinção biológica propriamente dita, é abstrata e hipotética. Táxons nominalmente extintos desaparecem de listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, e por isso não são mais incluídos em checklists, nem em estudos ecológicos ou florísticos. Atividades de conservação e políticas públicas não mais contemplam essas espécies. Com isso, espécies notoriamente raras com características evolutivas peculiares e únicas, no caso das *Dyckia* em particular, mas extensivo a outras espécies da flora, são sistematicamente raspados dos campos de canga ferruginosa como espécies comuns e de ampla distribuição, com a concordância dos órgãos fiscalizadores e da lei.

Estudos moleculares atualmente em voga, são uma grande ferramenta elucidativa em vários grupos botânicos, contudo os critérios ainda precisam ser aperfeiçoados. Espécies notoriamente diferentes morfologicamente não podem ser sinonimizadas com base apenas em informações a nível molecular. Suas interações ecológicas, biogeografia, alcance de dispersão, isolamento de populações, dentre outros fatores evolutivos que contribuem para a especiação não podem ser deixados de lado para as delimitações específicas. “A filogenia conta uma parte da história, mas não conta a história inteira”. O que é antigo nem sempre é desatualizado e o que é novo, nem sempre é o melhor (Leme, 2008).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente no Rio de Janeiro em 1992 (ECO 92), afirma que quando existem ameaças de danos graves ou irreversíveis de uma dada atividade, e se a certeza científica total não foi alcançada, esta atividade deve ser evitada ou estritamente controlado (Mirra, 1996).

2.6 Estabelecimento de métodos para diagnósticos ambientais

A observação de um geoambiente como uma floresta ou mesmo um campo rupestre, dada a sua vastidão em sua maioria, proporciona no ser humano uma sensação de impotência em estudar e identificar tudo aquilo.

Estudos amostrais de flora já são, por “jurisprudência” consolidados com métodos de parcelas amostrais, independentemente das dimensões ou ambiente nos quais os estudos são realizados. A inferência estatística, por mais adequada que seja, não contempla todas as espécies.

Em campos ferruginosos, a diversidade dos táxons é baixa em relação aos campos rupestres quartzíticos e um levantamento que contemple uma ou duas centenas de táxons é um trabalho considerado muito satisfatório.

Espécies que ocorrem sob outros tipos de fitofisionomias em campos rupestres, como em inclinações negativas, áreas de escoamento natural e até mesmo epífitas por exemplo, em determinados momentos podem deixar de ser amostradas porque a metodologia usualmente aceita não as alcança, podendo haver um resultado subestimado.

2.7 Legislação ambiental

Todos os tópicos supracitados são irrelevantes se não houver políticas públicas protetivas às espécies. A legislação ambiental aliás, é o principal deles. Não só os empreendimentos minerários, mas qualquer um que envolva supressão vegetal, seguem as premissas legais.

Tendo em vista que o Brasil é um dos países de maior biodiversidade do planeta, onde anualmente várias espécies de várias famílias botânicas são publicadas sem a atualização das listas oficiais, todas estas novas espécies já surgem criticamente ameaçadas uma vez que normalmente não são espécies de ampla dispersão, sendo restritas a pequenas áreas. No processo de licenciamento onde o norteamento das medidas mitigatórias é a lei, sem a citação de uma determinada espécie não há obrigação em protegê-la, sendo necessário rever critérios inclusivos para tratativas dessas espécies

Se por um lado, áreas de propriedade particular das empresas possuem seu acesso restrito para estudos, por outro, as áreas de domínio público, possuem processos de obtenção de licenças de coleta burocráticos e extremamente lentos, limitando-se em muito, uma atividade na qual se deveria subsidiar para o conhecimento do patrimônio biológico nacional e restringindo a pesquisa por estudiosos independentes, ressaltando que os pesquisadores independentes são a maioria quando se fala em estudos de flora.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

APG II (2003) **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II**. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399–436.

BENZING, D.H. **Bromeliaceae: Profile an Adaptive Radiation**. Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

BOUCHENAK-KHELLADI, Y.; MUASYA, A.M.; LINDER, H.P. (2014) **A revised evolutionary history of Poales: origins and diversification**. Botanical Journal of the Linnean Society 175: 4–16.

BÜNEKER, H.M. (2021) **Revisão taxonômica do complexo *Dyckia selloa* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) baseada em caracteres morfológicos não convencionais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BÜNEKER, H.M.; Guarçoni, E.A.E.; Santos-Silva, F.; Forzza, R.C. 2020. *Dyckia in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6046>>. Acesso em: 29 nov. 2021

DORR II, J. v. N. 1969. **Physiographic, stratigraphic and structural development of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. USGS. Prof. Paper, 641-A. Washington. 110 p.

FÖRTHNER, Harald (1995): Carl Friedrich Philipp von Martius - ein früher Kakteenforscher! - KuaS 46(9): 205-210

FORZZA, R. C. 2001. **Filogenia da tribo Puyeeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Pitcairnioideae–Bromeliaceae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 208p.

FORZZA, R.C. (2001) Filogenia da tribo Puyeeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult.f. (Pitcairnioidea e Bromeliaceae). Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo.

Forzza, R.C. 2020. *Encholirium in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB6086>>. Acesso em: 20 nov. 2021

GILMARTIN, A.J.; BROWN, G.K. (1987) **Bromeliales, related monocots, and resolution of relationships among Bromeliaceae subfamilies**. Systematic Botany 12: 493– 500.

GIVNISH, T.J.; AMES, M.S.; MCNEAL, J.R.; MCKAIN, M.R.; STEELE, P.R.; PAMPHILIS, C.W.de; GRAHAM, S.W.; PIRES, J.C.; STEVENSON, D.W.; ZOMLEFER, W.B.; BRIGGS, B.G.; DUVALL, M.R.; MOORE, M.J.; HEANEY, J.M.; SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P.S.; THIELE, K.; LEEBENS-MACK, J.H. (2010) **Assembling the tree of the monocotyledons: Plastome sequence phylogeny and evolution of Poales**. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 97: 584–616.

GIVNISH, T.J.; BARFUSS, M.H.J.; VAN EE, B.; RIINA, R.; SCHULTE, K.; HORRES, R.; GONSISKA, P.A.; JABAILY, R.S.; CRAYN, D.M.; SMITH, J.A.C.; WINTER, K.; BROWN, G.K.; EVANS, T.M.; HOLST, B.K.; LUTHER, H.; TILL, W.; ZIZKA, G.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. (2011) **Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: insights from an eight-locus plastid phylogeny**. *American Journal of Botany* 98: 872–895.

GIVNISH, T.J.; MILLAM, K.; EVANS, T.M.; HALL, J.C.; PIRES, J.C.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. (2004) **Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny and South-American disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae based on ndhF sequence data**. *International Journal of Plant Sciences* 165: 35–54.

GIVNISH, T.J.; MILLAM, K.C.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. (2007) **Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from ndhF sequence data**. *Aliso* 23: 3–26.

GOMES-DA-SILVA, J.; SANTOS-SILVA, F.; Forzza, R.C. (2019) **Does nomenclatural stability justify para/polyphyletic taxa? A phylogenetic classification in the xeric clade Pitcairnioideae (Bromeliaceae)**. *Systematics and Biodiversity* 17: 467–490.

HORRES, R.; ZIZKA, G.; KAHL, G.; WEISING, K. (2000) **Molecular Phylogenetics of Bromeliaceae: evidence from trnL (UAA) ontron sequences os the chloroplast genome**. *Plant Biology* 2: 306–315.

JACOBI, C.M. & CARMO, F.F. 2008. **The contribution of ironstone outcrops to plant diversity in the Iron Quadrangle, a threatened Brazilian landscape**. *AMBIO* 37 (4): 324-326.

JACOBI, C.M & CARMO, F.F. 2011. **Life-forms, pollination and seed dispersal syndromes in plant communities on ironstone outcrops, SE, Brazil**. *Acta Botanica Brasilica*, 25: 395-412.

JANAÍNA GOMES-DA-SILVA J.; SANTOS-SILVA F. & FORZZA R. C. 2019. **Does nomenclatural stability justify para/polyphyletic taxa? A phylogenetic classification in the xeric clade Pitcairnioideae (Bromeliaceae)**. *Systematics and Biodiversity* 0(0): 1–24

JUSSIEU, A.L. de (1789) **Genera plantarum, secundum ordines naturales disposita**. Paris, Herrisant & Barrois. 498 p.

KOCH, K. (1874.) **Index seminum in horto botanico berolinensi anno 1873 collectorum. Appendix quarta ad indicem seminum horti botanici Berolinenensis anni 1873**, [s.n.], Berlin, pp. 1–7.

KRAPP F.; PINANGÉ D. S. B.; BENKO-ISEPPON A. M.; LEME E. M.; WEISING K. 2014. **Phylogeny and evolution of Dyckia (Bromeliaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences**. Plant Systematics and Evolution 300: 1591-1614.

LEME E.M.C., RIBEIRO O.B.C. & MIRANDA Z.J.G. **New species of Dyckia (Bromeliaceae) from Brazil**. Phytotaxa, 67: 9-37, 2012.

LEME, E.M.C. (1997) Canistrum, **Bromélias da Mata Atlântica**. Ed. Salamandra, Rio de Janeiro. 107p.

LEONARDO M. VERSIEUX. **Bromeliáceas de Minas Gerais: Catálogo, distribuição geográfica e conservação**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MARTINELLI, G; VIEIRA, C.M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, O.; Piratininga, A.; Costa, A.F.; Forzza, R.C. (2008) **Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação**. Rodriguésia 59: 209–258.

MENDONÇA, M.P. & LINS, L.V. 2000. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas / Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte.

MIRRA, A. L. V. 1996. **Princípios fundamentais do direito ambiental**. Direito Ambiental I(2): 50-66.

MONTEIRO, R.; Forzza, R. (2008) **A família Bromeliaceae no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil**. Boletim de Botânica 26: 7–33.

MOURÃO, A. & STEHMANN, J.R. 2007. **Levantamento da Flora do Campo Rupestre sobre Canga Hematítica Couraçada remanescente na Mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil**. Rodriguésia, 58 (4): 775-786.

POMPELLI, M. F.; GUEERRA, M. P. **Ex situ conservation of Dyckia distachya: an endangered bromeliad from South Brazil**. Crop Breeding and Applied Biotechnology 4:273-279, 2004.

PORTO, M.L. & SILVA, M.F.F. 1989. **Tipos de Vegetação metalófito em áreas de Carajás e de Minas Gerais**. Acta Botânica Brasílica, 3(2): 13-21.

REX, M.; SCHULTE, K.; ZIZKA, G.; PETERS, J.; VÁSQUEZ, R.; IBISCH, P.L.; WEISING, K. (2009) **Phylogenetic analysis of Fosterella L.B. Sm. (Pitcairnioideae, Bromeliaceae) based on four chloroplast DNA regions**. Molecular Phylogenetics and Evolution 51: 472–485.

Rizzini, C.T. 1979. **Tratado de Fitogeografia do Brasil. Aspectos sociológicos e florísticos**. São Paulo: Editora de humanismo, Ciência e Tecnologia.

SANTOS, M.D.C. & VARAJÃO, A.F.D.C. 2004. **Sedimentation and Pedogenic features in a clay deposit in Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 76: 147- 159.

SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D.P.; MONTEIRO, R.F.; PITA, P.; MANTOVANI, A.; FORZZA, R.C. (2013) **Invasion of the South American dry diagonal: what can the leaf anatomy of Pitcairnioideae (Bromeliaceae) tell us about it?** Flora 208: 508– 521.

SCHAEFER, C.E.G.R., CÂNDIDO, H. G., CORRÊA, G. R., PEREIRA, A., NUNES, J. A., SOUZA, O.F., MARINS, A., FILHO, E. F., KER, J.C. (2015). **Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros**. In: Flávio Fonseca do Carmo, Luciana Hiromi Yoshino Kamino. (Org.) Geo.

SCHAEFER, C.E.G.R., CORRÊA, G.R., CÂNDIDO, H.G., ARRUDA, D.M., NUNES, J.A., ARAÚJO, R.W., RODRIGUES, P.M.S., FILHO, E.I.F., PEREIRA, A.F.S., BRANDÃO, P.C., NERI, A.V. 2016b. **The physical Environment of Rupestrian Grassland (Campos Rupestres) in Brazil: Geological, Geomorphological and Pedological Characteristics, and interplays**. In: FERNANDES, G. W. Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil. Springer.

SCHÜTZ, N.; KRAPP, F.; WAGNER, N.; WEISING, K. (2016) **Phylogenetics of Pitcairnioideae ss (Bromeliaceae): Evidence from nuclear and plastid DNA sequence data**. Botanical Journal of the Linnean Society 181: 323–342.

SILVA, M.F.F. 1992. **Distribuição de metais pesados na vegetação metalófila de Carajás**. Acta Botânica Brasílica, 6: 107-22.

SILVEIRA, F.A., NEGREIROS, D., BARBOSA, N.P.U., BUISSON, E., CARMO, F.F., CARSTENSEN, D.W., CONCEIÇÃO, A.A., CORNELISSEN, T.G.,

ECHTERNACHT, L., FERNANDES, G.W., GARCIA, Q.S., GUERRA, T.J., JACOBI, C.M., LEMOS-FILHO, J.P., STRADIC, S.L., MORELLATO, L.P.C., NEVES, F.S., OLIVEIRA R.S., SCHAEFER, C.E., VIANA, P.V., LAMBERS, H. 2016. **Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority**. *Plant Soil*, 403:129–152.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1974) **Bromeliaceae (Pitcairnioideae)**. *Flora Neotropica Monograph* 14: 1–662.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1977) **Bromeliaceae (Tillandsioideae)**. *Flora Neotropica Monograph* 14: 663–1492.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1979) **Bromeliaceae (Bromelioideae)**. *Flora Neotropica Monograph* 14: 1493–2142.

STEVENS PF (2001 onwards) **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em Novembro de 2021.

TERRY, R.G.; BROWN, G.K.; OLMSTEAD, R.G. (1997) **Examination of subfamilial phylogeny in Bromeliaceae using comparative sequencing of the plastid locus ndhF**. *American Journal of Botany* 84: 664–670.

TOY, T.J.; GRIFFITH, J.J. & RIBEIRO, C.A.A. 2001. **Planejamento a longo prazo da revegetação para o fechamento de minas a céu aberto no Brasil**. *Revista Árvore*, 25:487-499.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 123 p.

VIANA, P.L. & LOMBARDI, J.A. 2007. **Florística e caracterização dos Campos Rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil**. *Rodriguésia*, 58(1): 159-177.

VINCENT, R.C. 2004. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação e o solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo.

VERIEUX, L. M.; WENDT, T. **Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil**. *Biodivers Conserv* (2007) 16:2989–3009

VERSIEUX, L. M.; WENDT, T. LOUZADA, R. B.; WANDERLEY, M. G. L. **Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço**. Megadiversidade, v.4, n. 1-2, Dezembro, 2008.

WAGNER, N.; SILVESTRO, D.; BRIE, D.; IBISCH, P.L.; ZIZKA, G.; WEISING, K.; SCHULTE, K. (2013) **Spatiotemporal evolution of Fosterella (Bromeliaceae) in the central Andean biodiversity hotspot**. Journal of Biogeography 40: 869–880.

WALDEMAR, C. C.; IRGANG, B. E. **A ocorrência do mutualismo facultativo entre *Dyckia maritima* Backer (bromeliaceae) e o cupim *Cortaritermes silvestrii* (holmgren), nasutitermitinae, em afloramentos rochosos no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS**. Acta bot. bras. 17(1): 37-48. 2003.

WHITING, S.N.; REEVES, R.D. & BAKER, A.J.M. 2002. **Conserving Biodiversity: Mining etallophytes and Land Reclamation**. Mining Environmental Management, 10: 11-16.

3 CAPÍTULO 1 - ESPÉCIES DO GÊNERO DYCKIA (BROMELIACEAE) ENDÊMICAS DOS CAMPOS FERRUGINOSOS NO BRASIL

Otávio B. C. Ribeiro, Carlos E. Schaefer, Elídio E. Guarçoni.

RESUMO

O gênero *Dyckia* ocorre no Uruguai, Argentina Paraguai, Bolívia e Brasil tendo sua maior diversidade de espécies concentra-se na Cadeia o Espinhaço ocorrendo em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos. A maior irradiação de espécies do gênero ocorreu no período Plioceno aproximadamente entre 4,6 e 4,1 milhões de anos atrás, onde radiações massivas e sucessivas em várias direções teriam ocorrido, gerando uma grande diversificação no Pleistoceno. Por volta de 2,5 milhões de anos atrás, radiações secundárias começaram, e deram origem às linhagens que agora habitam áreas distintas, como o clado formado por algumas espécies do Brasil Central. Durante essas radiações, várias linhagens ocuparam ambientes de origem quartzítica e ferruginosa no Brasil indistintamente, evoluindo e adaptando ao substrato ferruginoso tornando-se endêmicas deste. São descritas morfolologicamente e detalhadas as interações taxonômicas e ecológicas de *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori,; *Dyckia cangaphila*, P.J. Braun, Esteves & Scharf,; *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme,; *Dyckia ferrisicola* O.B.C.Ribeiro & Leme e *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme. *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. é igualmente tratada e propõe-se o restabelecimento de *Dyckia elata* Mez. É proposto os complexos taxonômicos relacionados a *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther e *Dyckia consimilis* Mez, neste último discute-se as relações de *Dyckia simulans* L.B. Sm. e propõe-se a sinonimização de *Dyckia schwackeana* Mez. *Dyckia saxatilis* Mez e *Dyckia nana* Leme & O. B. C. Ribeiro apesar de não ocorrerem em substrato ferruginosos são descritas e discutidas para estabelecimento de novos táxons. Cinco novas espécies de *Dyckia* endêmicas do substrato ferruginoso são descritas, comentadas suas interações ecológicas e riscos de extinção e a elaboração de chave taxonômica para as espécies aqui tratadas.

Palavras-chave: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemismo. Campos Rupestres Ferruginosos.

CHAPTER I - SPECIES OF THE GENUS DYCKIA (BROMELIACEAE) ENDEMIC TO THE FERRUGINOUS FIELDS IN BRAZIL

Otávio B. C. Ribeiro, Carlos E. Sheifer, Elídio E. Guarçoni.

ABSTRACT

The genus *Dyckia* occurs in Uruguay, Argentina, Paraguay, Bolivia and Brazil, with its greatest diversity of species concentrated in the Espinhaço Range, occurring in quartzite and ferruginous rocky fields. The greatest irradiation of species of the genus occurred in the Pliocene period approximately between 4.6 and 4.1 million years ago, where massive and successive radiations in several directions would have occurred, generating a great diversification in the Pleistocene. Around 2.5 million years ago, secondary radiations began, and gave rise to the lineages that now inhabit distinct areas, such as the clade formed by some species from Central Brazil. During these radiations, several lineages occupied environments of quartzite and ferruginous origin in Brazil indistinctly, evolving and adapting to the ferruginous substrate, becoming endemic to it. The taxonomic and ecological interactions of *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori,; *Dyckia cangaphila*, P.J. Braun, Esteves & Scharf,; *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme,; *Dyckia ferrisicola* O.B.C.Ribeiro & Leme and *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme. *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. is also treated and the recovery of *Dyckia elata* Mez is proposed. The taxonomic complexes related to *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther and *Dyckia consimilis* Mez are proposed, in the latter the relationships of *Dyckia simulans* L.B. sm. and we propose the synonymization of *Dyckia schwackeana* Mez. *Dyckia saxatilis* Mez and *Dyckia nana* Leme & O. B. C. Ribeiro, despite not occurring in ferruginous substrates, are described and discussed in order to establish new taxa. Five new species of *Dyckia* endemic to the ferruginous substrate are described, their ecological interactions and risks of extinction are discussed, and a taxonomic key is prepared for the species discussed here.

Keywords: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemism. Rupestrian fields ferruginous.

3.1 Introdução

O gênero *Dyckia* ocorre no Uruguai, Argentina Paraguai e Bolívia. No Brasil tem ocorrências confirmadas na região norte, nos estados do Pará e Tocantins, no Nordeste, nos estados da Bahia, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, e nas demais regiões, em todos os estados. Sua maior diversidade de espécies concentra-se na Cadeia do Espinhaço abrangendo os estados de Minas Gerais e Bahia com 44 espécies até o momento publicadas (Büneker et. al. 2022).

Suas espécies geralmente apresentam distribuição geográfica restrita, normalmente a ambientes rochosos e frequentemente são endêmicas de determinados campos rupestres, em afloramentos, escarpas e encostas.

O gênero foi descrito por Josef Augusti Schultes e Julius Hermann Schultes filho, no sétimo volume da edição de Roemer & Schultes do *Systema Vegetabilium* em 1830, em homenagem ao Príncipe Joseph Salm-Reifferscheid-Dyck, também botânico e horticultor alemão.

De acordo com Krapp et al. (2014) a linhagem de *Dyckia* teria surgido, e divergido de *Encholirium*, entre 4,6 e 4,1 milhões de anos atrás, provavelmente na área de atual ocorrência dos dois gêneros, na porção oriental do Brasil. As primeiras linhagens de *Dyckia* teriam migrado para o centro-oeste do Brasil há aproximadamente 4 milhões de anos atrás. Provavelmente o ancestral das principais linhagens de *Dyckia* chegou no sul do Brasil em torno de 3,4-2,9 milhões de anos atrás, de onde radiações sucessivas em várias direções teriam ocorrido, gerando uma grande diversificação no Pleistoceno. Por volta de 2,5 milhões de anos atrás, radiações secundárias começaram, e deram origem às linhagens que agora habitam áreas distintas, como o clado formado por algumas espécies do Brasil Central.

De acordo com Pinangé et al. (2016), com base em estudo filogenético, o gênero se comporta como um grupo monofilético, embora apresente uma resolução infragenérica baixa, sugerindo que processos de hibridização e introgressão foram constantes ao longo da irradiação biogeográfica para formação das *Dyckia* atuais.

Estas migrações, aliadas à hibridações e introgressões, fizeram com que diferentes linhagens colonizassem solos ricos em ferro, tornando possível a especiação nos solos ferruginosos sem necessariamente estas espécies terem uma ancestralidade comum a nível específico atual.

Cada grupo botânico tem sua peculiaridade, e caracteres taxonômicos aplicáveis à diferenciação das espécies de um gênero ou grupo não são obrigatoriamente aplicáveis em outro. O conhecimento das espécies em campo e a distribuição biogeográfica continua da mesma são negligenciados no momento da identificação.

A identificação do espécime baseado apenas em caracteres morfológicos tradicionais observáveis em exsicatas, para vários grupos de plantas induz ao erro, e caracteres não conservados em exsicatas como tropismo e epinastia por exemplo, bem como caracteres criptogâmicos cabais para diferenciação não são possíveis de serem observados.

As espécies mais prejudicadas com isso são as mais raras e microendêmicas. Justamente por serem raras, raras também são as fontes de comparação como exsicatas em herbários e literatura. Desta forma, um erro bem estabelecido acaba se tornando inquestionável com o acumular de suas sucessões até que quando este erro for identificado, grande parte da população de uma espécie rara já esteja dizimada ou extinta. Büneker (2021) em seu trabalho revisivo do complexo *Dyckia selloa* se fundamentou em caracteres morfológicos não convencionais diferentes dos tradicionalmente aplicados com melhor adequação e aplicação a este grupo em questão.

Pelos fatos aqui apresentados, hipotetiza-se que os solos ferruginosos representam um filtro ambiental único, capaz de propiciar estratégias evolutivas de longo prazo, para suportar a combinação do fogo, elevadas temperaturas do solo e extremo oligotrofismo, entre outras. Com isso, o objetivo desse capítulo foi descrever a ocorrência do gênero *Dyckia* em campos rupestres ferruginosos do Brasil. Fazer a descrição morfológica das espécies, detalhar as interações taxonômicas e ecológicas, descrever as novas espécies, reclassificá-las quanto ao risco de extinção.

3.2 Material e Métodos

3.2 .1 Área de estudo

Quinze expedições botânicas foram realizadas em diferentes localidades incluindo a localidades tipo espécies, e em outras localidades da Cadeia do

Espinhaço em Minas Gerais entre 2019 e 2022. Foram realizadas coletas de material *in vivo* no Quadrilátero Ferrífero, Alinhamento Ferrífero Conceição do Mato Dentro - Itapanhoacanga, Vale do Peixe Bravo no Norte de Minas Gerais, Morro do Ferro em Oliveira MG. Coletas de espécimes *in vivo* originárias da serra dos Carajás no Pará, e Goiás foram adicionalmente estudadas.

O material *in vivo* está sob cultivo na coleção do Instituto Rupestris em Conceição do Mato Dentro MG.

Exsicatas geradas serão incorporadas ao acervo dos herbários BHCB e VIC.

3.3 Análise Morfológica

A análise morfológica foi baseada prioritariamente na observação de material vivo no ambiente de coleta e em cultivo. A caracterização fotográfica de todos os caracteres taxonômicos relevantes foi realizada com escala centimétrica e a distribuição geográfica dos táxons com análise de exsicatas de espécimens condizentes com os taxons depositadas nos herbários visitados e herbários virtuais. Foram enfatizadas a coleção dos seguintes herbários: BHCB, por conter o maior número de depósitos deste gênero em campos ferruginosos, Herbário VIC e coletas à disposição em herbários virtuais dos holótipos das espécies em estudo e acessos públicos de herbários de outras instituições. Para as identificações dos táxons foram utilizadas as descrições originais, estampas, fotos, análise do material-tipo.

Observações de campo em diferentes populações foram efetuadas observando-se a variação morfológica de cada táxon no ambiente de ocorrência. Para efeito da uniformização de dados, e para buscar caracteres quantitativos mais conservados, foram utilizadas medidas das folhas em perfeito estado e da região mais externa da roseta, brácteas da região basal do escapo e as duas últimas da região superior, e peças florais das duas primeiras flores (Guarçoni, 2014). Foram elaboradas descrições com base no material examinado e fotografias ilustrativas de caracteres florais e do hábito. O exame das coleções foi realizado com o auxílio de estereomicroscópio. As medidas de estruturas florais foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital. A terminologia morfológica segue metodologia estabelecida por Radford et al. (1974).

3.4 Tratamento Taxonômico

3.4.1 Morfologia e manifestações fenotípicas

Considerando a origem do gênero no Plioceno e as especiações por hibridação e introgressões genicas possíveis, as especiações associadas às jazidas de ferro, correram com a colonização de linhagens evolutivas diferentes e distintas.

A modificação da paisagem ao longo deste processo evolutivo contribuiu efetivamente para a interrupção do fluxo gênico entre populações de *Dyckia* uma vez que, com o fim da última glaciação com o aumento da temperatura média, dentre outros fatores, o aumento da pluviosidade, intensificou-se o processo erosivo formando ambientes fragmentados, isolados por bacias coluvionárias e solos possibilitando o surgimento das formações florestais, ou mesmo áreas campestres, isolando populações de *Dyckia*, não só em solos associados ao ferro quanto em outras formações rochosas.

3.4.2 Caracteres morfológicos aplicáveis à taxonomia - Variáveis e invariáveis

A sistemática do gênero *Dyckia* desde o seu estabelecimento foi baseada em caracteres morfológicos observáveis em material herborizado. Desde Carl Mez na Flora Brasiliensis até L. B. Smith & Downs (1974) no trabalho mais abrangente até hoje em dia para o gênero, suas chaves taxonômicas ainda muito úteis e funcionais, foram criadas sobre caracteres observáveis em exsicadas.

No entanto alguns destes caracteres estabelecidos em chaves variam entre indivíduos da mesma espécie e alguns até mesmo no mesmo indivíduo o que leva a imprecisões, incertezas e identificações errôneas.

Büneker, (2021) estabeleceu caracteres melhor aplicáveis ao complexo *D. selloa* que conferiu maior certeza e confiabilidade na determinação das espécies deste grupo evolutivo.

Para as espécies de *Dyckia* ocorrentes em solos ferruginosos os caracteres morfológicos convencionais variam dentro da mesma espécie, o que induz a erros de identificação ou mesmo inconsistências taxonômicas.

Por ser um grupo evolutivo muito recente, vários caracteres fenotípicos variam muito dentro de uma mesma população. Não há até o presente momento, estudos específicos quanto às variações fenotípicas em populações naturais de *Dyckia*, mas possivelmente as variações morfológicas dos indivíduos sejam derivadas de manifestação de códons genéticos específicos por dominância ou recessividade gênica.

Em várias espécies, numa mesma população, caracteres como cor de folha, presença e ausência de indumento podem variar a extremos. Com isso os caracteres marcantes em detrimento dos mais comuns na população, devem ser observados como os caracteres inerentes à espécie. Por exemplo: uma determinada população, em um determinado local, onde os indivíduos variam da cor verde das folhas a indivíduos fortemente acobreados, esta última característica é mais forte para o reconhecimento da espécie, uma vez que é inerente à espécie e a manifestação do caractere cor verde de folha é mais comum, e passível de proporcionar erros de identificação comparando-se a outras espécies.

O estado nutricional bem como a exposição à luz, influi no desenvolvimento vegetativo fazendo com que dimensões devam ser observadas como referência comparativa. Indivíduos associados a térmitas tendem a ser melhor nutridos e consequentemente maiores em porte. Indivíduos em sombreamento expandem o limbo foliar e apresentam colorações diferentes dos indivíduos expostos ao sol.

A fitossanidade influencia principalmente em caracteres reprodutivos e consequentemente no número de flores e no alongamento da inflorescência e na proporção de brácteas em relação aos entrenós. Algumas espécies antigas foram estabelecidas através de exsicatas nitidamente injuriadas e anômalas (Figura 1).

Figura 1 - *Dyckia consimilis* Mez com inflorescência anômala devido a uma injúria apical da inflorescência.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Um caractere de chave muito recorrente e utilizado para distinção de espécies é o grau de conação dos estames. Em uma mesma inflorescência em determinadas espécies pode-se encontrar estames totalmente fundidos em uma flor e parcial ou totalmente livres em outra flor. Dependendo da flor que se observe, a conclusão pode ser errônea. No entanto a capacidade de fundir estames mesmo que variavelmente, é inerente da espécie. Este tópico será melhor abordado à diante no tratamento taxonômico específico.

Com essa gama de variações as incertezas na determinação das espécies são muito grandes o que leva a não compreensão dos táxons e sinonimizagens errôneas. Sem uma clareza nas identificações as espécies endêmicas de solos

ferruginosos simplesmente são suprimidas para a exploração minerária sem que haja qualquer medida mitigatória para elas.

É fundamental que para a identificação das espécies de *Dyckia*, sejam observados indivíduos *in vivo*, para que caracteres taxonômicos não convencionais ou de hábitos sejam analisados para precisão na determinação das espécies.

3.4.3 Caracteres de grupos evolutivos ou caracteres invariáveis

Os caracteres inerentes à origem evolutiva ancestral, nos dá confiabilidade em estabelecer grupos, consistentes para identificação e estabelecimento de novas espécies e proximidades taxonômicas.

Caracteres vegetativos são os mais expostos às variações climáticas, ambientais, da evolução da paisagem e a passagem do tempo, consequentemente a seleção natural é mais atuante neste em comparação com caracteres florais, que são efêmeros e proporcionalmente sofrendo diferentes e específicas pressões seletivas para adaptações evolutivas.

Os grupos evolutivos de *Dyckia* de racemos simples com flores tubulares laranja, que engloba as espécies ocorrentes em solos ferruginosos até o presente momento, não apresentam especificidades com polinizadores, pelo menos ao ponto de ao longo da evolução, culminarem em modificações morfológicas que torne uma ou outra espécie discrepante das demais do grupo.

3.4.4 Hábito de desenvolvimento

3.4.4.1 Rosetas únicas ou individuais

São grupos de espécies que mantêm uma única roseta persistente, sem apresentar a senescência de uma roseta antiga para formação de nova por substituição (Figura 2 e 3). Consiste-se em um rizoma reduzido na base da planta normalmente sem a apresentação de brotações laterais.

Figura 2 - *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme foto ilustrativa de espécie de roseta única.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro – Alinhamento ferrífero de Conceição do Mato Dentro – Itapanhoacanga.

Figura 3 - *Dyckia inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori ilustrativa de espécie de roseta única.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro - Maciço ferruginoso em Serro MG.

3.4.4.2 Rosetas Cespitosas ou em Falanges

São as cujo rizoma reduzido produz rametes curtos e nódulos compactos, tecnicamente denominados “Falanges” (Forzza, 2001). Mas para fins didáticos utilizaremos o termo análogo abrangente a outras famílias como cespitosas ou seja: espécies que produzem brotações laterais junto à base ou entre as folhas.

Figura 4 - *Dyckia ferrisicola* O.B.C.Ribeiro & Leme ilustrativa de espécie cespitosa ou em falange.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro - Serra da Jangada, Sarzedo MG.

Figura 5 - *Dyckia* sp. nov. 2 ilustrativa de espécie cespitosa ou em falange.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro – Torre de telecomunicações de Congonhas - MG

3.4.4.3 Rosetas rizomatosas ou em “guerrilhas”

Crescimento contínuo através de rizoma persistente alongado, com brotação de raízes nos entrenós, podendo dividir-se em diferentes rosetas continuamente, resultando em uma propagação clonal que em algumas espécies pode resultar em um único indivíduo ocupando vários metros quadrados. Este tipo de crescimento é caracterizado como crescimento em “Guerrilha” (Forzza, 2001). Mas para fins didáticos usaremos aqui a terminologia mais comumente aplicada a outras famílias botânicas como plantas rizomatosas, ou seja, que produzem um caule horizontalmente produzindo raízes, e ramos laterais.

Figura 6 - *Dyckia consimilis* Mez espécie de hábito rizomatoso ou em guerrilha



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro – Sinclinal Moeda.

3.4.4.4 Espinhos e tipo de indumento foliar

Apesar das folhas variarem quanto aos fatores nutricionais e luminosos, bem como possivelmente fatores genéticos, os espinhos e o tipo de indumento foliar, são caracteres importantes nas delimitações. Tamanho, cor, curvatura (ou forma), espaçamento entre espinhos, e tipo de indumento são perfeitamente aplicáveis para distinção de espécies.

Büneker et al. (2015, 2020) e Troleis (2018) ressaltaram a importância taxonômica da coloração dos espinhos para as espécies do complexo *D. marítima*. Büneker (2021) utilizou a morfologia e coloração de espinhos e indumento para distinguir espécies no complexo *D. selloa*.

Figura 7 - Comparação de duas espécies próximas quanto aos espinhos e indumento foliar. *Dyckia cinerea* Mez (esquerda) e *Dyckia bracteata* (Wittm.) Mez (direita.)



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

3.4.4.5 Inflorescência

Este é um caractere taxonômico que diz muito sobre as espécies de *Dyckia* que não foram explorados nos estudos clássicos baseados em exsicatas, e só serem possíveis de observar variações no material in vivo. Grupos de espécies apresentam padrões principalmente no posicionamento das flores ou movimentações para formação do fruto após fecundação e capacidade de se ramificar.

3.4.4.6 Inflorescência composta

Há grupos taxonômicos incluídos no gênero que apresentam inflorescências notoriamente ramificadas em mais de uma ordem, como o complexo *Dyckia selloa* (Büneker 2021) que correspondem ao grupo de espécies antigamente estabelecidas por Koch (1874) como *Prionophyllum*. Este grupo de espécies

sempre produzem inflorescências compostas em mais de uma ordem invariavelmente (Figura 8).

Figura 8 - *Dyckia maritima* Baker.



FONTE: REFLORA

Os grupos que se estabeleceram em solos ferruginosos no Brasil são grupos de flores laranjas típicas e inflorescências caracterizadas como simples. Para estes grupos, há uma característica que deve ser considerada, que é a relatividade da manifestação de inflorescência composta. Não se sabe ao certo o que desencadeia sua manifestação, se é devido a nutrição, stress ambiental, fitopatológico ou fatores genéticos, mas o fato é que há espécies que possuem a capacidade de ramificar a inflorescência esporadicamente e em outras espécies este fenômeno nunca é observado.

Todas as espécies até então conhecidas de *Dyckia* ocorrentes em solos ferruginosos apresentam inflorescências simples, contudo algumas espécies apresentam em alguns indivíduos na população, inflorescência com ramificações em determinados ciclos de floração. Observações de cultivo, em algumas espécies, em um ciclo produtivo apresentam inflorescência simples, e no ciclo reprodutivo seguinte, apresentam ramificações.

Figura 9 - Ramificações na inflorescência em *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. (foto em cultivo).



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Um mesmo indivíduo pode em um ciclo de floração apresentar ramos laterais com flores perfeitas e funcionais e no outro ciclo de floração apresentar uma inflorescência simples. Não se sabe ao certo o que provoca esta variação de floração, abrindo margens para respostas fenotípicas ou genéticas, mas a capacidade de produzir inflorescência ramificada é inerente à espécie, embora nem sempre este caractere se apresente, como nos grupos taxonômicos do sul do Brasil com espécies de inflorescência notoriamente paniculadas.

3.4.4.7 Posicionamento da Inflorescência simples

Via de regra as inflorescências das espécies ocorrentes em solos ferruginosos são simples, que para uma primeira observação, são muito parecidas, e os pequenos caracteres nesta parte são fundamentais para o entendimento dos grupos evolutivos. Em materiais herborizados, alguns caracteres fundamentais da inflorescência não podem ser observados devido à prensagem e desidratação do material.

O mais comum são as inflorescências simples e eretas, no entanto o posicionamento de flores e mesmo da ráquis pode variar entre espécies a ponto de delimitar grupos.

Figura 10 - Inflorescência ereta e trística em *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 11 - Inflorescência arcuada e secunda em *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

3.4.4.8 Indumento da inflorescência

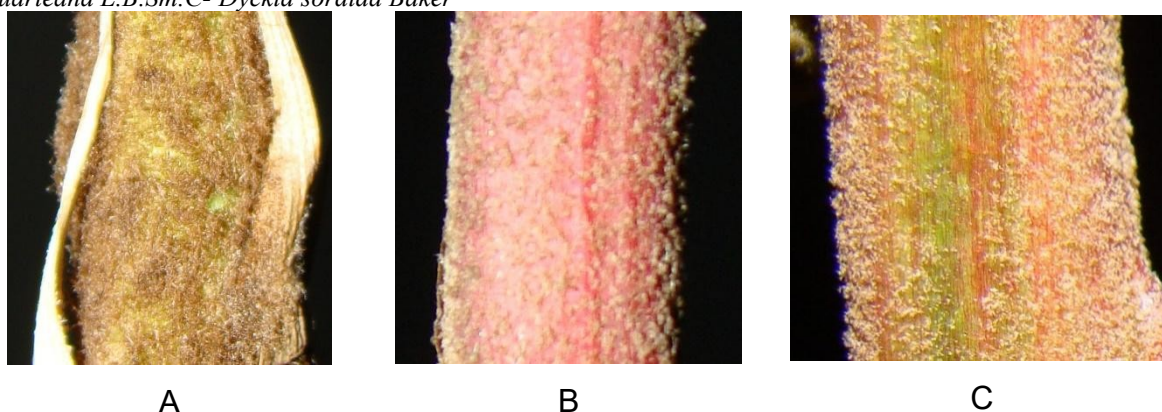
Pouco explorado taxonomicamente até mesmo por não haver denominações padronizadas quanto a este, é um caractere taxonômico utilizado basicamente pela cor.

A associação de espécies pela cor do indumento é um caractere taxonômico de chave utilizado muito assertivamente por Smith & Dows (1979), até porque se preserva em material herborizado. O tipo de indumento e sua densidade variam com as espécies e são muito uteis na diferenciação, e sua caracterização minuciosa facilita em muito a divisão dos grupos evolutivos. Forzza (1997) abordou os tricomas do perianto de espécies de *Dyckia* da Serra do Cipó, no tratamento das espécies de indumento ferrugíneo.

Büneker (2021) em seu estudo do complexo *D. selloa*, revelou padrões morfológicos de tricomas no perianto: unicelular, multicelular unisseriado, multicelular unisseriado-capitado, multicelular pouco ramificado, multicelular dendríticos, multicelular flabeliformes e multicelular peltado.

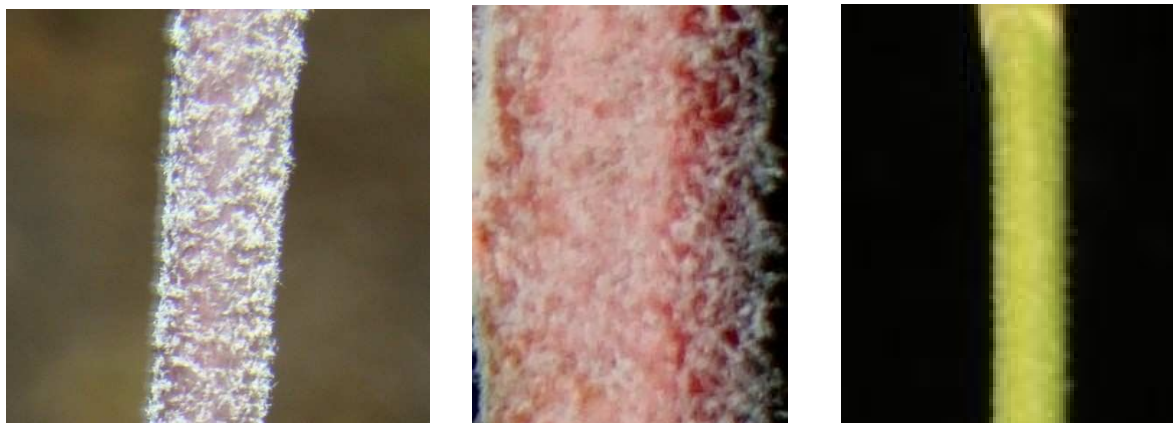
Estudos detalhados em microscopia, com critérios em classificações morfológicas destas estruturas, são fundamentais para o entendimento dos grupos taxonômicos.

Figura 12 - Diferentes tipos de indumento ferrugíneo em *Dyckia*. A- *Dyckia ursina* L.B.Sm. B- *Dyckia duarteana* L.B.Sm. C- *Dyckia sordida* Baker



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 13: Diferentes tipos de indumento branco em diferentes coletas de *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

3.4.4.9 Caracteres florais

Forma da corola

A forma da corola é um caractere muito consistente que se perde em materiais herborizados. Várias são as formas de corolas que podemos encontrar no gênero.

Figura 14: Corola trimera em *Dyckia tenebrosa* Leme & Luther



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 15 - Corola campanulada em *Dyckia consimilis* Mez



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 16 – Corola pisciforme em *Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Bráctea floral

O tipo de bractea floral é muito diagnóstico para as espécies em estudo neste trabalho. As formas, bordas e indumentos são muito característicos das respectivas espécies, no entanto as dimensões variam dependendo do posicionamento da respectiva flor na inflorescência.

As flores basais possuem as maiores bracteas em relação às flores apicais. Isso leva a imprecisão na identificação, uma vez que é usual nas descrições, brácteas florais descritas em relação ao tamanho da flor, hora, menos que as sepalas, igualando as ou mesmo excedendo o comprimento da flor.

Neste caso, uma padronização da flor a ser estudada na descrição é proposto para contornar esta variação natural. A segunda, ou até a quarta flor da inflorescência mantém o padrão de estudo das bracteas florais em dimensões, bem como para os outros verticílios florais.

Sépalas e pétalas

Estes verticilos apesar de muito parecidos variam em formas e dimensões. Microcaracteres muito úteis como conformações de bordas e escamas peltadas são muito úteis. O tamanho do cálice em relação á corola é notório pra a distinção de algumas espécies.

3.4.5 Descrição do Gênero *Dyckia*

Dyckia

Ervas xerófitas, geralmente rupícolas, saxícolas, ou de solos litólicos, raramente terrícolas, psamófilas ou reófitas; isoladas ou, mais frequentemente, formando touceiras; acaulescentes, rizomatosas e/ou estoloníferas. **Folhas** alternas-espíraladas, rosuladas, ou raramente alternas-dísticas, ereto-patentes a reflexas ou secundas; **bainha foliar** ampla, ovais a orbiculares, coriácea, totalmente alva, ou raramente com uma grande mácula castanha; **lâmina foliar** crassa, verde, avermelhada, amarelada, rosada, arroxeada, castanha, esbranquiçada ou cinérea, podendo ter cores diferentes em indivíduos de mesma população, estreito-triangular a triangular, raramente linear; **face adaxial** glabra a densamente lepidota ou pruinosa; **face abaxial** geralmente nervurado-estriada, lepidota; **margens** densamente espinhoso-serradas a inteiras, com ápice sempre espinescente; **espinhos das margens** complanado-triangulares a aciculiformes, retos ou geralmente aduncos, retrorsos ou antrorsos, raramente patentes. **Inflorescência** originada por gema axilar, com duas regiões distintas, uma porção

estéril (pedúnculo) e uma porção fértil, geralmente simples ou composta até primeira ordem, pauciflora a multiflora, laxa a congesta. **Pedúnculo** provido de brácteas, verde, avermelhado, amarelado, rosado, arroxeado ou castanho, conspícuo, ereto ou subereto, glabro, pruinoso, ou com indumento constituído por tricomas de coloração branca, cinérea ou castanho-ferrugínea. **Brácteas do pedúnculo** polísticas, foliáceas e/ou não, densamente a esparsamente dispostas, menores, igualando ou excedendo os entrenós, triangulares, lanceoladas ou ovais, com ápice agudo, atenuado, acuminado ou caudado, de margens inteiras a densamente espinhosas, eretas, patentes ou reflexas, frequentemente estramíneas. **Brácteas florais** conspícuas até muito reduzidas, inconspícuas, frequentemente estramíneas, podendo ser foliáceas, verdes, amareladas, alaranjadas, avermelhadas, rosadas, castanhas, estreito-triangulares, triangulares, lanceoladas, ovais, elípticas ou suborbiculares, com margem inteira ou serrilhada, glabras ou indumentadas. **Flores** actinomorfas ou raramente levemente zigomorfas, monoclinas, podendo apresentar forma tubulosa, trígona, urceoladas ou campanuladas, pediceladas ou sésseis, suberetas a reflexas; nectários nupciais ginopleurais presentes na região infralocular-receptacular; **hipanto** reduzido, geralmente menor que 3 mm de comprimento; **cálice** actinomorfo ou levemente zigomorfo, com as sépalas adaxiais carenadas e a abaxial ecarenada; **sépalas** livres, ou raramente brevemente conatas na base, verdes, amareladas, alaranjadas, avermelhadas, rosadas, castanhas ou vináceas, ovais, oval-triangulares, elípticas, obovadas ou orbiculares, com margem inteira, simétricas ou raramente levemente assimétricas, carenadas a ecarenadas, glabras a densamente indumentadas, estômatos modificados para exsudação de néctar (nectário extranupcial) geralmente presentes na face abaxial; **pétalas** livres acima do hipanto, geralmente amareladas ou alaranjadas, mas também esverdeadas, avermelhadas, vináceas a fortemente púrpuras, frequentemente unguiculadas, oblongas, estreito-elípticas, oblanceoladas, obovadas, truladas, obtruladas, romboides, obrombóides ou orbiculares, com margem inteira ou provida de emergências, completamente sobrepostas a não sobrepostas, simétricas ou raramente assimétricas, glabras a densamente indumentadas nas margens e face abaxial; **estames** inclusos, às vezes com anteras parcialmente exsertas ou totalmente exsertos; **filetes** livres ou conatos acima do hipanto, os antessépalos geralmente parcialmente adnatos as sépalas ou livres, os antepétalos adnatos às

pétalas na porção basal acima do hipanto (tubo ou anel pétalo-estamínico), livres a totalmente concrescidos acima da liberação das pétalas; **anteras** amarelas, castanho-amareladas ou amarelo-arroxeadas, frequentemente rostradas; **pistilo** incluso ou raramente exserto; **ovário** semi-ífero ou raramente súpero; **estilete** muito desenvolvido a ausente; **estigma** conduplicado-espiralado ou conduplicado-ereto; **óvulos** muito numerosos a poucos, geralmente placentados em duas fileiras, patentes em relação ao eixo longitudinal do pistilo. **Frutos** do tipo cápsulas, com deiscência septicida até a base e loculicida na porção apical, frequentemente vernicosos, globosos ou ovoides, castanhos a pretos. **Sementes** castanhas, achatadas discoides, com ala desenvolvida, arredondada, ou assimétrica, calazalmente falciforme.

3.4.6 Conceitos ecológicos de especiação

Ao longo da evolução não só de *Dyckia* quanto todo o clado Xerophytoide, vários conceitos de interação ambiental entre indivíduos da mesma espécie e com outras espécies foram cabais para o estabelecimento das espécies contemporâneas. Em especial para o gênero *Dyckia* endêmicos de substrato ferruginoso este entendimento nos esclarece os endemismos regionais, uma vez que é comum nas espécies principalmente deste estudo o microendemismo. Entender como funcionou e funciona a dispersão das espécies ao longo da evolução e da modificação da paisagem nos faz concluir o endemismo atual. É comum que algumas espécies atualmente sejam confinadas ao ambiente onde se especiam. Barreiras naturais de isolamento não só quanto ao substrato, mas aos fenômenos naturais e até mesmo fragmentos de outros ambientes como uma formação florestal são praticamente intransponíveis para estas espécies.

Fluxo gênico em *Dyckia*

O conceito de fluxo gênico é a movimentação de genes entre populações. Devido às mudanças da paisagem desde o Pleistoceno, vários grupos populacionais se isolaram de outros grupos da mesma espécie de alguma forma. Frações gênicas de populações se inter cruzaram isoladas, e passaram por processos de seleção natural diferentes ao longo do tempo. A contínua mudança

da paisagem e do ambiente em geral, aproximou populações de outras espécies possibilitando introgressões gênicas seja por polinização aleatória ou dispersão de sementes de uma população em outra.

Fluxo gênico através do pólen

A reprodução sexuada em *Dyckia*, principalmente nos grupos que ocorrem no leste do Brasil, é muito eficiente e estável devido à conformação floral. Há uma gama satisfatória de visitantes florais, como abelhas, borboletas e principalmente beija-flores. Devido à estrutura interna das flores normalmente posicionarem os estames muito próximos do estigma, a polinização é mecanicamente bem sucedida, seja através de insetos ou aves.

Contudo, HMELJEVSKI (2007) constatou a auto-incompatibilidade através de autofecundações artificiais resultando em agamospermia em *Dyckia ibiramensis* Reitz. ROGALSKI et. Al. (2009), constatou que *Dyckia brevifolia* Baker é autocompatível e que a agamospermia pode ocorrer. Testes realizados pelo autor (dados não publicados) em espécies de *Dyckia* em cultivo confinado em casa de polinização cercada com tela anti-afídio, e previamente emasculadas, revelam que *Dyckia concepcionensis* é uma espécie autogâmica. Outras espécies não apresentam este comportamento:

Espécies	Reprodução
<i>Dyckia concepcionensis</i> O.B.C. Ribeiro & Leme	Autógama
<i>Dyckia ferrisicola</i> O.B.C.Ribeiro & Leme	Alogama
<i>Dyckia rariflora</i> Schult. &Schult. f.	Alogama
<i>D. sp.nov.</i> 5 Ouro Preto MG	Alogama
<i>Dyckia incana</i> O.B.C.Ribeiro & Leme.	Alogama
<i>Dyckia sp. nov.</i> 1 Morro doPilar MG	Alogama
<i>Dyckia inflexifolia</i> Guarçoni & M.A.Sartori	Alogama
<i>Dyckia consimilis</i> Mez	Alogama

Tabela 1 - Espécies submetidas à autopolinização em ambiente isolado FONTE: Experimentos de polinização de Otávio Ribeiro

Isso indica claramente que há espécies com autofecundação e descendência viável e há espécies que dependem de polinização cruzada para reprodução viável. É natural que este fato ocorra devido à diferentes linhagens ancestrais que

colonizaram solos ferruginosos ao longo da evolução, culminando nos endemismos.

Espécies autógamas, mesmo que com poucas sementes férteis formando indivíduos viáveis. Isto provavelmente foi fundamental para especiações de populações isoladas. Contudo a baixa taxa de descendência viável fez com que a especiação seja muito lenta, e eventos de floração tendem a serem mais esporádicos.

Em espécies alógamas, eventos de floração tendem a ser melhor sincronizados ao longo das subseqüentes gerações da espécie.

Devido às facilidades mecânicas da polinização a hibridação natural é comum, e a introgressão gênica em uma população isolada é simples desde que haja uma população próxima o suficiente para que agentes polinizadores carregem pólen viável de uma população a outra, com eventos de floração coincidentes e isto resulte em formação de sementes férteis e estas originem plântulas que se sustentem até a maturação sexual e floração, dando continuidade a ciclos reprodutivos.

Para inferir a quão próxima suficiente duas ou mais populações de *Dyckia*, seja da mesma espécie ou espécies diferentes, têm de estar próximas para o correr o fluxo gênico, temos que analisar o modo de vida dos polinizadores.

De acordo com (FRISCH, 1967; SEELEY, 1994 *in* CORREIA *et. al.* (2017) as abelhas não forrageiam em longas distâncias desnecessariamente, poupando assim, tempo e energia. Mensurações feitas por CORREIA *et. al.* (2017) revelam que a partir de 1500 metros o retorno de abelhas não é bem sucedido, revelando-se inviável o forrageamento acima destas distâncias. Isso significa que o fluxo gênico vetorado por abelhas de quaisquer espécies, acima de uma distância segura de 1500 m pode-se considerar que não ocorra.

Considerações sobre a polinização por aves (Beija flores)

O tubo floral das espécies de *Dyckia* ocorrentes em solos ferruginosos, e outras espécies da cadeia do Espinhaço é curto, até para os menores bicos das menores espécies de beija-flores. Os grãos de pólen não possuem estruturas aderentes o que não permite uma aderência persistente ao bico de um beija-flor pelo pólen de *Dyckia* por muito tempo.

O comportamento generalista de alimentação dos beija-flores, visitando espécies de outras famílias botânicas indistintamente (Stiles 1981; Wolf et al. 1976), aumenta a substituição e promove a diminuição do pólen da espécie em seu trajeto. Com isso, polinizações de sucesso ocorrem a curtas distâncias sem alternar flores de *Dyckia* com flores outras espécies de plantas.

Cangas ferruginosas normalmente se formam isoladas em topos de montanhas sob condições de vento mais agressivas, com espaços intercalados de centenas de metros ou mesmo quilômetros, separados por outras fitofisionomias que variam de campos gramíneos a formações florestais, com várias outras espécies de plantas atrativas para beija flores. De acordo com Jacobi & Antonini (2008) e Justino et al. (2012) a maior frequência de espécies de beija flores em campos rupestres são territorialistas, não implementando vôos a longas distâncias. É pouco provável que nestas condições alguma espécie de beija-flor implemente um vôo direto objetivando uma única espécie de flor. Por serem animais pequenos com dieta de rápido metabolismo, voos diretos acima de 2 quilômetros sem pausas para alimentação são impraticáveis, mesmo para as raras espécies migratórias.

De acordo com Gannon (2021) fluxo gênico bidirecional entre subpopulações próximas de plantas ornitófilas; na medida que a distância entre os pontos aumenta, aliado a invasão da floresta, limita o forrageamento entre os campos progressivamente isolados.

Desta forma é praticamente nula as probabilidades da ocorrência de fluxo gênico entre populações fragmentadas de *Dyckia*, acima de uma distância segura de 2 quilômetros.

Populações de *Dyckia* isoladas de outras acima de 2 km só têm sucesso reprodutivo inter cruzando entre os indivíduos da mesma população. Em se tratando de espécies endêmicas de canga, várias destas espécies são confinadas aos campos onde se especiaram até a atualidade.

Nesta premissa de espécies que ocorrem em grandes ambientes homogêneos e contínuos com grandes populações, o fluxo gênico de indivíduos dos extremos geográficos também não ocorre diretamente, mesmo com a continuidade ambiental, como por exemplo as populações de *D. concepcionensis* no Alinhamento Ferrífero Conceição do Mato Dentro - Itapannhoacanga. Isso explica a variação de morfotipos dentro da mesma espécie em regiões diferentes na mesma formação geológica.

Ruas (2018) através de marcadores moleculares do tipo microssatélites nucleares em *Dyckia excelsa* Leme nas cangas de Corumbá demonstrou que *D. excelsa* apresenta baixos níveis de diversidade genética, comparáveis a outras espécies de bromélias de distribuição restrita a ambientes fragmentados, como as cangas, e baixa dispersão via semente e pólen entre as populações. O baixo nível de diversidade genética, assim como a forte estruturação genética encontrada pela autora, podem ser consequências do habitat naturalmente fragmentado, distribuição restrita e tamanho pequeno das populações. Isto corrobora com que obstáculos relativamente pequenos como uma formação florestal entre populações é o suficiente para diminuir significativamente e até impedir o fluxo gênico entre populações.

Fluxo gênico através da dispersão de sementes

Outra forma de introgressão gênica em uma população, é o estabelecimento de uma espécie exótica na população, mesmo que um único indivíduo, através da dispersão natural das sementes, e este ou estes indivíduos férteis produzirem eventos de floração coincidente com indivíduos da população local, promovendo o surgimento de híbridos naturais (notoespécies) como evidenciado no complexo *Dyckia selloa* por Buneker (2021). Neste caso, trata-se do início de uma introgressão gênica que se bem sucedida, com sucessivos cruzamentos variados ao longo da evolução e dos processos seletivos, pode vir a se originar um novo táxon.

Todo o clado xérico das Pitcairnioideae é composto de gêneros de dispersão estritamente anemocórica.

Mensurar a distância o quanto uma semente pequena e discoide viaja ao vento de uma maneira confiável, é muito difícil tecnicamente e ainda não registrado em publicações científicas.

Até o presente momento, não há espécies do gênero *Encholirium* com ocorrência em canga ferruginosa, contudo a morfologia das sementes de *Encholirium* da Cadeia do Espinhaço são muito semelhantes em formas e dimensões e peso às das espécies ao gênero *Dyckia* desta mesma formação. Podemos comparar a morfologia de sementes de *Dyckia* e *Encholirium* na ilustração seguinte (Figura 17 e 18):

Figura 17 – A - *Dyckia* sp. nov. Morro do Ferro B – *Encholirium subsecundum* Baker e *Encholirium* sp. nov.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Em 2014, nos constantes trabalho de licenciamento de flora no Alinhamento Ferrífero Conceição do Mato Dentro - Itapanhoacanga, o presente autor encontrou um único indivíduo de *Encholirium subsecundum* (Baker) Mez, embora estéril estabelecido em canga ferruginosa.

Figura 18 - Único indivíduo de *Encholirium subsecundum* observado sobre canga no alinhamento ferrífero Conceição do Mato Dentro - Itapanhoacanga. (O. B. C. Ribeiro n°664 (18° 54' 32,90" S 43° 25' 49,70" W)).



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Iniciou-se intensas buscas por outros indivíduos por 5 anos, infrutíferas. O registro acima permanece o único até o presente momento.

A população linearmente mais próxima desta espécie fica em campos rupestres quartzíticos da Serra de São José, a cerca de 8km. É possível que a semente genitora do indivíduo coletado no Alinhamento Ferrífero tenha vindo de

populações mais distantes, no entanto temos a comprovação de uma medida mínima. Contudo esta é uma distância significativamente maior que o fluxo gênico direto através de polinizadores.

Figura 19 – Ponto da coleta de *Encholirium subsecundum* observado sobre canga no alinhamento ferrífero Conceição do Mato Dentro – Itapanhoacanga, e a população mais próxima a aproximadamente 8 km de distância.



Este caso comprova a possibilidade de introgressão gênica indireta de longas distâncias em populações de *Dyckia* desde que as combinações aleatórias de estabelecimento do ambiente e hibridação viável, aconteçam. No campo das probabilidades ao longo da evolução este tipo de introgressão gênica pontual pôde contribuir na história evolutiva de algumas espécies endêmicas.

3.4.7 Caracterização de *Dyckia saxatilis* Mez para fins taxonômicos

Para o entendimento das espécies ocorrentes nos solos ferruginosos é necessário também esclarecer as espécies que apesar de não ocorrerem em solos

ferruginosos, são frequentemente confundidas, induzindo identificações errôneas de espécies endêmicas com espécies de outros ambientes. O exemplo mais recorrente é o de *Dyckia saxatilis* Mez.

***Dyckia saxatilis* Mez.**

Dyckia saxatilis Mez, D.C. Monogr. Phan. 9: 518. 1896.

heterotípico *Dyckia hilaireana* Mez

heterotípico *Dyckia macropoda* L.B.Sm.

heterotípico *Dyckia oligantha* var. *cristallina* Rauh

heterotípico *Dyckia orobanchoides* Mez

Descrição

Erva saxícola ou terrícola, cespitosa. Folhas 20–30, suberetas a patentes; lâmina ca. 20-30 × 1-1,5 cm, coriáceas, estreito-triangular, rija, face adaxial verde, glabra, face abaxial lepidota entre nervuras longitudinais inconspícuas, verde, denso-lepidota a lepidota, margens espinescentes, ca. 15 mm entre espinhos, antrorsos e retrorsos, castanhos, ápice agudo. Pedúnculo ereto ca. 20 – 90 cm compr., verde a avermelhado, tomentoso; brácteas pedunculares da porção mediana polísticas, menores, que os entrenós; raque simples podendo se ramificar, verde a avermelhada, tomentosa, tricomas branco-lanados. Brácteas florais 13-15 × 3-4 mm, paleáceas branco lanadas, lanceoladas a elípticas, levemente carenadas, as basais na antese menores que o comprimento das sépalas ou igualando, margens remotamente denticuladas, ápice fortemente acuminado. Flores ca. 30, ca. 17 x 8 mm, retas a levemente patentes na antese, corola campanulada, pediceladas, polísticas, sépalas 8× 5 mm, alaranjadas, ovais a elípticas, esparsamente tomentosa; ápice obtuso, pétalas 10× 11 mm, alaranjada, glabras, obovadas, ápice obtuso ligeiramente laciniado; estames inclusos, 6 x 2 mm, filetes complanados com conação variável, anteras retas após abertura; pistilo ca. 8 mm igualando a altura das anteras, ovário 5 x 3 mm; amarelo pálido, subpiramidal, estilete, ca. 3 mm compr. Cápsulas não observadas.

Figura 20 – *Dyckia saxatilis* no ambiente.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 21 – Inflorescência de *Dyckia saxatilis*



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 22 – Flor de *Dyckia saxatilis*



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 23 – coleta O. B. C. Ribeiro 237 da serra de Capanema



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 24 - coleta O. B. C. Ribeiro 237 da serra de Capanema à esquerda e coleta E. Guarçoni 1466 de Ouro Preto, Serra do Chafariz à direita. A- flores, B- Bracteas florais, C- Sépalas, D- Ovários, E- Estames, F- Pétalas.



A



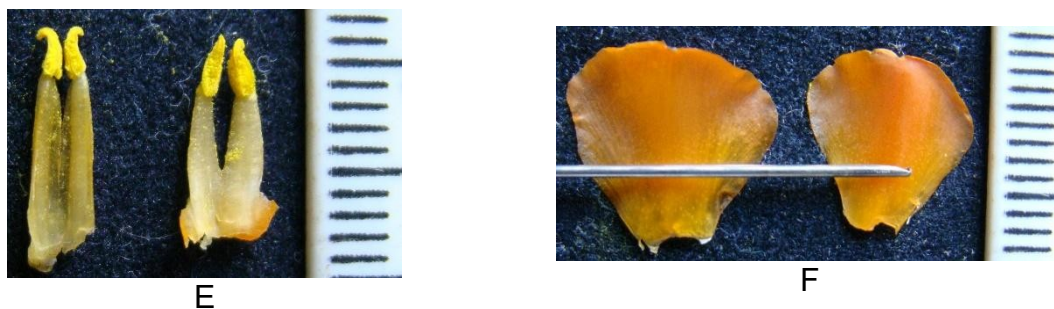
B



C



D



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Considerações sobre a ocorrência de *D. saxatilis*

Dentre as espécies do gênero *Dyckia* a de maior ocorrência nos herbários, sem dúvida é a *Dyckia saxatilis*, de acordo com as identificações nas etiquetas. Várias coletas com diferentes formas e dimensões (inclusive novos táxons) parecem erroneamente atribuídos à esta espécie. Em estudos de licenciamento ambiental, principalmente no setor minerário é a espécie mais recorrente.

Guarçoni (2014) afirma que as espécies do complexo *D. saxatilis* são muito semelhantes entre si, difíceis de serem diferenciadas quando em material herborizado, com pouca informação disponível na literatura, sendo frequentemente confundidas e erroneamente identificadas em herbário.

Mas esta realmente é uma espécie tão polimórfica, versátil e de tão ampla ocorrência? Ou será que este epíteto se estabeleceu pela dificuldade de um entendimento mais aprofundado?

Para responder estas perguntas a única saída é a busca do material in vivo. O holótipo coletado por Schwacke (8948) e descrito por Carl Mez (D.C. *Monographiae Phanerogamarum* 9: 518 (1896)), foi coletado na “Serra de Cachoeira da Campo nas Minas Gerais”.

Figura 25: Holótipo de *Dyckia saxatilis* (Schwacke - 8948)



FONTE: Foto de Elton Leme

O histórico distrito de Cachoeira do Campo pertence ao município de Ouro Preto, cidade onde Carl Schwacke residiu e lecionou botânica na escola de Pharmacia. No entanto, a “serra da Cachoeira do Campo” oficialmente não existe com este nome, porém a maior serra que se vê do centro histórico é a Serra de Capanema, que também já foi tratada como Serra do Chafariz. Nesta serra há indícios arqueológicos na região do cume que remetem ao trajeto original da Estrada Real.

As coletas do autor (O. B. C. Ribeiro 237) da serra de Capanema e a coleta E. Guarçoni 1466 de Ouro Preto, Serra do Chafariz, caminho da estrada Real, correspondem à mesma espécie, e ambas da mesma região e conferem com os caracteres identificáveis no Holótipo.

Várias coletas de diferentes pontos até mesmo no estado do Espírito Santo, são atribuídas a esta espécie. Devido às suas características na chave de Smith & Downs (1979) que podem induzir a múltiplas, ou convenientes interpretações, como o porte mediano, presença de indumento alvo no pedúnculo da inflorescência,

brácteas superiores do pedúnculo mais curtas que os entrenós, flores tubuliformes reflexas a patentes, brácteas florais do mesmo tamanho das sépalas ou próximo e filetes conatos acima do anel pétalo-estamínico. Estas características são compartilhadas com várias outras espécies, o que leva a esta generalização.

No entanto, o estudo das duas coletas supracitadas, principalmente o que se diz respeito ao tipo de brácteas florais paleáceas e com bordos crenulados, delimitam a principal característica de um complexo de espécies.

Apesar de o presente trabalho abordar apenas as espécies ocorrentes em solos ferruginosos, e esta espécie, considerando-se a identificação com base no exposto, ocorrer apenas em campos rupestres quartzíticos da região de Ouro Preto, os inúmeros registros desta espécie para solos ferruginosos são errôneos.

Neste trabalho, duas espécies pertencem a este grupo taxonômico que engloba *Dyckia saxatilis*: *Dyckia ferrisincola* O.B.C. Ribeiro & Leme e *Dyckia* esp. nov. 2 de Congonhas Mg. abordadas em tópicos específicos.

3.4.8 Espécies endêmicas de solos ferruginosos e considerações sobre a identidade das espécies.

Chave artificial para identificação das espécies do gênero *Dyckia* ocorrentes em canga ferruginosa no Brasil.

- 1 – Indumento ferrugíneo na inflorescência
 - 1.1 - Ápice foliar inflexo ocorrência em Serro MG.....*D. inflexifolia*
 - 1.2 - Ápice foliar agudo ocorrência em Morro do Pilar MG.....*D. sp. nov*
- 1.
 - 2 – Indumento branco na inflorescência
 - 2.1 – Planta com roseta única não apresentando rizomas ou perfilhamentos laterais.
 - 2.1.1 – Flores com corola trímera, pétalas de tons de púrpura.....*D. tenebrosa*
 - 2.1.2 – Flores com corola tubular, campanulada ou sinelforme, pétalas laranja.
 - 2.1.2.3 – Plantas pequenas folhas castanho avermelhado, em concrecência de ferro em Goiás.....*D. cangaphylla*

2.1.2.4 – Estames sempre livres, ocorrente no Alinhamento ferrífero Conceição do Mato Dentro - Itapanhoacanga*D. concepcionensis*

2.1.2.5 – Estames com conação variável ocorrendo nos campos ferruginosos do entorno da serra do Caraça.....*D. rariflora*

3 – Planta cespitosa

3.1 – Plantas de inflorescência ereta

3.1.1 – Lâminas foliares suculentas e complanadas (região de Congonhas MG) *D. sp. nov. 2.*

3.1.2 – Lâminas foliares coriáceas e caniculadas, (região de Sarzedo e Brumadinho)*D. ferrisicola*

3.2 – Plantas de inflorescência geniculada ou secunda

3.2.1 – Inflorescência geniculada, campos de canga de Carajás PA.....*D. duckei*

3.2.2 – Inflorescência secunda, campos de canga do Vale do Peixe Bravo MG.....*D. sp. nov. 3*

4– Planta rizomatosa

4.1- Inflorescência secunda*D. incana*

4.1.1 - Inflorescência ereta

4.1.1.1 – Planta savanícola brácteas pedunculares excedendo os entrenós..... *D. sp. nov. 4*

4.1.1.2 – Plantas saxícolas em canga ferruginosa, brácteas não excedendo os entrenós

4.1.1.3 – Brácteas florais mais curtas que a metade das sépalas, pistilo menor que a altura das anteras.....*D. consimilis*

4.1.1.4 – Brácteas florais maiores que o comprimento das sépalas, pistilo maior que a altura das anteras*D.*
sp. nov. 5

***Dyckia Inflexifolia* Guarçoni & M.A.Sartori**

Ann. Bot. Fennici. 49 00-00. Helsinki.

Descrição

Erva rupícola ou saxícola, roseta única, folhas ca. 40 funcionais, fortemente succulentas, suberetas-arqueadas, lâmina ca. 30 x 4 cm, longo-triangular, cores do verde ao amarelo, vermelho ao purpura, complanada, glabra adaxial, densamente lepidota entre as nervuras abaxial, bordos laxamente espinescentes basalmente, e inteiros na metade superior, espinhos antrorsos, ápice acuminado-espinescente e inflexo em algumas folhas. Pedúnculo ereto, 25-60 cm compr., vermelho densamente ferrugíneo-tomentoso, não igualando os entrenós. Raque ereta, 20-50 cm compr., vermelha, densamente ferrugíneo-tomentosa, podendo ramificar lateralmente. Brácteas florais ca. 1-2 x 0,5-0,8 cm, maiores ou iguais as sépalas, vermelhas na base paleáceas em direção ao ápice, fortemente nervada, densamente ferrugíneo-tomentosa, triangulares, margens minutamente denticuladas, ápice atenuado terminando num espinho pungente. Flores ca. 40 retas a suberetas na antese, polísticas, 1,8-2 cm compr., formando uma corola levemente campanulada, pedicelo, inconspícuo, vermelho, densamente ferrugíneo-tomentoso. Sépalas ca. 8 x 7 mm, vermelhas, triangulares, succulentas, recobertas por tricomas lanados ferrugíneos, ápice cuneado. Pétalas 13 x 11 mm, laranja avermelhado, obovada, succulenta, escamas peltadas adpressas sobretudo na parte centra da face adaxial, margem com metade superior fimbriada. Estames ca. 8 x 3 mm inclusos, amarelo claros, succulentos, filamentos livres acima do tubo pétalo-estamínico. Ovário 5 x 3mm, amarelo claro piramidal, pistilo ca. 1mm comp. amarelo claro, frutos não observados.

Figura 26 – *Dyckia inflexifolia* – A, inflorescência. B, escapo. C, flor vista lateral. D, flor completa



A



B



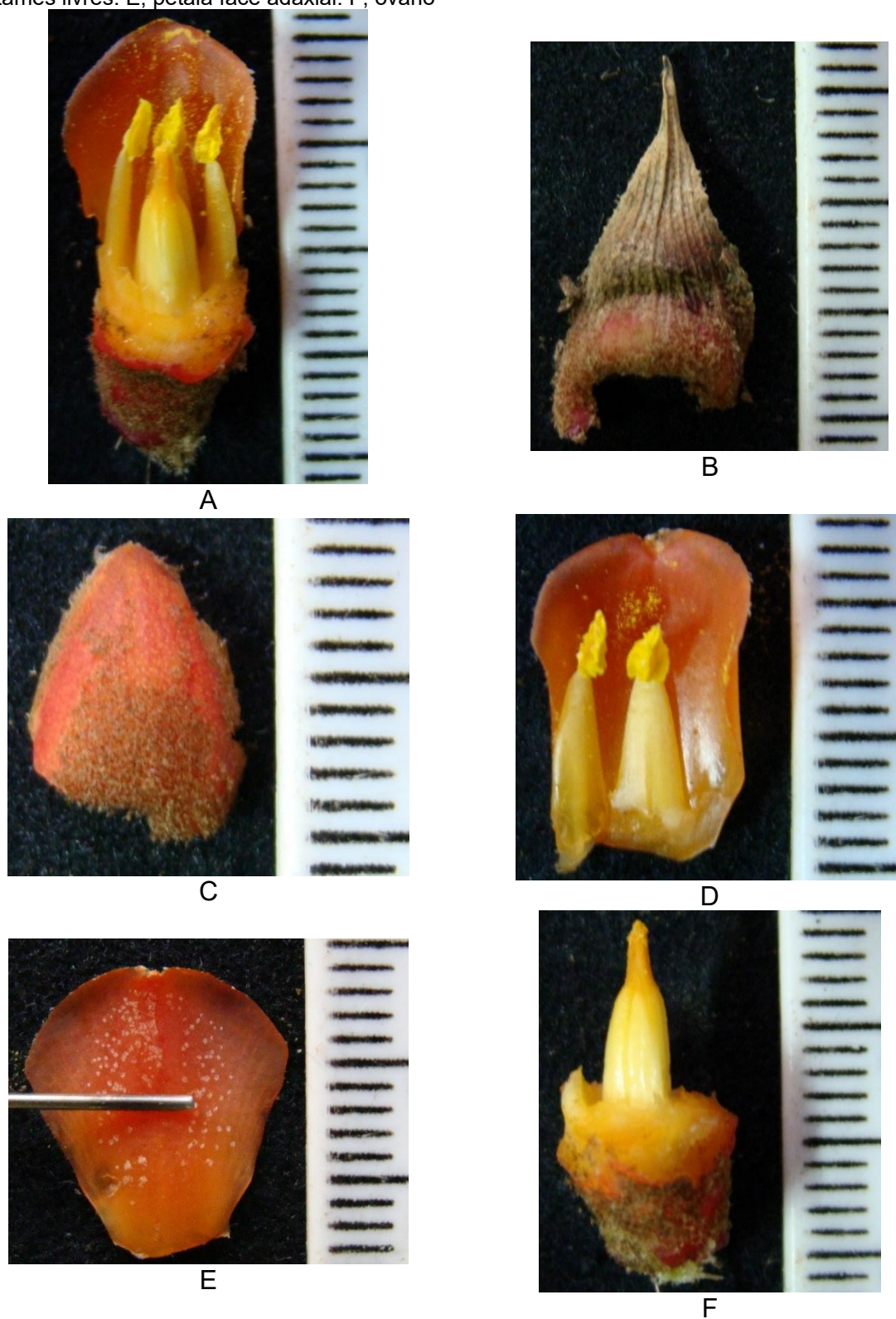
C



D

FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 27 – *Dyckia inflexifolia* A, corte lateral da flor. B, bráctea floral. C, sépala. D, pétala com estames livres. E, pétala face adaxial. F, ovário

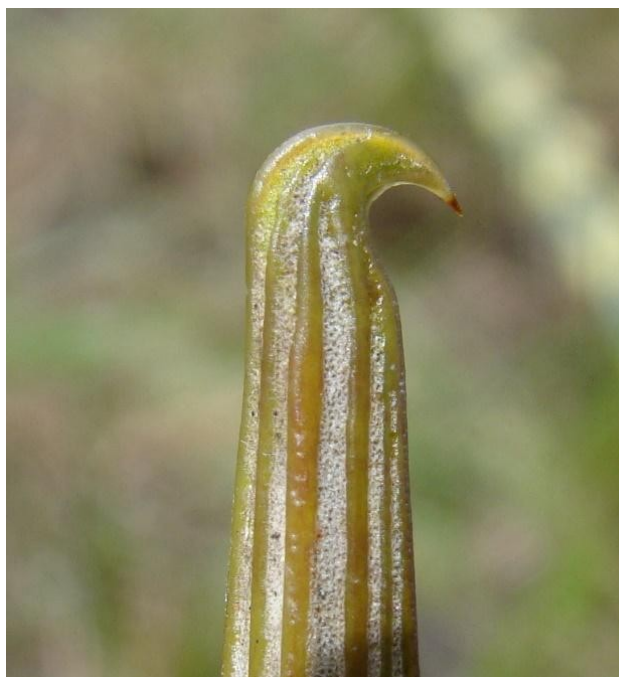


.FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 28 – *Dyckia inflexifolia* in habitat.



Figura 29 – *Dyckia inflexifolia* ápice foliar



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Considerações

Dyckia inflexifolia é uma espécie endêmica em localidade tipo, um afloramento hematítico na cidade de Serro MG. Esta formação geológica é disjunta em aproximadamente 4 km do maciço quartzítico da Borda Leste da Cadeia do Espinhaço, o que faz desta localidade uma ilha não conectada de ambientes rupestres, ferrugíneos ou quartzíticos, sendo uma população sem nenhuma conexão com outras áreas.

Figura 30 – Mapa de ocorrência de *Dyckia inflexifolia*.

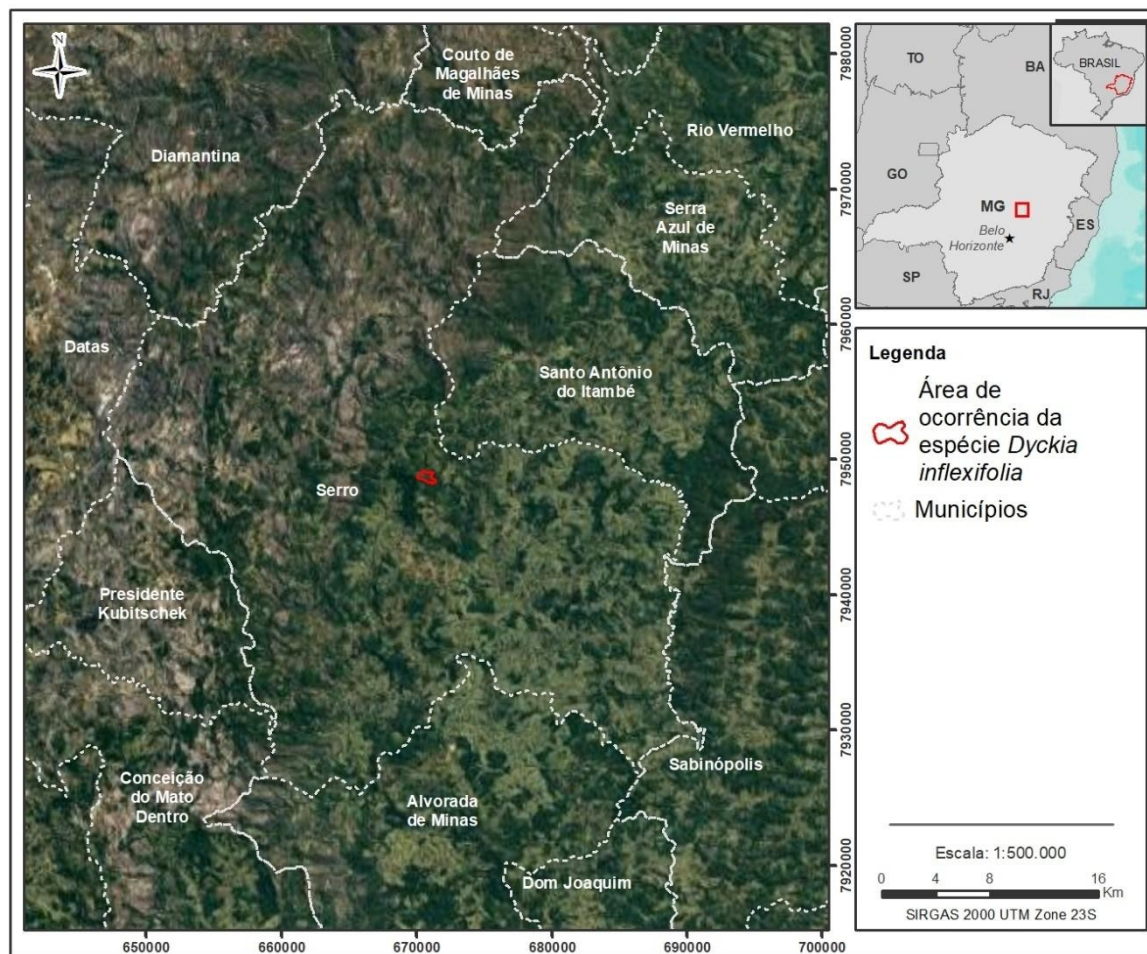
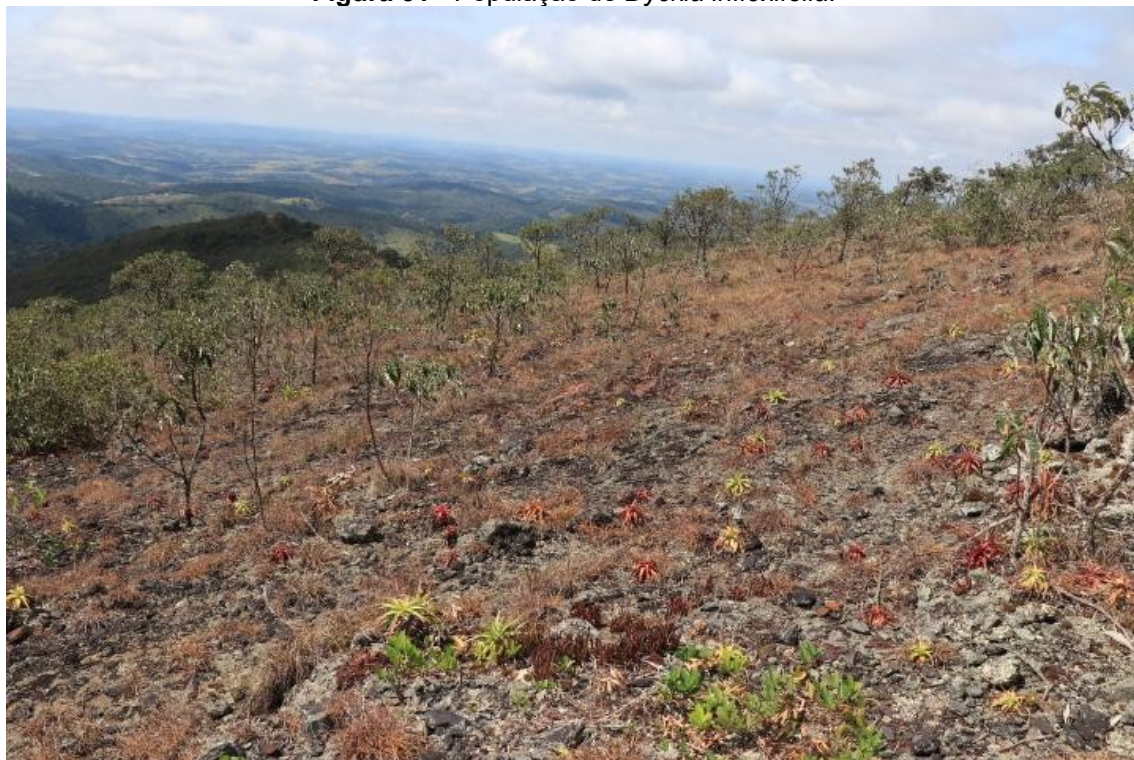


Figura 31 - População de *Dyckia inflexifolia*.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Esta espécie de roseta única está incluída no complexo *Dyckia sordida* estabelecido por BÜNEKER et al. (2016), das espécies de *Dyckia* com indumento ferrugíneo na inflorescência no qual se incluem *Dyckia sordida* Baker (e seu sinônimo *Dyckia duarteana* L. B. Sm.), *Dyckia nobilis* Büneker, K. Soares & L.C. Assis, *Dyckia ursina* L. B. Sm. e *Dyckia* sp. nov. Morro do Pilar que será tratada em tópico à parte.

A espécie apresenta uma notável variação morfológica com uma considerável gama de cores no limbo foliar e portes também variados.

Figura 32 - Variações morfológicas em *Dyckia inflexifolia*





FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Esta espécie é uma fonte de recurso para coelhos Tapiti (*Sylvilagus brasiliensis* (L.)) que se alimentam de suas folhas neste ambiente sem fontes hídricas, tendo suas folhas suculentas como uma importante fonte de alimento.

Figura 33 – Indícios de predação das folhas de *Dyckia inflexifolia* por coelhos silvestres.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Conservação —Esta espécie só é conhecida da localidade tipo, onde a sua população ocupa uma área (AOO) de ca. 1km². É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR) (BÜNEKER at. Al.2016).

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1370	VIC
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1371	VIC
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1372	VIC
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1373	VIC
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1374	VIC
Serro MG	Fazenda Céu Aberto	Guarçonii E. E.	1375	VIC

Todas as coletas examinadas remetem à localidade tipo e são do autor da espécie.

***Dyckia tenebrosa* Leme & Luther**

Selb. 19(2): 183-190.

De todas as espécies do gênero *Dyckia* de fato, esta é a espécie mais enigmática. É a única com uma vasta ocorrência em praticamente toda a Cadeia do Espinhaço, com variações morfológicas extremas tanto no vegetativo quanto florais, explorando tipos diferentes de substratos, desde a canga ferruginosa, até latossolos e neossolos quartzarênicos e serrapilheira. Isso nos abre o questionamento de se tratar apenas de uma única espécie de ampla dispersão com variações, ou se tratar de um complexo de espécies.

Figura 34 – *Dyckia tenebrosa* no Parque Estadual da Serra do Rola Moça (Canga nodular).



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 35 - *D. tenebrosa* em latossolo vermelho amarelo em Congonhas do Norte MG



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 36 - *Dyckia tenebrosa* em Quartzito de Diamantina MG



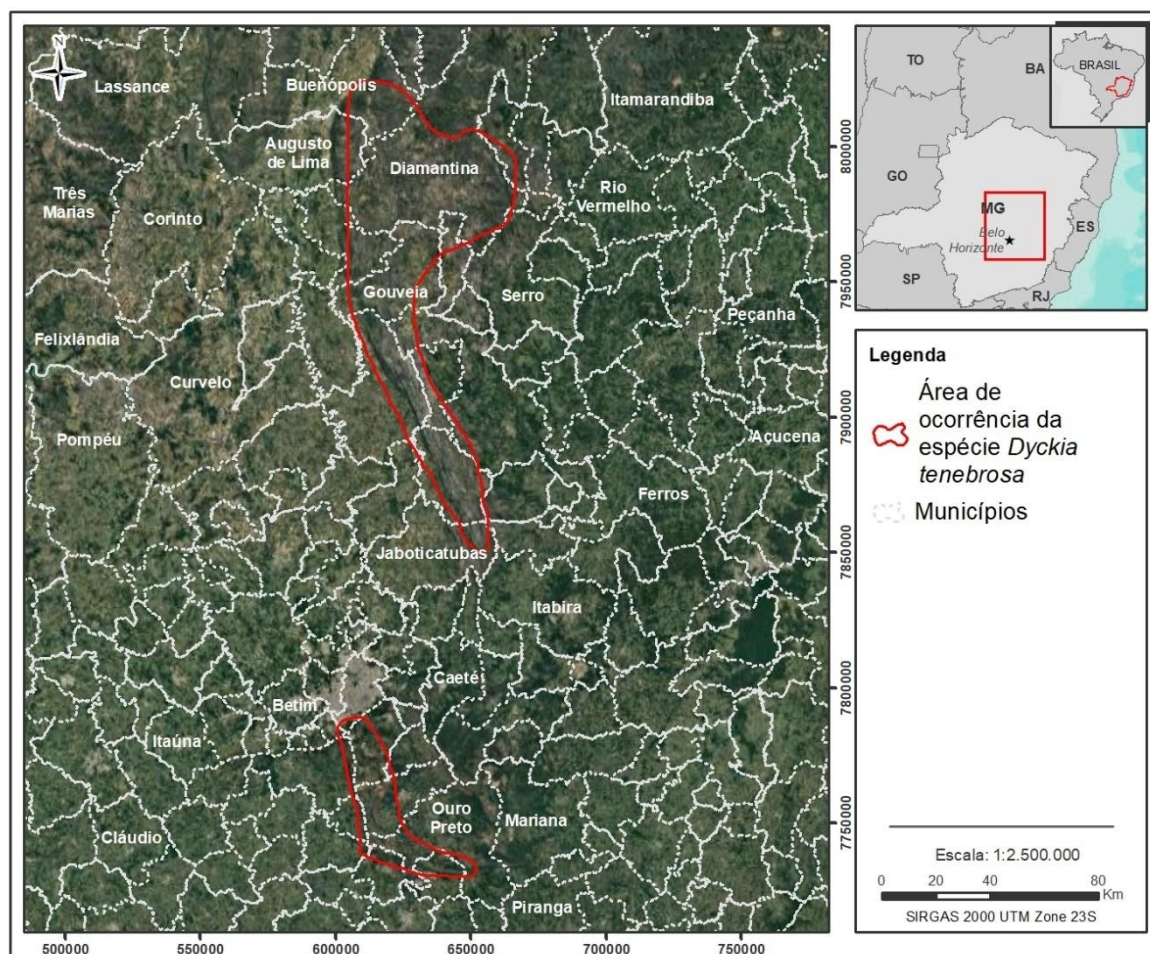
FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 37 – Lapinha da Serra, Santana do Riacho MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 38 - Distribuição geográfica de *Dyckia tenebrosa*.



O holótipo da espécie é da Serra de Andréquicé, uma área de Neossolos Quartzarênicos na região de Datas MG.

Incêndios nos campos rupestres, sejam eles naturais ou provocados com a chegada do homem ao continente sul americano, provocam estresse fisiológico em bromélias estimulando floração pós queimada. SOUZA (2011) constatou a mudança de períodos de floração pós fogo em *Dyckia dissitiflora* Schult. & Schult.f. e *Cottendorfia florida* Schult. & Schult.f. na chapada Diamantina.

Para que duas espécies simpátricas permaneçam distintas ao longo do tempo e das mudanças da paisagem alguma barreira reprodutiva deve existir. Cruzamentos artificiais de *D. tenebrosa* com *Dyckia concepcionensis* foram bem sucedidos formando híbridos saudáveis.

Com este fato, a diferença temporal de floração e a distância mesmo que curta, são explicações para *D. tenebrosa* coexistir com outras espécies do mesmo gênero. No entanto, eventos aleatórios podem se combinar e introgressões genicas podem ocorrer. Isso pode explicar a diversidade de padrões regionais de flores nesta espécie nas diferentes localidades da cadeia do Espinhaço, aliado ao fluxo gênico limitado dentro da própria espécie.

Pinagé et al (2016), obtiveram resultados a partir de análises filogenéticas sugerem que a hibridização e a introgressão têm um importante papel na evolução do gênero, e que o fluxo gênico entre espécies parece ser comum, em que as barreiras geográficas delimitam os grupos aparentados.

Figura 40 - Congonhas do Norte MG. - Quartzito



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 41 - Tabuleiro, Conceição do Mato Dentro MG - latossolo



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 42 - Lapinha da Serra, Santana do Riacho MG. Quartzito da Borda Oeste do Espinhaço



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 43 - Santana de Pirapama MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 44 - Mina Capitão do Mato, Nova Lima MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 46 - Capão Xavier, Nova Lima MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 48 - Congonhas MG.

Figura 45 - Mina Abóboras, Nova Lima MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 47 - Serra do Rola Moça MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 49 - Serra do Ouro Branco MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

As extremas variações vegetativas e florais, aliadas às possíveis introgressões genicas e o isolamento biogeográfico podem sustentar especiações já estabelecidas. Isto demanda um esforço de coleta bem mais abrangente voltado exclusivamente a esta espécie.

Estudos morfométricos, anatômicos e observações de Guarçoni (2014), indicam diferenças substanciais entre populações do P.E. da Serra do Rola Moça (Quadrilátero Ferrífero, MG) e na Floresta Uaimií, principalmente quanto aos estames livres da população do parque e unidos na população do Uaimií em Ouro Preto e sugere estudos adicionais entre as populações.

Versieux (2005) considera a morfoespécie ocorrente na serra do Ouro Branco identificados como *D. tenebrosa*, possivelmente uma nova espécie, demandando investigações detalhadas no futuro. Ferramentas moleculares atuais podem fornecer informações elucidativas, no entanto, para o clado xerophytoides, são atualmente tema de debates contraditórios e não condizentes com a morfologia e ecologia das espécies.

Dadas as visíveis diferenças morfológicas e a ampla dispersão, aliado à produção científica abordando a mesma temática, mais sensato é considerar não se tratar de apenas uma espécie e sim um complexo taxonômico com várias espécies por serem devidamente detalhadas e descritas.

Este trabalho propõe o estabelecimento do grupo taxonômico “*D. tenebrosa*” suas sinapomorfias são:

- Ervas de roseta única,
- Poucas folhas funcionais (ca. 10 a 12),
- Brácteas do escapo não excedendo os entrenós,
- Brácteas florais não excedendo as sépalas,
- Indumento flocoso,

- Pétalas fortemente caniculadas, formando corola trigona e em tons purpúreos.

Material examinado:

●

Cidade	Serra	Substrato	Coletor	Número de coleta	Herbário
Belo Horizonte MG	Serra do Rola Moça	Canga	Guarçoni, E.	1306	VIC
Brumadinho MG	Serra do Rola Moça	Canga	Guarçoni, E.	1245	VIC
Brumadinho MG	Serra da Moeda	Canga	Silveira F.	sn	BHCB
Brumadinho MG	Serra da Moeda	Canga	Silveira F.	104	BHCB
Brumadinho MG	Serra do Rola Moça	Canga	Guarçoni, E.	1244	VIC
Buenópolis MG	P N. Sempre Vivas	Quartzito	Fonseca, S. N.	1750	RBR
Congonhas MG	Mina de Fábrica	Canga	Ribeiro, O.B.C	493	BHCB
Congonhas MG	Mina de Fábrica	Canga	Souza, F.S.	1925	BHCB
Diamantina MG	Biribiri	Quartzito	Barros. F.	1111	SPF
Diamantina MG		Quartzito	Guarçoni, E.	1870	VIC
Gouveia MG		Quartzito	Guarçoni, E.	1472	RBR
Gouveia MG		Quartzito	Guarçoni, E.	1467	VIC
Itabirito MG	RPPN Cata Branca	Quartzito	Paiva J. A.	594	BHCB
Itabirito MG	Pico de Itabirito	Canga	Teixeira, W. A.	sn.	BHCB
Moeda MG	Serra da Moeda	Granito-guinaisse	Mota, R.C.	4274	BHCB
Nova Lima MG	Serra do Rola Moça	Canga	Guarçoni E. E.	1305	SPF
Nova Lima MG	Serra da Calçada	Canga	Guarçoni, E.	1779	RBR
Nova Lima MG	Mina Capitão do Mato	Canga	Miranda, E.	1078	BHCB
Nova Lima MG	Serra do Rola Moça	Canga	Guarçoni, E.	1241	VIC
Nova Lima MG	Serra da Calçada	Canga	Guarçoni, E.	1782	VIC
Nova Lima MG	Serra da Calçada	Canga	Guarçoni, E.	1780	VIC
Nova Lima MG	Serra da Calçada	Quartzito	Guarçoni, E.	1778	VIC
Ouro Branco MG	Serra do Ouro Branco	Quartzito	Guarçoni E. E.	1604	BHCB
Ouro Branco MG	Serra do Ouro Branco	Quartzito	Paula, C.C.	sn	VIC
Ouro Branco MG	Serra do Ouro Branco	Quartzito	Souza, F.S.	233	BHCB
Ouro Branco MG	Serra do Ouro Branco	Quartzito	Guarçoni, E.	1605	VIC
Ouro Preto MG	Floresta Estadual do Uaimií	Quartzito	Guarçoni, E.	1549	VIC
Raposos MG	Fazenda Cutão	Quartzito	Paiva J. A.	1670	BHCB
Rio Acima MG	RPPN Andaime	Quartzito	Piveri M.O.	2486	BHCB
Rio Pardo de Minas MG		Quartzito	Sevilha A. C	4704	CEN
Santana do Riacho MG	Serra do Cipó	Quartzito	Forzza, R.C.	101	BHCB

●

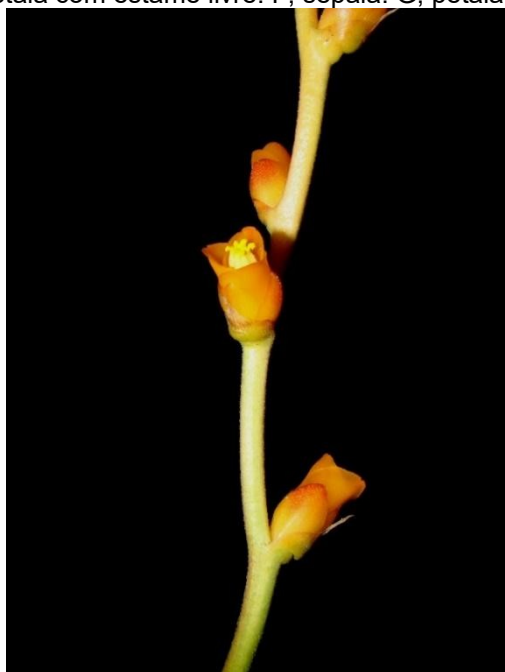
***Dyckia cangaphila*, P.J. Braun, Esteves & Scharf**

Zentral Brasilien. Die Bromelie (3): 107.

Descrição

Erva saxícola ou terrícola, roseta única. Folhas ca. 70 funcionais, suberetas, lâmina ca. 17 x 2,6 cm, castanho avermelhado a roxo, escassamente lepidota, arqueada, triangular lanceolada, margens serruladas, espinhos castanhos, retrorsos, ápice agudo e pungente. Inflorescência ereta, 85-107 cm de comprimento, pedúnculo e ráquis verde-claro a castanho-claro, lepidoto. Brácteas pedunculares foliáceas, linear-lanceoladas, côncavas, até 70 mm de comprimento, 6 mm de largura na base, nervuradas longitudinalmente, lepidoto abaxialmente acinzentado; margens serruladas; raque ca. 150 x 1,8 mm, verde alaranjada a alaranja, lepidota, podendo produzir ramificações laterais férteis. brácteas florais ca. 11 x 9 mm, igualando ou excedendo as sépalas, verdes a verde-acastanhadas, paleáceas em direção ao ápice, elípticas com ápice acuminando; Flores 37-52 flores, suberetas, polísticas, tubulosas, sesseis a curto pediceladas, ca. 16 x 8 mm; sépalas ca. 10 x 8 mm, laranja-amareladas, lepidotas, margens inteiras, ápice retuso. Pétalas ca. 11 x 12 mm laranja-amareladas, obtusas, ápice emarginado. Estames inclusos, filamentos ca. 7,6 mm complanados, livres acima do anel petalo estamínico, ovário estreitamente piramidal, ca. 5,5 x 2,8 mm, amarelo a amarelo claro; estilete ca. 2,5 mm Fruto 15 x 12 mm, cônico-ovalado.

Figura 50 - *Dyckia cangaphila* A, inflorescência. B, lateral da flor. C, flor com escala. D, ovário. E, Petala com estame livre. F, sépala. G, pétala face adaxial, H, bráctea floral, I, estame.



A



B



C

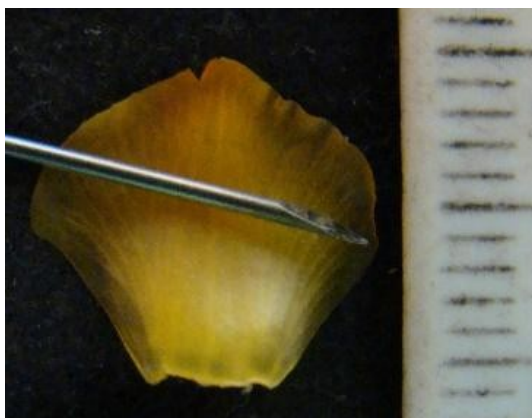


D



F

E



G



H



I

FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Ocorrência

D. cangaphila é uma espécie endêmica do estado de Goiás, na região da serra da Mesa em altitudes em torno de 680m. Os autores não fornecem a localidade exata da coleta reportando-a apenas a etiqueta do holótipo.

Contudo é uma espécie que não ocorre em jazidas de minério de ferro, mas sim em depósitos de cascalho de canga, um substrato que tem sua origem em depósitos subsuperficiais de crostas ricas em óxidos de ferro. Ocorre ainda sobre rochas avermelhadas de arenito, expostas ou à meia-sombra, sob árvores e arbustos baixos, associadas a outras bromélias, velózias e cactos (Braum & Esteves, 2010).

O que se conhece desta espécie basicamente é o relato dos autores, não há coletas disponíveis em herbários e nem mesmo o holótipo é disponível para consulta.

Considerações taxonômicas

Os autores relacionaram *Dyckia cangaphila* à *D. pumila* L.B. Sm. (1966), outra pequena espécie da flora de Goiás.

De acordo como os autores, a espécie sofre ameaça pela expansão da agricultura e a retirada da “pedra canga” ou piçarra para uso em pavimentação de estradas rurais.

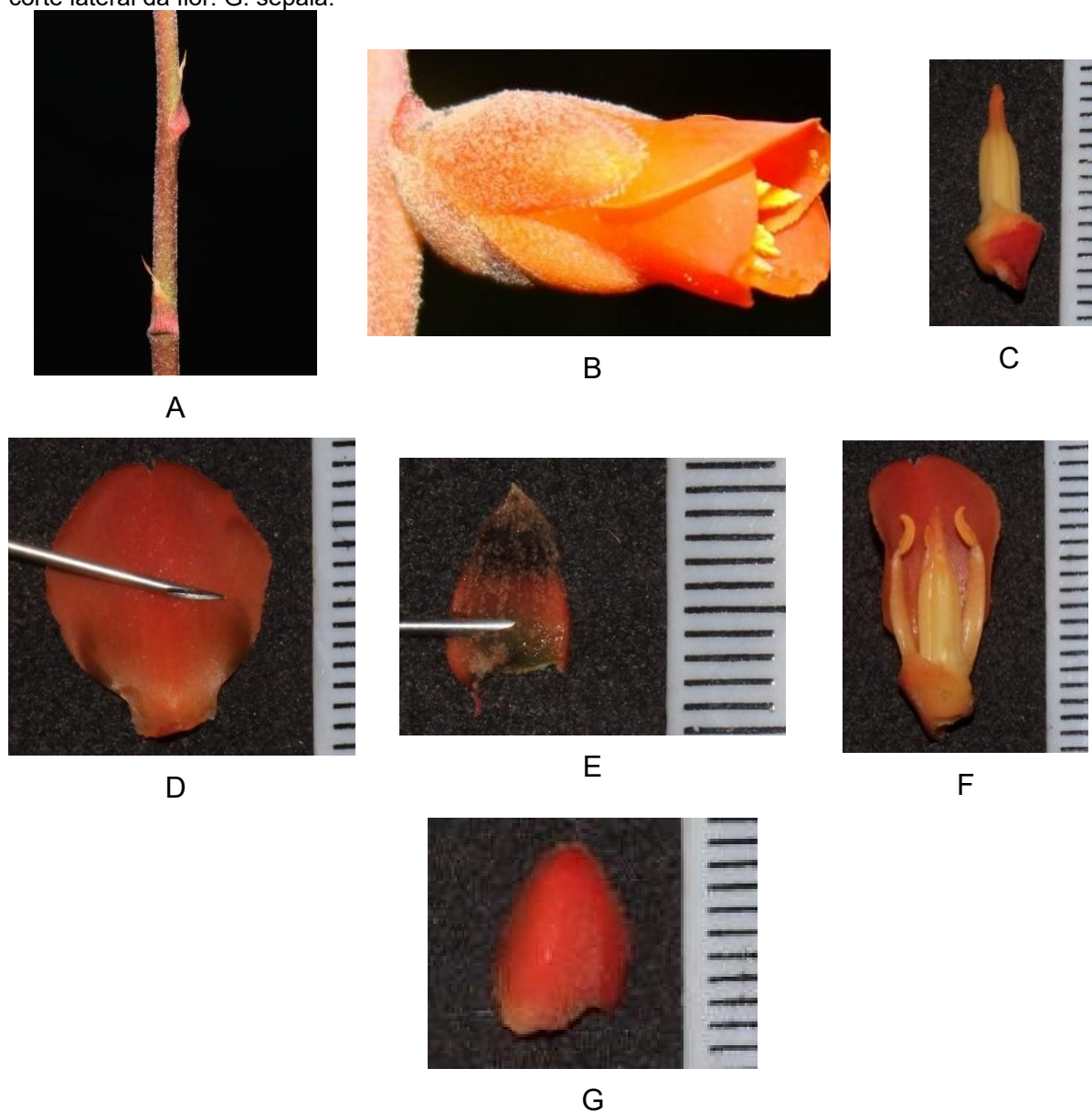
Dyckia conceicionensis O.B.C. Ribeiro & Leme

Journal of the Bromeliad Society. 65(1): 1-72.2015.

Descrição

Erva rupícola ou saxícola, de roseta única. Folhas ca 20 funcionais, suberetas; lâminas 9-10 × 1,5 cm, do verde a vermelho escuro a cúpricas em direção ao ápice, glabras, estreitamente triangulares, levemente arqueadas, canaliculadas, margens laxamente espinescentes espinhos retrorsos, ápice agudo terminando em um espinho pungente, pedúnculo 30–35 cm comp., verde-avermelhado, glabro, brácteas pedunculares menores que os entrenós; raque 18–20 cm de comp., avermelhada, branco, lepidota, ereta ligeiramente flexuosa, sem a capacidade de ramificar; brácteas florais 9 × 5 mm, mais curtas que as sépalas, avermelhada na base, estramíneas em direção ao ápice, esparsamente branco-lepidotas, lanceoladas, margens remotamente denticuladas, ápice cuneado. Flores 6 a 14, retas a patentes na antese, polísticas, campanuladas, pedicelos 3–4 × 3–4 mm, pálido-lepidoto, vermelho; sépalas 6–7 × 5–6 mm, vermelho-alaranjado, amplamente ovadas, esparsamente branco lepidota, margens com tricomas curtos fimbriados retrorsamente curvos, ápice obtuso; pétalas 10-11 × 9 mm, alaranjadas, largo elípticas, ápice retuso; estames inclusos, filamentos complanados, amarelos, livres acima do anel petalo estamínico; ovário ca. 6 x2 mm amarelado, subcilíndrico, estilete ca. 2 mm de comprimento; Fruto não observados.

Figura 51 – *Dyckia concepcionensis* – A, escapo. B, flor. C, ovário. D, pétala. E, Bractea floral. F, corte lateral da flor. G. sépala.

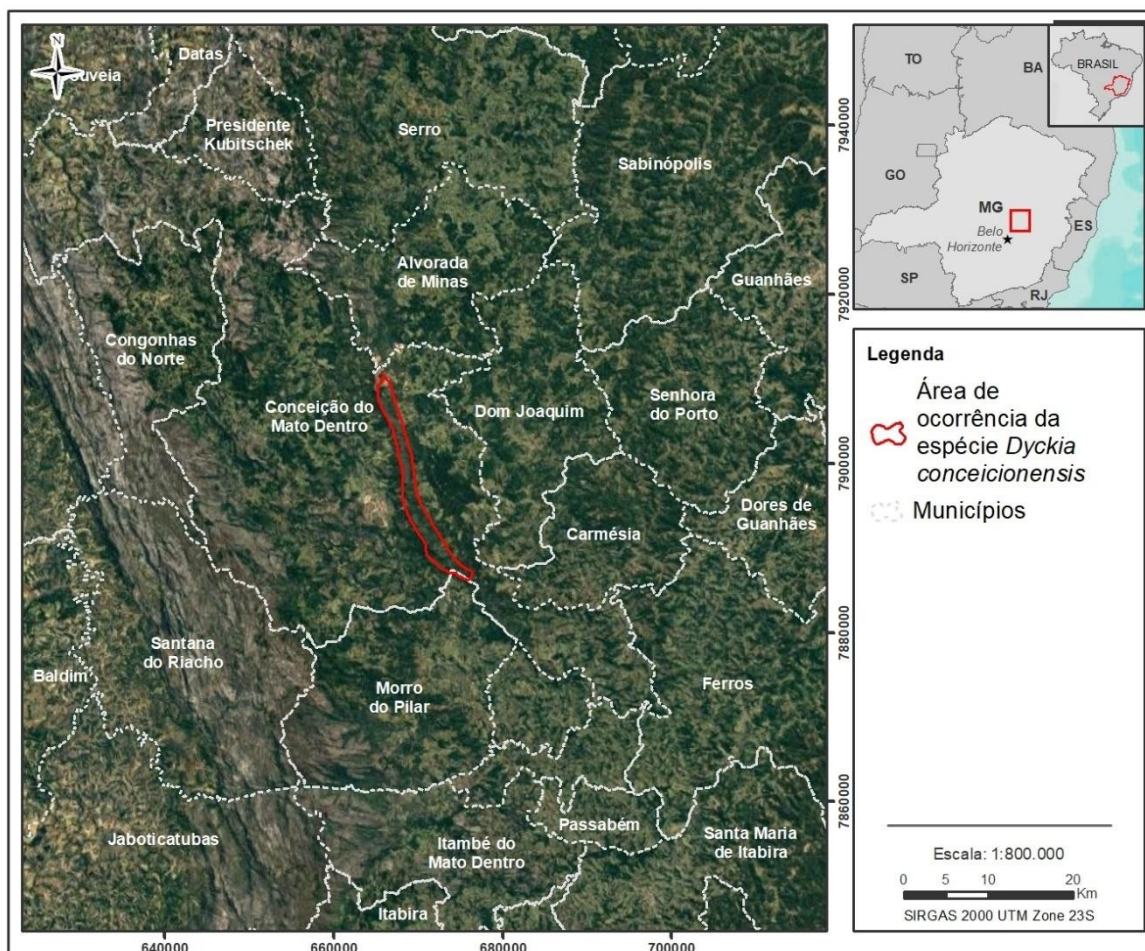


FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Ocorrência

Dyckia concepcionensis é uma espécie endêmica do Alinhamento Ferrífero Conceição do Manto Dentro Itapanhoacanga. Esta espécie de roseta única ocorre em zonas de deposição de canga fragmentada com pouco acúmulo de matéria orgânica em concentração de poucos indivíduos, normalmente associadas a populações de *Vellozia ramosissima* L.B. Smith (*sensu* Mello-Silva).

Figura 52 - Mapa de ocorrência de *Dyckia concepcionensis*



É uma espécie polimórfica em seus agrupamentos populacionais ao longo do Alinhamento Ferrífero, com indivíduos totalmente verdes a indivíduos totalmente púrpura, e gradações de cores intermediárias nos mesmos agrupamentos de indivíduos. Contudo, o porte se mantém no padrão tanto no tamanho e arquitetura da roseta quanto na altura da inflorescência. A distribuição dos indivíduos no habitat é pela dispersão aleatória das sementes, não formando aglomerados clonais.

Figura 53 – Localidade tipo de *Dyckia concepcionensis*, Pico do Soldado em Conceição do Mato Dentro.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 54 – *Dyckia concepcionensis* habito.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 55 – *Dyckia concepcionensis* in habtat.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Considerações taxonômicas

Ribeiro & Leme (2015) comentam que *Dyckia concepcionensis* cresce como rupícola ou saxícola em afloramentos rochosos ricos em ferro no domínio dos Campos Rupestres, acima de 1.000 m.

A espécie cresce associada a *Vellozia ramosissima* L.B. Sm. sensu Mello-Silva. e ao *Hoplocryptanthus ferrarius* (Leme & Paula) Leme, S. Heller & Zizka.

Dyckia concepcionensis foi associada à *Dyckia brachyphylla* L.B.Sm como espécie taxonomicamente próxima (Ribeiro & Leme 2015). Esta associação foi feita por ser um táxon válido em um grupo de morfoespécies que formam um gradiente biogeográfico de ocorrência.

Este grupo é composto de morfoespécies de pequeno porte e roseta única, não rizomatosa, com inflorescência ereta, e estames livres. Todas de ocorrência em substrato de origem quartizítica, com exceção de *D. concepcionensis* que ocorre em substrato ferruginoso.

Figura 54 – Tabela com flores dos diferentes morfotipos de espécies próximas a *Dyckia brachyphylla*.



Dyckia brachyphylla L.B.Sm da localidade Tipo:
Conselheiro Mata, Diamantina MG.



Morfoespécie de Gouveia MG.



Morfoespécie de Congonhas do Norte MG.



Morfoespécie de Tabuleiro - Conceição do
Mato Dentro.



Dyckia conceicionensis Tipo.

Figura 58 - Distribuição das morfoespécies do grupo taxonômico de *Dyckia brachyphylla*

FONTE: Google Earth

Outros táxons podem ser descritos neste gradiente contudo não constituem o objetivo deste trabalho. Estudos taxonômicos futuros irão delimitar estas novas espécies.

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

Material examinado

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Tameirão Neto E.	5434	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Tameirão Neto E.	5094	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Vidal, C. V.	1067	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Vidal, C. V.	1093	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	L.P. Viana, L. V. C. Silva	sn.	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Pena, F.S. R	sn.	BHCB

Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Vidal, C. V.	1257	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Quaresma A. S.	537	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Quaresma A. S.	536	BHCB
Conceição do Mato Dentro MG	Serra da Ferrugem	Moreria & Pereira	2058	HDJF

Todo o material encontrado referente à esta espécie é proveniente do Alinhamento Ferrífero Conceição do Mato Dentro – Itapanhoacanga, localidade tipo. Alguns exemplares coletados antes da descrição da espécie estavam identificados como *Dyckia saxatilis*, e estes já foram corrigidos na ocasião da consulta.

***Dyckia rariflora* Schult. & Schult. f. e *Dyckia elata* Mez**

Syst. 7(2): 1195. 1830

heterotípico *Dyckia elata* Mez

Descrição

Erva saxícola, rizomatosa, de roseta única. Folhas 20 a 40 funcionais suberetas a patentes-arqueadas; lâmina 20-40 × 0,5–1,5 cm, cúpricas a roxas, linear-triangular, esparsamente lepidota adaxial, desamente flocosa abaxial, levemente caniculada, margens serradas, espinhos fortemente retrorsos. Pedúnculo 40-90 cm compr., verde, glabro a esparsamente tomentoso; brácteas pedunculares menores que os entrenós; raque simples, podendo se ramificar, verde a vermelho escura, glabra. Brácteas florais 5 × 3 mm, menores que o comprimento das sépalas, carnosa alaranjada na base, estramínea em direção ao ápice, glabra, obovada, acuminado. Flores 20 a 30, reflexas na antese com corola campanulada, polísticas, sésseis; sépalas 8 × 5 mm, laranja-avermelhadas, ovadas, ápice arredondado, glabra; pétalas 12 x 10 mm, alaranjada, glabras, obovadas, ápice obtuso; estames inclusos, filetes carnosos com conação variável; ovário 5 x 2 mm, subcilíndrico, estilete ca. 1 mm compr. Fruto não observados

Figura 59 A – Inflorescência. B – flor vista lateral. C - Estames conados. D - flor com escala. E – Sépala. F - bráctea floral – G – pétala e estames. H - ovário I - Habito



A



B



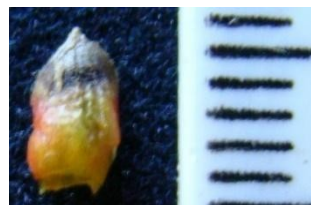
C



D



E



F



G



H



I

FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 60 - *Dyckia rariflora* na localidade tipo. Serra do Caraça ao fundo.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

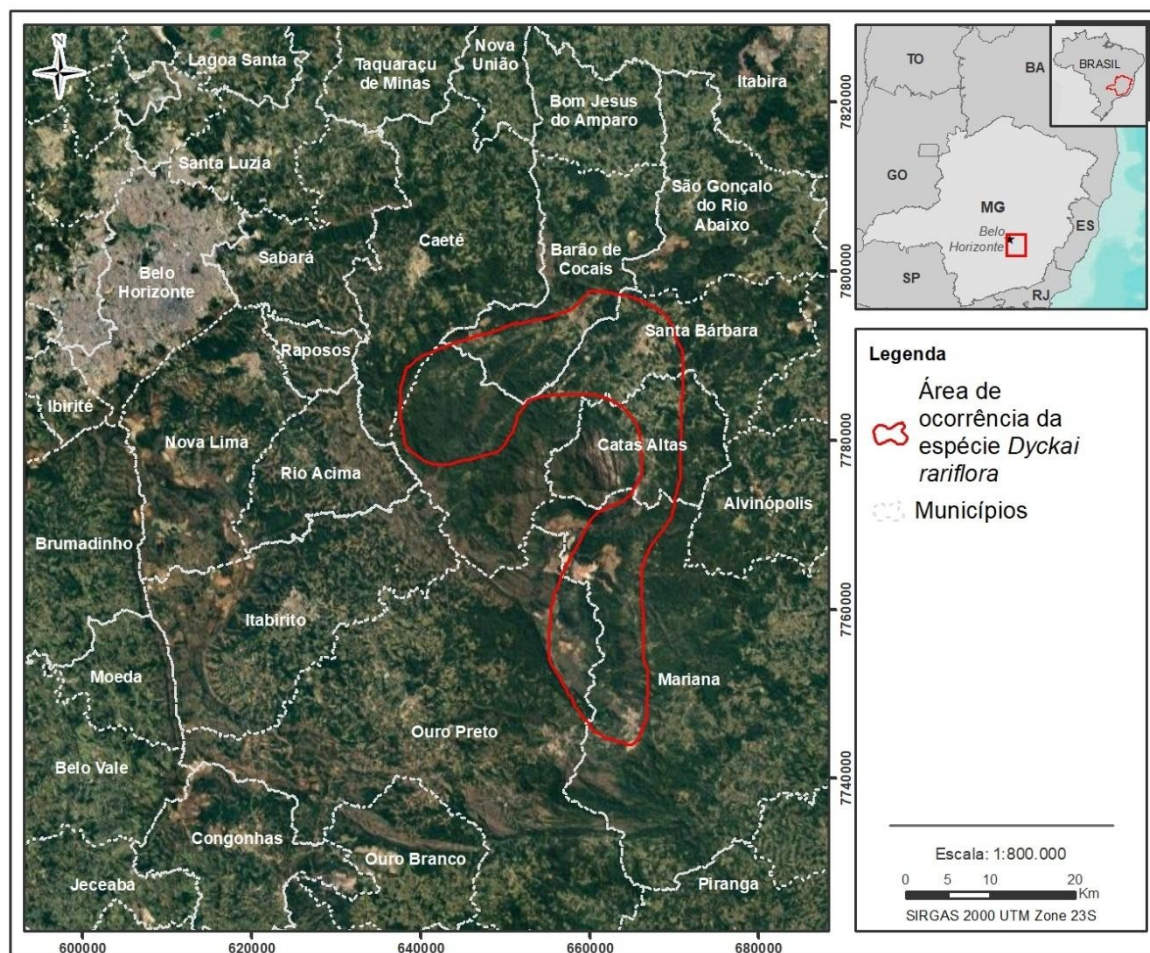
Discussão

Uma das primeiras espécies descritas para o gênero, *D. rariflora* é considerada atualmente espécie polimórfica cuja dispersão e ocupação em habitats distantes, sempre ferruginosos, juntamente com sua atual sinonímia botânica com *Dyckia elata* Mez, abre possibilidades do reconhecimento de novas espécies, desde que se tenha acesso a coletas, normalmente sob o domínio de empresas mineradoras, reticentes a ceder material para estudos.

A localidade tipo de *Dyckia rariflora* como mencionado são os campos ferruginosos da rodovia MG 129 (antiga Estrada Real), sobre as cangas que recobrem a Formação Fonseca na borda Leste do Quadrilátero Ferrífero, e a serra de Antônio Pereira em Ouro Preto.

Ocorrem também nos campos rupestres ferruginosos ao lado oposto da Serra do Caraça, na região de Barão de Cocais, até a serra de Gandarela, porém com menor concentração, com poucos indivíduos dispersos em grande extensão.

Figura 60 - Mapa de ocorrência de *Dyckia rariflora*.



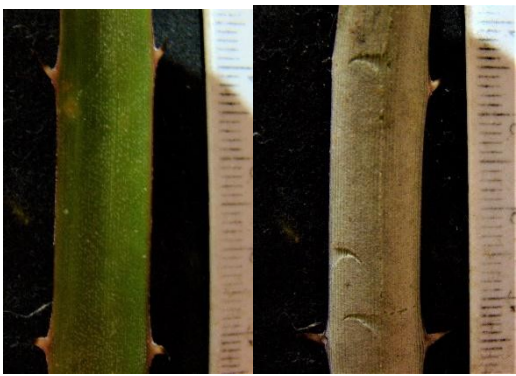
Dyckia rariflora é uma espécie de roseta única com propagação apenas por sementes. Apresenta a capacidade de produzir ramificações na inflorescência, apresenta conação variável nos estames.

Guarçoni (2014) propõe a sinonimização de *D. elata* sob *D. rariflora*, pois ambas apresentam lâmina foliar estreito-triangular, com acúleos distintos e retrorsos, pedúnculo glabro a esparsamente tomentoso, brácteas florais reflexas e igualando as sépalas e filetes altamente conatos acima da liberação das pétalas. Além disso, no material tipo de *D. elata* percebe-se claramente que a metade superior do pedúnculo não se encontra presente no holótipo, sugerindo que as

brácteas superiores do pedúnculo sejam mais curtas que os entrenós, semelhante a *D. rariflora*.

Apesar das dificuldades de se trabalhar com exsicatas, sobretudo antigas, de origem incerta e coletadas por terceiros, várias espécies foram estabelecidas e até hoje são usuais. Tanto a exsicata de *D. rariflora* quanto a de *D. elata*, não são completas, o que nos induz a mais de uma interpretação. As duas espécies possuem a capacidade de produzir ramos laterais na inflorescência, no entanto, a maioria das inflorescências de ambas espécies in habitat são simples.

Em observações de campo na localidade tipo e cultivo de ambas espécies em floração, são observadas diferenças concisas para duas espécies as quais são didaticamente explicitadas na tabela:

	
As populações de <i>D. rariflora</i> na formação Fonseca estão em cotas baixas e planas (ca. 800 m), apresenta roseta com folhas recurvadas, ca. 20 cm comp. (Foto localidade tipo)	Populações ocorrem na região de topo da Serra de Antônio Pereira em cotas acima de 1300 m (loc. Tipo), rosetas suberetas, folhas ca. 35 comp.
	
A face adaxial possui escamas peltadas são laxamente distribuídas, abaxialmente possui flocoso. Os espinhos são retrorsos grandes e o espaço entre eles é menor.	A face adaxial é glabra, abaxial o indumento é fortemente adpresso. Os acúleos são menores, antrorsos e longamente esparsados.



As flores têm distribuição tristica na inflorescência. Período de floração no período seco do ano, entre Agosto-Setembro.



As flores têm distribuição dística na inflorescência. Período de floração após a entrada das chuvas, entre Dezembro-Janeiro.



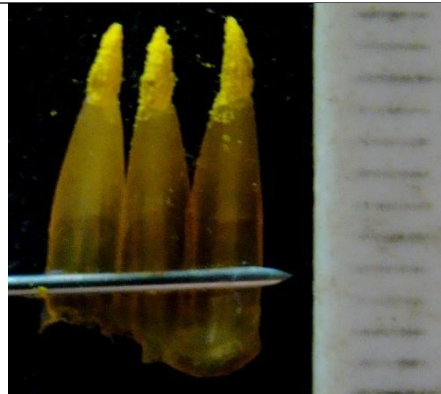
Abertura da corola é tubulosa com ápice involuto levemente cunculado, e o ápice da bráctea floral obtuso.



Abertura da corola é levemente campanulada com ápice levemente revoluto e patente, e o ápice da bráctea floral agudo.



Embora as duas possuam conação variável, os estames são carnosos tendem ao formato cilíndrico.



Conação variável, com estames complanados e sub membranáceos.

Dadas estas substanciais diferenças, proponho aqui o restabelecimento da espécie à sua designação original.

As exsicatas observadas em Herbários que correspondem confiavelmente à *D. elata* são:

Tabela – Registros de coleta de *Dyckia elata*.

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Catas Altas MG	Morro da Água Quente	Rezende, S.G.	6492	BHCB
Mariana MG	Mina Alegria	Mota, R.C.	3208	BHCB
Mariana MG	Mina Alegria	Souza, F.S.	2086	BHCB
Mariana MG	Mina Alegria	Mota, R.C.	3173	BHCB
Ouro Preto MG	Serra de Antônio Pereira	Ribeiro, O.B.C.	691	BHCB
Ouro Preto MG	Timbopeba	Rapalo J. A.	sn.	OUPR

Do lado oposto ao maciço do Caraça, nos domínios do parque Nacional da serra do Gandarela uma morfoespécie afim ocorre nas cangas da região.

Figura 61 - Morfoespécie aff. *D. rariflora* da região do parque Nacional da serra do Gandarela, em área minerária.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Esta morfoespécie ocorre numa disjunção de mais de 20 km das populações típicas de *D. rariflora* e *D. elata* com caracteres morfológicos distinto das duas espécies, com os maiores acúleos, folhas glabras, e inflorescência indumentada.

Figura 62 - morfoespécie aff. *D. rariflora* das proximidades da serra do Gandarela – Barão de

Cocais MG.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Versieux (2015) em seu trabalho revisional aponta um grande número de exemplares, que não se encaixam perfeitamente dentro da delimitação de Smith e Downs (1974) para a espécie. Agrupou-as em morfoespécie *Dyckia* sp. 1. pelo tamanho da planta, comprimento das lâminas foliares, tamanho dos acúleos e cor das sépalas, e conação variável dos estames, o que o autor afirma justificar estudos futuros.

As diferenciações aqui expostas, demonstram a necessidade de aprofundamento das delimitações taxonômicas do que consideramos espécie, não só no que diz respeito a *Dyckia rariflora*, mas também que para as várias espécies de *Dyckia* ocorrentes na cadeia do Espinhaço. A constante evolução e modificação da paisagem, em relevo muito fragmentado isolou populações, além de processos biológicos de seleção e introgressões genicas, permitiu a evolução de grupos distintos, sob baixa pressão seletiva floral, difíceis de distinguir num exame rápido como em outros gêneros da família Bromeliaceae.

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

Material examinado

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Barão de Cocais MG	Mina Brucutu	Marques-Leitão et al.	sn.	BHCB
Barão de Cocais MG	Mina Brucutu	Marques-Leitão et al.	sn.	BHCB
Barão de Cocais MG	Mina Brucutu	Oliveira A.M.	137	BHCB
Barão de Cocais MG	Mina Brucutu	Rezende S.G.	9055	BHCB
Barão de Cocais MG	Mina Baú	Souza, F.S.	2446	BHCB
Catas Altas MG	Chapada da Canga	Carmo, F.F.	5178	BHCB
Catas Altas MG	Chapada da Canga	Carmo, F.F.	4392	BHCB
Catas Altas MG	Chapada da Canga	Mota, R.C.	3695	BHCB
Catas Altas MG		Paula, C.C.	sn.	VIC
Catas Altas MG	Chapada da Canga	Souza, F.S.	2054	BHCB
Catas Altas MG		Leme	1848	RB
Catas Altas MG		Paula, C.C.	sn.	VIC
Mariana MG	Mina Samitri	Mota, R.C.	601	BHCB
Mariana MG	RPPN Horto Alegria	Paiva, J.	161	BHCB
Mariana MG	Mina Fabrica Nova	Rezende S.G.	2454	BHCB
Mariana MG	Área da CVRD	Rezende S.G.	1552	BHCB
	Mina de Fábrica			
Mariana MG	Nova	Rezende S.G.	2453	BHCB
Mariana MG	Mina Del Rei	Souza, F.S.	2447	BHCB
Mariana MG	Mina Del Rei	Souza, F.S.	2174	BHCB
Mariana MG		Vidal, C.V.	sn.	BHCB
Mariana MG	Chapada da Canga	Ribeiro O. B.C.	71	VIC
Mariana MG		Paula, C.C.	sn.	VIC
Ouro Preto MG	Sorocaba et V. Rica	Martius, C.F.P.	sn.	Holótipo
Santa Rita Durão MG	Chapada da Canga	Fraga C. N.	3606	RB
São Gonçalo MG	Mina Brucutu	Miranda, E.	443	BHCB

***Dyckia ferrisicola* O.B.C.Ribeiro & Leme**

Journal of the Bromeliad Society. 65(1): 1-72.2015.

Descrição

Erva saxícola, cespitosa, Folhas 11 a 14 funcionais, coriáceas suberetas; lâminas ca.22 x 3,0 cm, cores do cúprico ao vináceo, estreitamente triangulares, subereto-arqueadas, canaliculadas, lustrosa a levemente indumentada em branco lepidoto, margens laxamente espinulosas, espinhos retos a antrorsos, ápice acuminado e terminando em um espinho pungente, Inflorescência, ereta, pedúnculo, ca. 35-40 cm, verde-avermelhados, densamente branco lanado, com brácteas não igualando ou excedendo os entrenós; raque ereta, 30-40 cm, vermelha, branco lanada, sem a capacidade de se ramificar; brácteas florais 10-11 x 5-6 mm, igualando as sépalas, paleáceas, fortemente branco lanadas, amplamente ovadas-subtriangulares, margens minuciosamente denticuladas, ápice acuminado. Flores 35 a 40 em número, 15-16 mm de comp. pedicelos inconspícuos, polísticas, retas na antese formando corola subtubular a levemente campanulada, estivação imbricada e às vezes espiralada na mesma inflorescência com a pétala adaxial parcialmente coberta pelo abaxiais.; sépalas 6-7 x 5-6 mm, vermelhas, branco lanadas, amplamente ovadas, margens com tricomas retrorsamente curvos, fimbriados longos, ápice obtuso; pétalas 12 x 9 mm, laranjas, glabras, obcordadas, ápice obtuso-emarginado, conato na base por ca. 2,5 mm em um tubo comum com os filamentos; estames inclusos, filamentos complanados, amarelos, com conação variável; ovário sub oblongo, ca. 6 mm de comprimento, ca. 2 mm de diâmetro, amarelo; estigma ca. 2 mm comp.; Cápsulas não observadas.

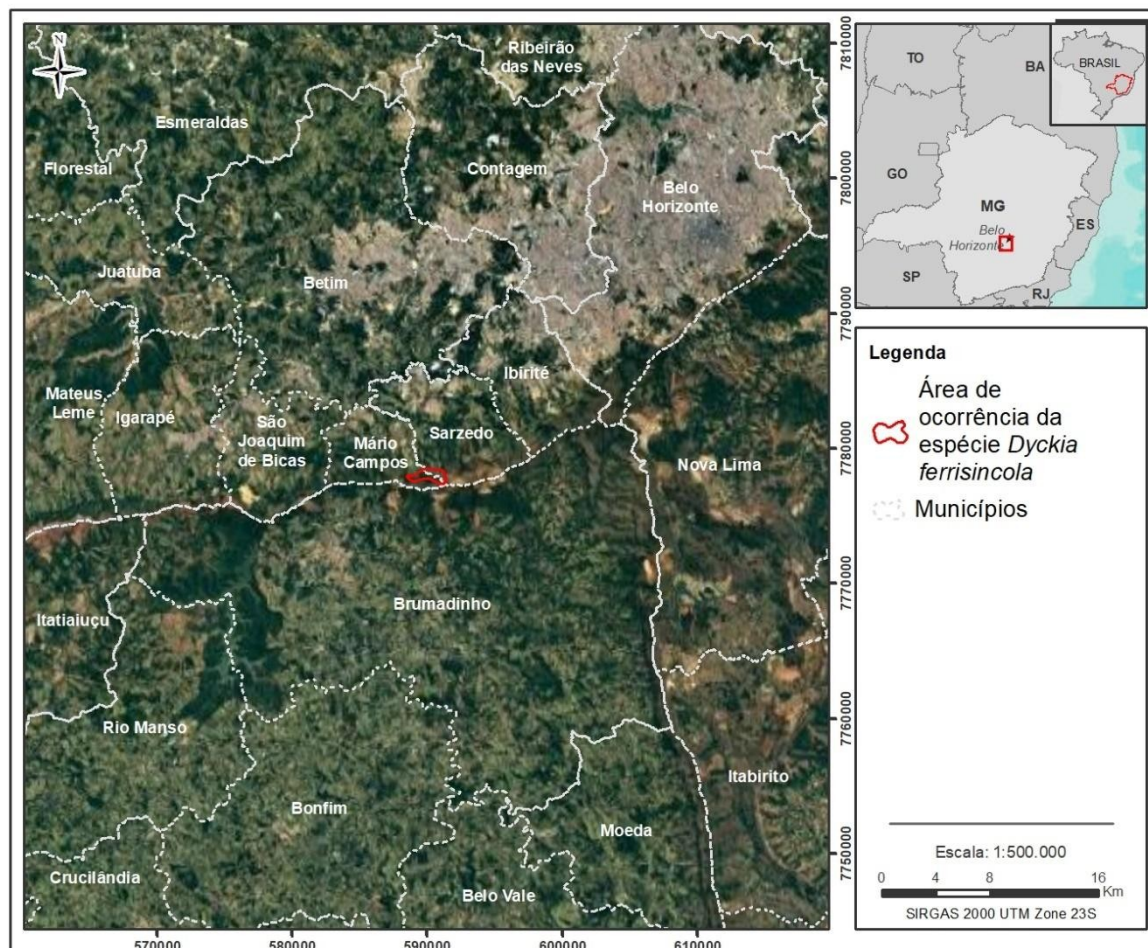
Figura 63 - *Dyckia ferrisicola* - A, flor. B, bráctea floral. C, sépala. D, corte lateral da flor. E, pétala adaxial. F, ovário. G, estames semi-conados.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Dyckia ferrisicola é uma espécie cespitosa endêmica das cangas ferruginosas da serra da Jangada, região de Córrego do Feijão, em Brumadinho na divisa com Sarzedo MG.

Figura 64 – Mapa de ocorrência de *Dyckia ferrisicola*



Esta espécie foi descoberta nas atividades de resgate de flora para instalação de uma pilha de estéril de mineração. Isto revela não só a necessidade eminente de que o conhecimento quanto à taxonomia deste gênero seja melhor esclarecida e divulgada, mas também quanto à capacitação taxonômica de profissionais da área uma vez que se passassaram todos os ritos de licenciamento para a realização da atividade e não houve percepção de se tratar de um novo táxon.

Na ocasião da descoberta desta espécie, toda a população foi soterrada pela pilha de estéril, no entanto as únicas fotos da população em seu habitat estão neste ente trabalho.

Figura 65 – *Dyckia ferrisicola* A, População próxima a pilha de estéril. B, inflorescência. C, padrão de ocorrência da população. D, variação com folhas indumentadas. E, variação com folhas glabras.



A



B



C



D



D



E

FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Esta espécie no ambiente natural é muito prolífera, seja vegetativamente ou seminalmente, ocupando vastas áreas sobre a canga. Suas rosetas normalmente vão do cúprico ao vináceo, normalmente glabras, mas alguns podem apresentar indumento.

Ocorre em formações abertas de canga couraçada *strictu-sensu*, ocorrendo associada à *Lychnophora pinaster* Mart. e a uma forma alongada de espinhos também alongados e dourados de *Arthrocereus glaziovii* (K.Schum.) N.P.Taylor & Zappi.

Esta espécie é associada a *Dyckia saxatilis* Mez, pelo porte, habito cespitoso, indumento branco lanado e a capacidade de fundir estames.

Buscas a esta espécie na região da coleta tipo podem salvar esta espécie da extinção, uma vez que a população do holótipo não mais existe.

Conservação — Dado que não há outros registros para a espécie, e a localidade tipo já não existe mais, provavelmente esta espécie foi extinta.

Buscas na região do entorno de onde foi coletada podem identificar novas populações.

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Sarzedo MG	Serra da Jangada	Ribeiro O.B.C.	249	BHCB - Holótipo

A única coleta conhecida da espécie é o Holótipo.

***Dyckia duckei* L.B.Sm.**

Boletim do museu paraense Emílio Goeldi. Botânica Nº1, 2-5p. (1958).

Descrição col. Schaefer sn.

Erva terrícola ou rupícola, cespitosa, roseta secunda. Folhas 30 a 45 funcionais, curvadas; lâmina 10–13 × 2–2,5, triangular a estreitamente-triangular, face adaxial verde, glabra, face abaxial, verde, lepidota, margens aculeadas; espinhos conspícuos, antrorsos. Inflorescência ereta; pedúnculo 25–30 cm compr., verde, glabro; brácteas pedunculares menores que os entrenós; raque geniculada, simples, sem a capacidade de ramificar, verde, glabra. Brácteas florais 4 × 4 mm, igualando o comprimento dos pedicelos, estramíneas, circulares, glabra, ápice apiculado. Flores ca. 12 em número, 1,6 x 0,5 cm, tubulosas, suberetas na antese, curto pediceladas, polísticas; sépalas 0,4 × 0,3 cm, laranjas, ovadas, glabras, ápice retuso; pétalas 1,2 × 0,8–1 cm, alaranjadas, obovada, ápice obtuso, glabras; estames inclusos; filetes livres, sem a capacidade de se fundir; ovário ca. 0,5 x 2 mm, piramidal, com deslocamento assimétrico; estilete 0,2–0,3 mm compr. Fruto não observados.

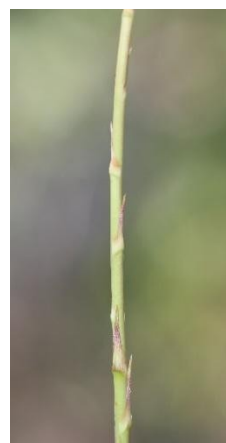
Figura 66 – *Dyckia duckei*: A, habito na serra de Carajás. B, Inflorescência. C, escapo. D, flor, vista lateral. E, flor, vista com escala. F, bráctea floral. G, corte lateral da flor. H, estame livre. I, ovário. J, pétala. K, sépala.



A



B



C



D



E



F



G



H



I



K



J

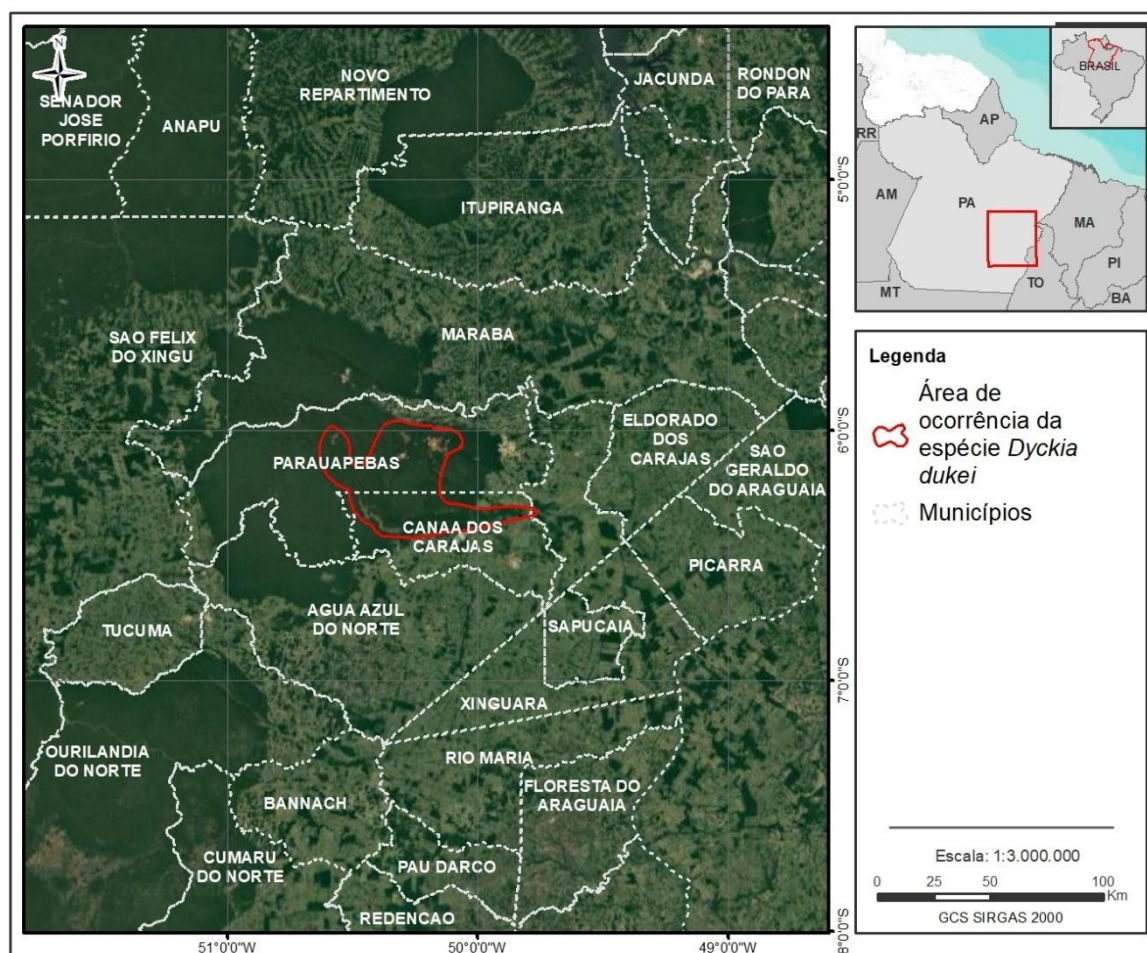
FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Discussão

De acordo com Büneker et al. (2022) no site Re flora, *Dyckia duckei* ocorre nos estados do Pará, Mato Grosso e Maranhão.

Oficialmente *Dyckia duckei* é a única espécie do gênero ocorrente nas cangas da região de Carajás tanto na floresta Nacional de Carajás quanto nas áreas de mineração de ferro adjacentes.

De acordo com Monteiro & Forzza (2016), *Dyckia duckei* é bastante frequente em toda a Serra dos Carajás, onde ocorre como rupícola ou terrícola entre os afloramentos em canga arbustiva e graminóide. Porém, é encontrada em geral, de forma isolada formando pequenas populações. Endêmica do Brasil, além do Domínio Amazônico, também ocorre no Cerrado (BFG 2015). Na Serra dos Carajás é amplamente distribuída, com registros nas Serras Norte: N4, N3, Serra Sul: S11-D e Serra da Bocaina (Serra do Rabo).

Figura 67 - Mapa de ocorrência de *Dyckia dukei*

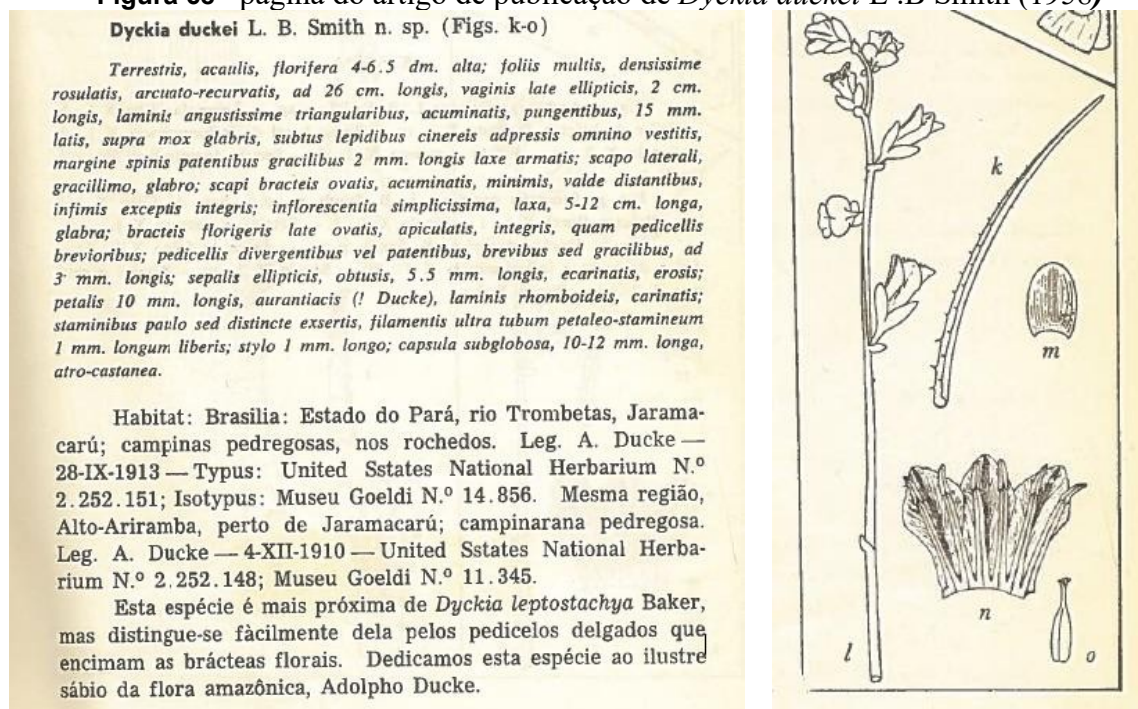
A descrição original da espécie é basicamente um parágrafo em latim e os desenhos do próprio autor. Comparações com os espécimes ocorrentes nas cangas de Carajás são complexas, no entanto algumas características na descrição e desenho, juntamente com o holótipo podem ser levantadas:

Tabela 2 – Comparação da descrição do Holótipo com o espécimen coletado por Schaefer na serra dos Carajás.

	L. B. Smith	Coleta de Carajás Schaefer sn.
Folhas	26 cm comp. Arcuado-recurvadas angustíssima, triangulares e pungentes.	10 cm comp. suberetas estrito triangulares e rígidas
Escapo	entrenós ca. 3x o comprimento das brácteas	entrenós 1,5 x o comprimento das brácteas, quase igualando as.
Ráquis	reta	geniculada
Flores	poucas flores na inflorescência ca. 6	mais flores ca. 15.

FONTE: Comparações da descrição e observação do Holótipo com a coleta Schaefer sn. Observadas in vivo.

Figura 68 - página do artigo de publicação de *Dyckia duckei* L .B Smith (1958)



FONTE: do artigo de publicação de *Dyckia duckei* L .B Smith (1958)

De acordo com Büneker et. al. (2022) *Dyckia duckei* é citada para o Maranhão por apenas uma coleta, Eiten 4659, em Loreto. Sugere-se que sejam feitas buscas na localidade para se confirmar a identidade da espécie, já que a área localiza-se no Domínio Cerrado, com forte influência do Domínio Caatinga.

Várias são as espécies dos estados do Mato Grosso, e Pará, de vários ambientes e muito distantes que são identificadas erroneamente como *D. dukei*, embora pertençam ao mesmo grupo taxonômico propõe-se aqui se “um grande grupo Duckei” de plantas cespitosas, de inflorescência geniculada, com flores tubulares e suberetas.

A falta de compreensão sobre este grupo leva a atribuir qualquer espécie aparentada com tais características, ao único holótipo de espécie determinado por L. B. Smith para a bacia Amazônica.

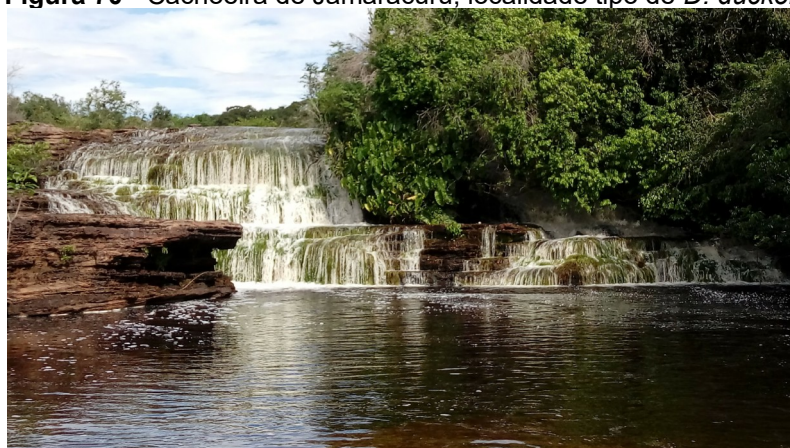
O holótipo de *D. dukei*, é de uma campinarana de rochas sedimentares em Jamaracurú, uma localidade distante e intercalada com a floresta Amazônica em mais de 770 km em linha reta.

Figura 69 - Holótipo de *Dyckia duckei*



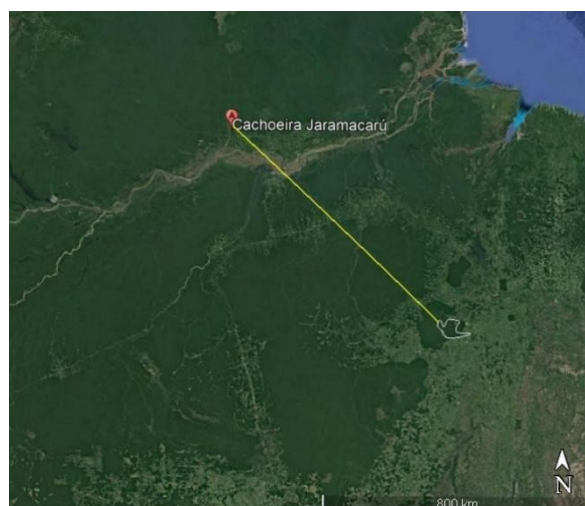
FONTE: REFLORA

Figura 70 - Cachoeira de Jamaracurú, localidade tipo de *D. duckei*.



FONTE: Google Earth

Figura 71 - Distância aproximada de 770 km da localidade tipo de *D. duckei* e as jazidas de ferro de Carajás.



FONTE: Google Earth

A diversidade de ambientes associado às longas distâncias e populações totalmente isoladas sem a possibilidade de fluxo gênico reafirmam a necessidade de melhor se conhecer as espécies de ocorrência na bacia Amazônica.

Figura 72 - população de *Dyckia* aff. *duckei* em afloramento granítico em Canaã dos Carajás.



FONTE: Foto extraída da internet.

Concluindo, os fatos aqui expostos levam a crer que, o que se conhece sobre a *Dyckia* sp. ocorrente nas cangas da região de Carajás não corresponde à *D. duckei* típica. É necessário realizar coletas de material *in vivo* da localidade tipo de *Dyckia duckei* e ambientes adjacentes para comparações detalhadas para melhor delimitar as espécies.

Conservação — A morfoespécie ocorrente nos campos ferruginosos da região da serra de Carajás é suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Canaã dos Carajás PA	Flona Carajás serra sul	Mota, N.F.O. et.al.	1069	BHCB
Canaã dos Carajás PA	S11D	Costa, L. V.	722	BHCB
Canaã dos Carajás PA	Serra Sul	Mota, N.F.O. et.al.	1081	BHCB
Canaã dos Carajás PA	Serra Sul	Gontijo, F. D.	sn.	BHCB
Parauapebas PA	Carajás	Gil, A	474	BHCB
Parauapebas PA	Carajás	Lobato, L.C.	4313	BHCB
Parauapebas PA	Serra do Rabo	Mota, N.F.O. et.al.	2016	BHCB

Parauapebas PA	Serra Norte	Viana, P. L. et. al.	3436	BHCB
Parauapebas PA	Serra Norte	Lobato, L.C.	1413	BHCB
Marabá PA	Serra Norte	Joly C. A., Stublebine W.H., Benson W.W	sn.	US
Parauapebas PA	Carajás	Sperling	5611	NYBG
Marabá PA	Serra Norte	Cavalcante P.	2672	BHCB

As coletas examinadas e aqui listadas são correspondentes à morfoespécie ocorrente nos campos ferruginosos da região de Carajás PA, e do material in vivo observado neste trabalho. Exsicatas de outros estados ou outros ambientes distantes com discrepância morfológica não foram considerados.

***Dyckia incana* O.B.C.Ribeiro & Leme.**

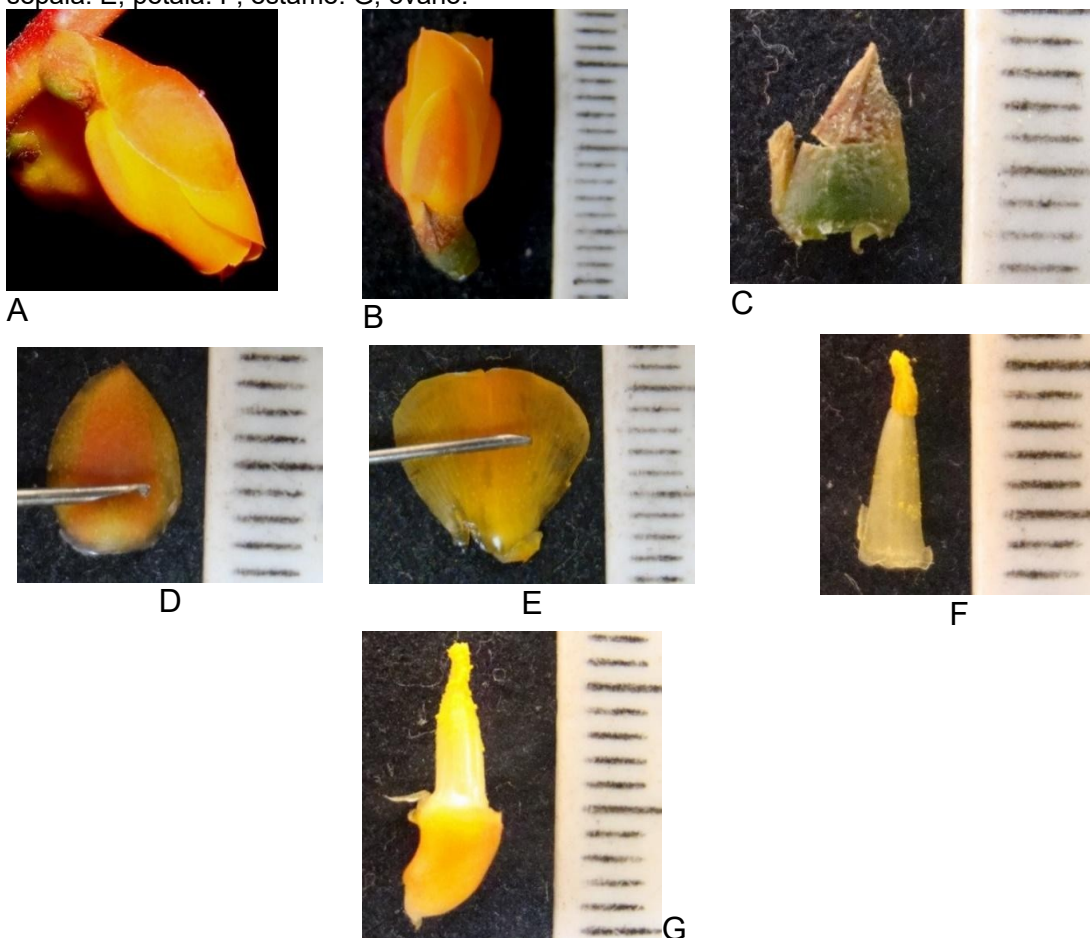
Journal of the Bromeliad Society. 65(1): 1-72.2015.

Descrição

Ervas saxícola, rizomatosa formando rosetes ligeiramente secundas; Folhas 8-10 funcionais, suberetas, lâminas triangulares, distintamente suculentas e rígidas, ca. 5 × 2 cm, 3–3,5 mm em espessura, verde, mas a cor completamente recoberta pela densa camada de tricomas cinéreos grosseiros em ambos os lados, triangular, margens frouxamente espinulosas, espinhos triangulares, retos, ligeiramente retrorsos, ápice acuminado e terminando em um espinho pungente. Pedúnculo 25–35 × 0,2–0,3 cm quase ereto, alaranjado, esparsamente branco lepidoto, com brácteas distintamente mais curtas que os entrenós. Raque 6-10 cm de comprimento, subereta-arcuada, glabra alaranjada; brácteas florais 4,5–5 × 4,5–5 mm, excedendo os pedicelos, verdes até a metade, estramíneas em direção ao ápice, levemente lanada, deltóide, ápice atenuado. Flores 11–16 em número, secundas na antese, formando uma corola pisciforme, pedicelo curvado, 4 x 3 mm, glabros, amarelo-alaranjado; sépalas 4–5,5 × 3,5–4 mm, ovadas distintamente convexas, laranja a avermelhado centralmente, amarelo pálido nas bordas, glabra, exceto pelos tricomas fimbriados retrorsamente curvados e longos ao longo das margens, ápice cuneado; pétalas 7,5 × 6,5–7 mm, laranja, amplamente obcordadas com uma base distintamente estreitada, ápice truncado; estames inclusos, filamentos complanados, amarelos, livres acima do anel pétalo-estamínico. Ovário

ca. 2,5 mm, amarelo pálido, subcilíndrico, reto, estilo ca. 1 mm de comp., amarelo
Cápsulas não observadas.

Figura 73 – *Dyckia incana*. A, flor, vista lateral. B, flor, vista com escala. C, Bráctea floral. D, sépala. E, pétala. F, estame. G, ovário.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Discussão

Dyckia incana é uma espécie micro endêmica da localidade típica, até então a única população conhecida, em Nova Lima MG. Esta espécie ocorre em áreas de encostas coluviais entre a canga nodular, levemente sombreada pela vegetação.

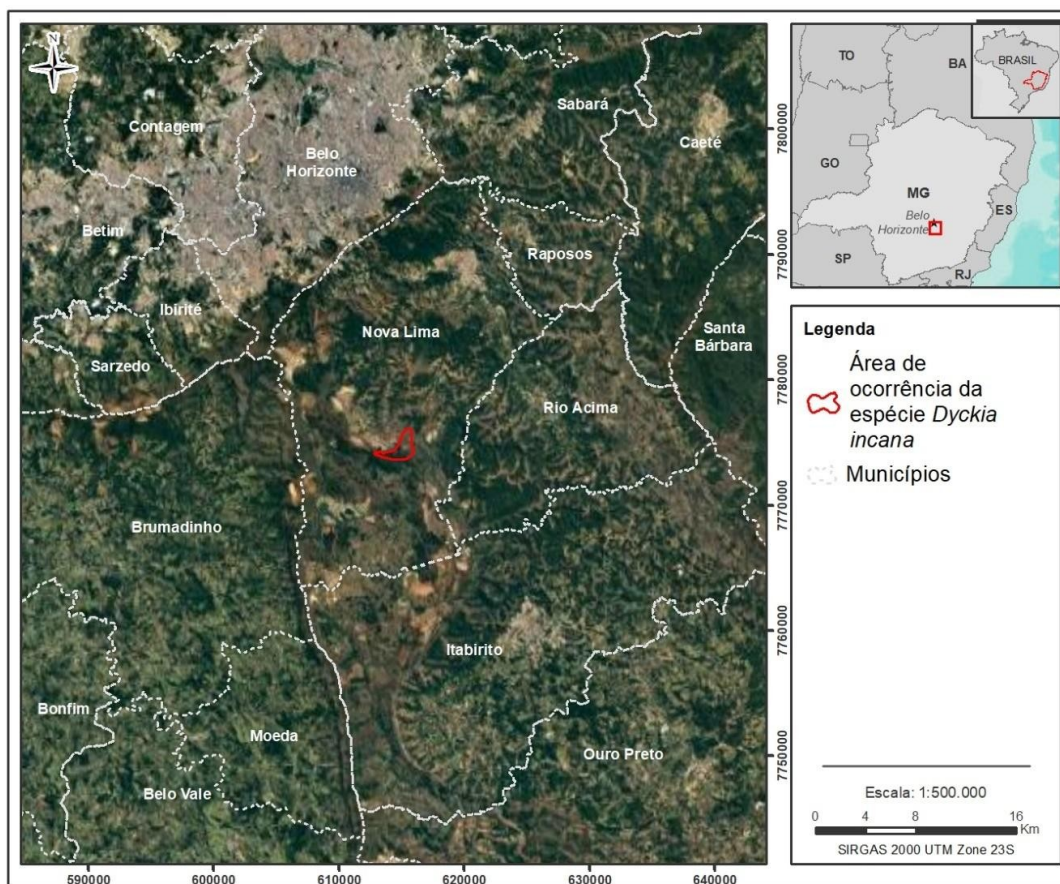
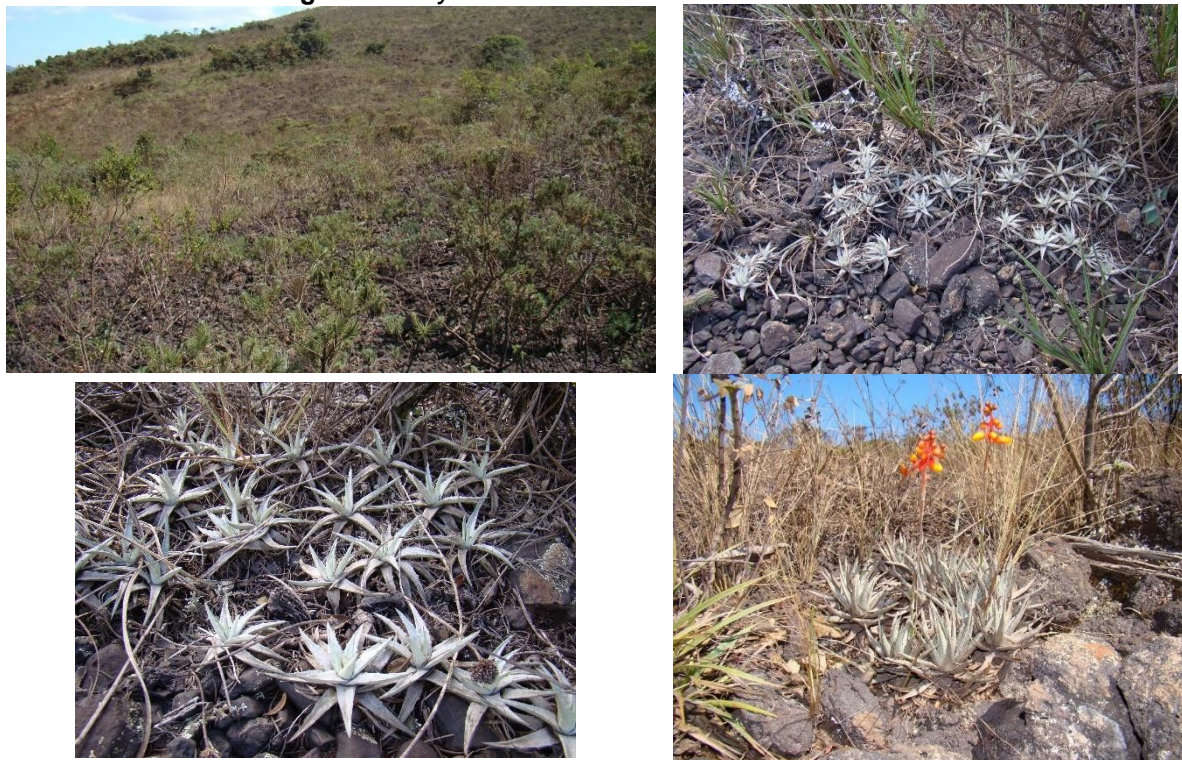
Figura 74 - Localidade de ocorrência de *Dyckia incana*.

Figura 75 - *Dyckia incana* na localidade de ocorrência

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Dyckia incana é uma espécie que se inclui no grupo das espécies rizomatosas, com inflorescência arcuada, de flores secundas e estames livres, a associada à *Dyckia oligantha* L. B. Sm.

Dyckia incana possui extremo valor ornamental devido ao denso indumento foliar. No entanto seu ambiente vem gradativamente sendo minerado sem que se tomem medidas para resgatá-la, o que a torna criticamente ameaçada.

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Nova Lima MG	Serra da Calçada	Cheib A. L	1	BHCB

Única coleta existente correspondente à espécie. Outras coletas examinadas no BHCB ocorrente em substrato quartzítico, correspondem a um novo taxon.

***Dyckia consimilis* Mez, *Dyckia schwackeana* Mez e *Dyckia simulans* L.B. Sm.: Um complexo de espécies**

Estas três espécies são objeto de muita polêmica no que envolve as respectivas reais identidades. São espécies próximas, no entanto os caracteres de chave estabelecidos em chaves usualmente recorridas permitem interpretações que levam a erros de identificação e consequentemente de distribuição destas espécies.

Dyckia consimilis Mez

Fl. Bras. 3 (3): 479, pl. 90. 1894.

Descrição

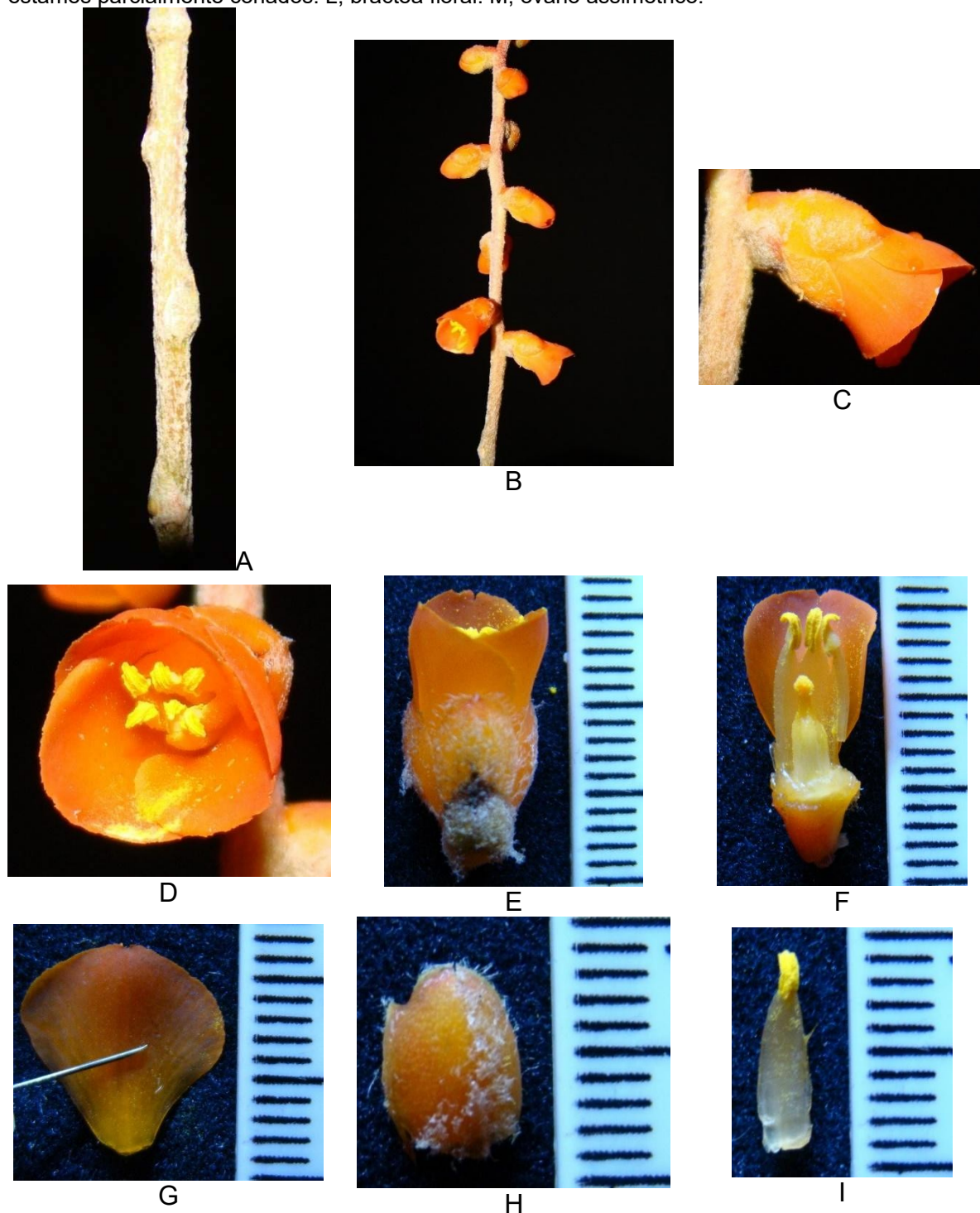
col Ribeiro O.B.C. n° 245 Pico de Itabirito

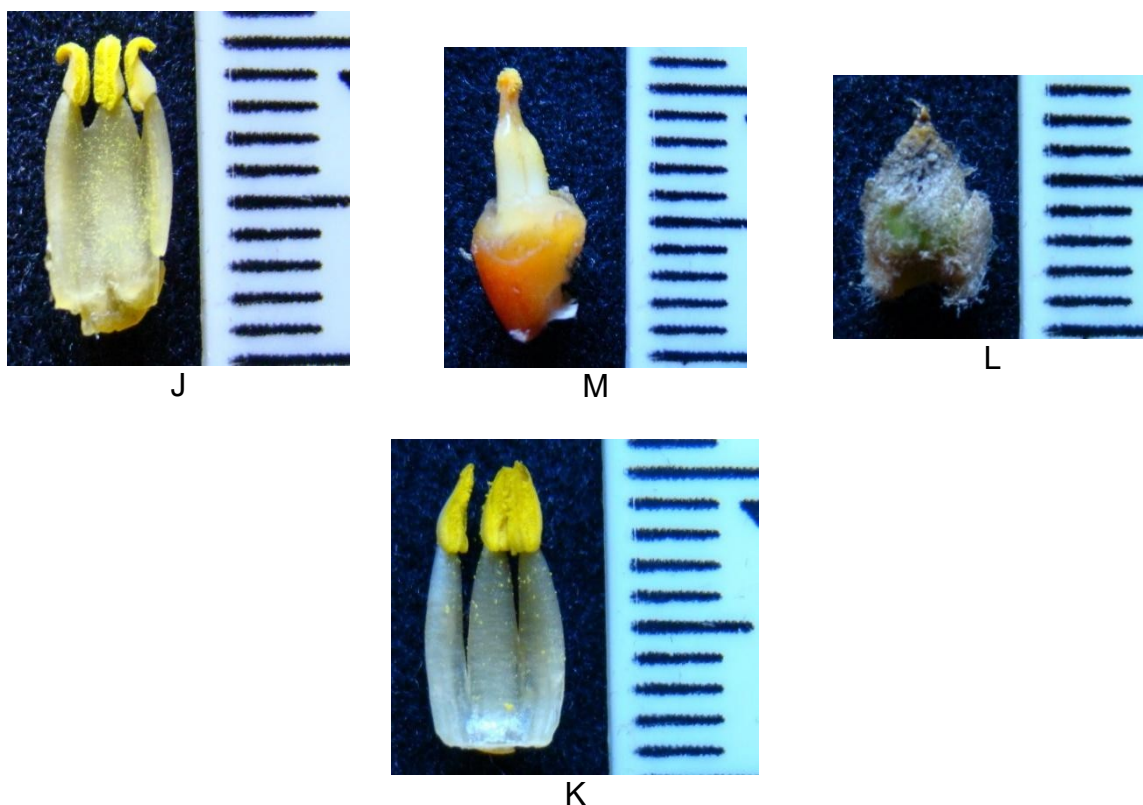
Erva saxícola, rizomatosa, com múltiplas rosetas, alguns indivíduos chegando a ocupar vários metros quadrados. 0,2 – 0,3 m em floração Folhas 16 a 30 funcionais, suberetas, levemente curvada; lâmina 3-8 × 0,5–1 cm, verde a castanho, de glabra a lepidota, estreito-triangular, levemente curvadas, suculentas (ca. 2,5 mm espessura), margens serradas; espinhos retrorsos ou antrorsos, 4 - 8 entre espinhos, ápice agudo. Pedúnculo 15-35 cm compr., verde-avermelhado, glabro ou branco lanado, brácteas pedunculares paleáceas na ocasião da antese, verde claro próximo à base, densamente branco lanadas, elíptica na base e lanceolada no restante, margens minutamente espinescentes, ápice agudo, não igualando os entrenós, raque 10 -15 cm ereta, alaranjada, branco lanada. Brácteas florais 6 × 4 mm, menores que a metade do comprimento das sépalas, paleáceas, lanadas, com nervuras inconspícuas, ovada, margens minutamente denticuladas, ápice cuneado.

Flores ca. 10 em número, polísticas, campanuladas, retas ou patentes na antese, sépalas 7 × 5 mm, laranjas a avermelhadas, elípticas, glabras ou branco lanadas, bordos inteiros ou levemente laciniados, ápice obtuso a arredondado; pétalas 10 × 10 mm, alaranjadas, obovadas a espatulada, glabras, ápice emarginado; estames inclusos, filetes ca. 7 x 2 mm complanados a carnosos, livres,

parcialmente conados ou totalmente conatos, anteras retas a revolutas no ápice; pistilo ca. 4,2 mm mais curtos que as anteras, ovário ca. 4 mm compr. amarelo claro, subcilíndrico assimétrico; estilo ca. 0,2 mm compr. Fruto não observado.

Figura 76 – A, escapo. B, inflorescência. C, flor vista lateral. D, flor vista frontal. E flor com escala. F, corte lateral da flor. G, pétala. H, sépala. I, estame livre. J, estames fortemente comandos. K, estames parcialmente conados. L, bráctea floral. M, ovário assimétrico.





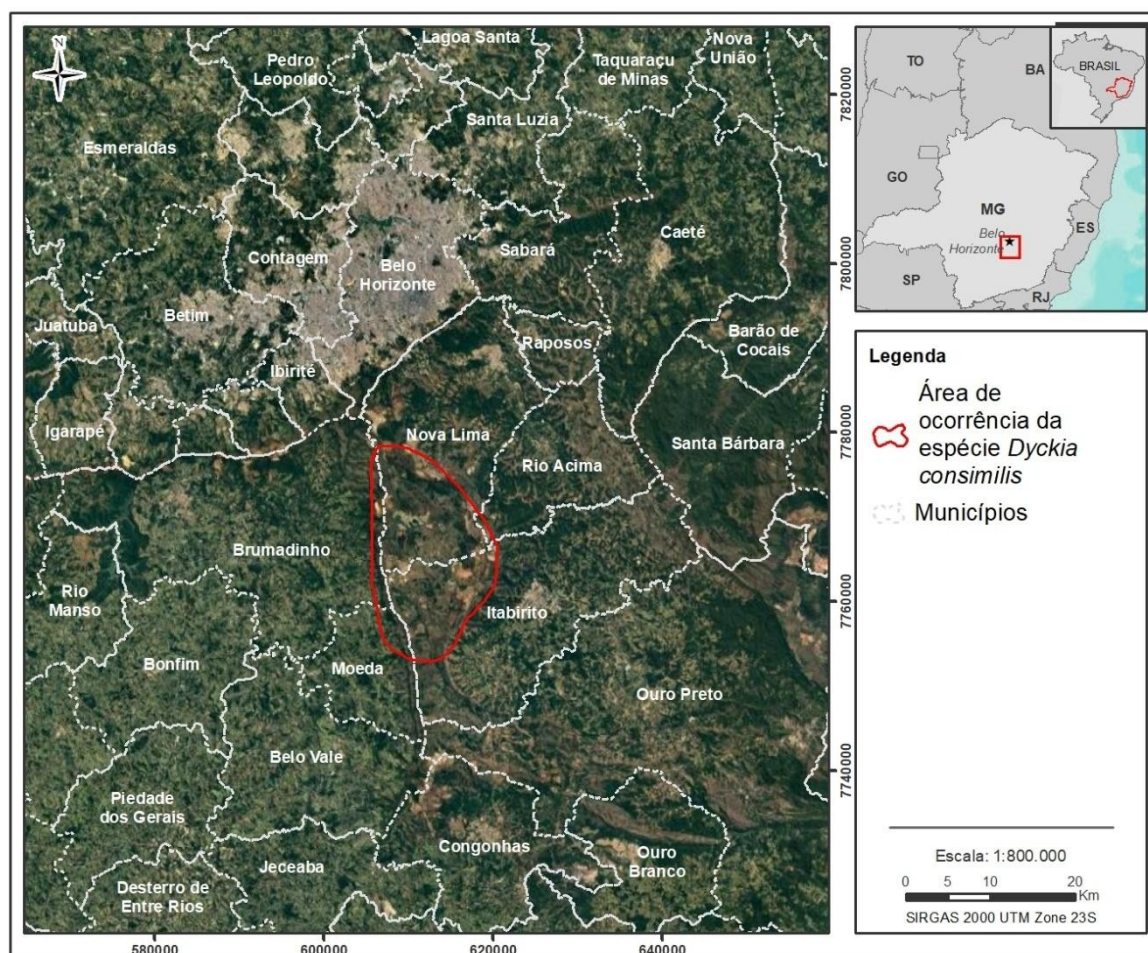
FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Discussão

O entendimento de *Dyckia consimilis*, juntamente com as espécies mais próximas aceitas *Dyckia schwakeana* e *Dyckia simulans* foi consolidado desde a publicação do volume 1 de Smith & Downs (1979) que, afirmou com base em material herborizado, serem distintas essas espécies.

Características de plantas pequenas com brácteas do escapo menores que os entrenós e estames fortemente conados, que distinguem *D. consimilis*, temos populações distribuídas da localidade típica e abrangência nos Campos Rupestres Ferruginosos de canga couraçada ou nodular, no Quadrilátero Ferrífero, ocorrendo entre 1.336-1.600m de altitude, compreendendo da Serra do Curral em Belo Horizonte em seu extremo norte, até o sul da serra da Moeda na região de Itabirito MG.

Figura 77 - Distribuição geográfica de *Dyckia consimilis* Mez.



Contudo, as várias coletas em diferentes pontos desse território geográfico revelam variações extremas nas dimensões e conformações de roseta, número e formas de folhas.

Partindo da premissa do fluxo gênico radial, populações de um extremo de um contínuo ambiental não inter cruzam com populações de outro extremo. Este fato aliado a fatores ambientais peculiares em determinados pontos, pode ter selecionado ao longo da evolução, linhagens, aparentadas, ao ponto de especiação.

Figura 78 - Diferentes formas encontradas de *Dyckia consimilis* ao longo da serra da Moeda



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Caracteres florais não conservados ou observáveis em material herborizado, como conformação da corola, proporções do cálice e corola, tipo de indumento, posicionamento de verticilos internos e fenologia, se aplicados com acuidade, e observados nos vários morfotipos, podem revelar possíveis novos táxons.

Estas características são o que efetivamente, diferenciam as espécies dentro do gênero. O que se conhece de *Dyckia* e basicamente o que é fortemente discrepante.

Para se estabelecer nossos táxons afins, a forma mais prática que existe é a conservação ex-situ para fins de estudos taxonômicos e biogeográficos. Somente a observação in vivo revelará as principais diferenças combinando-se com informações ecológicas como tipo de substrato explorado, isolamento de populações e fenologia.

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Belo Horizonte MG	Mina de Águas Claras	Miranda E.	168	BHCB
Belo Horizonte MG	Serra do Curral	Lopes, A.D.C.	103	BHCB
Belo Horizonte MG	Serra do Curral	Vidal, J.	1945	R
Belo Horizonte MG	Serra do Curral	Schwacke	13427	R
Belo Horizonte MG	Serra do Curral	Vidal, J.	1949	R
Brumadinho MG	Moeda	Vidal, C.V.	898	BHCB
Brumadinho MG	Serra Azul, Serra das Farofas	Gontijo F. D.	1095	BHCB
Brumadinho MG	Serra da Calçada	Martens L. A.	sn.	SP
Brumadinho MG	Serra do Rola Moça	Guarçoni E. E.	1283	
Congonhas MG	Mina de Fábrica	Miranda E.	1110	BHCB
Ibirité MG	Serra do Rola Moça	Guarçoni E. E.	1269	VIC
Itabirito MG	pico de Itabirito	Texeira W. A.	sn.	BHCB
Itabirito MG		Quaresma, A. S. Schwacke & Glaziou	696	BHCB
Itabirito MG	Holótipo - pico de Itabirito	Mez	17822	P
Itabirito MG	Holótipo - pico de Itabirito		1407	P
Moeda MG	Moeda	Fonseca R. P.	sn.	BHCB
Moeda MG	Moeda	Carmo F.F.	566	BHCB
Moeda MG	Moeda	Carmo F.F.	1584	BHCB
Moeda MG	serra da Moeda	Ramalho A. J.	90	BHCB
Nova Lima MG	Curral	Melo-Barreto	2103	BHCB
Nova Lima MG	Rola Moça	Carmo F.F.	2551	BHCB
Nova Lima MG	Moeda	Vidal, C.V.	775	BHCB
Nova Lima MG	Mina de Capitão do Mato	Souza, F. S.	2423	BHCB
Nova Lima MG	Mina de Capitão do Mato	Souza, F. S.	2308	BHCB
Nova Lima MG	Mina de Capitão do Mato	Souza, F. S.	2369	BHCB

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Nova Lima MG	Mina Capitão do Mato	Paiva J.A.M.	1555	BHCB
Nova Lima MG	Serra do Rola Moça	Guarçoni E. E.	1283	VIC
Nova Lima MG	Serra do Rola Moça	Guarçoni E. E.	1229	VIC
Santa Barbara MG	Gandarela	Carmo F.F.	1279	BHCB

***Dyckia simulans* L.B. Sm.**

Arq. Bot. S. Paulo II. 1: 108, pl. 110. 1943

O conhecimento desta espécie permanece obscuro devido à falta de coletas confiáveis desta espécie. Poucas são as incursões à localidade tipo e as poucas coletas reportadas a ela são espécimens anômalos de outros pontos do Quadrilátero Ferrífero. Marques et al. (2012) citam a ocorrência da espécie para a Serra da Piedade, contudo sem caracterizá-la devidamente. Dada a disjunção das cangas da serra da Piedade, em relação às populações de *D. consimilis*, sem conexão similar por mais de 10 km, é pouco provável encontrar populações desta espécie, além dos campos ferruginosos da Serra da Piedade.

Figura 79 - Localidade tipo de *Dyckia simulans*.

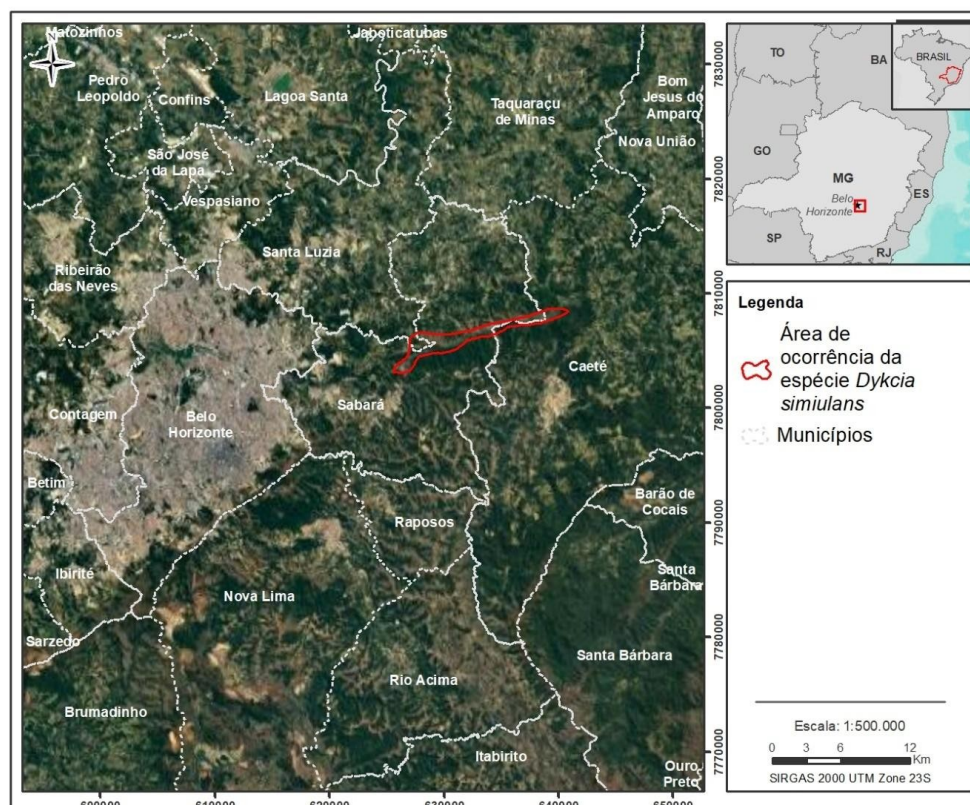


Figura 80 – Possível *Dyckia simulans* na serra da Piedade em Caeté MG.



FONTE: Foto - Hugo Andrade.

H. Andrade (sn.) coletou nos campos ferruginosos da serra da Piedade o morfotipo mais condizente com o Holótipo de Foster (570). (Figura - 80)

Figura 81 - Holotipo de *D. simulans* (Foster 570) e ilustração de L.B. Smith in flora Neotropica.

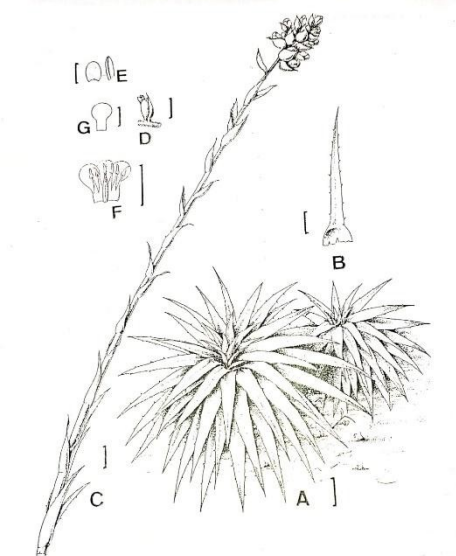


FIG 188. *Dyckia simulans* (Arg. Bot. S. Paulo pl. 110): A, rosettes; B, leaf; C, scape & inflorescence; D, flower and bract; E, sepal; F, petals and stamens; G, petal.

Fonte: Flora Neotrópica.

FONTE: Foto de Elton Leme.

A análise do holótipo e duplicata conclui serem espécimes saudáveis, e o isolamento da localidade tipo corrobora com a espécie. Outras coletas da serra da

iedade examinadas possuem inflorescência alongada em relação à ilustração de Smith & Downs (1979).

Figura 82 – Coleta (Hoerne 6428) – Serra da Piedade



Figura 83 – Coleta (Louzada 170) – Serra das Piedade



Contudo as brácteas proeminentes igualando ou excedendo as sépalas e a concentração das flores no terço final da inflorescência condizem com a ilustração de Smith & Downs (1979).

A coleta de H. Andrade (sn.) possui o vegetativo com dimensões, formas, mesmo indumento e espinhos nas mesmas proporções do Holótipo.

Figura 84 - detalhes foliares da coleta H. Andrade de *Dyckia simulans*.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Infelizmente, até o presente momento, o espécimen coletado não produziu flores para conclusões mais aprofundadas. Esta inclusive é uma característica do grupo taxonômico na qual *D. simulans* está incluída. Não produzem flores anualmente.

No entanto, como o epíteto diz, é uma espécie rizomatosa, de múltiplas rosetas do grupo “*D. consimilis*” no qual seu vegetativo se enquadra nas N morfoespécies de *Dyckia consimilis*, diferindo-se pelo padrão de floração único do gênero no Quadrilátero Ferrífero de flores concentradas no extremo da inflorescência.

Material examinado:

Cidade	Serra	Coletor	Número de coleta	Herbário
Caeté MG	Serra da Piedade	Foster	570	GH
Caeté MG	Serra da Piedade	Hoerne F. C.	6428	RBR
Caeté MG	Serra da Piedade	Louzada R. B.	170	SP

***Dyckia schwackeana* Mez**

Mart. Fl. Bras. 3 (3): 478. 1894.

Na *Flora Brasiliensis* (1894) Carl Mez descreveu duas novas espécies de *Dyckia* ocorrentes em canga ferruginosa, *Dyckia consimilis* Mez e *Dyckia schwackeana* Mez.

A descrição baseou-se nas exsicatas coletadas por Weddell (Weddell 1407) (sem localidade exata) para *D. consimilis*, e também considerado holótipo da espécie a coleta conjunta de Glaziou e Schwacke, no “pico de Itabira do Campo”, hoje conhecido como o Pico de Itabirito, em Itabirito MG (Glaziou & Schwacke 17822 (P)).

O Holótipo de *Dyckia schwackeana* Mez. coleta de Schwacke (5857) encontra-se no herbário de Berlin (B). Tanto o typus deste mesmo herbário quanto o isótipo de Paris (P), correspondem à mesma coleta de 1888 realizada por Glaziou (18572) no pico de Itabirito.

Figura 83 - Typus *Dyckia consimilis* Mez -

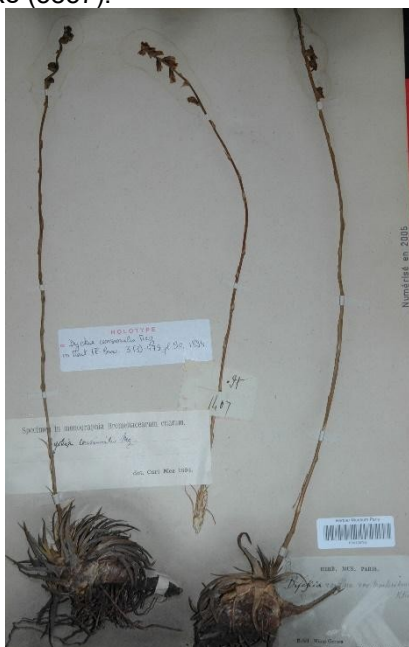


Figura 84 - Typus *D. schwackeana* Glaziou Schwacke (5857).



FONTE: Foto de Elton Leme.

As duas espécies foram descritas com o fenótipo muito similar, diferindo em pequenos detalhes, e ambas descritas através de exsicatas na mesma publicação,

o que seria questionável hoje em dia. Outra consideração é que duas espécies tão afins ocorrendo na mesma localidade, para que não se miscigenassem, deveria haver uma barreira reprodutiva substancial, no entanto em todo gênero *Dyckia* não há relatos de incompatibilidade reprodutiva entre espécies no mesmo gênero.

Dentre as principais diferenças entre *D. consimilis* e *D. schwackeana*, basicamente podemos citar os mais concisos de acordo com a chave de Smith & Downs (1979):

Tabela 3 – Caracteres de diferenciação de <i>D. consimilis</i> e <i>D. schwackeana</i> na chave de Smith & Downs (1979),		
Caractere taxonômico	<i>D. consimilis</i>	<i>D. schwackeana</i>
Comprimento das brácteas do escapo	Não igualando os entrenós	Igualando ou excedendo os entrenós.
União do filamentos	Filamentos fortemente conados acima do anel pétalo-estamínico	Filamentos conados por 2 mm acima do anel pétalo-estamínico

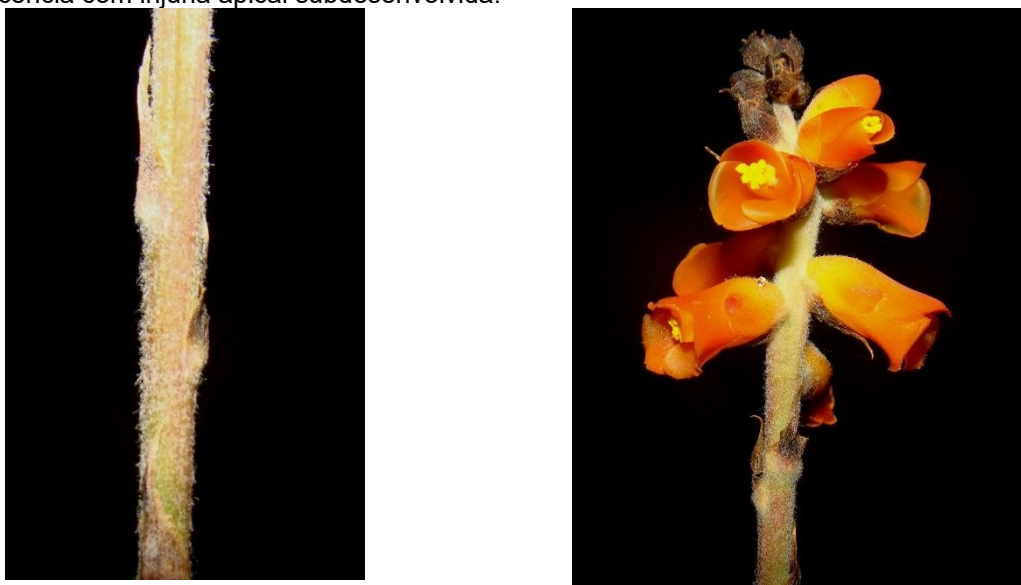
FONTE: Flora Neotropica

Estes caracteres foram suficientes para que Smith & Downs (1979) alocasse estas duas espécies em sub chaves diferentes, levando a crer que não são em nada relacionadas.

Ao longo de 14 anos em atividade de coletas e estudos nos campos ferruginosos de Minas sobretudo no Quadrilátero Ferrífero foram implementadas várias buscas ao material in vivo correspondente às duas espécies, *D. consimilis* e *D. schwackeana* aliado a consultas em herbários.

Brácteas do escapo igualando ou excedendo os entrenós, só foram observadas raramente e em inflorescências anômalas, injuriadas de alguma forma. Essas injúrias debilitam ou cessam o alongamento da inflorescência fazendo com que apresentem esta suposta diferenciação taxonômica de caractere para este grupo. Estas injurias não são deletérias uma vez que frutos são formados e dispersados normalmente.

Figura 85 - exemplo de Brácteas do escapo igualando os entrenós e o respectivo ápice da inflorescência com injúria apical subdesenvolvida.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Medições comparativas do alongamento dos entrenós de dois indivíduos de mesma população em cultivo, revelou que um apresentou uma inflorescência anômala e outro inflorescência saudável, com média de alongamento dos entrenós em uma inflorescência anômala é de 3,5 vezes menor que uma inflorescência saudável.

Tabela 4 -

	Inflorescência anômala (mm)	Inflorescência saudável (mm)
	9,8	27,7
	3,5	31,1
	7,6	15,3
Média	6,96	24,7

FONTE: Mensurações de Otávio Ribeiro

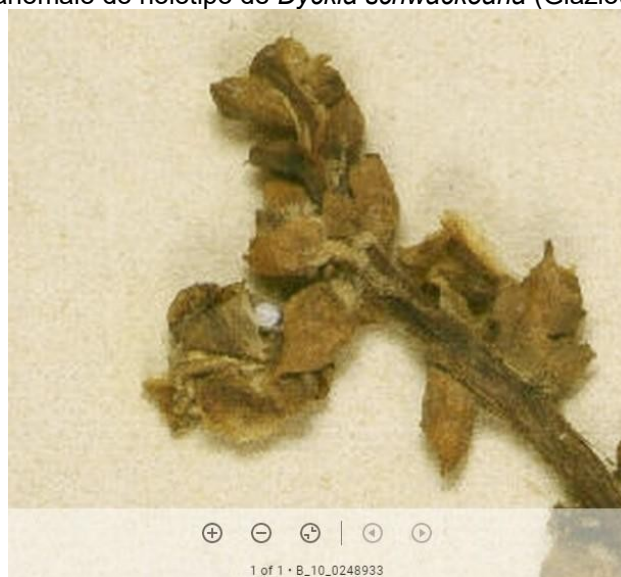
Figura 86 - *Dyckia consimilis*: Indivíduo com inflorescência anômala (esquerda) e indivíduo com inflorescência saudável (direita). Ambos provenientes da mesma população, na Serra do Rola Moça.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

O próprio holótipo de *Dyckia schwackeana* apresenta uma anomalia apical dicotomizada, que em material herborizado é passível de interpretação errônea.

Figura 87 - ápice anômalo do holótipo de *Dyckia schwackeana* (Glaziou 18572) (B)



FONTE: Herbário de Berlin (B).

A divisão estática estabelecida tanto por Carl Mez quanto L. B. Smith da intensidade de conação de estames é coerente em material herborizado, e o estudo de mais de uma flor da inflorescência, até mesmo para manter ao máximo a integridade da exsicata, normalmente não é utilizado.

Experimentos realizados durante um pico de floração de *Dyckia consimilis* durante uma atividade de regaste de flora, com 14 inflorescências realizou-se a análise da conação dos estames. Foram amostradas todas as flores abertas ou iniciando a abertura de modo a caracterizar o grau de conação dos estames como:

- Totalmente conados - todos os estames fundidos formando um tudo homogêneo
- Semiconados - estames fundidos ou até a metade ou parte deles fundidos e parte livres
- livres - todos os estames totalmente livres acima do anel petalo-estamínico

Figura 88 - Totalmente conados



Figura 89 - Semiconados



Figura 90 - Livres



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Resultados

Através destas mensurações foram obtidas as diferenças de medidas expostas na seguinte tabela:

Tabela 5 - *Dyckia consimilis* - Campo de canga próximo ao condomínio Miguelão Nova Lima MG

Indivíduos Nº	Brácteas Excedendo Entrenós	Número De Flores Analisadas	Conados	Semi conados	Livres
1	0	4	0	2	2
2	0	2	0	1	1
3	0	3	0	0	3
4	0	3	3	0	0
5	0	7	7	0	0
6	0	4	0	0	4

Indivíduos Nº	Brácteas Excedendo Entrenós	Número De Flores Analisadas	Conados	Semi conados	Livres
7	0	5	1	2	2
8	0	6	0	0	6
9	0	5	2	2	1
10	0	5	0	4	1
11	0	3	0	3	0
12	0	3	2	1	0
13	0	2	1	1	0
14	0	3	1	2	0
Total	0	55	17	18	20

Esta análise mostra que o quão unidos são os estames não é um caractere confiável para distinção de espécies, uma vez que este caractere varia até mesmo num mesmo indivíduo.

Outro fato a ser considerado que dentre os espécimens em herbários, identificados como *Dyckia schwackeana*, vários não possuem de fato identificações acertadas, variando a ocorrência a outros ambientes distantes e dimensões discrepantes, o que não se observa em *D. consimilis*, cujos acessos coletados são numerosos, tendendo ao mesmo padrão de rosetas e florações, sempre para a mesma região do Quadrilátero Ferrífero. Coletas atribuídas a esta espécie fora do Quadrilátero Ferrífero são, na verdade, identificações errôneas de espécies de dimensões de roseta similares como, por exemplo, espécies melhores relacionadas à *Dyckia brachyphylla* L.B.Sm., *Dyckia nana* Leme & O.B.C.Ribeiro ou *Dyckia macedoi* L.B.Sm.

Dada exposição dos fatos considera-se aqui, que a proposição da espécie *Dyckia schwackeana* não se sustenta como uma espécie distinta de *Dyckia consimilis*, e sim uma variação morfológica dentro de uma espécie. Neste caso representa um sinônimo taxonômico.

Proposição do grupo taxonômico “*Dyckia consimilis*”

Dada as dimensões da diversidade e abrangência do gênero *Dyckia* é imperativo que tenhamos formas de agrupar espécies dentro do gênero para facilitar identificações e difundir o conhecimento acerca das espécies, bem como permitir estabelecer novas espécies.

Muitas são as coletas que não possuem identificação, principalmente por não haver referências atualizadas. Chaves artificiais, antigas, são restritas apenas às espécies conhecidas até a ocasião de suas publicações.

Muitas também são as novas espécies que não são descritas por não haver um grupo estabelecido na qual ela se enquadra, ficando assim postergada esta tarefa com o risco de extinção sem que sequer sejam conhecidas.

Caracterização geral do grupo “*Consimilis*”

- Hábito rizomatoso (ou em guerrilha),
- Múltiplas rosetas,
- Inflorescência nunca ramificada,
- indumento branco ou glabro,
- a capacidade de se fundirem os estames,
- deslocamento assimétrico do ovário

Estas características são facilmente observáveis em algumas espécies ao longo da Cadeia do Espinhaço, sugerindo que estas características conjuntas são uma tendência adaptativa/evolutiva do grupo onde se insere a *Dyckia consimilis*. Pequenas variações dentro deste grupo determinam sub-linhagens evolutivas estáveis, como por exemplo a inflorescência arcuada com flores secundas.

Figura 91 - *Dyckia consimilis* com estames fundidos e deslocamento assimétrico do ovário.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

Figura 92 - *Dyckia* sp. nov. de iguais hábitos do “grupo Consimilis” com o deslocamento assimétrico do ovário.



FONTE: Foto de Otávio Ribeiro

3.5 Novos Taxons

***Dyckia* sp nov. 1 Morro do Pilar MG**

Esta nova espécie é intimamente relacionada com *Dyckia concepcionensis* O.B.C. Ribeiro & Leme diferindo-se por ser uma espécie mais alta em floração (1-1,3 m vs. 50-55 cm), possuir a roseta maior e com mais folhas ativas (35-41 folhas vs. 20-21 folhas), folhas lepidotas na face abaxial (vs. glabra em ambas as faces), complanadas vs. caniculadas, maiores (20-29 × 2,5 cm vs. 9-10 × 1,5 cm), margens laxamente espinhosas na base da lâmina, com poucos ou nenhum espinho no terço superior da lâmina vs. laxamente espinosas (distância entre os espinhos ca. 20 mm vs. 8mm). Pedúnculo maior (70–80 cm vs. 40–50 cm), ferrugíneo lepidoto vs. branco lepidoto. Brácteas do escapo orbicular acuminadas vs. triangulares, brácteas florais ferrugíneas vs. branco lepidotas, ápice acuneado vs. agudo. Possui mais flores na inflorescência (20-35 vs. 6-14), com indumento ferrugíneo lepidoto vs. branco lepidoto. Brácteas florais ovadas vs. lanceoladas, pétalas amplamente espatuladas vs. largo elípticas. O ovário subpiramidal vs. oblongo cilíndrico.

Tipo BRAZIL. Minas Gerais: Morro do Pilar, Fazenda Volta da Tropa, campo de canga couraçada, 877 alt., 19°13'8.31"S, 43°23'36.19"O, 15 junho 2013, O.B.C. Ribeiro 483 (holótipo VIC!)

Planta saxícola, de roseta única, em afloramentos de canga laterítica, com floração de 1–1,3 de altura. Folhas 35 a 41 em número, coriáceas; bainhas 2,3–2,5 × 3,2–3,5cm, esbranquiçadas na base, verde em direção à parte superior, glabras e lustrosas adaxial, lepidota abaxial; lâminas lanceoladas, arqueadas, complanadas, 20-29 × 2,5 cm, com coloração indo do verde ao purpura, lepidoto distintamente nervada e subdensamente branco abaxialmente com tricomas dispostos ao longo da área internervuras, glabro e lustroso adaxialmente, ápice acuminado, terminando em um espinho pungente, margens laxamente espinhosas na base da lâmina, com poucos ou nenhum espinho no terço superior da lâmina, espinhos com 3,5–4 mm de comprimento, 3,5–4,2 mm de largura na base, ca. 20 mm de distância entre eles, subtriangular, predominante retrorso-uncinado, castâneo a avermelhado próximo ao ápice, glabro. Pedúnculo lateral, ereto, 70–80 × 0,5–0,7

cm, ferrugíneo-lepidoto, verde; brácteas do pedúnculo orbicular-acuminadas, eretas, paleáceas, nervadas, apresentando uma nervura proeminente central em direção ao ápice, lepidoto esparsamente ferrugínea principalmente próximo à base, 11-23 × 9-11 mm, distintamente mais curto do que os internódios, as margens para subdentadas. Inflorescência ereta, podendo esporadicamente produzir ramificações laterais, 40–50 cm de comprimento, flor laxa, ráquis alaranjada, ferrugíneo-lepidota, 2–3 mm de diâmetro; brácteas florais amplamente ovadas-subtriangulares, cuneadas, finamente nervadas, ferrugíneas, 10-11 × 5–6 mm, suberetas, próxima à metade das sépalas, margens remotamente denticuladas a inteiras. Flores de 20 a 35 em número, 17–18 mm de comprimento com pétalas estendidas, inodoras, pedicelos 4 × 4 mm, ferrugíneo-lepidoto, laranja; sépalas simétricas, amplamente ovadas, ápice obtuso, convexo, ecarinado, 7-8 × 5–6 mm, laranjada, ferrugíneo-lepidotas margens com tricomas curtos fimbriados curvos retrorsamente curvos; pétalas simétricas, amplamente espatuladas, ápice amplamente obtuso-emarginado, 12-13 × 8-9 mm, conadas na base por ca. 1 mm em um tubo comum com os estames, ecarinado, laranja, formando uma corola subtubular a levemente campanulada com 8–9 mm de diâmetro, a pétalas adaxiais às vezes parcialmente coberta pelas abaxiais. Estames nitidamente mais curtos do que as pétalas; filamentos submembrânaceos, branco-hialinos, livres acima do tubo comum com as pétalas, 7.7 x 2.1 mm; anteras suboblongas-lanceoladas, ca. 2 x 0.9 mm, base sagitada, ápice agudo e apiculado, reto, fixado próximo à base; pistilo, incluso, ca. 11 mm de comprimento; estigma conduplicado-espiral, lâminas logo crenuladas-laceradas, laranja; estilo ca. 4 mm de comprimento, distinto, amarelo pálido; ovário sub piramidal fortemente sulcado, ca. 7.2 mm de comprimento, ca. 2.7 mm de diâmetro, amarelo pálido. Cápsulas não observadas.

Distribuição e habitat

Dyckia sp. nov. 1 Morro do Pilar é uma espécie microendêmica saxícola, em meio a solos concrecionários de canga ferruginosa nodular, em meio à vegetação arbustiva e densas populações de *Vellozia* sp. em um campo rupestre ferruginoso em Morro do Pilar (MG). Cresce como rupícola ou saxícola em afloramentos rochosos ricos em ferro no domínio dos Campos Rupestres, na elevação ca. 800 m. Os indivíduos distribuem-se esparsamente na área, em agrupamentos

determinados pela zona de dispersão das sementes. Testes de autofecundação revelaram que é uma espécie alógama, com reprodução escassa e eventual, sendo encontrados na área de ocorrência indivíduos com a inflorescência seca sem a formação de frutos. Dada a restrita ocorrência, a ausência de ambientes ferruginosos próximos no entorno, estima-se que esta espécie seja restrita a poucos indivíduos. Qualquer alteração no ambiente ou extração de indivíduos da população causa severo impacto na espécie.

Figura 93 – *Dyckia* sp. Nov. in habitat.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 94 – Área de ocorrência da espécie nova 1.

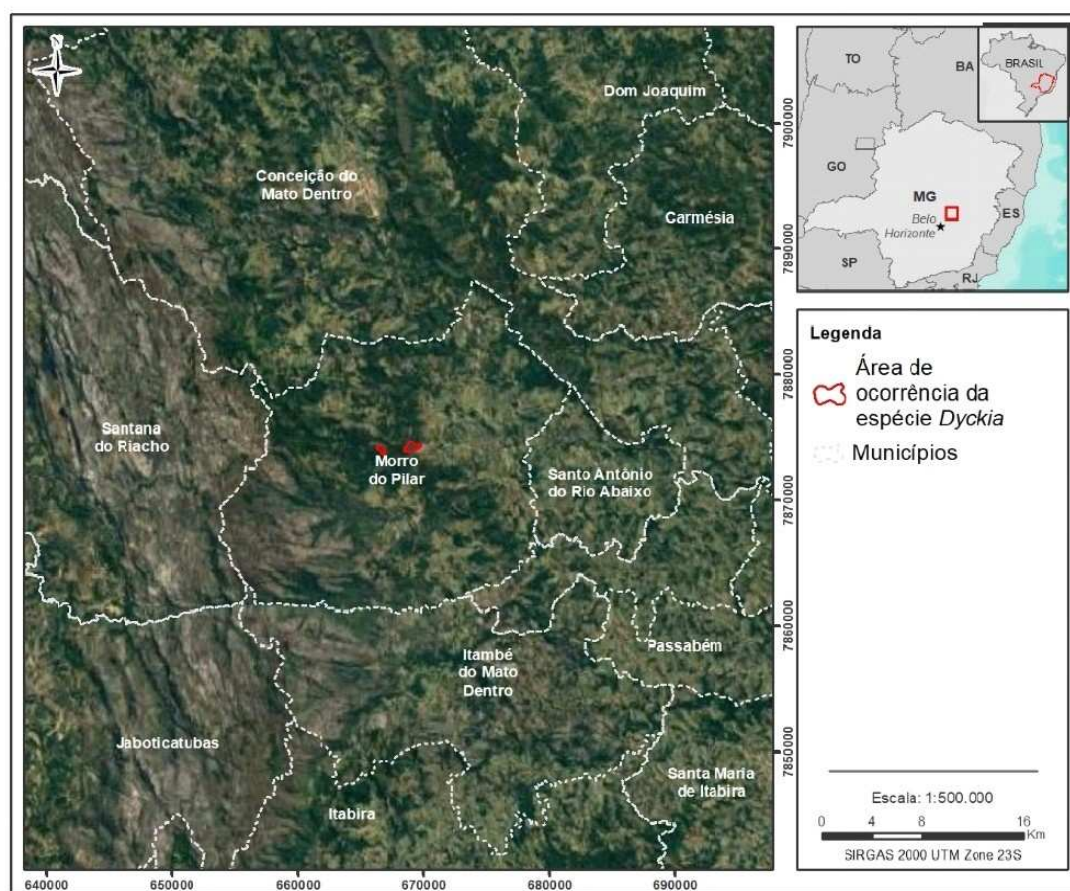
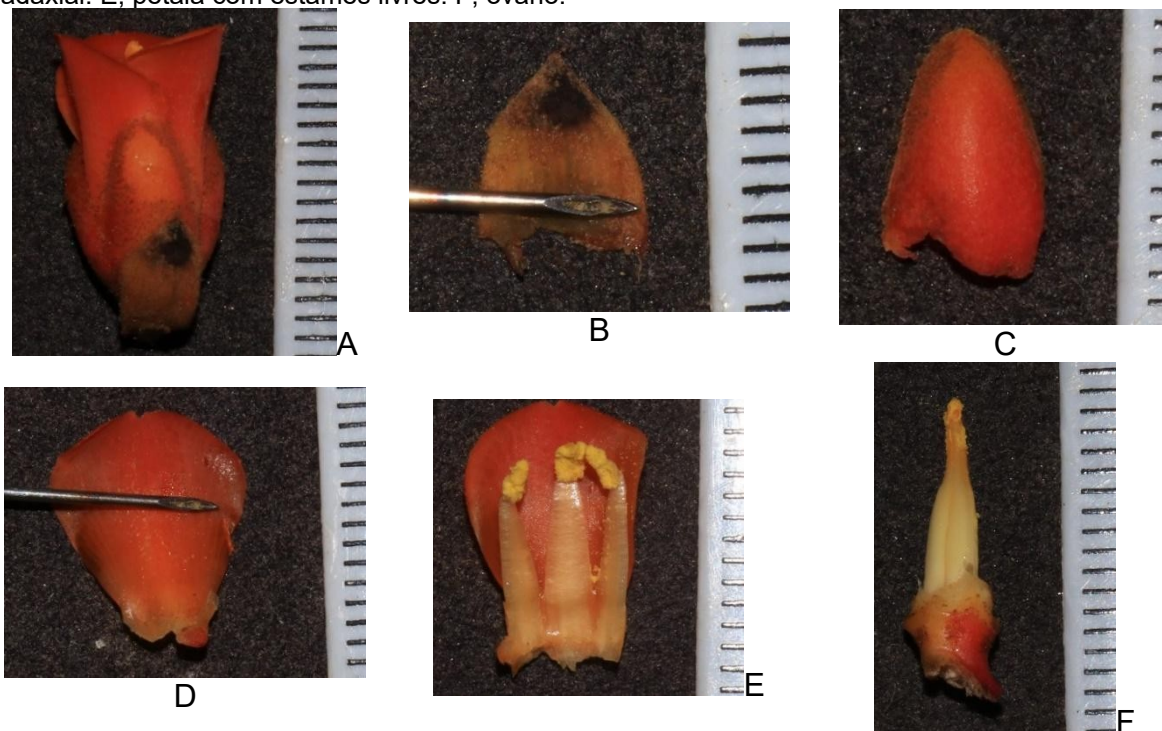


Figura 94 - Verticilos florais de *Dyckia* sp. nov.: A, flor. B, bráctea floral. C, sépala. D, pétala adaxial. E, pétala com estames livres. F, ovário.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Tabela 6 - Caracteres taxonômico distintivos entre *Dyckia concepcionensis* e *Dyckia* sp. nov.1

Caractere taxonômico	D. concepcionensis	<i>Dyckia</i> sp. nov. 1 Morro do Pilar
Altura da inflorescência	50-55 cm	1-1,3 m
Tipo de inflorescência	simples	simples às vezes com 1 ou 2 ramos laterais.
Numero de folhas	20-21	35-41
Bainhas	1,7–1,9 × 2–2,2 cm glabras e lustrosas em ambos os lados estritamente triangulares caniculadas 9-10 × 1,5 cm	2,3–2,5 × 3,2-3,5cm lepidota na face abaxial lanceoladas complanadas 20-29 × 2,5 cm
lâminas	margens laxamente espinosas espinhos com 2,5–3 mm de comprimento 1,5–2,5 mm de largura na base	margens laxamente espinhosas na base da lâmina, com poucos ou nenhum espinho no terço superior da lâmina espinhos com 3,5–4 mm de comprimento, 3,5–4,2 mm de largura na base
Pedúnculo	40–50 cm alt. branco lepidoto	70–80 cm Ferrugíneo lepidoto
Brácteas do escapo	16-19 × 7-9 mm, Triangulares	11-23 × 9-11 mm, orbicular-acuminadas
Brácteas florais	Ápice agudo pálido lepidotas	Ápice cuneado ferrugíneas
Flores	de 6 a 14 em número 14-15 mm comp.	20-35 em numero 17-18 mm comp.
sépalas	esparsamente pálido-lepidotas	ferrugíneo-lepidotas
filamentos	complanados	submembranáceos
pistilo	9mm	11mm
estilo	3mm laranja forte	4 mm amarelo pálido
ovário	suboblongo a cilíndrico	subpiramidal

Figura 95 - *Dyckia concepcionensis* Ribeiro & Leme.



Obs. Fotos na mesma escala

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 96 - *Dyckia* sp. nov.1



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Dyckia sp. nov. 1 é uma espécie cujas dimensões são superiores tanto na inflorescência quanto na roseta. Possui a capacidade de ramificar esporadicamente na inflorescência lateralmente, e quase ausência de espinhos no terço final das folhas numerosas, aliados ao indumento ferrugíneo, o que sugere uma especiação por hibridação com *Dyckia duarterana* L.B. Sm. um atual sinônimo de *Dyckia sordida* Baker. Com os cruzamentos posteriores dos indivíduos da mesma população, estabilizaram-se os caracteres na população com esta introgressão gênica.

Normalmente as associações taxonômicas prezam que as espécies próximas compartilhem caracteres florais de chave, como a cor do indumento. A cor do indumento caracteriza um grupo estável de espécies que compartilham ancestralidade comum, como proposto por Büneker et. al. (2016). Devido à introgressão gênica na população desta espécie, o indumento prevaleceu ferrugíneo (possivelmente dominância gênica), mas os caracteres florais e vegetativos denotam uma proximidade taxonômica maior com *Dyckia concepcionensis*.

Além do porte, e indumento ferrugíneo, caracteres peculiares foram herdados na hibridação pretérita, como a ausência de acúleos na parte terminal das folhas.

Figura 97 - Ausência de acúleos na metade terminal da folha de *Dyckia sordida*



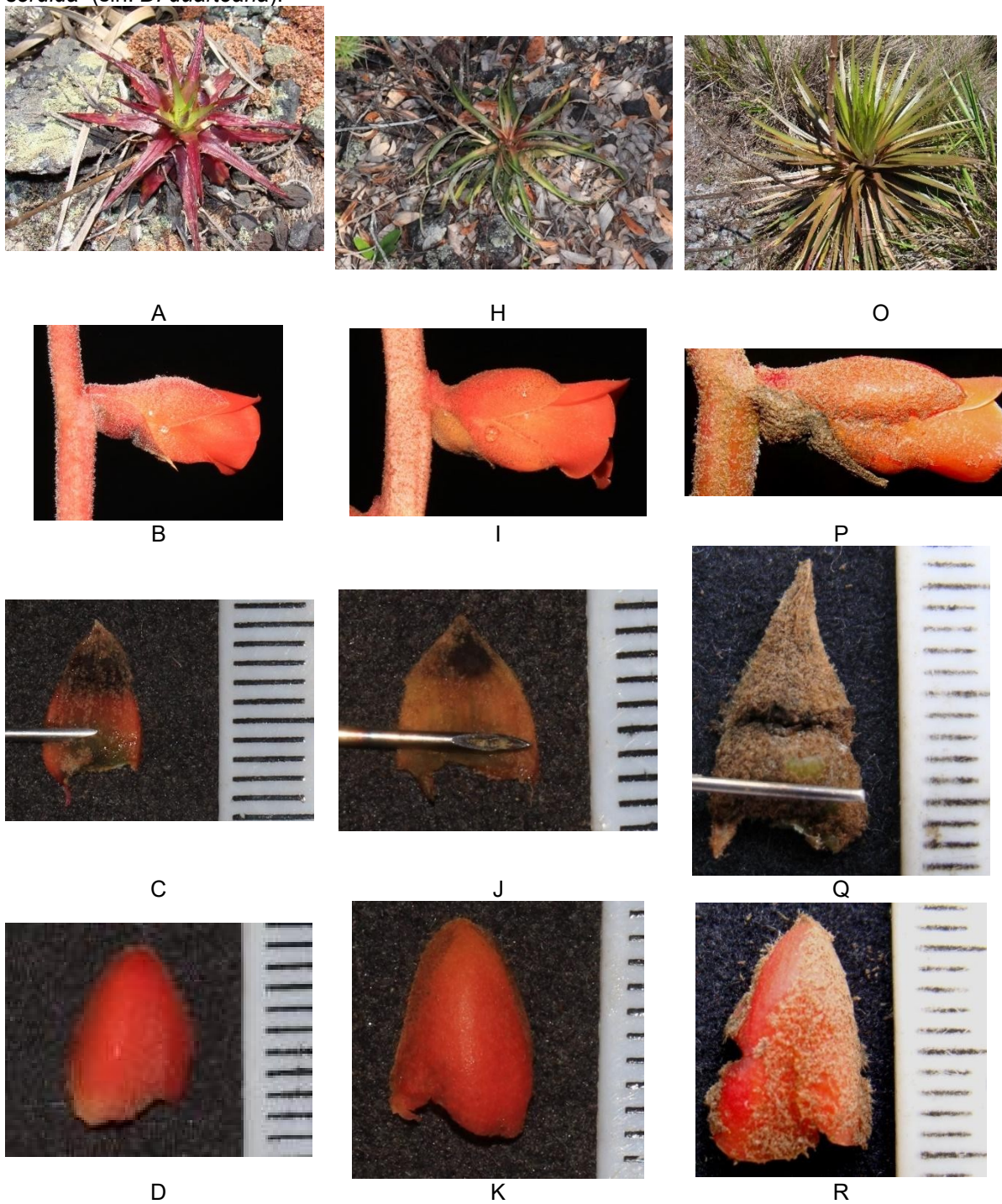
FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

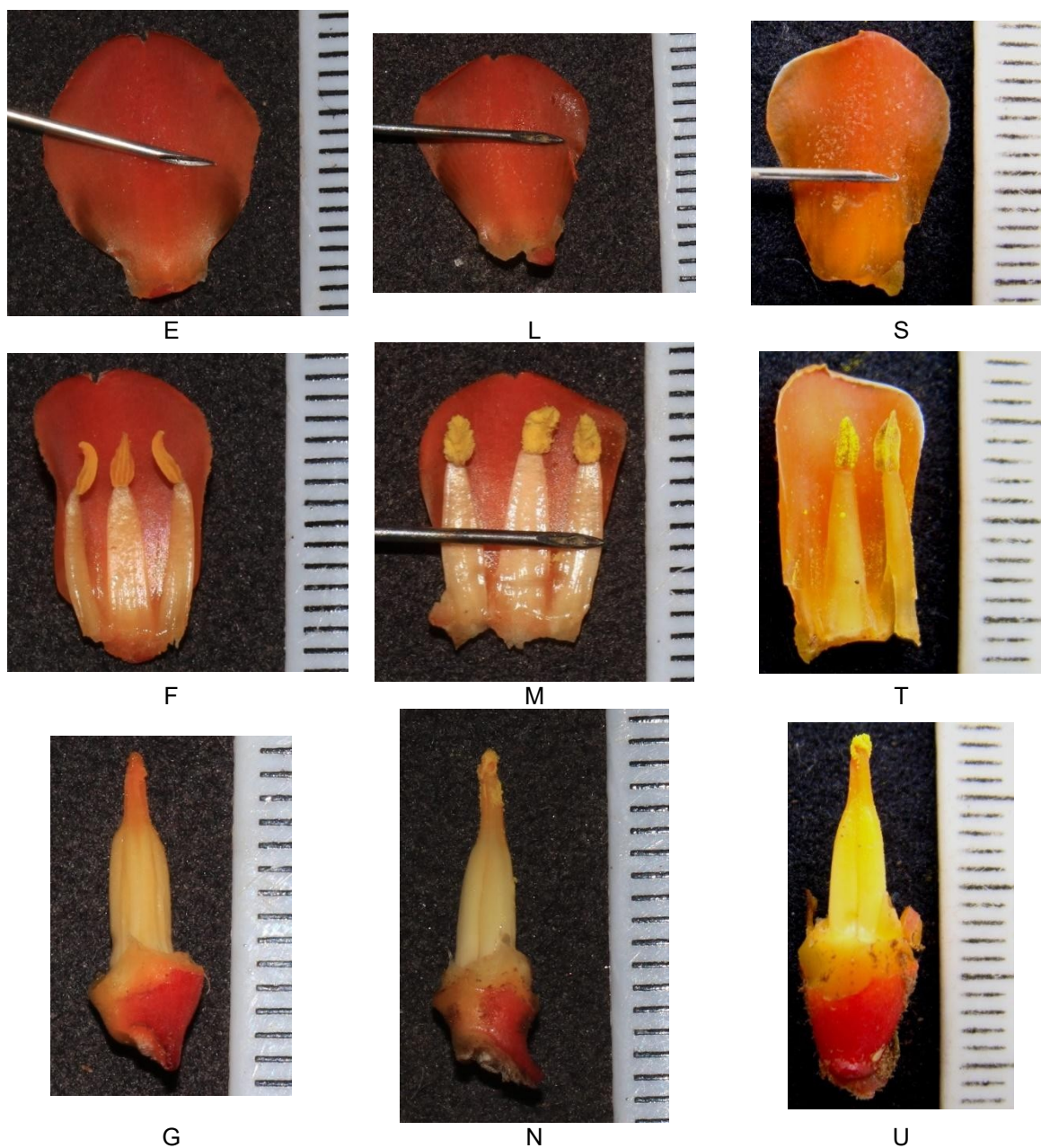
Figura 98 - mesma ausência de acúleos observados em *Dyckia* sp. nov.1



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 99 - Comparações morfológicas de *Dyckia concepcionensis*, *Dyckia* sp. nov. 1 e *Dyckia sordida* (sin. *Dyckia. duarteana*). Em A – G, *D.concepcionensis*, em H- N, *D. sp nov.1*, em O – U, *D. sordida* (sin. *D. duarteana*).





FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Como exposto no tópico sobre fluxo gênico, dado o isolamento do campo rupestre de canga ferruginosa na localidade tipo de *Dyckia sp. nov.1* e *Dyckia sordida* Baker ser a única outra espécie de *Dyckia* de ocorrência num raio de 6 quilômetros separada por vale florestado, as probabilidades de hibridação entre as espécies, com as premissas supracitadas, são praticamente nulas.

Figura 101 - *Dyckia sordida* Baker. População em campo rupestre quartzítico há 6 km da localidade do endemismo de *Dyckia* sp. nov



.FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Não há como precisar o momento em que a hibridação que originou a introgressão gênica ocorreu, mas parece plausível deduzir ser num momento da história natural em que o clima era bem mais seco, sem as formações florestais do entorno, com geoambientes quartzíticos e ferruginosos mais próximos, permitindo a aproximação de duas espécies. Assim *Dyckia concepcionensis* da canga ferruginosa e *Dyckia sordida* do campo rupestre quartzítico produziam híbridos que, por processos de seleção natural e intercruzamentos, se estabilizaram numa nova espécie que tornou-se isolada em um único campo ferruginoso com a mudança da paisagem propiciado pelo aumento da precipitação. Com o avanço das formações florestais, o intercruzamento não se tornou mais possível. Testes realizados por Otávio Ribeiro (dados ainda não publicados) de espécies de *Dyckia* em cultivo confinado em casa de polinização cercada com tela anti-afídio, revelam que *Dyckia* sp.nov. 1 não é autógama. Assim a reprodução de sucesso, torna obrigatório o cruzamento com outros indivíduos, o que contribuiu para a estabilização dos caracteres herdados na introgressão gênica.

Concluindo, a entrada de genoma exótico, de um outro grupo taxonômico, com características marcantes com porte, indumento, espinescência dentre outros, ao longo da evolução, se homogeneizou numa população restrita em habitat de canga isolado e estável, formando uma nova espécie por introgressão gênica e viabilidade reprodutiva, herdando a adaptação ao meio ferruginoso ao longo do tempo.

Conservação — Esta espécie não corre risco de extinção eminente por ocorrer em área de Preservação.

***Dyckia* sp. Nov. 2 Congonhas MG**

Esta nova espécie é intimamente relacionada com *Dyckia saxatilis*, diferindo pelo maior número de folhas funcionais, (80 – 90 vs. 20–30), lâmina foliares mais estreitas (0,6-0,8 vs. 1-1,5 cm), suculentas vs, coriáceas, marrom acobreado na base verde em direção ao ápice adaxialmente (vs. totalmente verde), densamente lepidota abaxialmente (vs. lepidota entre nervuras longitudinais), com menor espaço entre espinhos (7- 10 mm vs. ca. 15 mm) e espinhos antrorsos (vs. antrorsos e retrorsos).

As brácteas pedunculares igualam os entrenós (vs. menores que os entrenós), as brácteas florais são mais largas (5-5,8 mm vs. 3-4 mm). As flores são maiores (21 x 10 mm vs. ca. 17 x 8 mm) e fortemente tubulares (vs. campanuladas).

As sépalas são deltóides, (vs. ovais a elípticas) ápice cuneado convexo (vs. obtuso). As pétalas são maiores, (15,1 x 12,7 mm vs. 10 x 11 mm), e o ápice fortemente retroflexo sendo a pétala superior mais pronunciada (vs. ápice obtuso ligeiramente laciniado). Os filamentos maiores (10,2 x 2,0 mm vs. 6 x 2 mm) carnosos e subcilíndricos (vs. complanados) e as anteras são revolutas (vs. retas). O pistilo é mais curto que as anteras, (vs. igualando as anteras) e o ovário é subcilíndrico (vs. subpiramidal).

Tipo BRAZIL. Minas Gerais: Congonhas, campo de canga couraçada no entorno das torres de transmissão, 1464 alt., 20°28'01.10"S, 43°54'07.28"O, 12 dezembro 2018, O.B.C. Ribeiro1062 (holótipo VIC!)

Erva saxícola em canga ferruginosa, cespitosa, 0,4 – 0,5 m de altura em floração. Folhas 80 a 90 funcionais, suberetas a patentes; bainhas 0,31× 0,26 cm, brancas na base, amarronzada em direção à parte superior, glabras e lustrosas em ambas as faces; lâminas 18-25 x 0,6-0,8 cm, suculentas (3,5 mm em espessura), marrom acobreado na base verde em direção ao ápice, denso lepidota na base adaxial, totalmente denso lepidota abaxial, estreito triangulares, retas a levemente curvadas, suculentas, complanadas, margens densamente espinhosas, espinhos 2,2 –2,4 mm de comprimento, 1,8–2,2 mm de largura na base, 7- 10 mm entre espinhos, antrorsos, castâneo a avermelhados, em direção ao ápice, glabros, ápice agudo. Pedúnculo ereto, 30–35 × 0,7–1,2 cm, verde alaranjado, branco-lanado; brácteas do pedúnculo orbicular-acuminadas, eretas, paleáceas, nervadas, apresentando uma nervura proeminente central em direção ao ápice, lanadas, 12-20 × 9-11 mm igualando os internódios, margens serruladas com micro espinhos antrorsos. raque ereta, 25–30 cm de comprimento, floração laxa, ráquis avermelhada, laxamente branco-lanada, 7–9 mm de diâmetro; brácteas florais 14,3-14,5 x 5-5,8 mm, igualando o comprimento das sépalas, paleáceas na ocasião da antese, verde claro próximo à base, densamente branco lanadas, deltóide, margens densamente e minutamente, espinescentes, ápice agudo, terminando em espinho pungente. Flores ca. 30 em número, 21 x 10 mm, polísticas, patentes na antese formando corola fortemente tubular, pedicelos curtos a ceseis, 5 × 6 mm; sépalas 8,3 x 8,5 mm, alaranjadas, laxamente coberta com tricomas lanados, deltóides, margens membranáceas inteiras, ápice cuneado convexo; pétalas 15,1 x 12,7 mm, laranjadas, glabras, amplamente obovadas, margens inteiras, ápice fortemente retroflexo sendo a pétala superior mais pronunciada, conadas na base por ca. 1 mm em um tubo comum com os filetes; Estames inclusos; filamentos 10,2 x 2,0 mm, 0,8 em espessura, branco-amarelados, carnosos, subcilíndricos, conados variavelmente em 2 a 4 mm acima do tubo comum com as pétalas, anteras 2,8 x 1,0 mm revoluta após abertura; pistilo ca. 8,5 mm mais curto que as anteras; ovário ca. 5,4 x 2,3 mm amarelo pálido, subcilíndrico sulcado, estilo ca. 2,9 x 0,8 mm, estigma conduplicado-espiral, lâminas curtas crenuladas-laceradas, laranja; Cápsulas não observadas.

Distribuição e habitat

Esta espécie foi originalmente descoberta no morro das torres de transmissão da cidade de Congonhas MG, um ambiente relictual do que restou das mais antigas minas de minério de ferro do Brasil. Posteriormente foi descoberta outra população na serra do Pires, no mesmo município.

Figura 102 – *Dickia* sp. nov.2 in habitat.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 102 – Mapa de ocorrência de *Dyckia* sp. nov. 2

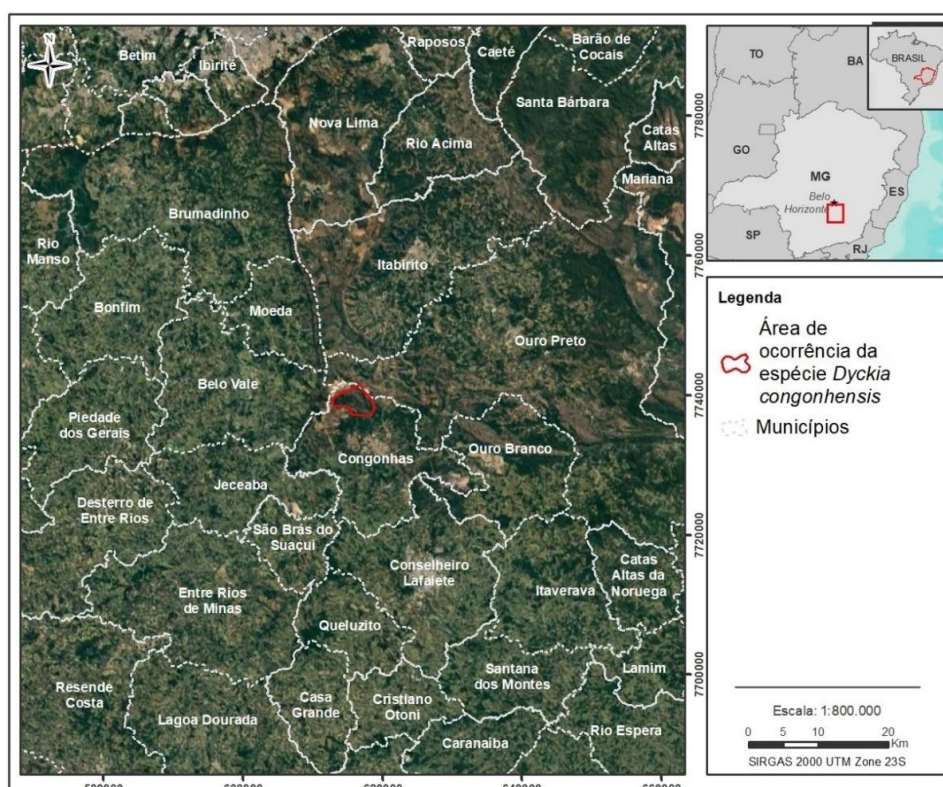
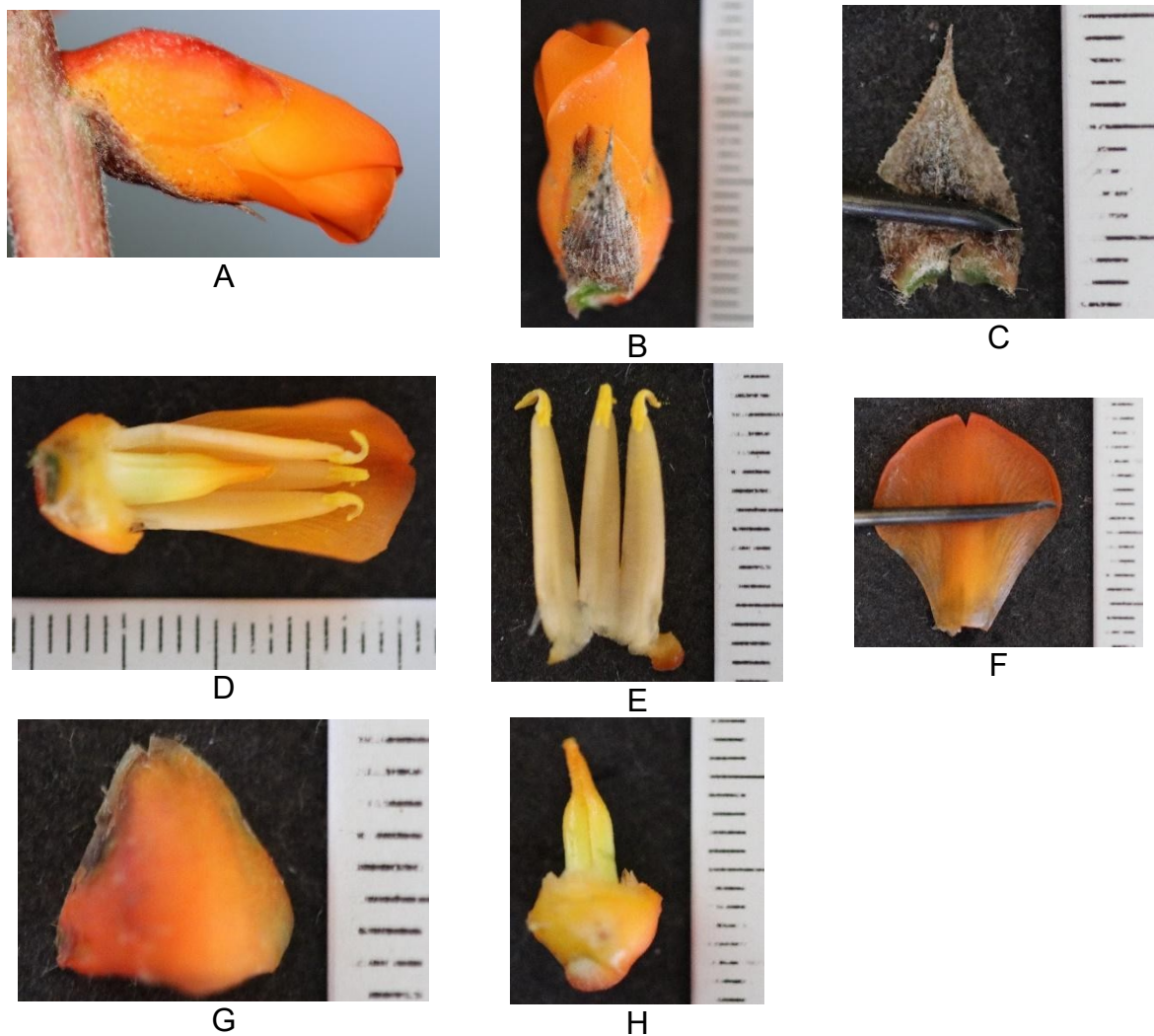


Figura 103 - Verticilos florais de *Dyckia* sp. nov.2: A, flor, vista lateral. B, flor, vista com escala. C, bráctea floral. D, flor, corte lateral. E, estames. F, pétala. G, sépala. H, ovário.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Tabela 7- Caracteres taxonômicos distintivos entre a espécie nova e <i>Dyckia saxatilis</i>		
Caractere Taxonômico	<i>Dyckia congohensis</i> sp. nov. 2	<i>Dyckia saxatilis</i>
Folhas	80 - 90 em número, mais estreitas (0,6-0,8 cm), suculentas, marrom acobreado na base verde em direção ao ápice, denso lepidota na base adaxial, 7- 10 mm entre espinhos, antrorsos	20–30, em número, 1-1,5 cm, coriáceas, verdee glabra adaxial, espinhos antrorsos e retrorsos, ca. 15 mm entre espinhos.
Laminas		
Brácteas Pedunculares	igualando os entrenós.	menores, que os entrenós;
Brácteas Florais	mais largas (5-5,8 mm)	3-4 mm
Flores	maiores 21 x 10 mm fortemente tubular	ca. 17 x 8 mm, campanulada
Sépalas	deltóides, ápice cuneado convexo	ovais a elípticas, ápice obtuso,

Caractere Taxonômico	<i>Dyckia congohensis</i> sp. nov. 2	<i>Dyckia saxatilis</i>
Pétalas	maiores, (15,1 x 12,7 mm), ápice fortemente retroflexo sendo a pétala superior mais pronunciada	10× 11 mm, ápice obtuso ligeiramente laciniado
Estames	filamentos maiores (10,2 x 2,0 mm, 0,8 em espessura) carnosos, subcilíndricos, anteras revolutas após abertura	filamentos 6 x 2 mm, anteras retas após abertura
Pistilo	mais curto que as anteras, ovário subcilíndrico	igualando a altura das anteras, ovário subpiramidal.

FONTE:

Dyckia saxatilis

Dyckia sp. nov.2

Figura 104 - Comparativo dos caracteres taxonômicos das espécies próximas. Em A – K, *Dyckia saxatilis* e em L – V, *Dyckia congohensis* sp. nov.



A



L



B



M



N



C



O



D



P



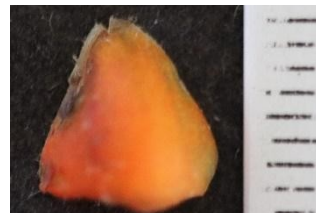
F



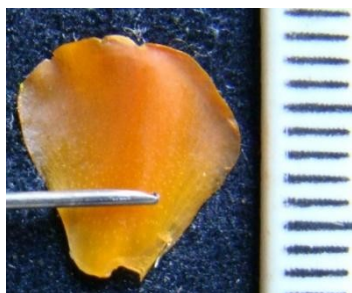
Q



G



R



H



S



I



T



J



U



K



V

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Conservação — É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

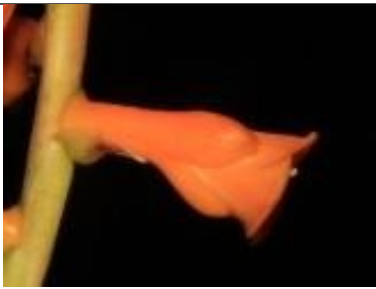
***Dyckia* sp. nov. 3 Cangas do vale do Peixe Bravo.**

Antes de descrever esta espécie, faz se necessário o restabelecimento da espécie mais próxima taxonomicamente:

Restabelecimento de *Dyckia nana* Leme & O. B. C. Ribeiro.

D. nana atualmente consta como sinônimo de *Dyckia macedoi* L. B. Sm. mesmo sem existir um estudo detalhado para consolidar a sinonimização. Contudo esta sinonimização errônea não se sustenta, devido não só a fatores geográficos de ocorrência como fatores morfológicos de grande relevância. Apesar de serem espécies afins devido ao porte e habito cespitoso, diferenças foliares e florais são fortemente divergentes.

	<i>Dyckia macedoi</i>	<i>Dyckia nana</i>
Ocorrência	Borda oeste da cadeia do Espinhaço na serra do Cipó.	Planalto de Diamantina
Laminas		
	ca. 20 funcionais indumento lepidotos na face adaxial	Ca. 35 funcionais e escamas minutamente adpressas.
Pedúnculo		
	Brácteas maiores e quase igualando os entrenós	Brácteas menores que a metade o entrenó.

Inflorescência		
	Ereta e polística, sem a capacidade de se ramificar	Arcuada, secunda, com a capacidade de se ramificar.
Flores		
	Longo pediceladas, retas formando corola sinelforme	Curto pediceladas, secundas e patentes formando corola tubuliforme.
		
	Flores maiores (fotos na mesma escala)	Flores menores
Bracteas florais		
Sépalas	Triangulares ápice acuminado	Deltoide, ápice cuneado.
		
	Largo-elpípticas	ovadas

Pétalas		
	Largo elípticas, bordos superiores recurvados	Largo elípticas, bordos retos, ápice retuso

Entre outras características distintivas em *D. nana* os estames podem se fundir variavelmente, o que não é observado em *D. macedoi*, e o ovário desloca-se para cima em *D. nana*, (vs. reto em *D. macedoi*).

Dado o exposto, desconsidera-se aqui a sinonimização de *Dyckia nana*, e a considera-se como espécie válida ao estabelecimento da nova espécie.

***Dyckia* sp. nov. 3 - Cangas do Peixe Bravo, Fruta do Leite MG**

Dentre as espécies válidas do grupo taxonômico na qual a nova espécie se enquadra, composto por plantas pequenas, cespitosas, de inflorescência arqueada e estames de conação variável, além da proximidade geográfica de ocorrência, esta parece relacionada a *Dyckia nana* Leme & O.B.C.Ribeiro.

A espécie nova se difere de *D. nana* por ser uma planta de múltiplas rosetas, (vs. poucas), sendo planta mais alta (34-38 cm vs. 19-29 cm de altura), com folhas mais numerosas (28 a 30 vs. 8 a 10), complanadas e suculentas (vs. fortemente caniculadas), acobreadas vs. verdes. O Pedúnculo é arqueado (vs. ereto), as brácteas do pedúnculo são foliáceas, suculentas e maiores (vs. paleáceas). A inflorescência é arqueada (vs. ereta), maior (9-11 vs. 2,5-5 comp.), e esparsamente branco lepidota (vs. glabra). As brácteas florais são maiores (6,5-6,7 x 4,4-4,7 mm vs. 4-4,5 x 3,5-4 mm), com ápice agudo (vs. acuminado-caudadas) e bordos minutamente denticulados (vs. tricomas fimbriados, remotamente e irregularmente denticulados a inteiros). As flores são mais numerosas (16 a 18 vs. 4 a 6), sépalas largo elípticas (vs. amplamente ovadas) e com margens inteiras (vs. tricomas fimbriados longos curvos retrorsamente ao longo das margens). Os filamentos são de conação variável 1,3 a 4,8 mm (vs. (1,5 mm) e o ovário é subcilíndrico ligeiramente deslocado para a parte superior do interior do tudo de filamentos (vs.

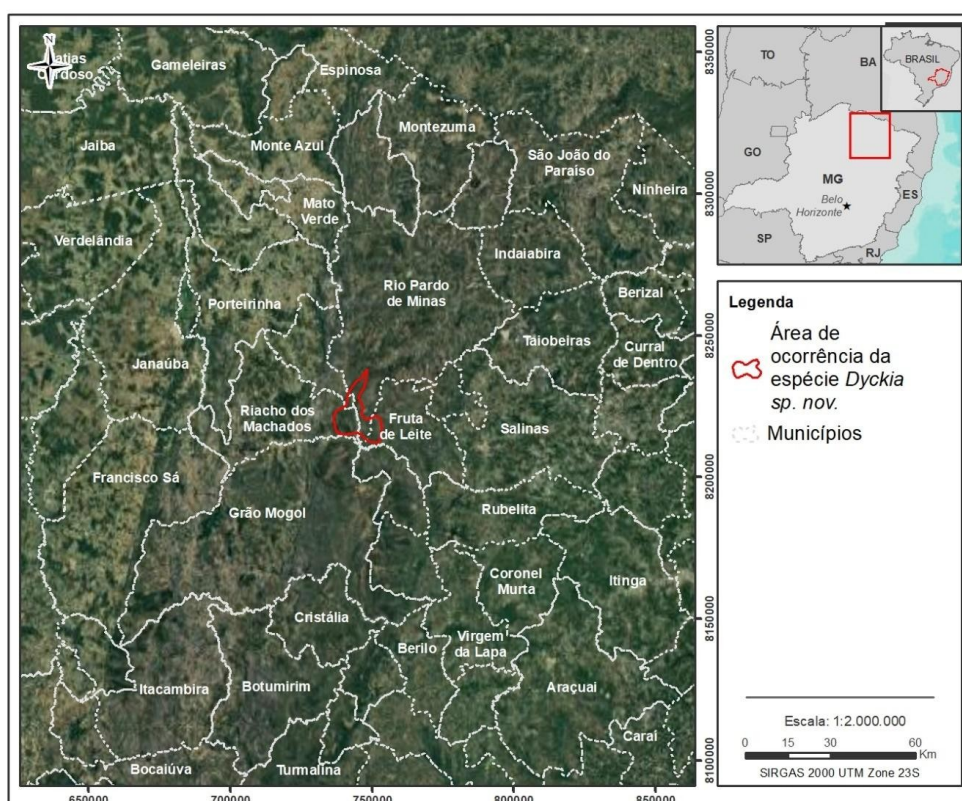
suboblongo-oval) e maiores (ca. 5,5 mm de comprimento, ca. 2,1 mm de diâmetro vs. ca. 2,5 mm de comprimento, ca. 1,5 mm de diâmetro).

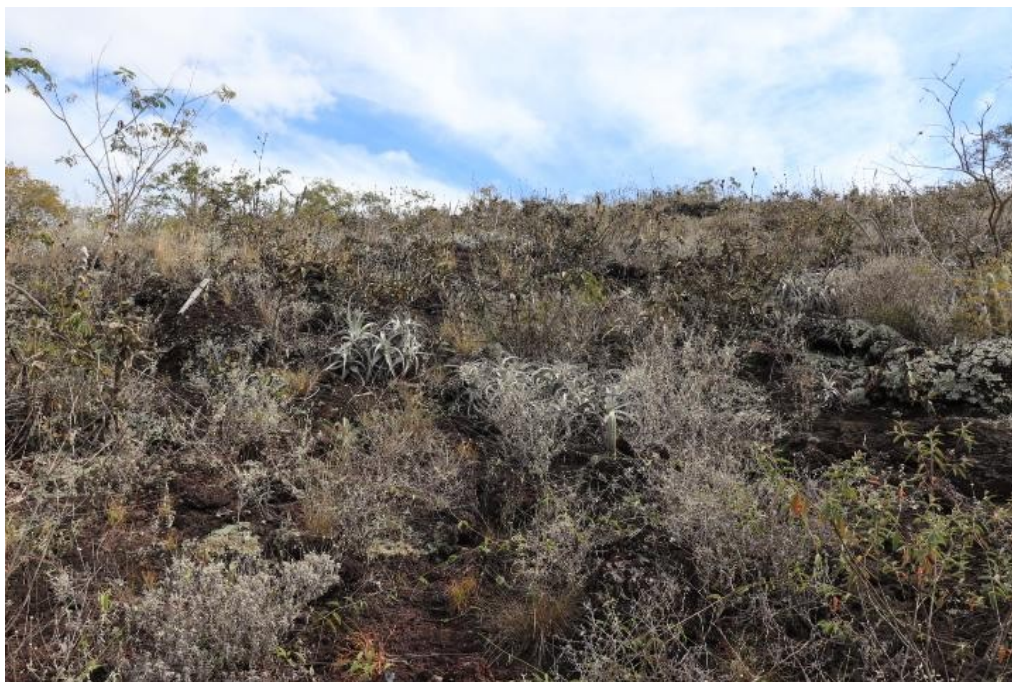
Tipo BRAZIL. Minas Gerais: Fruta do Leite, Vale do Rio Peixe Bravo, campo de canga couraçada, 949 alt., 16° 04' 26" S, 42° 45' 04" W, 16 maio 2021, O.B.C. Ribeiro 1685 (holótipo VIC!)

Planta saxícola em canga ferruginosa, cespitosa, de múltiplas rosetas, 34-38 cm de altura em floração. Folhas 28 a 35 densamente dispostas, suculentas; bainhas ca. 2,1 x 2,3 cm, castâneo claro e glabra esverdeadas na direção do ápice abaxialmente, adaxialmente branca, glabra esverdeada em direção ao ápice; lâminas estreitamente triangulares, planas e suculentas, suberetas a quase eretas e ligeiramente unilateralmente secundas, 6-8 x 0,9-1,1 cm, verdes, densamente lepidotas abaxial, cúplicas distintamente nervadas com tricomas dispostos ao longo da área internervuras adaxial, ápice agudos e terminando em uma espinha pungente, margens densamente espinulosas em todo o comprimento, acúleos de 0,3-0,6 mm de comprimento, ca. 1,1 mm de largura na base, 3-4 mm de distância, triangulares, antrorsos, castâneo em direção ao ápice, glabro. Pedúnculo lateral, arqueado, 18-20 x 0,2-0,3 cm de diâmetro, glabro, liso, verde; brácteas do pedúnculo eretas, foliáceas, suculentas, acobreadas, densamente branco-lepidotas, 12-14 x 1-1,3 mm, triangulares, ápice agudo, margens microscopicamente denticulado a quase inteiro, distintamente mais curto do que os entrenós. Inflorescência arqueada, 9-11 cm de comprimento, esparsamente branco lepidota, esverdeada a amarelo alaranjado, 2-2,3 mm de diâmetro; brácteas florais ovadas-subtriangulares, ápice agudo, 6,5-6,7 x 4,4-4,7 mm, verdes na base, com mancha circular castanha no centro, ligeiramente excedendo os pedicelos, não excedendo as sépalas, margens minutamente denticuladas. Flores em número de 16 a 18, 16-16,5 mm de comprimento, 6,6 mm de abertura da corola subtubular, unilateralmente secundas da antese, inodoras, pedicelos conspícuos, glabros, amarelo-laranja, 3,7- 3,8 x 3,5-3,6 mm, curvo; sépalas simétricas, amplamente ovadas, convexas, ápice arredondado, 5,6-5,7 x 5,4-5,5 mm, laranjas, glabras, margens inteiras; pétalas amplamente espatuladas com base nitidamente estreitada, 12,4 x 9,8 mm, ecarenada, laranja, ereto exceto para o ápice ligeiramente recurvado na antese e formando uma corola subtubular Estames nitidamente mais curtos do que as pétalas e não expostos; filamentos membranáceos, hialinos, conação variada na base por ca. 1,3-4,8 mm em um tubo

comum dos filamentos, 8,2 x 1,9 mm; anteras triangulares, 1,7 x 0,5 mm base sagitada, ápice agudo, amarelo em ambos os lados, fixo próximo à base, retos; pistilo ca. 7,5 mm de comprimento; estigma conduplicado-espiral, amarelo claro; estilo ca. 2 mm de comprimento, distinto, laranja; ovário subcilíndrico ligeiramente deslocado para a parte superior do interior do tudo de filamentos, ca. 5,5 mm de comprimento, ca. 2,1 mm de diâmetro, amarelo claro. Cápsulas não observadas.

Figura 106 – Local de ocorrência de *Dyckia* sp. nov. 3





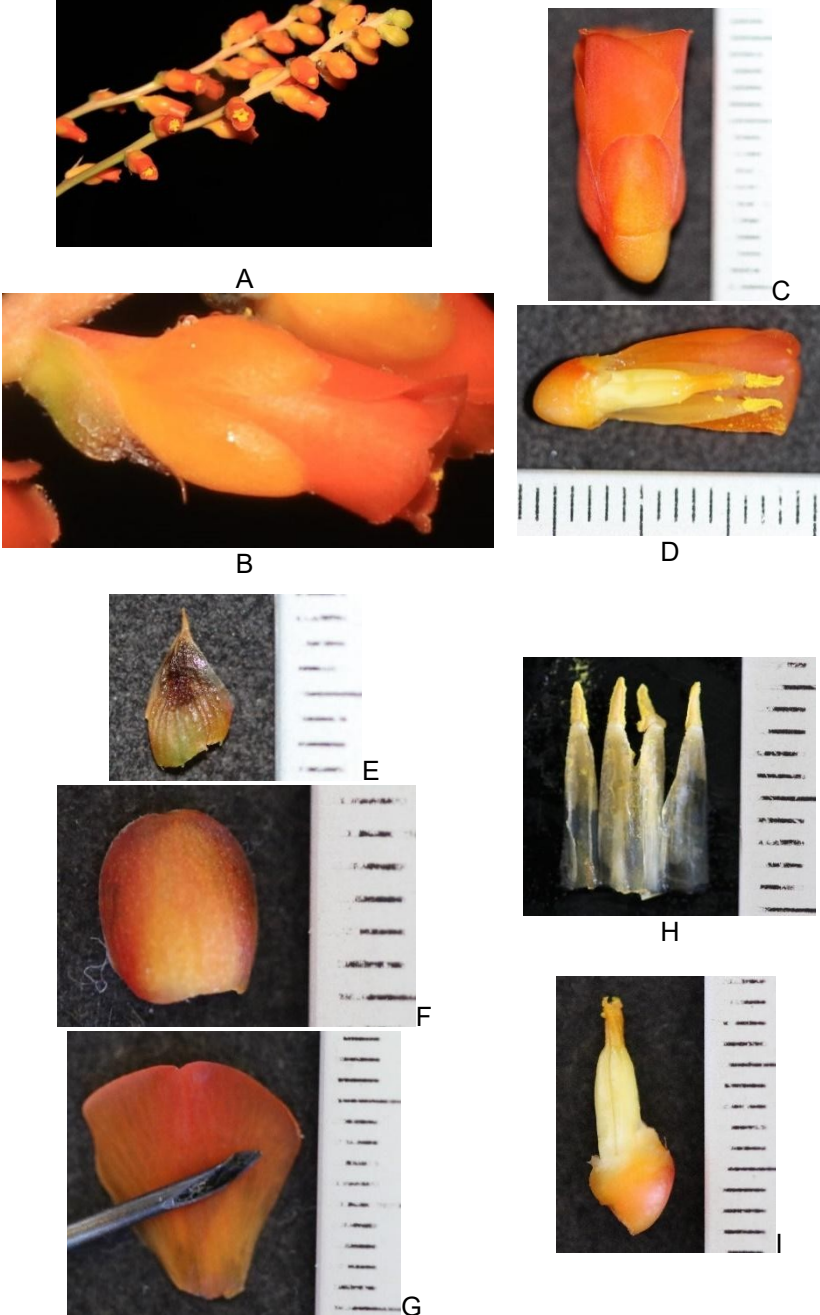
FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 107 – Espécie nov.3 *in habtat.*



FONTE: Foto Rubens Mota.

Figura 108 – A, inflorescência. B, flor, vista lateral. C, flor, vista com escala. D, flor, corte lateral, E, bráctea floral, F, sépala, G, pétala, H, estames, I ovário.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Tabela 8 - Caracteres taxonômicos distintivos entre *Dyckia nana* e *Dyckia* sp. Nov.3

Caractere taxonômico	<i>Dyckia nana</i>	<i>Dyckia</i> sp nov.3
Altura	19-29 cm de altura	34-38 cm em floração
folhas	8 a 10	28 a 30
laminas	distintamente canaliculadas 3-5 x 1,2-1,4 cm	planas e suculentas 6-8X 0,9-1,1 cm

Caractere taxonômico	<i>Dyckia nana</i>	<i>Dyckia</i> sp nov.3
	verdes, mas a cor obscurecida pela densa camada de tricomas brancos grosseiros em ambos os lados, opacos, nitidamente nervosos ápice acuminado	densamente lepidotas abaxial, cúplicas distintamente nervadas com tricomas dispostos ao longo da área internervuras, adaxial. ápice agudo
	margens laxamente espinulosas	densamente espinulosas em todo o comprimento.
	acúleos de 0,5-1 mm de comprimento, ca. 0,3 mm de largura na base, 4-10 mm de distância	
Pedúnculo	ereto	arqueado
brácteas do pedúnculo	paleáceas 5-11 x 3-3,5 mm 1-1,5 mm de diâmetro	foliáceas e suculentas 12-14 x 1-1,3 mm 2-2,3 mm de diâmetro
Inflorescência	ereta 2,5-5 cm de comprimento glabra	arqueada 9-11 cm de comprimento esparsamente branco lepidota
brácteas florais	ápice acuminadas-caudadas nervo protruso central e aparecendo ecarinado em direção ao ápice 4-4,5 x 3,5-4 mm margens contendo tricomas fimbriados, remotamente e irregularmente denticulados a inteiros.	ápice agudo sem nervuras protuberantes 6,5-6,7 x 4,4-4,7 mm minutamente denticuladas
flores	em número de 4 a 6 12-13 mm de comprimento amplamente ovadas	em numero de 16 a 18 16 a 16,5 mm de comprimento largo-elípticas
sépalas	ápice obtuso e remotamente e irregularmente apiculadas 4-5,5 x 3,5-4 mm tricomas fimbriados longos curvos retrorsamente ao longo das margens	ápice arredondado 5,6-5,7 x 5,4-5,5 mm margens inteiras
pétalas	7,5 x 6,5-7 mm	12,4 x 9,8 mm
filamentos	complanados amarelos conados em 1.5 mm	membranáceos hialinos conação variada na base por ca. 1,3-4,8 mm
Anteras	oblongo-ovais	triangulares
pistilo	4,7 mm	7,5 mm
estilo	1 mm	2mm
ovário	suboblongo-oval ca. 2,5 mm de comprimento, ca. 1,5 mm de diâmetro	subcilíndrico ligeiramente deslocado para a parte superior do interior do tudo de filamentos ca. 5,5 mm de comprimento, ca. 2,1 mm de diâmetro

Figura 109 – Comparativo das espécies próximas: A-J, *Dyckia nana*. K-T, *Dyckia* sp. nov. 3





F



P



G



Q



H



R



I



S



J



T

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Discussões taxonômicas

Por ser uma região isolada, inóspita e de difícil acesso, até mesmo para a população local, vários outros novos táxons, não só da família Bromeliaceae, mas de diferentes famílias, ainda estão por serem descobertos.

O conhecimento no que se refere ao gênero *Dyckia* na região das cangas do vale do rio Peixe Bravo, é inexistente. Esta é a primeira espécie do gênero encontrada e não se conhece, em um raio de 280 km desta localidade a ocorrência de algum táxon válido.

Esta espécie em seu ambiente, ocorre em aglomerados de rosetas esporadicamente distribuídas, abrigados em fendas dos afloramentos ferruginosos com deposição de matéria orgânica entre indivíduos de *Pilosocereus* sp. (Cactaceae) e espécies arbustivas caducifólias de pequeno porte como *Calliandra* sp. (Fabaceae).

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

***Dyckia* sp. nov. 4 Morro do Ferro, Oliveira MG.**

Esta nova espécie é intimamente relacionada com *Dyckia consimilis* diferindo-se pelo hábito saxícola em canga ferruginosa vs. terrícola em cerrado. São plantas maiores em todas as dimensões vegetativas: bainha maiores (1,9–2,3 × 2,5–2,8 cm) vs. menores (1–1,3 × 1,5–1,8 cm). Laminas retas, complanadas maiores e mais largas (7,5–13 × 1,8–2 cm) 2,2 a 3,5 mm entre espinhos vs. levemente recurva, caniculadas, menores (3–8 × 0,5–1 cm) 4,4–6,5 entre espinhos.

Brácteas pedunculares igualando ou excedendo os entrenós vs. nunca igualando os entrenós, brácteas florais maiores (13–14 × 9–10 mm), excedendo o comprimento das sépalas vs. menores (ca. 6 × 4 mm), excedendo apenas o pedicelo, nunca a sépala, deltóide vs. ovada e ápice estreito triangular vs. cuneado.

As flores são mais numerosas (ca. 20 em número vs. ca. 10 em número), tubuliformes vs. campanuladas. As sépalas são ovadas (vs. elípticas), os filamentos

subcilíndricos (vs. complanados), e o ovários subcilíndrico fortemente sulcado (vs. assimétricos) estilete mais longo (5 mm vs. 2mm).

Tipo BRAZIL. Minas Gerais: Oliveira, distrito de Morro do Ferro, morro da Manteiga, cerrado com afloramento de rochas ferruginosas de alta densidade, fragmentadas no topo do morro, 1251 alt., 20°45'39,44"S, 44°31'29,83"O, 15 outubro 2018, O.B.C. Ribeiro 752(holótipo VIC!)

Planta savanícola entre afloramentos de rochas ferruginosas em cerrado, rizomatosa, com múltiplas rosetas, 0,6 – 0,8 m de altura em floração. Folhas 25 a 30 em número, suberetas, retas, coriáceas levemente succulentas; bainhas 1,9–2,3 × 2,5–2,8 cm, esbranquiçadas na base, verde em direção à parte superior, glabras e lustrosas em ambas as faces; lâminas triangulares, retas, complanadas, 7,5–13 × 1,8–2 cm, verdes, levemente lepidotas, indistintamente nervada adaxialmente, lanadas abaxialmente, margens densamente espinhosas, espinhos com 0,8–1mm de comprimento, 0,5–0,6 mm de largura na base, 2,2 a 3,5 mm entre espinhos, subtriangular, variando entre antrorsos e retrorsos, castâneo a avermelhado próximo ao ápice, glabro, ápice agudo. Pedúnculo ereto, 20–30 × 0,4–0,6 cm, marron avermelhado, branco-lanado; brácteas pedunculares 20–30 × 5–8 mm dimensão, igualando ou excedendo entrenós, paleáceas, nervadas, ovada acuminada, margens denticuladas ápice agudo. Raque ereta, 20–30 × 0,3–0,5 cm de comprimento, floração laxa, alaranjado-avermelhada, laxamente branco lanada; brácteas florais 13–14 × 9–10 mm, excedendo o comprimento das sépalas, paleáceas na ocasião da antese, amplamente triangulares, deltoide, fortemente nervadas, carenadas, branco-lanadas, margens fortemente e densamente serruladas, ápice estreito triangular, terminando em um forte espinho pungente. Flores ca. 20 número, 19–20 mm de comprimento com pétalas estendidas, polísticas, tubuliforme, retas ou patentes na antese,, inodoras, pedicelos curtos a ceseis, 6,1 × 4,5 mm, levemente lepidoto, vermelhos; sépalas , 8,5× 7,1 mm, vermelhas, branco-lanadas, ovadas, margens inteiras, ápice obtuso às vezes com lacínias; pétalas 13,3–13,5 × 10,6–10,8 mm, laranja, glabras, amplamente espatuladas, ápice retuso. Estames quase igualando às pétalas; filamentos subcilíndricos, succulentos branco-amarelados, conados variavelmente, em 2 a 3 mm acima do tubo comum com as pétalas não apresentando conação total, 10 x

2.1 mm; anteras subtriangulares, ca. 2.6 x 1 mm, base sagitada, ápice agudo, revoluto, fixado próximo à base; ovário ca. 5.1 x 2 mm, amarelo pálido, subcilíndrico fortemente sulcado, deslocado assimetricamente para cima, estilete ca. 5 mm de comprimento; laranja, estigma conduplicado-espiral, lâminas logo crenuladas-laceradas, Cápsulas não observadas.

Figura 110 – *Dyckia* sp. nov. 4 In habtat.



FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 111 – A, inflorescência, B, flor, vista lateral. C, Flor, vista com escala. D, flor, com corte lateral. E, bráctea floral. F, sépala, G, pétala. H, estames. I, ovário.



B



C



D



E



A



F



G



I



H

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Distribuição e habitat

Dyckia sp nov. 4 é uma espécie das jazidas de ferro na região de Oliveira MG distrito de Morro do Ferro. O ambiente desta espécie se enquadra como um cerrado latossólico strictu-sensu com ocorrência de espécies típicas deste ambiente, e afloramentos de ferro de alta densidade que resistiram na superfície á latossolização e ao processo erosivo.

Figura 112 - ambiente de ocorrência da *Dyckia* sp. nov. 4



Figura 112 – Mapa de ocorrência de *Dyckia* sp. nov. 4

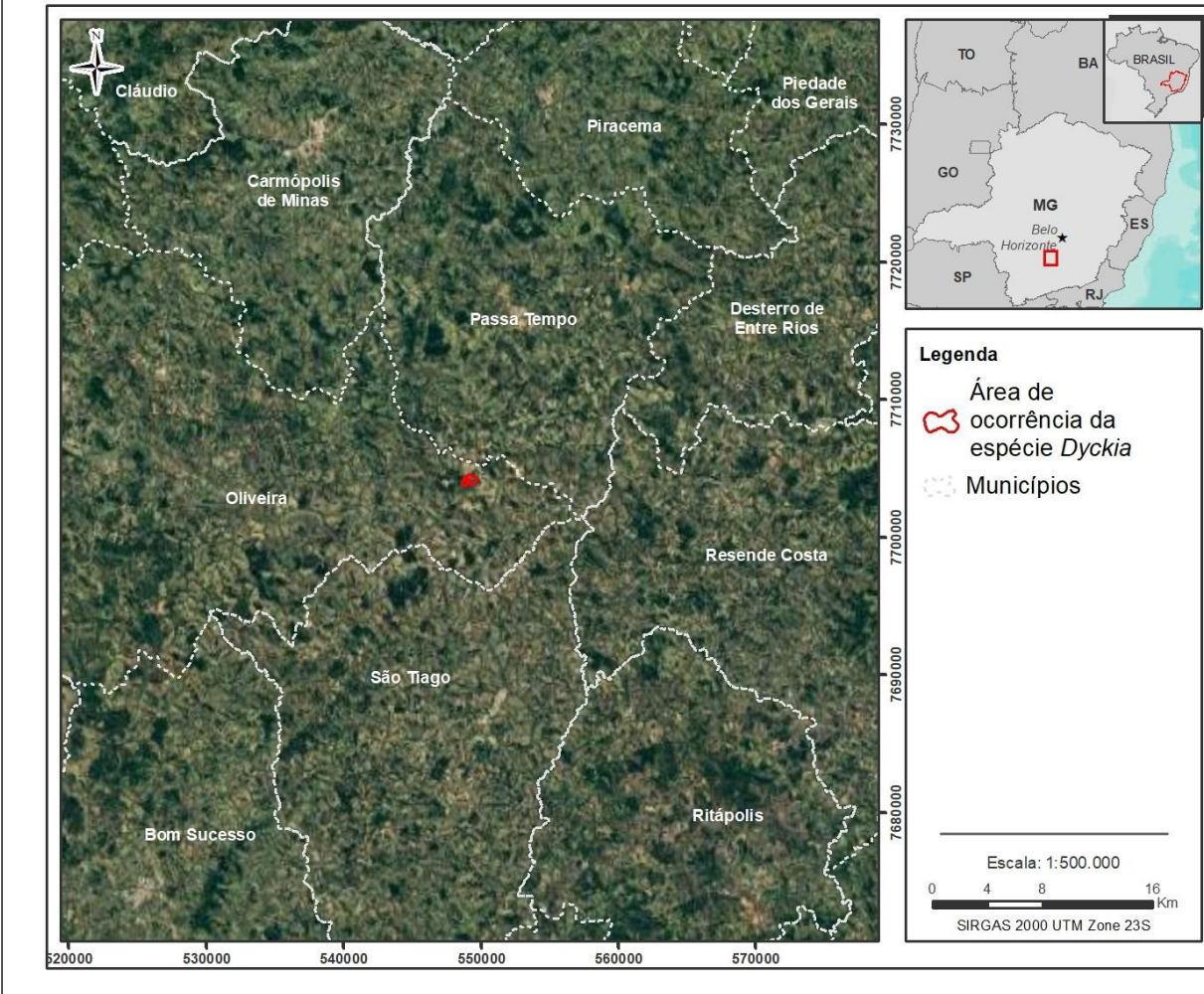
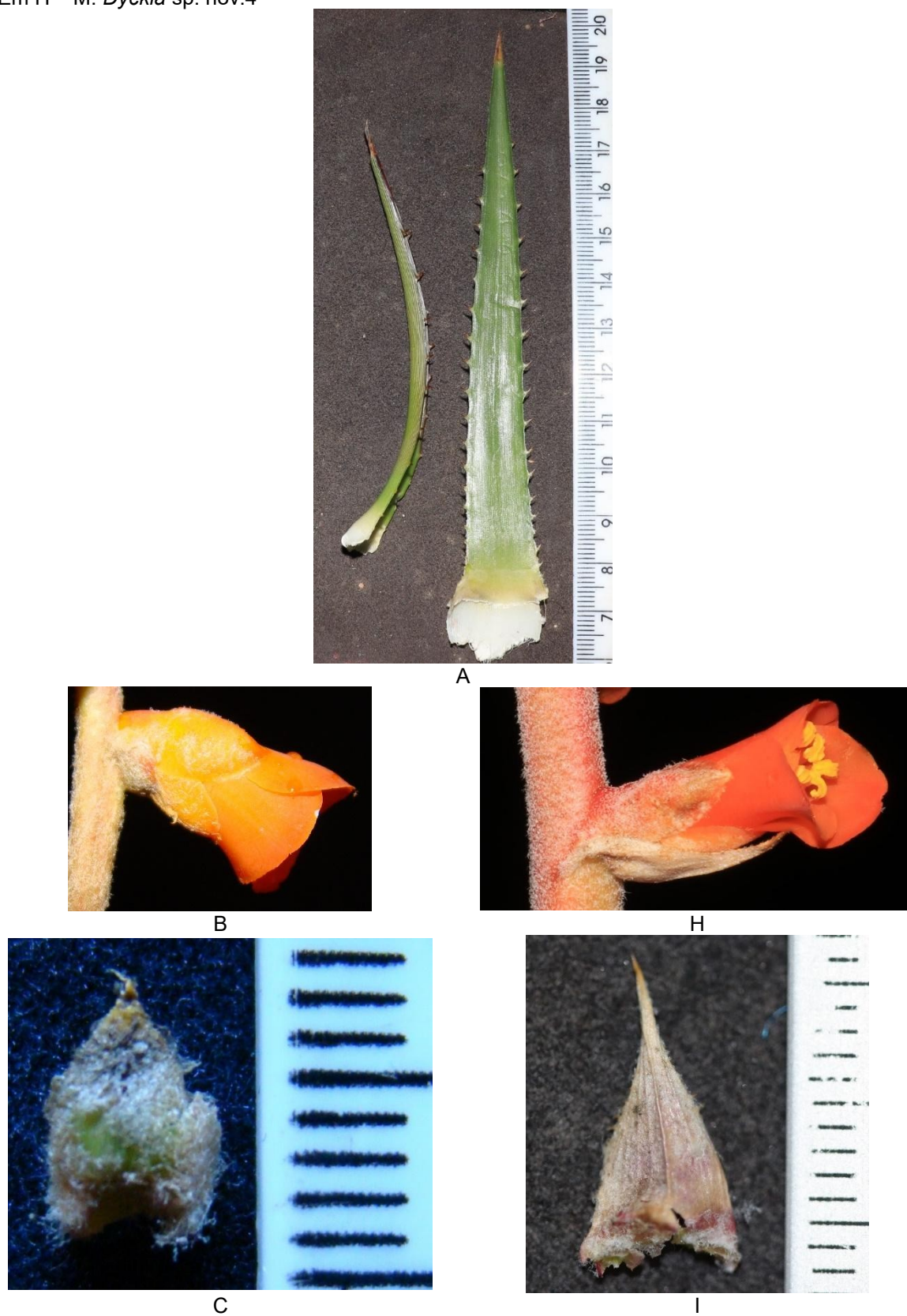
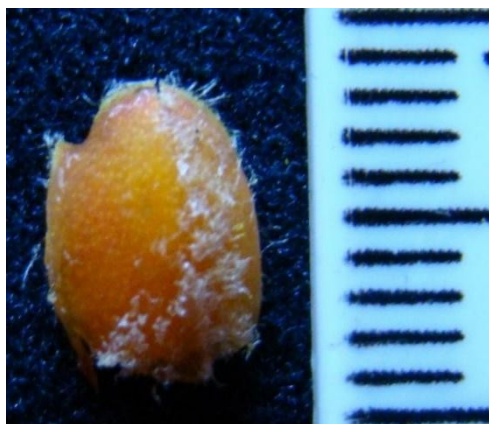


Tabela 9 - Caracteres taxonômicos distintivos entre *Dyckia* sp. nov. 4 e *Dyckia consimilis*

Caractere Taxonômico	<i>Dyckia</i> sp nov.4 Morro do Ferro.	<i>Dyckia consimilis</i>
Habito	Terrestre em latossolização sobre rochas ferruginosas	Saxícola em canga ferruginosa
Bainhas	maiores (1,9–2,3 × 2,5-2,8 cm)	menores (1-1,3 x 1,5-1,8 cm)
Lâminas	Retas, complanadas maiores e mais largas (7,5-13 × 1,8-2 cm)2,2 a 3,5 mm entre espinhos	levemente recurva, caniculada, menores (3-8 × 0,5–1 cm) 4,4-6,5 entre espinhos
Brácteas Pedunculares	igualando ou excedendo os entrenós	brácteas pedunculares não igualando os entrenós
Brácteas Florais	maiores (13-14 × 9–10 mm), excedendo o comprimento das sépalas, deltoide, ápice estreito triangular	menores (ca. 6 × 4 mm), excedendo apenas o pedicelo, nunca a sépala, ovadas, ápice cuneado.
Flores	ca. 20 em número, tubuliformes	ca. 10 em número, campanuladas
Sépalas	ovadas	elípticas
Filamentos	Subcilíndricos	complanados
Ovário	subcilíndrico fortemente sulcado, estilete mais longo (5 mm)	assimétrico estilete mais curto (2 mm)

Figura 113 – Comparativo dos caracteres taxonômicos das espécies próximas. Em A: Folha de *Dyckia consimilis* à esquerda e folha de *Dyckia* sp. nov. 4 à direita. Em B – G: *Dyckia consimilis*; Em H – M: *Dyckia* sp. nov. 4





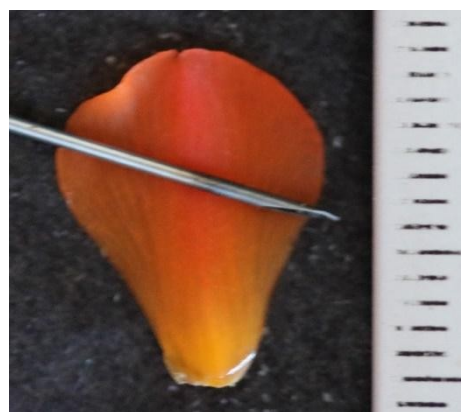
D



J



E



K



F



L



G



M

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

A descoberta desta espécie é algo surpreendente por ocorrer tão distante da cadeia do Espinhaço e Quadrilátero Ferrífero, ocupando ambientes relictuais e remanescentes, resistindo ao processo de latossolização e erosão subseqüentes ao fim do período glacial.

Dentre as espécies do grupo “*Dyckia consimilis*”, apresenta caracteres morfológicos menos derivados com Brácteas pedunculares e florais proporcionalmente grandes, em relação às outras espécies e filamentos subcilíndricos mais livres em relação às demais espécies do grupo que ao que parece possui a tendência evolutiva de se fusionarem para formar uma estrutura tubular única. O deslocamento assimétrico do ovário também é outra característica do grupo que facilita ao polinizador o acesso aos nectários.

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

***Dyckia* sp. nov. 5 Ouro Preto MG**

Esta nova espécie pertence ao grupo “*D. consimilis*” e é intimamente relacionada com *Dyckia consimilis* diferindo-se pelo porte, tendo rosetas ca. 35 cm de diâmetro (vs. 5 a 12 cm) e mais alta (0,4 – 0,5 m vs. 0,2-0,3 m), as laminas foliares são maiores (18-21 x 0,6-0,8 cm vs. 3-8 x 0,5–1 cm), coriáceas vs. suculentas, caniculadas, curvadas para baixo (vs. retas), e com menos espinhos (14- 19 mm entre espinhos vs. 4 - 8 entre espinhos).

As brácteas florais são bem maiores (12-12,8 x 6,8,8 mm igualando ou excedendo o comprimento das sépalas vs. 6 x 4 mm, menores que a metade do comprimento das sépalas), marcadamente nervadas vs. nervuras inconspícuas e ápice agudo (vs. cuneado). As flores são mais numerosas (ca. 20 vs. 10) e sinelformes vs. campanuladas.

As pétalas possuem os bordos superiores revolutos e laciniados (vs. emarginado) e o pistilo é mais longo excedendo a altura das anteras e o ovário é reto e piramidal (vs. subcilíndrico assimétrico).

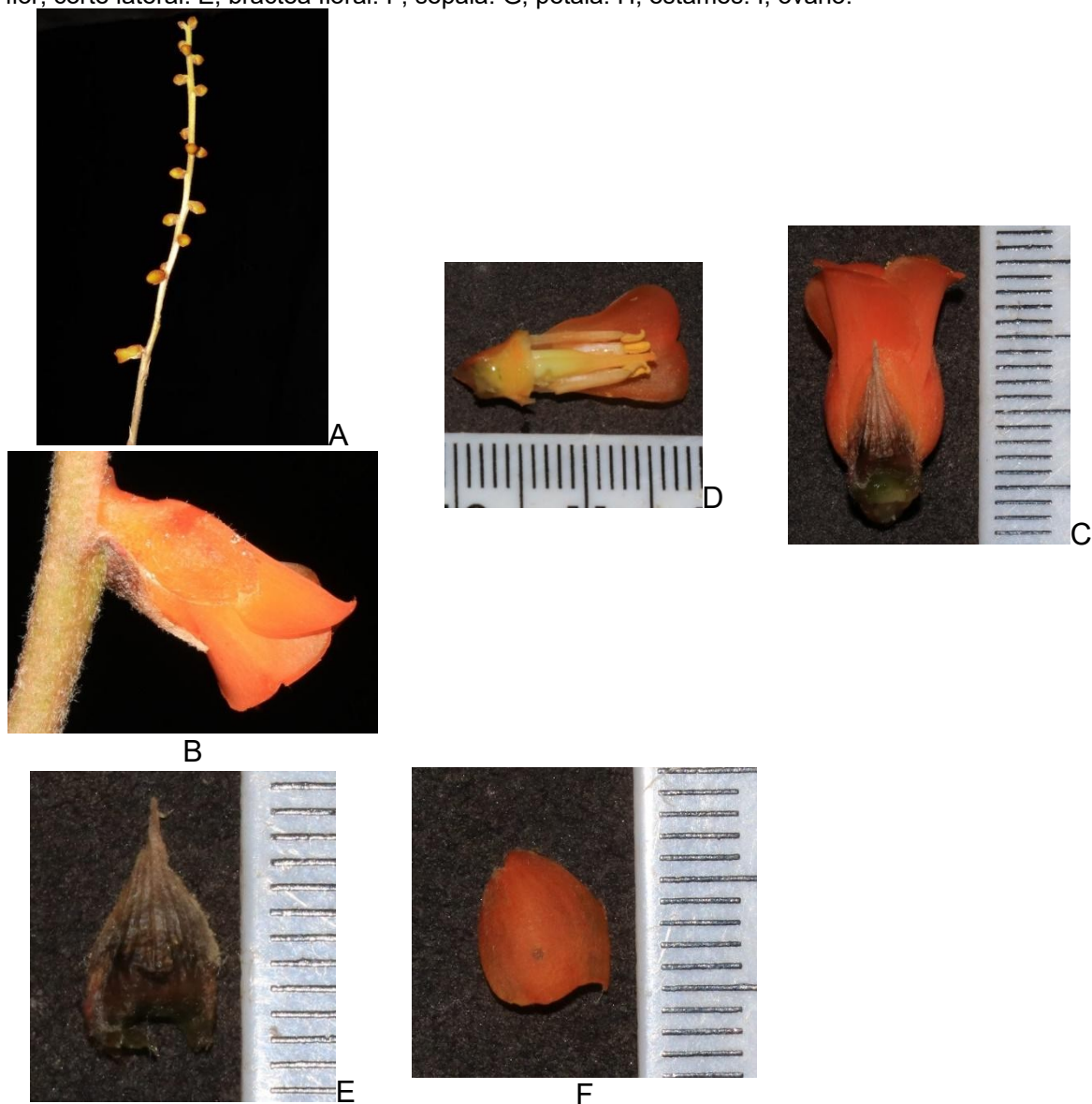
Tipo BRAZIL. Minas Gerais: Ouro Preto, Serra de Capanema, Conta História, campo de canga couraçada em meio ao Quartzito, 1831 m alt., 20°12'24.10"S, 43°34'14.28"O, 22 outubro 2016, O.B.C. Ribeiro 640 (holótipo VIC!)

Planta saxícola em canga ferruginosa, rizomatosa, 0,4 – 0,5 m de altura em floração. Folhas 20 a 25 funcionais, suberetas a patentes, fortemente curvadas; bainhas 2,8× 2,3 cm, brancas na base, esverdeadas em direção à parte superior, glabras e lustrosas em ambas as faces; lâminas 18-21 x 0,6-0,8 cm, cúpricas densamente lepidota em ambas as faces, estreito triangulares, coriáceas, caniculadas, curvadas para baixo, margens laxamente espinhosas, espinhos 1,4 – 1,5 mm de comprimento, 1,2–1,3 mm de largura na base, 14- 19 mm entre espinhos, retos e antrorsos, castâneo a avermelhados, em direção ao ápice, glabros, ápice agudo. Pedúnculo ereto, 20–25 × 0,4–0,6 cm, verde alaranjado, branco-lanado; brácteas do pedúnculo orbicular-acuminadas, eretas, paleáceas, nervadas, apresentando uma nervura proeminente central em direção ao ápice, lanadas, 12-20 × 9-11 mm igualando os internódios, margens serruladas com micro espinhos antrorsos. raque ereta, 15–25 cm de comprimento, floração laxa, vede alaranjada, laxamente branco-lanada , 3–4 mm de diâmetro; brácteas florais 12-12,8 x 6,8,8 mm, igualando ou excedendo o comprimento das sépalas, paleáceas na ocasião da antese, verde claro próximo à base, marrom ao centro com nervações paralelas bem pronunciadas, laxamente branco lanadas, elípticas, margens minutamente, espinescentes, ápice agudo. Flores ca. 20 em número, 18 x 8 mm, polísticas, patentes na antese formando corola sinelforme, pedicelos curtos a ceseis, 4,5 × 4,7 mm; sépalas 7,4 x 7,3 mm, alaranjadas, laxamente coberta com tricomas lanados, largo-elípticas, margens membranáceas inteiras, ápice arredondado com lacínias esporádicas; pétalas 11,3 x 12,2 mm, laranjadas, glabras, amplamente obovadas, margens inteiras, ápice revoluto e laciniado, conadas na base por ca. 1 mm em um tubo comum com os filetes; Estames inclusos; filamentos 6,4 x 2,1 mm, branco-amarelados, complanados, conados variavelmente em 1 a 4 mm acima do tubo comum com as pétalas, anteras 2,0 x 0,9 mm retas e ápice revoluto após abertura; pistilo ca. 10 mm mais longo que as anteras; ovário ca. 4,4 x 2,3 mm, reto, amarelo pálido, subpiramidal sulcado, estilo ca. 4,4 x 0,8 mm, estigma conduplicado-espiral, lâminas curto crenuladas-laceradas, laranja; Cápsulas não observadas.

Distribuição e habitat

Dyckia sp. nov. 5 é uma espécie até então endêmica de um campo ferruginoso isolado entre Quartzito do lado leste da serra de Capanema divisa entre Santa Barbara e Ouro Preto.

Figura 114 – *Dyckia* sp. nov. 5 A, inflorescência. B, flor, vista lateral. C, flor, vista com escala. D, flor, corte lateral. E, bráctea floral. F, sépala. G, pétala. H, estames. I, ovário.





FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Figura 115 – Local de ocorrência da espécie.

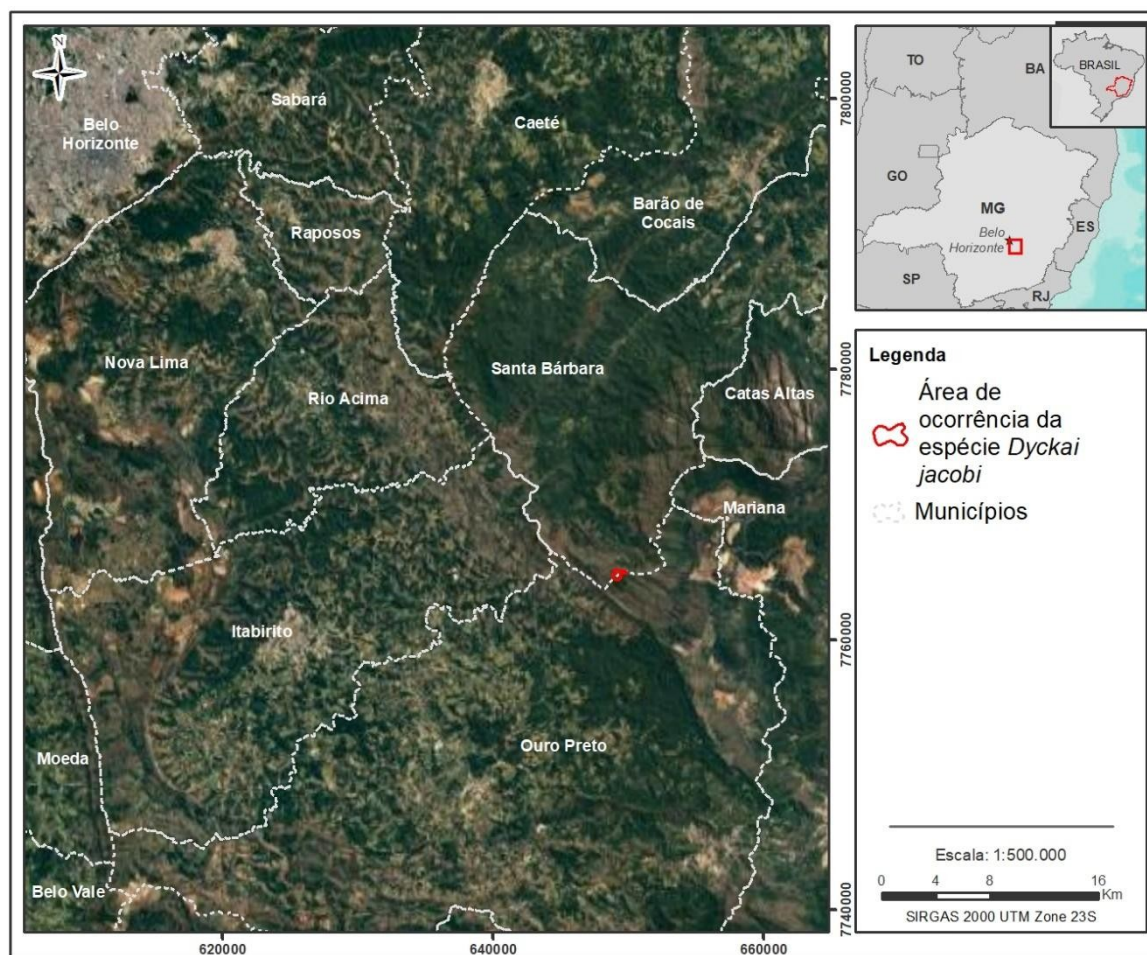


Tabela 10 - Caracteres taxonômicos distintivos entre *Dyckia* sp. nov. 5 e *Dyckia consimilis*

	<i>Dyckia</i> sp. nov. 5	<i>Dyckia consimilis</i>
Altura em floração	0,4 – 0,5 m	0,2-0,3 m
lâminas	maior 18-21 x 0,6-0,8 cm, coriáceas, caniculadas, curvadas para baixo, 14- 19 mm entre espinhos	3-8 × 0,5–1 cm, suculentas, 4 - 8 entre espinhos.
Brácteas florais	12-12,8 x 6,8,8 mm, igualando ou excedendo o comprimento das sépalas, verde claro próximo à base, marrom ao centro com nervações paralelas bem pronunciadas, laxamente branco lanadas, elípticas, ápice agudo.	6 × 4 mm, menores que a metade do comprimento das sépalas, lanadas, ovada, ápice cuneado.
flores	ca. 20 em número, sinelformes	ca. 10 em número, campanuladas
pétalas	ápice revoluto e laciniado	ápice emarginado
pistilo	ca. 10 mm mais longo que as anteras; ovário ca. 4,4 x 2,3 mm reto, subpiramidal sulcado, estilo ca. 4,4 x 0,8 mm,	ca. 4,2 mm mais curtos que as anteras, ovário ca. 4 mm compr. assimétrico; estilo ca. 0,2 mm compr.

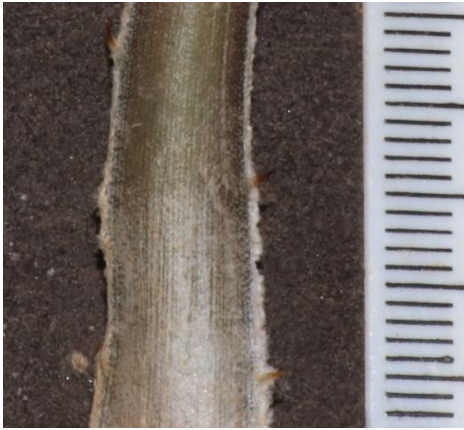
Figura 116 – Comparativo entre os caracteres taxonômicos das espécies próximas. Em A: à esquerda *Dyckia consimilis* e *Dyckia* sp. nov. 5 à direita. Em B – L: *Dyckia consimilis*; Em M – X: *Dyckia* sp. nov. 5.



A



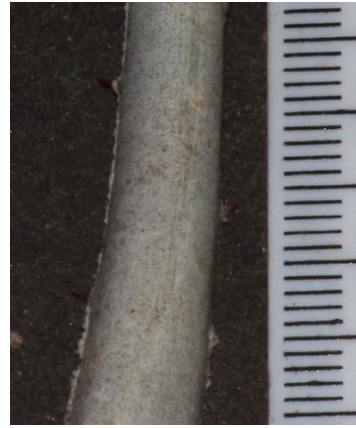
B



M



C



N



D



O



E



P



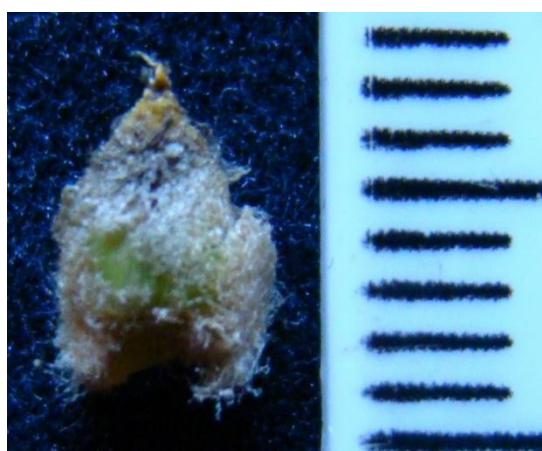
F



Q



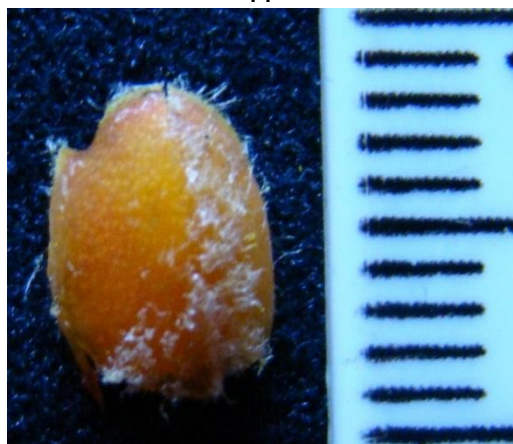
G



R



H



S



I

T



J



U



K



V



L



X

FONTE: Fotos de Otávio Ribeiro

Esta espécie ocorre apenas em um campo de canga couraçada ilhado pelos ambientes quartzíticos do entorno onde esta espécie não foi encontrada. Devido à altitude o aporte hídrico é maior pela condensação da névoa, fazendo com que estas tenham um porte maior em relação às demais espécies do grupo de ocorrência em canga ferruginosa. Espécies deste grupo de ocorrência em Quartzito possuem porte maior.

Conservação —É suscetível ao avanço da mineração, pois cresce em afloramentos rochosos ricos em minério de ferro. De acordo com o critério B2 ac(ii, iv) e D (IUCN 2012), é considerada uma espécie criticamente ameaçada (CR)

Conclusões

Para o conhecimento do gênero é primordial a descrição de novos táxons, com base em caracteres *in vivo*, para que se possa estabelecer estudos mais detalhados abrangendo uma filogenia com maior assertividade uma vez que ainda não há certeza quanto às espécies uma vez que vários outros táxons ainda não descritos estão incluídos na abrangência generalista de outras espécies, ou simplesmente são identificados erroneamente. Isso explica as divergências filogenéticas. O quebra-cabeça é grande e temos poucas peças da caixa.

A preservação *ex situ* é primordial para evitar a extinção de espécies endêmicas de canga, uma vez que a necessidade de minério de ferro é crescente, e as medidas mitigatórias atuais não revelam resultados substanciais na preservação das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAUN, P.J., Pereira, E.E & Schar, U. (2010) *Dyckia cangaphila* - Eine neue xeromorpe Art aus Goiás, Zentral Brasilien. *Die Bromelie* (3): 107.

BÜNEKER H. M., SOARES K. P. & ASSIS L. C. (2016). **The *Dyckia sordida* complex (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) and a new species from Minas Gerais, Brazil**. *Phytotaxa* 244 (1): 057–068.

BÜNEKER H. M., SOARES K. P. & ASSIS L. C. (2016). **The *Dyckia sordida* complex (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) and a new species from Minas Gerais, Brazil**. *Phytotaxa* 244 (1): 057–068.

BÜNEKER, H.M. (2021) Revisão taxonômica do complexo ***Dyckia selloa* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) baseada em caracteres morfológicos não convencionais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BÜNEKER, H.M.; GUARÇONI, E.A.E.; SANTOS-SILVA, F.; FORZZA, R.C. ***Dyckia in Flora e Funga do Brasil***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27663>>. Acesso em: 14 set. 2022

BÜNEKER, H.M.; GUARÇONI, E.A.E.; SANTOS-SILVA, F.; FORZZA, R.C. ***Dyckia in Flora e Funga do Brasil***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6046>>. Acesso em: 08 ago. 2022

BÜNEKER, H.M.; WITECK-NETO, L.; SOARES, K.P.; PONTES, R.C. (2015) **Estudo taxonômico do complexo *Dyckia maritima* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae): um grupo negligenciado**. In: Anais do XVI Encontro Estadual de Botânicos do Rio Grande do Sul.

BÜNEKER, H.M.; WITECK-NETO, L.; SOARES, K.P.; PONTES, R.C. (2015) **Estudo taxonômico do complexo *Dyckia maritima* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae): um grupo negligenciado**. In: Anais do XVI Encontro Estadual de Botânicos do Rio Grande do Sul.

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R. da; GOMES, F. A. **Distância de voo para forrageamento da abelha Uruçu Beijo (*Melipona eburnea* Friese, 1900)**. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 20, n. 3, p. 143-146, jul./set. 2017.

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R. da; GOMES, F. A. **Distância de voo para forrageamento da abelha Uruçu Beijo (*Melipona eburnea* Friese, 1900)**. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 20, n. 3, p. 143-146, jul./set. 2017.

FORZZA, R.C. (1997) **Pitcairnioideae (Bromeliaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 150p.

FORZZA, R.C. (1997) **Pitcairnioideae (Bromeliaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 150p.

FORZZA, R.C. (2001) **Filogenia da tribo Puyeeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero Encholirium Mart. Ex Schult. & Schult. F.(Pitcairnioideae-Bromeliaceae)**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

FRISCH, K. VON. **The dance language and orientation of bees**. Cambridge: Harvard University Press, 1967. 592 p

FRISCH, K. VON. **The dance language and orientation of bees**. Cambridge: Harvard University Press, 1967. 592 p

GANNON, D. G. HADLEY, A.S. & FREY S. J. K. **Pairing automated mark-recapture and social network models to explore the effects of landscape configuration on hummingbird foraging patterns**. The Royal Society Publishing. 2021. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0188>

GANNON, D. G. HADLEY, A.S. & FREY S. J. K. **Pairing automated mark-recapture and social network models to explore the effects of landscape configuration on hummingbird foraging patterns**. The Royal Society Publishing. 2021. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0188>

GUARÇONI A. E., SARTORI M. A. PAULA C. C. (2012). *Dyckia inflexifolia* (Bromeliaceae) A new species from Brasil. Ann. Bot. Fennici. 49 00-00. Helsinki.

GURAÇONI E.A.E. (2014) Estudos taxonômicos e de anatomia foliar em espécies de *Dyckia* Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) Tese de Doutorado, UFV Minas Gerais-Brasil.

HMELJEVSKI, K. V. **Caracterização Reprodutiva De *Dyckia Ibiramensis* Reitz, Uma Bromélia Endêmica Do Alto Vale Do Itajaí**, Sc. (2007) Universidade Federal De Santa Catarina. Dissertação de Mestrado

JACOBI, CM & ANTONINI, Y. 2008. **Polinizadores e defesa de recursos de néctar de *Stachytarpheta glabra* (verbenaceae) pelo beija-flor *Colibri serrirostris* (trochilidae) em afloramentos ferríferos no sudeste do Brasil**. J Trop. Eco, 24(3):301–308.

JUSTINO, DG, MARUYAMA, PK & OLIVEIRA, PE 2012. **Disponibilidade de recursos florais e comportamento territorial de beija-flores em um arbusto de savana neotropical**. J Ornithol, 153(1):189-197.

KRAPP, F., PINANGÉ, D.S.B., BENKO-ISEPPON, A.M., LEME, E.M.C. & WEISING, K. 2014. **Phylogeny and evolution of *Dyckia* (Bromeliaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences**. Plant Systematics and Evolution 300: 1591-1614.

LEME, E. M. C., RIBEIRO, O. B.C., SOUZA, F. V., SOUZA, E. H., KOLLMANN, L. J. C., & FONTANA, A. P. **Miscellaneous new species in the “Cryptanthoid complex” (Bromeliaceae: Bromelioideae) from Eastern Brazil**. Phytotaxa, 430 (3): 157–202, 2020.

LEME, E. M. C., RIBEIRO, O. B.C., SOUZA, F. V., SOUZA, E. H., KOLLMANN, L. J. C., & FONTANA, A. P. Miscellaneous new species in the “Cryptanthoid complex” (Bromeliaceae: Bromelioideae) from Eastern Brazil. Phytotaxa, 430 (3): 157–202, 2020.

Marques, A. R., Lemos Filho J. P. & Mota, R. C. (2012). **Diversity and conservation status of bromeliads from Serra da Piedade**, Minas Gerais, Brazil. Rodriguésia 63(2): 243-255. 2012

MONTEIRO R. F. & FORZZA R. C. (2016), **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Bromeliaceae**. Rodriguésia 67, n. 5 (Especial): 1253-1265. 2016

PINANGÉ D. S. B., KRAPP F., ZIZKA G., SILVESTRO D., ELTON M. C. LEME E. M. C., WEISING K., BENKO-ISEPPON A. M. (2016). **Molecular phylogenetics, historical biogeography and character evolution in *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae)**. Botanical Journal of the Linnean Society, 2017, 183, 39–56.

PINANGÉ, D. S. B., F. KRAPP, G. ZIZKA, D. SILVESTRO, E. M. C. LEME, K. WEISING AND A. M., and Benko-Iseppon. 2017. **Molecular phylogenetics, historical biogeography and character evolution in *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae)**. Botanical Journal of the Linnean Society 183: 39–56.

RIBEIRO, O. B.C & LEME, E. M. C. **Tree new species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from iron rich outcrops of the Espinhaço Range, Brazil**. Journal of the Bromeliad Society. 65(1): 1-72.2015.

ROGALSKI, J. M., A. REIS, M.S. REIS, K. V. HMELJEVSKI. 2009. **Biologia Reprodutiva da reófito *Dyckia brevifolia* Baker (Bromeliaceae), no Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil**. Revista Brasileira de Botânica 32 (4): 691-702.

RUAS R. B. (2018). **Diversidade e estrutura genética em *Dyckia excelsa*: uma espécie ameaçada dos afloramentos rochosos ferruginosos (cangas) no bioma Pantanal**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado.

SEELEY, T. D. **Honey bee foragers as sensory units of their colonies**. Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 34, n 1, 51-62, 1994.

SEELEY, T. D. **Honey bee foragers as sensory units of their colonies**. Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 34, n 1, 51-62, 1994.

SMITH, L. B. (1958) **Três Bromeliáceas novas do Museu Emílio Goeldi**. Boletim do museu paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará, Brasil. Botânica Nº1, 2-5p.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1974) **Bromeliaceae (Pitcairnioideae)**. Flora Neotropica Monograph 14: 1–662.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1977) **Bromeliaceae (Tillandsioideae)**. Flora Neotropica Monograph 14: 663–1492.

SMITH, L.B.; DOWNS R.J. (1979) **Bromeliaceae (Bromelioideae)**. Flora Neotropica Monograph 14: 1493–2142.

SOUZA, Jumara Marques. **Efeitos do fogo na fenologia reprodutiva de angiospermas em vegetações campestres na Chapada Diamantina, Brasil**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

STILES, FG 1981. **Aspectos geográficos da coevolução pássaro-flor, com referência particular à América Central**. Ann Mo Bot Gard, páginas 323–351.

TROLEIS, J. (2018) **Morfoanatomia foliar de espécies de *Dyckia* do “complexo maritima” (Pitcairnioideae-Bromeliaceae)**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TROLEIS, J. (2018) **Morfoanatomia foliar de espécies de *Dyckia* do “complexo maritima” (Pitcairnioideae-Bromeliaceae)**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VERSIEUX L. M. (2005). **Bromeliáceas de Minas Gerais: Catálogo, distribuição geográfica e conservação**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

WOLF, LL, STILES, FG & HAINSWORTH, FR 1976. **Organização ecológica de uma comunidade tropical de colibris das terras altas**. J Anim Eco, 45(2):349-379.

4 CAPÍTULO 2 – ENDEMISMO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *DYCKIA* (BROMELIACEAE) PARA CAMPOS FERRUGINOSOS.

Otávio Batista de Castro Ribeiro. Carlos Ernesto Gonsalves Reynaud
Schaefer

RESUMO

A natureza dos solos em substrato ferruginosos nas altas montanhas do Brasil condiciona tipologias de vegetação aberta de campos rupestres, como filtros ambientais severos (oligotrofia, exposição aos neutros, radiação solar excessiva, déficit hídrico, a frequência do fogo e elevada temperatura dos solos) consideram adaptações morfo-funcionais pouco estudadas, nos quais o xerofitismo se destaca entre as Bromeliaceae. O gênero *Dyckia* apresenta todos os traços adaptativos a esses filtros, como forte mecanismo de especiação nesses substratos singulares. Neste artigo, apresentamos um conjunto de espécies descritas pioneiramente sobre os solos ferruginosos em diferentes partes do Brasil onde associamos seus aspectos morfológicos, taxonômicos e ecológicos. O gênero mostra importância chave nos ecossistemas ferruginosos e estudos posteriores sobre a delimitação de algumas espécies são altamente recomendados.

Palavras-chave: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemismo. Campos Ferruginosos. Solos.

CHAPTER I – THE ENDEMISM OF *DYCKIA* (BROMELIACEAE) TO THE FERRUGINOUS SUBSTRATE

Otávio Batista de Castro Ribeiro. Carlos Ernesto Gonsalves Reynaud
Schaefer

ABSTRACT

The nature of soils on ferruginous substrates in the high mountains of Brazil conditions open vegetation typologies of rupestrian fields, as severe environmental filters (oligotrophy, exposure to neutrals, excessive solar radiation, water deficit, fire fever and high soil temperature) consider little-studied morpho-functional features, in which xerophytism stands out among the Bromeliaceae, the genus *Dyckia* presents all the adaptive traits to these filters, as a strong speciation mechanism in these unique substrates. In this article, we present a set of pioneers described species on ferruginous soils in different parts of Brazil where we associate their morphological, taxonomic and ecological aspects. The genus shows key importance in ferruginous ecosystems and further studies on the delimitation of some species are highly recommended.

Keywords: Bromeliaceae. *Dyckia*. Endemism. Ferruginous Fields. Soils.

4.1 Introdução

Os campos ferruginosos no Brasil, são redutos de uma flora relictual e caracterizada pelo elevado número de endemismos (Bussel & James 1997; Giulietti et al. 1997; Kruckeberg 2004; Vincent & Meguro 2008). Scarano (2007). Estas áreas constituem um dos sistemas menos conhecidos, onde a principal causa de perda de habitat e são as cavas de extração de minério de ferro (Carmo et al. 2012). A vegetação associada às cangas abriga dezenas de espécies raras (sensu Giulietti et al. 2009), várias destas novas para a ciência, e elevada diversidade alfa e beta (Viana & Lombardi 2007; Jacobi & Carmo 2012).

De acordo com Pereira (2010) nos solos ferruginosos supõem-se que haja influência de altas concentrações de elementos metálicos sobre a flora, possivelmente representando o fator seletivo mais crítico, juntamente com a pobreza de nutrientes e a baixa capacidade de retenção de água dos solos. Em função dos altos teores de metais pesados no solo, as plantas podem apresentar ecótipos com nanismo ou gigantismo (PORTO & SILVA, 1989). Dependendo das características do solo, o Campo Rupestre pode apresentar indivíduos de maior porte formando um Campo Rupestre Arbustivo (NUNES, 2009).

Muitas espécies que ocorrem nestes ambientes apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas a ambientes xerofíticos, tais como folhas coriáceas ou suculentas, dormência e deiscência foliar, modificações de órgãos em estruturas de reserva, presença de pilosidade densa nas folhas e ramos, e metabolismo CAM (LARCHER, 1995). Estas espécies são descritas como pseudometalófitas, eumetalófitas ou hiperacumuladoras. As espécies consideradas pseudometalófitas são típicas de solos que apresentam baixas concentrações de metais, mas também toleram solos com altas concentrações de metais. As eumetalófitas são as espécies que apresentam algum mecanismo de resistência ou tolerância a metais presentes no solo, enquanto as espécies hiperacumuladoras são aquelas que concentram altos teores de metais em seus tecidos (WHITING et al., 2004).

Dragunski et. al. (2009) estudaram espécies do gênero *Tillandsia* como um potencial e promissor dessas espécies como biomonitores de metais pesados presentes em poluição aérea, e estudo realizado por Elias et al. (2006) comparando a capacidade de absorção de diversas espécies de bromélias, concluiu que a espécie *Canistropsis billbergioides* (Schult. F.) Leme apresentou maior índice de

acumulação, sendo indicada para avaliação da composição química em florestas tropicais. Zampieri et al (2012), em seus estudos com *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Smith demonstraram que as que o Zn alterou absorção e translocação de Ca, Co, Fe, K e Zn. A espécie apresentou alta quantidade de Zn nos sistemas aéreo e radicular indicando, possivelmente, ser bioacumuladora desse elemento. Tavares (2028), evidenciou o hiper acúmulo de Alumínio na biomassa de *Dyckia rariflora* Schult. &Schult. f. na região de Ouro Peto MG.

Dadas as reconhecidas interações de espécies de Bromeliaceae e *Dyckia* com elementos químicos do ambiente e substratos, este trabalho se propôs a investigar a possível influência do substrato ferruginoso no processo de seleção natural de espécies endêmicas do gênero *Dyckia* para a ocorrência exclusiva aos campos rupestres no Brasil.

4.2 Material e Métodos

Coletas

Foram coletadas 5 amostras de solo da rizosfera e 5 amostras externas para cada espécie estudada. Na ocasião das coletas de solo também foram realizadas coletas de tecidos foliares de cada indivíduo e estas foram desidratadas para análise.

Foram coletadas 8 espécies de *Dyckia* ocorrentes em canga ferruginosa, e para comparação uma espécie do gênero *Orthophytum* também em canga ferruginosa, uma espécie de *Dyckia* ocorrente em quartizito e uma espécie de *Encholirium* de quartizito também para comparação.

Espécie	localidade	Litologia
<i>Dyckia rariflora</i> Schult. &Schult. f.	Santa Rita Durão -MG	Canga
<i>Dyckia</i> sp. nov. 2	Morro do Pilar	Canga
<i>Dyckia concepcionensis</i> O.B.C. Ribeiro & Leme	Serra da Ferrugem	Canga
<i>Dyckia incana</i> O.B.C.Ribeiro & Leme.	Rio Acima MG	Canga
<i>Dyckia elata</i> Mez	Serra de Antônio Pereira	Canga
<i>Dyckia inflexifolia</i> Guarçoni & M.A.Sartori	Serro MG	Canga
<i>Dyckia consimilis</i> Mez	Serra da Moeda	Canga
<i>Orthophytum</i> sp. nov.	Vale do Peixe Bravo	Canga
<i>Dyckia tenebrosa</i> Leme & Luther	Serra de Roça Moça	Canga
Espécie	localidade	Litologia

Dyckia sp. nov.	Riacho de Areia BA	Quartzito
Dyckia mello-barretoii L.B.Sm.	Conceição do Mato Dentro MG	Quartzito
Encholirium subsecundum (Baker) Mez	Ouro Fino MG	Quartzito

As análises foram realizadas no laboratório do departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa.

Análise da Composição Química dos Tecidos Vegetais

Os tecidos vegetais das espécies estudadas assim como suas subpopulações foram secadas em água destilada para retirada de resíduos e posteriormente secas em estufa de circulação forçada durante 72 horas a uma temperatura entre 68 a 72° C. Em seguida as amostras foram pesadas em balança de precisão e moídas em moinho de facas de aço inox, com o intuito de homogeneizar a amostra. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro devidamente esterilizados.

Para a quantificação dos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, Ni, Pb, Cd, Cr foi realizado previamente a digestão Nitroperclórica (Sarruge & Haag, 1974), onde foi pesado 0,5 g da amostra e inserida em tubo de digestão e adicionado o Ácido Nítrico e Perclórico na proporção de 4:1, em capela de exaustão. Posteriormente o material foi aquecido em chapa quente inicialmente à 80° C e foi aumentada gradativamente até alcançar os 200° C, após o material frio foi adicionado 25 mL de água deionizada. A quantificação dos teores dos elementos foi então realizada pelo espectrômetro de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP – OES; Perkim Elmer Modelo Optima 8300 DV). O equipamento foi previamente calibrado com solução multielementar com a mesma matriz de amostras em diferentes intervalos de concentração.

Para a análise de Nitrogênio nas amostras de tecido vegetal foi aplicado a Digestão Sulfúrica, onde foi pesado 0,2 g do material moído, esse material foi adicionado aos tubos de digestão e misturado com 5 mL de Ácido Sulfúrico, o material foi levado ao bloco digestor pré-aquecido à 120° C e a temperatura foi elevada gradativamente até atingir os 350° C. Ao esfriar o material foi acrescido de 50 mL de água deionizada. A determinação do teor de nitrogênio foi realizada pelo Método de Kjeldahl.

Para quantificação dos teores de Carbono Orgânico foi utilizado o método de Calцинаção. As amostras foram secas a uma temperatura de 105° C, pesou-se o cadinho e posteriormente o cadinho mais a amostra acrescida (> 1g), em seguida o conjunto foi inserido na Mufla, modelo Linn Elektro Therm, por 1 hora a temperatura de 300° C e depois por mais 1 hora à temperatura de 500° C, posteriormente a amostra é pesada e a diferença entre o peso inicial e o peso final corresponde ao teor de Carbono Orgânico.

Análises Químicas e Físicas do solo

Foram coletadas amostras superficiais de solo (0 – 20 cm) na rizosfera das espécies vegetais analisadas e no ambiente externo, lateralmente a elas para critério de comparação. As amostras foram secas ao ar e posteriormente destorroadas e peneiradas em peneira de 2 mm de abertura de malha para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), este material foi submetido a análises de acordo com os métodos descritos no manual de métodos e análises de solo (EMBRAPA, 1997).

A análise física incluiu a separação das frações granulométricas do solo. A análise textural foi realizada por peneiramento e método da pipeta, porém, com utilização de agitação lenta (50 rpm) por 16 horas (RUIZ, 2005a) e determinação do silte por pipetagem (RUIZ, 2005b), e não por diferença.

A fração terra fina foram analisadas quanto à sua composição química determinando os teores de fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Acidez Potencial (H+Al); Soma de Bases (SB); Capacidade de Troca Catiônica (T); Saturação por Alumínio (m); Fósforo Remanescente (P_Rem); Cobre (Cu); Manganês (Mn); Ferro (Fe); Zinco (Zn); Cromo (Cr); Níquel (Ni), Cádmio (Cd); Chumbo (Pb).

O pH foi determinado em água e em solução de KCl 1 mol L⁻¹ em suspensão solo/solução na proporção 1:2,5. Os cátions trocáveis foram extraídos por KCl 1 mol L⁻¹ e quantificados por espectrometria de absorção atômica (Ca²⁺ e Mg²⁺) e por titulometria com NaOH (Al³⁺). P disponível e K⁺ trocável foram extraídos pelo Mehlich-1, onde P será quantificado pelo método do ácido ascórbico, como descrito por KUO (1996), e K⁺ determinado por fotometria de chama. Os micronutrientes Cu²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺ disponíveis foram extraídos pelo extrator

Mehlich-1 e determinados por absorção atômica. O teor de matéria orgânica (MO) foi determinado após a determinação do C orgânico pelo método Walkley Black. O fósforo remanescente (P-rem) em cloreto de cálcio 0,01 mol L⁻¹ com concentração inicial de 60 mg L⁻¹ de P será determinado segundo DE FILIPPO & RIBEIRO (1997). Os teores de metais pesados serão determinados a partir do uso do extrator Melich-1.

Análise de Dados

Para avaliar a similaridade das propriedades físicas e químicas do solo para os solos de ambiente externo e rizosfera, assim como para as análises químicas de tecidos vegetais das espécies e verificar a existência de agrupamentos entre eles foi utilizado a Análise de Componentes Principais (PCA). A PCA foi rodada no R software v. 3.6.3.

Com o intuito de avaliar a relação entre solo-vegetação foi utilizado a Análise de Correspondência Canônica (Ter Barak & Prentice, 1987). Todas as variáveis dos atributos físicos e químicos do solo assim como a composição química do tecido vegetal foram padronizadas a partir da logaritmização com o objetivo de equalizar a distribuição dos eixos. Apenas os valores de pH em água não foram transformados já que seus valores já são expressos em escala logarítmica. A análise de CCA foi rodada utilizando o software PC-ORD v. 6.0.

Resultados

Caracterização edáfica

Os solos estudados dos ambientes de Campo rupestre ferruginoso (canga ferruginosa) e Campos rupestres quartzítico são, em geral, ácidos, oligotróficos com valores relativos baixos de P, K, Ca, Mg, e elevados teores de alumínio trocável. Os solos dos ambientes ferruginosos são, em geral, oxídicos apresentando baixo valor relativo de sua CTC (T), altos teores de ferro (108,4 - 758 mg/dm³), alta saturação por alumínio e teor de metais pesados expressando elevado distrofismo. Fisicamente esses solos tem predominância da fração Argila e Silte. Os solos quartzíticos apresentam também um distrofismo associado a altos teores de

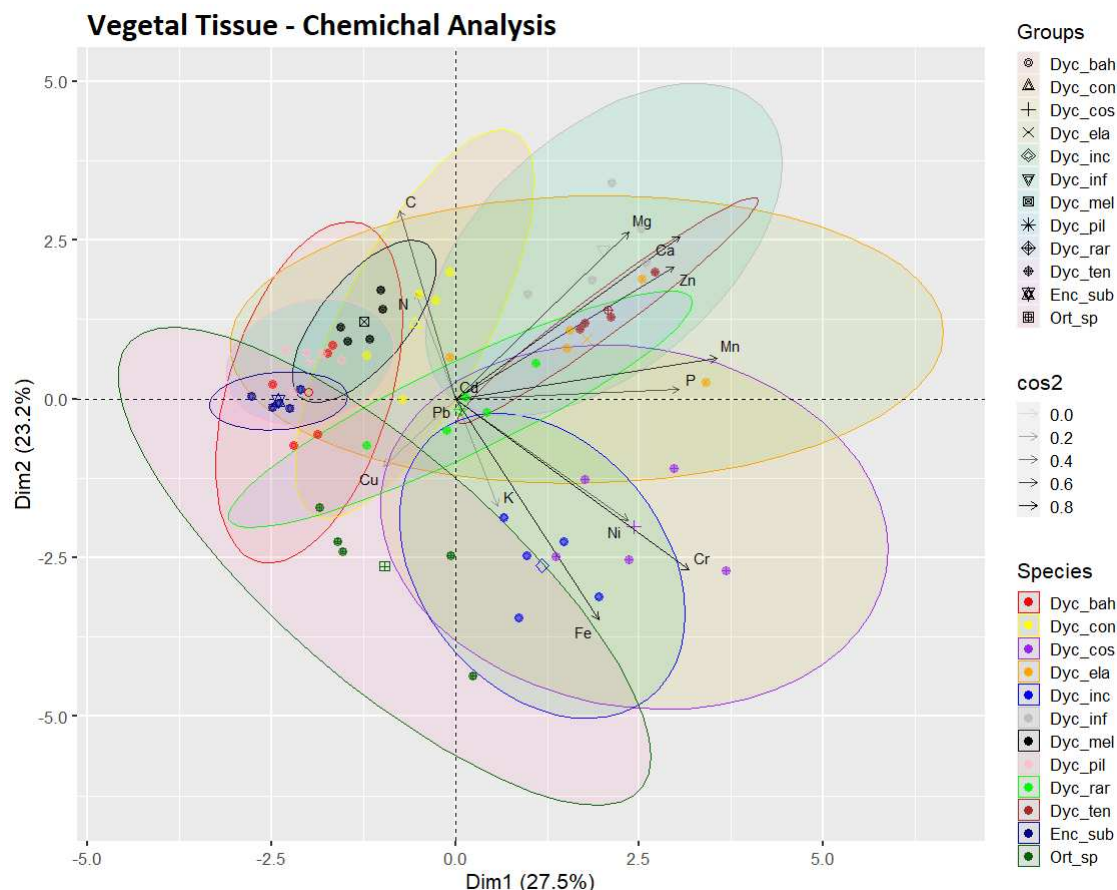
alumínio trocável, porém apresentou teores relativamente mais altos de matéria orgânica (cot), e ligeiramente maiores de P-rem. Fisicamente os solos quartzíticos apresentam alta proporção da fração areia fina e areia grossa em detrimento de argila e silte.

Análise de Componentes Principais (PCA)

Análise de Tecido Vegetal

O primeiro Eixo (Dim1) referente a análise de tecido Vegetal explicou 27.5% da variação dos atributos químicos dos tecidos vegetais, e o segundo Eixo (Dim2) explicou 23.2% da variação dos dados, totalizando 50,7%. A composição química do tecido vegetal permitiu a determinação de 4 grandes grupos dentro das espécies estudadas e suas subpopulações. O primeiro grande grupo são as espécies cujo tecido apresenta teores mais elevados de C e N e incluiu majoritariamente espécies predominantes do ambiente quartzítico *Dyckia* sp. Nov.1, *Dyckia mello-barreto* e *Encholirium subsecundum*, e duas espécies de canga *Dyckia* sp. Nov.2 e *Dyckia concepcionensis*. O segundo grupo formado está associado aos micronutrientes Mg, Ca, Zn, Mn, e ao P, e incluiu as espécies de canga *Dyckia inflexifolia*, *Dyckia tenebrosa* e *Dyckia elata*. O terceiro grupo incluiu espécies associadas a metais como o Cr, Ni, Fe além do K, abrangem duas espécies, *Dyckia consimilis* e *Dyckia incana*. O quarto e último grupo incluiu espécies associadas à metais pesados como o Pb e Cd, além do Cu, incluindo duas espécies *Orthophytum* sp. e *Dyckia rariflora*, assentadas em ambiente de canga.

Figura 1. Análise de Componentes Principais (PCA) da composição química dos tecidos vegetais das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barreto*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis analisadas: Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Carbono (C).



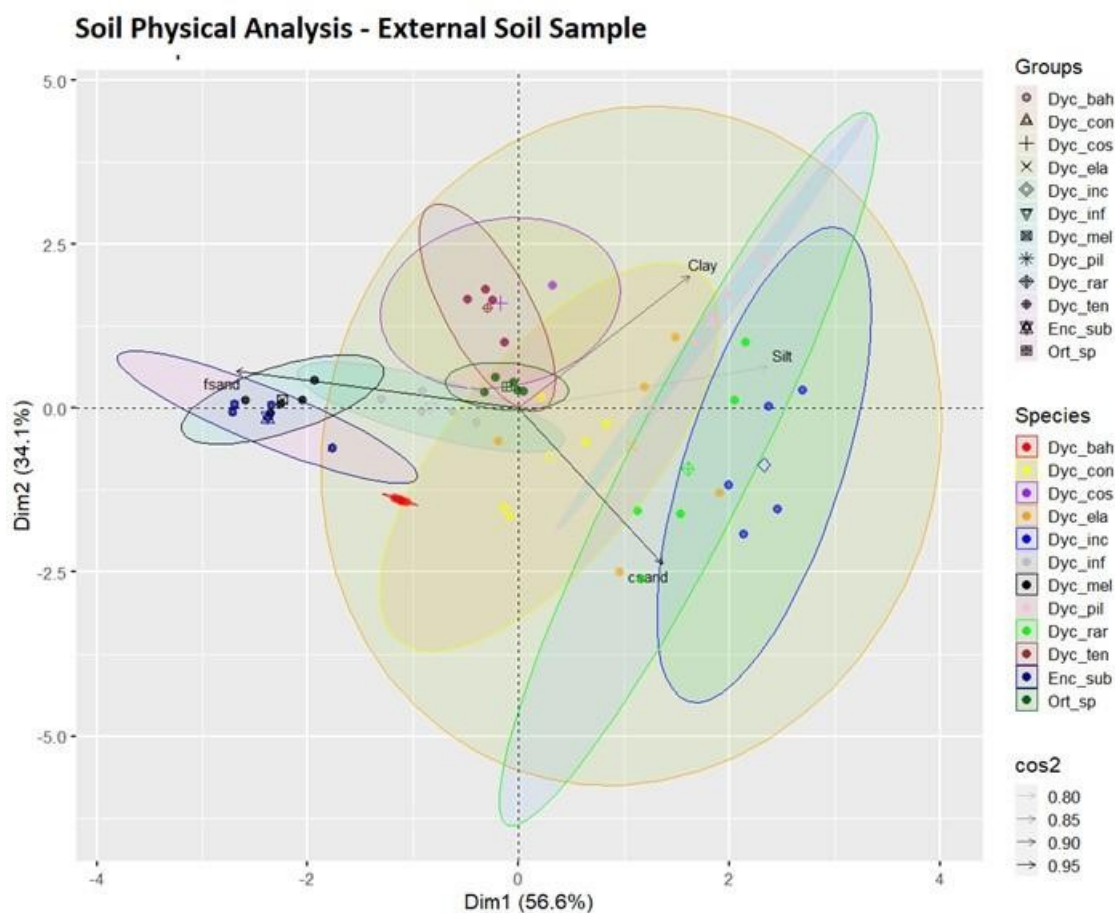
Análise Composição Química e Física do Solo Externo e Solo da Rizosfera

Solo externo

O primeiro Eixo (Dim1) referente a análise física dos solos externos explicou 56.6% da variação dos atributos químicos dos tecidos vegetais, e o segundo Eixo (Dim2) explicou 34.1% da variação dos dados, totalizando 90,7%. Os atributos físicos dos solos externos dividiram as espécies vegetais em 4 grandes grupos. O primeiro grupo associado a solos cuja fração predominante é a areia fina incluiu predominantemente as espécies de quartzito *Encholirium subsecundum*, *Dyckia*

mello-barreto e *Dyckia* sp. Nov.1 e uma espécie de canga da região do Serro *Dyckia inflexifolia*. O segundo grupo formado por espécies da fração areia grossa incluíram *Dyckia rariflora* e *Dyckia concepcionensis*. O terceiro grupo teve maior influência da fração Silte dos solos e incluíram *Dyckia elata* e *Dyckia incana*. O quarto grupo afiliado a fração argila incluíram as espécies *Dyckia consimilis*, *Dyckia tenebrosa*, *Dyckia* sp. Nov. 2, e *Orthophytum* sp; algumas subpopulações de *Dyckia elata* também foram fortemente influenciadas pelos teores de argila.

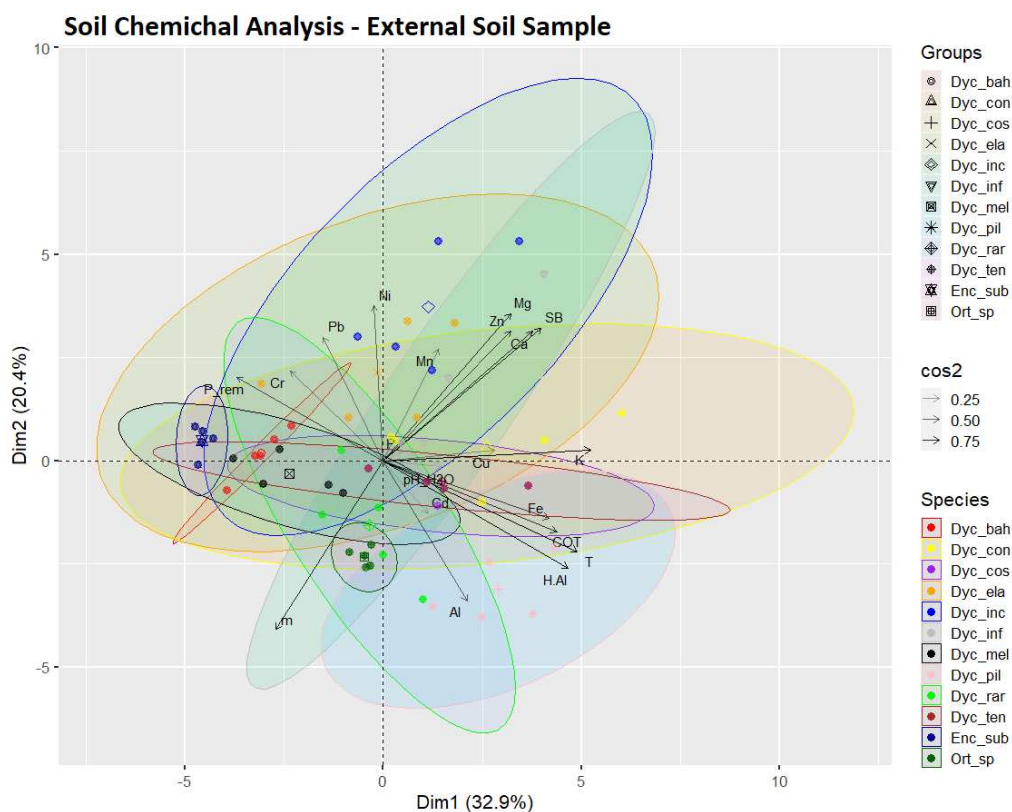
Figura 2. Análise de Componentes Principais (PCA) da composição Física dos solos associado ao ambiente externo das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barreto*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: Argila (Clay); Silte (Silt); Areia Fina (fsand) e Areia Grossa (csand).



O primeiro Eixo (Dim1) referente a análise química dos solos externos explicou 32.9% da variação dos atributos químicos dos tecidos vegetais, e o segundo Eixo (Dim2) explicou 20.4% da variação dos dados, totalizando 53,3%. Os

atributos químicos dos solos externos dividiram 5 principais grupos de solos aliados às espécies estudadas. O primeiro grupo incluiu altos teores de micronutrientes e metais SB, Ca, Mg, Pb, Cr, Ni, Mn e Zn englobando as espécies *Dyckia incana*, *Dyckia elata* e *Dyckia inflexifolia*. O segundo grupo reflete teores de H+Al, Al, Fe, Cd, COT, T e pH H₂O, com espécies como *Dyckia consimilis*, *Dyckia pilosa* e *Dyckia tenebrosa*. Um terceiro grupo das espécies de solos Quartzíticos fortemente relacionado com P-rem e Cr, *Dyckia mello-barretoii*, *Dyckia* sp. Nov. 1 e *Encholirium subsecundum*. O quarto grupo com espécies diretamente associadas com teores de alumínio, Al e m (saturação de alumínio no solo), *Dyckia rariflora* e *Orthophytum* sp. O último grupo foi formado por apenas uma espécie *Dyckia concepcionensis*, tem seus solos influenciados por teores de P, K, Fe, Cu.

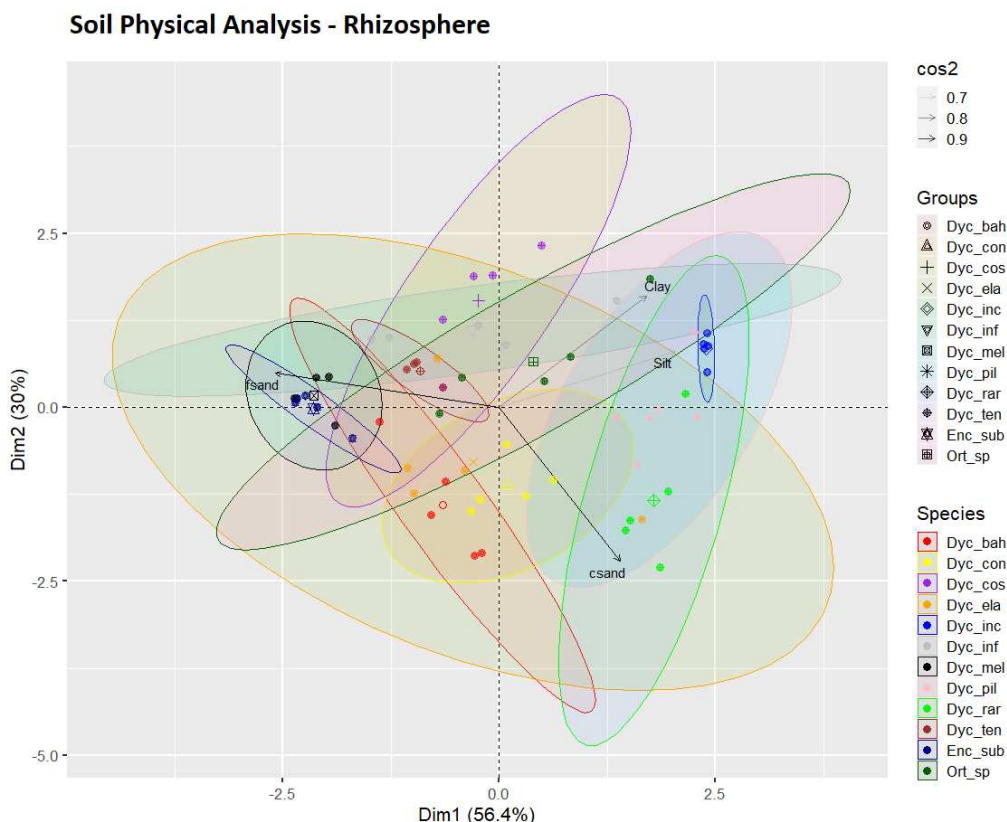
Figura 3. Análise de Componentes Principais (PCA) da composição química dos solos associado ao ambiente externo das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: pH em água (pH_H2O); fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Acidez Potencial (H_al); Soma de Bases (SB); Capacidade de Troca Catiônica (T); Saturação por Alumínio (m); Fósforo Remanescente (P_Rem); Cobre (Cu); Manganês (Mn); Ferro (Fe); Zinco (Zn); Cromo (Cr); Níquel (Ni), Cádmi (Cd); Chumbo (Pb).



Solo da Rizosfera Vegetal

O primeiro Eixo (Dim1) referente a análise física dos solos da rizosfera explicou 56.4% da variação dos atributos químicos dos tecidos vegetais, e o segundo Eixo (Dim2) explicou 30% da variação dos dados, totalizando 86.4%. Foram observados 4 principais grupos para as espécies relativas aos atributos físicos solos da rizosfera. O primeiro grupo incluiu a fração areia fina e teve as espécies *Dyckia mello-barretoj*, *Dyckia tenebrosa* e *Encholirium subsecundum*. Em relação aos atributos físicos dos solos externos a espécie típica de quartzito *Dyckia* sp. Nov. 1 não foi agrupada na fração areia fina. O segundo grupo faz parte dos solos da rizosfera com predominância da fração areia grossa, incluíram as espécies *Dyckia rariflora*, *Dyckia conceicionensis* e *Dyckia* sp. nov. 1; sendo que as duas primeiras também integraram o grupo de solos de fração areia grossa para solos externos. O grupo associado à fração Silte incluíram duas espécies *Dyckia incana* e *Dyckia* sp. Nov. 2. Por último o grupo 4 com fração predominante de argila incluíram as espécies *Dyckia inflexifolia*, *Dyckia consimilis* e *Orthophytum* sp. A espécie *D. consimilis* e *Orthophytum* sp. também foram agrupados nesse mesmo grupo quando comparada a fração argila dos solos externos. *Dyckia elata* teve subpopulações que variaram em quantidades da fração areia fina e areia grossa em seus solos da rizosfera.

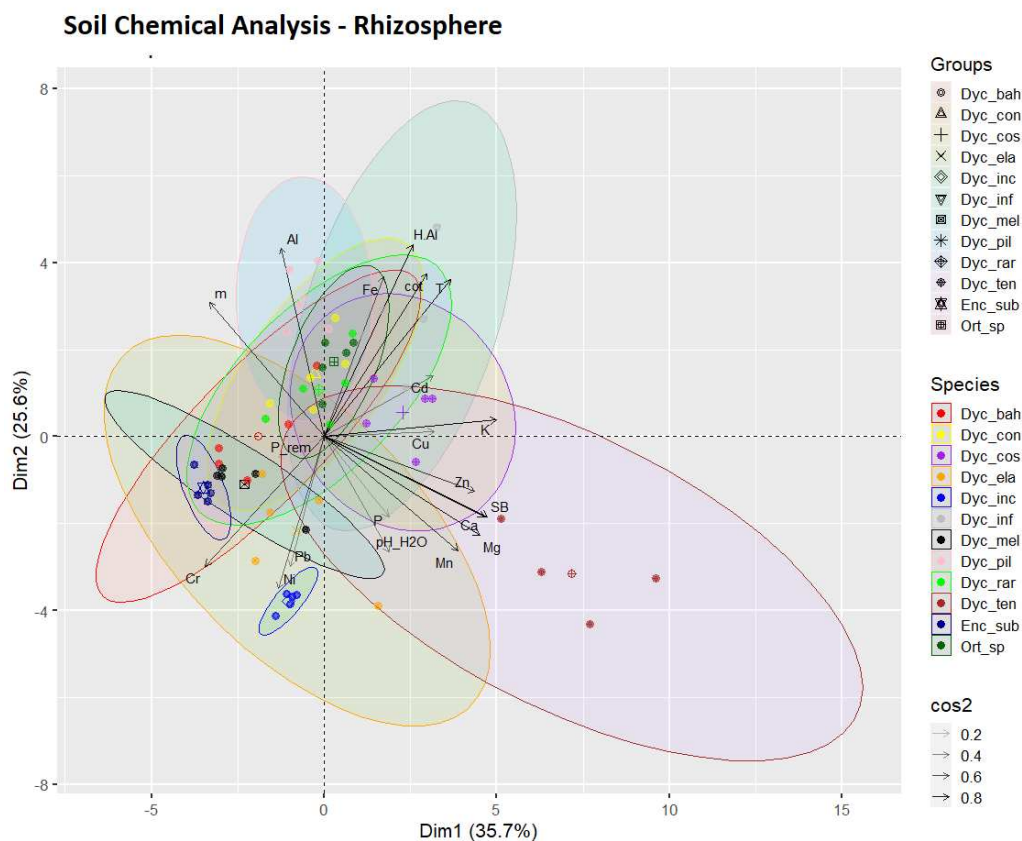
Figura 4. Análise de Componentes Principais (PCA) da composição Física dos solos associado a rizosfera das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: Argila (Clay); Silte (Silt); Areia Fina (fsand) e Areia Grossa (csand).



O primeiro Eixo (Dim1) referente a análise química dos solos da rizosfera explicou 35.7% da variação dos atributos químicos dos tecidos vegetais, e o segundo Eixo (Dim2) explicou 25.6% da variação dos dados, totalizando 61.3%. A análise da composição química dos solos da rizosfera permitiu a separação de 5 grupos. O primeiro grupo teve a mesma correspondência de atributos químicos do solo e espécies em relação à composição química dos solos externos, P-Rem e Cr estão diretamente relacionados com as espécies de quartzito *Dyckia mello-barretoii*, *Dyckia* sp. Nov.1, e *Encholirium subsecundum*. O segundo grupo teve apenas uma espécie representante *Dyckia tenebrosa* com atributos marcantes do solo como P, Mg, Mn, SB, Zn e pH H₂O. O terceiro grupo teve forte influência de Fe, Al, m, H+Al, além de T e COT e incluíram *Dyckia* sp. Nov.2, *Dyckia rariflora*, *Dyckia concepcionensis*, *Dyckia inflexifolia* e *Orthophytum* sp. Apenas a espécie *Dyckia* sp.

Nov.2 manteve o padrão para esses mesmos atributos quando comparados com a composição química dos solos externos. Algumas subpopulações de *Dyckia elata* também foram influenciadas pelos teores desses atributos citados. O quarto grupo incluiu uma concentração das populações de *Dyckia incana* e *Dyckia elata* associadas aos teores de metais pesados como o Pb, Ni e Cr. Essas subpopulações também estavam associadas a esses elementos no agrupamento da composição química dos solos externos. O último grupo teve também apenas um representante *Dyckia consimilis* e teve correlação com os atributos K, T, Cd, Cu, sendo que o elemento Cd também estava associado à essa espécie quando comparada com seus solos externos.

Figura 5. Análise de Componentes Principais (PCA) da composição química dos solos associado a rizosfera das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: pH em água (pH_H2O); fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Acidez Potencial (H_al); Soma de Bases (SB); Capacidade de Troca Catiônica (T); Saturação por Alumínio (m); Fósforo Remanescente (P_Rem); Cobre (Cu); Manganês (Mn); Ferro (Fe); Zinco (Zn); Cromo (Cr); Níquel (Ni); Cádmiu (Cd); Chumbo (Pb).



Análise de Correspondência Canônica (CCA)

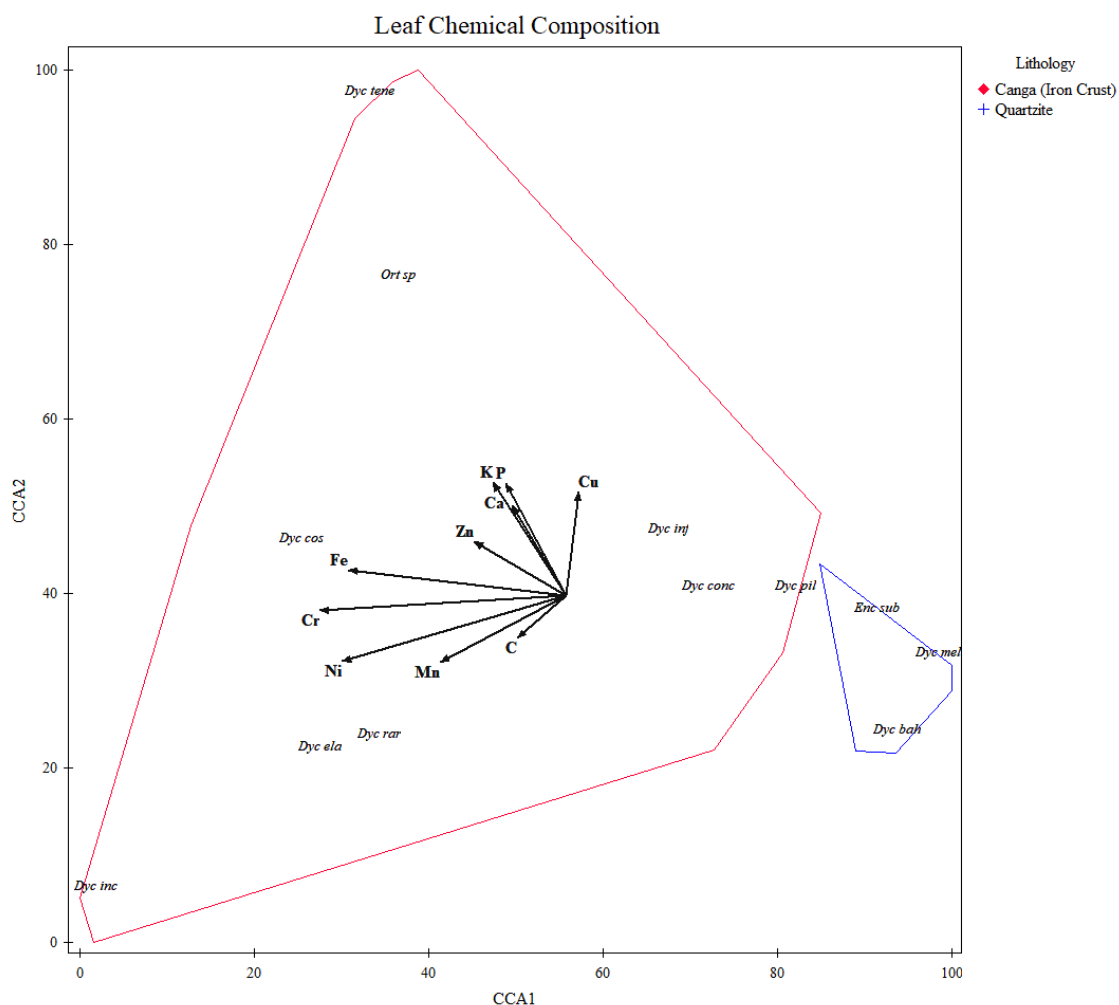
A análise de correspondência canônica demonstrou a separação entre os grupos de espécies associadas ao ambiente de Canga ferruginosa e Quartzito para as análises de tecido vegetal, composição física e química dos solos externos e da rizosfera. Na análise de tecido vegetal *Dyckia tenebrosa* teve associação com os teores de P, Ca, Zn corroborando com os resultados encontrados na PCA. *Dyckia consimilis* foi mais influenciada pelos teores de Cr Ni, e Fe, e *Dyckia incana* relacionada com teores de Ni, semelhante a PCA. *Dyckia elata* teve maior correspondência entre CCA e PCA com os valores de Mn. As demais espécies tiveram um padrão de distribuição mais amplo quanto aos teores em seus tecidos vegetais, porém os teores dos elementos químicos dos tecidos para os ambientes de quartzito e canga ferruginosa possibilitou a distinção clara entre essas duas litologias.

Na análise física dos solos externos as espécies de quartzito tiveram maior proximidade com a fração areia fina enquanto os solos de canga ferruginosa tiveram maior correspondência com os valores de Argila e Silte e menor influência da fração areia grossa, ambos resultados corroborando com os agrupamentos da PCA. Os atributos físicos dos solos da rizosfera seguiram o mesmo padrão encontrado na composição física dos solos externos.

Os atributos químicos dos solos externos e da rizosfera também separaram bem os grupos das espécies de Canga ferruginosa e quartzito. As espécies de ambiente quartzítico para os solos externos tiveram maior relação com os teores de P, P-Rem, m (saturação por alumínio), Cr, Pb e Ni, padrão semelhante foi observado para os teores desses mesmos elementos para os solos da rizosfera (P, P-Rem, m, Al, Cr). Para os solos externo de canga ferruginosa predominaram os teores de Fe, Cu, Cd, Mn, Mg, Zn, Ca, K além de teores mais expressivos de H+Al, SB, T e pH H₂O. A composição química dos solos da rizosfera também seguiu padrão semelhante aos solos externos demonstrando que quando agrupados os solos de canga ferruginosa apresentam maior fertilidade relativa aos solos quartzíticos e maiores teores de metais pesados.

Análise de Tecido Vegetal

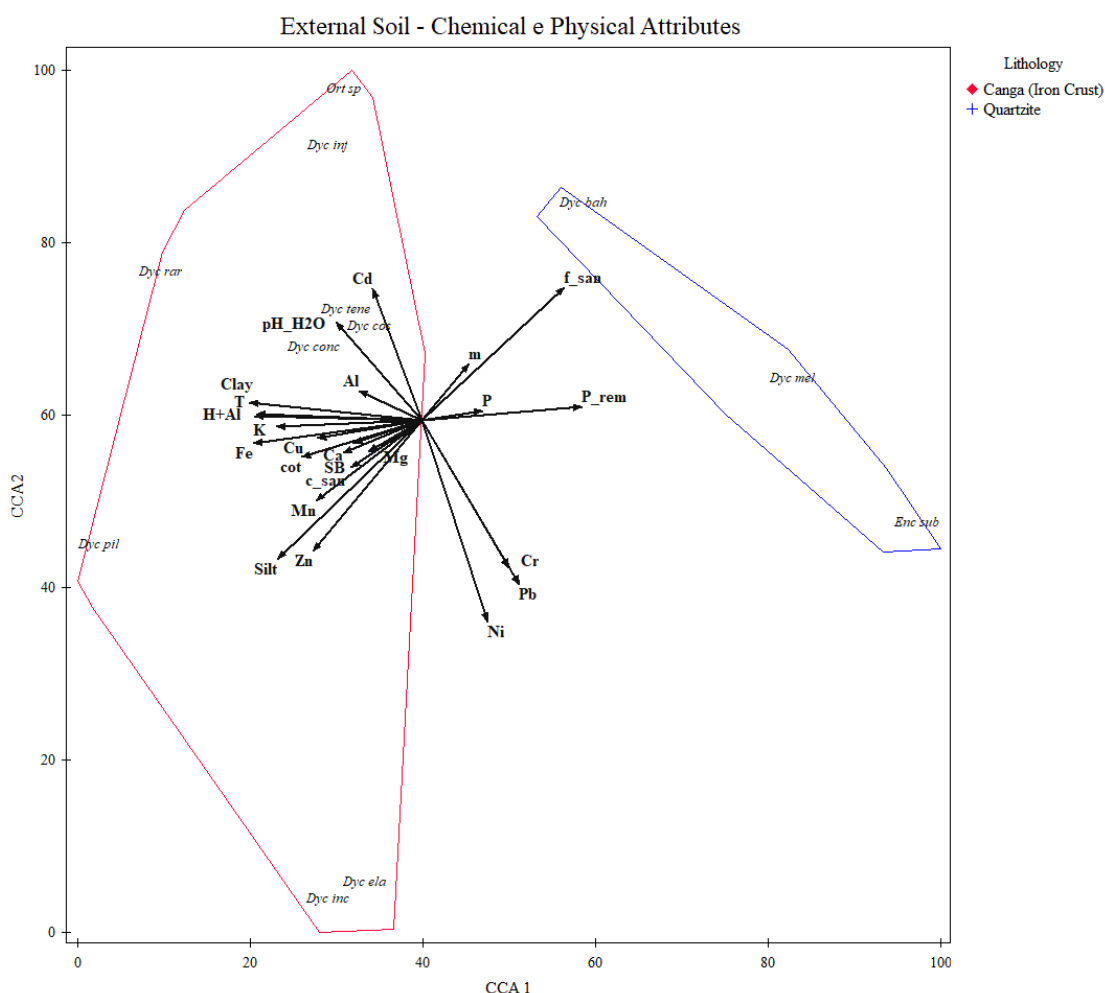
Figura 6. Análise de Correspondência Canônica (CCA) da composição química dos tecidos vegetais (Folha) das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: Variáveis analisadas: Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Carbono (C).



Análise Composição Química e Física do Solo Externo e Solo da Rizosfera

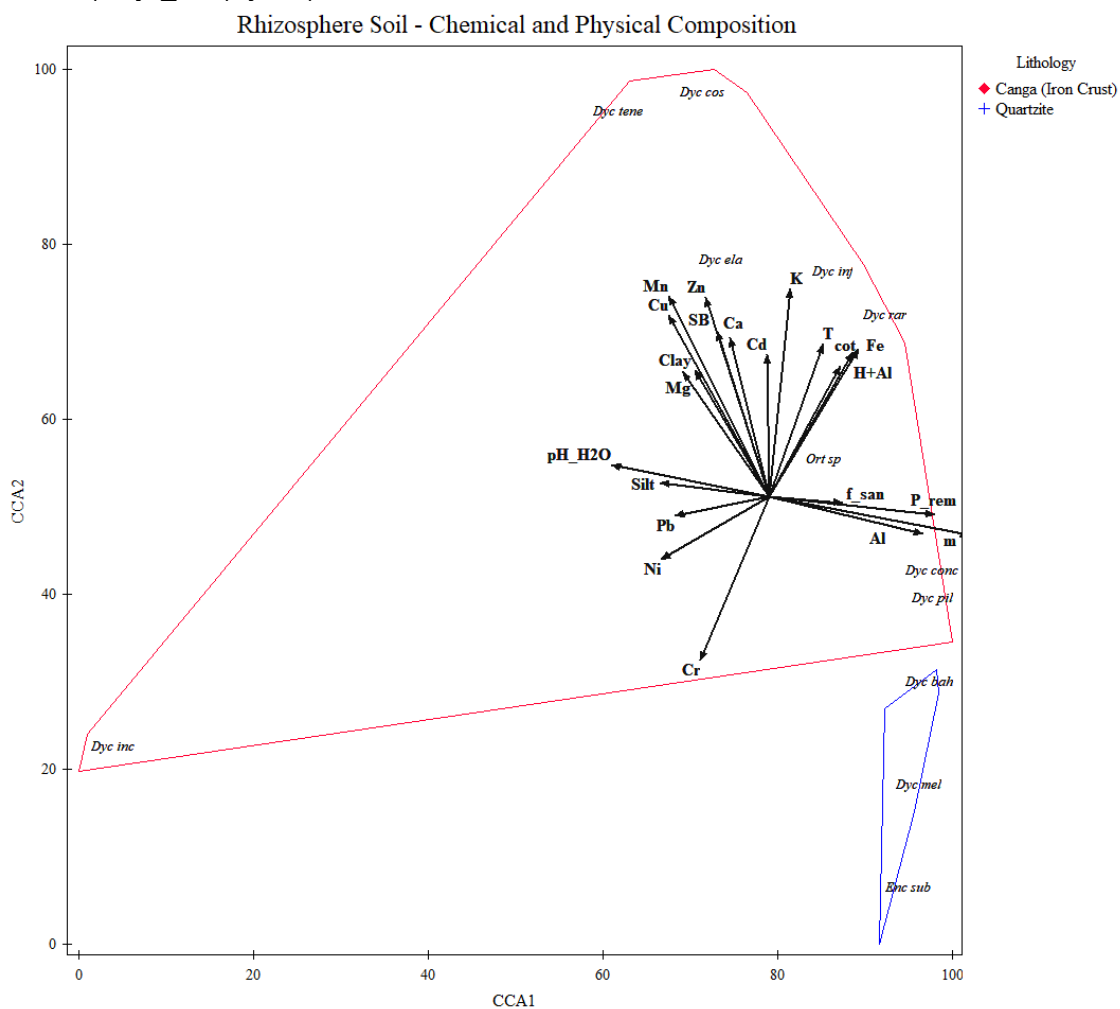
Solo Externo

Figura 7. Análise de Correspondência Canônica (CCA) da composição Física e Química dos solos associado ao ambiente externo das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia tenebrosa*); Enc_sub (*Encholirium subsecundum*); Ort_sp (*Orthophytum* sp). Variáveis do solo analisadas: pH em água (pH_H2O); fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Acidez Potencial (H_al); Soma de Bases (SB); Capacidade de Troca Catiônica (T); Saturação por Alumínio (m); Fósforo Remanescente (P_Rem); Cobre (Cu); Manganês (Mn); Ferro (Fe); Zinco (Zn); Cromo (Cr); Níquel (Ni), Cádmio (Cd); Chumbo (Pb), Argila (Clay); Silte (Silt); Areia Fina (f_san) e Areia Grossa (c_san).



Solo da Rizosfera Vegetal

Figura 8. Análise de Correspondência Canônica (CCA) da composição química e física dos solos associado a rizosfera das espécies analisadas. Dyc_bah (*Dyckia* sp. Nov.1); Dyc_con (*Dyckia concepcionensis*); Dyc_cos (*Dyckia consimilis*); Dyc_ela (*Dyckia elata*); Dyc_inc (*Dyckia incana*); Dyc_inf (*Dyckia inflexifolia*); Dyc_mel (*Dyckia mello-barretoii*); Dyc_pil (*Dyckia* sp. Nov.2); Dyc_rar (*Dyckia rariflora*); Dyc_ten (*Dyckia*).



4.3 Conclusões

Há forte dispersão na composição de rizosfera de *Dickia* entre diferentes regiões, formando agrupamentos claros pela litologia (quartzíticos versus canga). Entre extremos dos vetores da PCA, há *Dickias* relacionadas a Argila e outras associadas a areias. Os dados de Acidez total, Fe MO e T estão relacionados, como esperado.

Micronutrientes e alguns metais (exceto Fe), além de CTC, Ca e Mg, estão relacionados a Argila.

Portanto, a rizosfera de *Dyckia* é grosseiramente relacionada aos substratos onde cresce, com pouco influência direta da planta sobre o substrato. O comportamento semelhante da Fig 7 e 8 demonstra que há pouca influência da planta sobre o substrato, já que as duas Figuras pouco diferem na prática.

Sobre a Figura 6, não parece haver qualquer associação de composição mineral das folhas de *Dyckia*, e uma possível influência de particulados de óxidos de Fe de difícil remoção das folhas, influenciando os resultados nas plantas que crescem sobre substratos de canga. As plantas crescendo em substrato quartzítico (fora da canga) não evidenciaram relação com qualquer elemento em especial.

Na Figura 1, parece haver uma dispersão muito forte nas concentrações de elementos químicos, sem formar grupos consistentes, o que revela que os fatores que levam a diferentes concentrações de elementos em *Dyckia* independem do substrato, aparentemente. Nas Figs 2 e 3 ilustra-se melhor separação física (textural) do que química (solo externo), já que os solos mostram baixíssima fertilidade natural geral, tanto em Quartzitos ou canga, enquanto as diferenças de granulometria entre os Solos são bem marcantes (>>> areia nos quartzitos; >>> argila e silte na canga).

Espécies de *Dyckia* não apresentam especificidade química ao substrato ferruginoso ou quartzítico. Provavelmente o fator de seleção das espécies para campos ferruginosos está relacionado a picos de temperatura em períodos críticos de aquecimento o que seleciona, não só *Dyckia* quanto outras espécies de diferentes famílias.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BUSSEL, J.D. & JAMES, S.H. 1997. **Rocks as museums of evolutionary processes**. Journal of the Royal Society of Western Australia 80: 221-229

CAMPOS, P. V.; VILLA, P. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; ALVES-NUNES, J.; POREMBSKI, S.; NERI, A. V. **Beta diversity, community composition and structure of high altitude grasslands along an altitudinal gradient in southeastern Brazil**. Revista de Biología Tropical, v. 68, n. 3, p. 977-986, 2020. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.37704>

CARMO, F.F. & JACOBI, C.M. 2012. **As cangas do Quadrilátero Ferrífero**. In: Jacobi, C.M. & Carmo, F.F. (orgs.). Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero. Ed. IDM, Belo Horizonte. Pp. 1-13.

DRAGUNSKI, D. C.; CAIADO, J.; FERREIRA, E. F.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE Jr. A. **Uso de bromeliáceas em biomonitoramento atmosférico**. Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 13, n. 3, p. 205-209, set./dez. 2009.

ELIAS, C.; DE NADAI FERNANDES, E.A.; FRANÇA, E.J. AND BACCHI, M.A. **Seleção de epífitas acumuladoras de elementos químicos na Mata Atlântica**. Biota Neotrop. Jan/Abr 2006 vol. 6, no. 1

GIULIETTI, A.M.; PIRANI J.R. & HARLEY, R.M. 1997. **Espinhaço Range Region, Eastern Brazil**, Site SA20. Centres of plant diversity: South America.

KRUCKEBERG, A.R. 2004. **Geology and plant life: the effects of landforms and rock types on plants**. University of Washington Press. 363p.

GIULIETTI, A.M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M.J.G; QUEIROZ, L.P. & SILVA, J.M.C. (orgs.). 2009. **Plantas raras do Brasil**. Conservation International, Belo Horizonte. 496p

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

LARCHER, W. 1995. **Physiological Plant ecology**. Berlin, Springer, Verlag 506 p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD: **Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.0**. MjMSoftwareDesing, Glaneden Beach, Oregon, 2011.

Northern Amazon. Forest Ecology and Management, v. 430, p. 312-320, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.014>

NUNES, J. A. 2009. **Florística, estrutura e relação solo-vegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na Serra-sul, flona de Carajás – Pará**. Dissertação (Mestrado em botânica) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.

PEREIRA A.F. (2010) **Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em Campo Rupestre Ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.

PORTO, M.L. & SILVA, M.F.F. 1989. **Tipos de Vegetação Metalófila em Áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil**. Acta Botanica Brasilica 3: 1989.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SCARANO, F.R. 2007. **Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview**. Revista Brasileira de Botânica 30: 561-568.

TAVERAS, V. B. 2018. **Estudo da florística nos campos ferruginosos sob influência de espécies acumuladoras e não acumuladoras de Alumínio**. Universidade Federal de Ouro Preto.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed. Téc.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TER BRAAK, C. J. F. **The analysis of vegetation-environment relationship by canonical correspondence analysis.** Vegetatio, v. 69, n.1, p. 69-77, 1987. <https://doi.org/10.1007/BF00038688>

VIANA, P.L. & J.A. LOMBARDI. 2007. **Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil.** Rodriguésia 58: 159-177.

VILLA, P. M.; MARTINS, S. V.; DE OLIVEIRA NETO, S. N.; RODRIGUES, A. C.; MARTORANO, L. G.; MONSANTO, L. D.; CANCIO, N. M.; GASTAUER, M. **Intensification of shifting cultivation reduces forest resilience in the**

VINCENT, R.C. & MEGURO, M. 2008. **Influence of soil properties on the abundance of plant species in ferruginous rocky soils vegetation, southeastern Brazil.** Revista Brasileira de Botânica 31: 377-388.

ZAMPIERI M. A. C., SAIKI M., TAVARES, A. R. , PINNA G. F. A. M. 2012. **Acúmulo de minerais em *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Smith (Bromeliaceae), contaminadas com zinco em cultivo in vitro.** Hoehnea 39(3): 379-385, 4 tab., 2012.

ANEXO

Resultados da Análise de Correspondência Canônica

*Resumo dos Eixos da Estatística**Análise foliar*

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.963	0.942	0.910
Variance in species data			
% of variance explained	8.8	8.6	8.3
Cumulative % explained	8.8	17.3	25.6
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.981	0.971	0.954
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0.858	0.794	0.804

* Correlation between sample scores for an axis derived from the species data and the sample scores that are linear combinations of the environmental variables. Set to 0.000 if axis is not canonical.

Composição Física e Química do Solo Externo

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.993	0.983	0.968
Variance in species data			
% of variance explained	9.0	8.9	8.8
Cumulative % explained	9.0	18.0	26.8
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.996	0.992	0.984
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0.841	0.872	0.832

* Correlation between sample scores for an axis derived from the species data and the sample scores that are linear combinations of the environmental variables. Set to 0.000 if axis is not canonical.

Composição Física e Química do Solo da Rizosfera

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.995	0.988	0.968
Variance in species data			
% of variance explained	9.0	9.0	8.8
Cumulative % explained	9.0	18.0	26.8
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.998	0.994	0.984
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0.888	0.922	0.852

* Correlation between sample scores for an axis derived from the species data and the sample scores that are linear combinations of the environmental variables. Set to 0.000 if axis is not canonical.

Tabela 1. Atributos químicos dos solos associados à Rizosfera das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	m	cot	P_rem	Cu	Mn	Fe	Zn
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.50	3.60	39.00	0.33	0.06	1.30	7.40	0.49	7.89	72.60	5.03	34.00	0.60	11.80	206.90	2.08
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	5.09	3.70	43.00	0.65	0.08	1.60	14.40	0.84	15.24	65.60	4.29	38.10	0.39	16.80	400.10	3.70
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.99	4.90	39.00	0.37	0.08	0.50	8.60	0.55	9.15	47.60	3.40	44.80	0.35	18.10	215.20	3.98
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.96	2.90	45.00	0.55	0.15	1.00	11.90	0.82	12.72	54.90	3.77	34.50	0.44	20.30	303.60	4.39
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.62	2.50	17.00	0.10	0.03	0.90	8.10	0.17	8.27	84.10	2.20	39.00	0.43	10.60	131.60	2.36
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.69	2.40	13.00	0.06	0.01	0.40	3.00	0.10	3.10	80.00	1.16	53.60	0.00	1.20	63.20	0.69
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.41	2.90	17.00	0.06	0.03	0.80	4.00	0.13	4.13	86.00	1.22	51.60	0.07	1.40	70.50	0.81
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.94	2.80	13.00	0.46	0.09	0.60	3.80	0.58	4.38	50.80	1.72	57.50	0.07	5.70	42.00	1.00
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.39	3.90	31.00	0.77	0.15	1.10	10.70	1.00	11.70	52.40	4.23	50.70	0.12	8.00	56.10	1.17
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.39	4.70	31.00	0.97	0.19	1.50	12.70	1.24	13.94	54.70	5.52	50.50	0.05	10.30	62.40	1.27
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.34	2.40	21.00	0.07	0.03	2.50	17.70	0.15	17.85	94.30	5.94	25.40	0.22	1.60	156.70	1.62
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.98	2.80	51.00	0.15	0.06	1.20	15.80	0.34	16.14	77.90	6.23	29.40	0.37	2.40	300.10	2.01
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.38	1.50	33.00	0.15	0.03	1.60	18.30	0.26	18.56	86.00	7.65	30.20	0.35	1.60	447.80	1.04
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.60	2.00	27.00	0.11	0.01	1.30	15.00	0.19	15.19	87.20	5.87	34.40	0.22	1.60	409.10	1.46
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.29	1.90	31.00	0.13	0.04	1.40	16.70	0.25	16.95	84.80	5.91	31.90	0.30	1.80	351.70	1.33
1	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.33	3.30	47.00	0.35	0.08	0.80	12.70	0.55	13.25	59.30	4.01	39.10	0.42	4.50	362.30	1.54
2	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.22	3.40	47.00	0.65	0.17	1.30	16.30	0.94	17.24	58.00	5.39	37.10	0.23	7.60	493.90	2.08
3	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.38	3.70	27.00	0.13	0.02	0.70	9.70	0.22	9.92	76.10	2.31	49.10	0.31	2.00	186.50	1.13
4	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.59	3.60	45.00	0.80	0.20	1.20	13.90	1.12	15.02	51.70	4.90	33.40	0.55	8.80	510.80	2.42
5	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.44	4.20	51.00	0.64	0.13	0.70	11.70	0.90	12.60	43.70	2.89	44.80	0.27	8.20	300.60	1.26
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.66	3.00	5.00	0.06	0.00	0.60	5.10	0.07	5.17	89.60	1.74	51.30	0.11	0.80	43.00	0.96
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.63	4.10	9.00	0.03	0.00	0.80	5.90	0.05	5.95	94.10	1.86	52.40	0.14	0.50	62.90	0.73
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.66	3.80	9.00	0.06	0.01	0.60	5.60	0.09	5.69	87.00	1.75	52.60	0.12	0.60	57.40	0.51
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.67	7.20	23.00	0.12	0.04	0.70	7.10	0.22	7.32	76.10	2.82	51.10	0.23	1.90	108.90	1.31
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	5.24	12.60	63.00	0.45	0.08	0.50	8.40	0.69	9.09	42.00	2.60	55.20	0.13	4.10	38.90	2.19
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	5.59	3.10	17.00	0.35	0.27	0.00	4.60	0.66	5.26	0.00	0.89	18.70	0.46	20.60	34.40	2.78

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	m	cot	P_rem	Cu	Mn	Fe	Zn
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	5.50	2.30	9.00	0.31	0.23	0.00	5.10	0.56	5.66	0.00	0.86	16.50	0.61	21.40	39.00	2.62
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	5.52	2.50	13.00	0.32	0.25	0.00	5.10	0.60	5.70	0.00	0.92	17.30	0.52	18.60	33.50	2.36
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	5.63	2.70	13.00	0.33	0.25	0.00	4.50	0.61	5.11	0.00	0.79	17.00	0.57	20.60	39.90	2.46
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	5.62	3.00	15.00	0.32	0.27	0.00	3.10	0.63	3.73	0.00	0.70	18.50	0.50	17.60	36.40	1.88
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzizito	4.42	5.10	7.00	0.00	0.00	1.00	4.00	0.02	4.02	98.00	0.84	49.60	0.17	0.00	55.50	0.41
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzizito	4.32	4.90	9.00	0.00	0.00	2.00	3.50	0.02	3.52	99.00	1.00	49.80	0.15	0.10	48.40	0.44
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzizito	4.32	5.70	13.00	0.07	0.02	1.20	4.10	0.12	4.22	90.90	1.22	50.50	0.18	0.50	50.50	0.56
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzizito	4.67	1.20	7.00	0.03	0.01	1.00	3.10	0.06	3.16	94.30	0.98	47.40	0.21	0.30	55.90	0.68
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzizito	4.42	4.90	9.00	0.00	0.01	0.80	4.80	0.03	4.83	96.40	0.96	48.70	0.17	0.10	46.60	0.47
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	3.90	2.70	27.00	0.48	0.12	1.60	6.80	0.67	7.47	70.50	1.62	34.50	0.49	50.60	163.50	3.02
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	4.60	3.00	29.00	0.27	0.08	0.40	6.90	0.42	7.32	48.80	1.86	45.50	0.43	27.60	187.00	1.79
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	4.48	4.30	59.00	0.33	0.18	0.40	11.40	0.66	12.06	37.70	3.07	40.20	0.41	48.50	212.20	4.04
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	4.94	3.10	31.00	1.99	0.26	0.10	6.60	2.33	8.93	4.10	2.45	43.30	0.46	181.80	257.30	5.36
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	4.75	3.00	17.00	0.13	0.04	0.10	3.00	0.21	3.21	32.30	0.27	45.00	0.64	19.20	137.00	1.72
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.77	6.50	71.00	0.33	0.14	1.17	12.80	0.65	13.45	64.30	5.31	39.30	0.75	10.80	319.80	17.19
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.60	3.60	69.00	0.74	0.18	1.78	22.30	1.10	23.40	61.80	9.22	30.70	0.79	18.40	681.40	2.48
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.74	2.70	63.00	1.01	0.26	1.25	16.50	1.43	17.93	46.60	6.86	36.70	0.44	16.40	461.30	5.76
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.67	4.40	53.00	0.45	0.18	1.03	14.40	0.77	15.17	57.20	4.80	41.80	0.53	9.50	441.80	2.24
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.60	2.20	39.00	1.11	0.18	1.37	19.20	1.39	20.59	49.60	5.01	34.30	0.45	32.00	419.70	3.15
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	5.02	3.10	35.00	0.09	0.02	0.86	11.50	0.20	11.70	81.10	3.63	26.80	0.61	3.00	147.60	0.74
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.87	3.50	41.00	0.12	0.03	1.19	13.40	0.26	13.66	82.10	7.54	25.00	0.54	3.70	110.20	0.70
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.74	3.20	43.00	0.35	0.10	1.15	14.10	0.56	14.66	67.30	5.57	28.40	0.54	4.20	182.20	1.03
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.82	2.90	49.00	0.42	0.11	1.03	13.10	0.66	13.76	60.90	5.70	25.50	0.57	5.30	163.10	0.83
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	5.05	2.50	41.00	0.27	0.11	0.68	10.00	0.49	10.49	58.10	3.69	30.40	0.44	6.60	153.40	0.56
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.26	3.30	105.00	0.94	0.21	0.55	12.00	1.42	13.42	27.90	11.93	44.50	0.71	29.30	177.50	6.21
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.37	1.60	67.00	0.66	0.15	0.49	11.20	0.98	12.18	33.30	5.42	35.10	0.58	25.20	211.40	5.66

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H₂O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	m	cot	P_rem	Cu	Mn	Fe	Zn
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	5.10	1.90	65.00	0.39	0.09	0.94	14.30	0.65	14.95	59.10	4.52	38.30	0.74	17.50	277.60	4.26
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	5.57	1.50	83.00	0.98	0.21	0.27	12.00	1.40	13.40	16.20	7.53	27.30	0.56	33.50	716.30	7.44
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	5.35	1.90	85.00	0.76	0.18	0.37	9.90	1.16	11.06	24.20	5.64	32.50	0.69	61.80	261.50	7.95
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	5.08	5.10	85.00	2.89	0.64	0.16	9.90	3.75	13.65	4.10	3.06	34.10	0.60	105.10	104.90	8.39
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	5.13	10.10	168.00	5.16	1.52	0.06	10.80	7.11	17.91	0.80	4.82	44.10	0.47	124.90	72.10	11.39
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	5.15	6.30	87.00	4.02	0.96	0.06	10.20	5.20	15.40	1.10	3.81	39.30	0.57	137.00	81.20	11.69
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	5.30	9.10	95.00	4.90	1.27	0.06	8.30	6.41	14.71	0.90	4.51	42.30	0.51	152.50	56.40	14.77

Tabela 2. Teor de metais pesados associados aos **solos da Rizosfera** das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Cr	Ni	Cd	Pb
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.22	0.57	0.07	0.15
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.13	0.00	0.20	0.00
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.12	0.00	0.17	0.00
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.15	0.22	0.10	0.00
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.23	0.67	0.01	0.45
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.29	0.00	0.00	0.00
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.35	0.25	0.00	0.11
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.28	0.15	0.00	0.09
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.20	1.22	0.00	0.97
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.00	0.40	0.00	0.00
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.14	0.48	0.00	0.05
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.13	0.72	0.00	0.02
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.12	0.59	0.00	0.21
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.29	0.98	0.00	0.88
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.21	0.70	0.00	0.55
1	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.21	0.94	0.00	0.70
2	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.18	0.77	0.00	0.00
3	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.15	0.45	0.00	0.62
4	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.27	1.24	0.00	0.21
5	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.22	0.92	0.00	0.30
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.30	1.19	0.00	1.47
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.25	1.19	0.00	2.20
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.30	1.46	0.00	1.29
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.30	1.45	0.00	1.49
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.36	1.85	0.00	0.97
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.37	2.46	0.00	2.23
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.74	2.89	0.00	2.36
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.52	2.73	0.00	1.69
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.49	2.84	0.00	2.02
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.31	2.23	0.00	2.31
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.25	1.70	0.00	2.43
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.36	1.91	0.00	2.24
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.31	2.46	0.00	2.20
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.40	2.21	0.00	1.82
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.31	2.38	0.00	2.56
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0.44	2.56	0.00	2.56
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0.31	2.82	0.00	2.22
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.38	2.87	0.00	2.48

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Cr	Ni	Cd	Pb
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.41	2.72	0.00	2.48
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.33	2.61	0.00	2.41
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.00	0.37	0.00	1.22
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.00	1.41	0.44	0.03
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.00	1.25	0.62	0.54
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.00	0.10	0.10	0.12
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.00	0.38	0.08	0.25
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.00	0.52	0.25	0.00
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.00	0.12	0.03	1.36
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.00	1.10	0.45	0.56
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.00	0.02	0.14	0.75
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.00	0.51	0.19	0.93
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.00	0.89	0.29	3.92
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.00	1.47	0.17	2.36
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.00	0.68	0.30	2.40
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.00	0.96	0.11	1.42
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.00	1.30	0.25	2.28
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.00	0.95	0.40	0.45
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.00	1.10	0.51	0.31
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.00	0.75	0.00	0.93
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.00	0.89	0.00	1.24

Tabela 3. Atributos físicos dos **solos da Rizosfera** das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	11.00	35.00	25.60	28.40
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	7.40	53.20	17.30	22.10
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.40	66.80	13.60	15.30
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	12.40	56.20	13.30	18.10
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	13.80	56.30	16.40	13.50
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	49.50	40.80	3.80	6.00
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	37.70	51.50	4.80	5.90
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	39.00	51.40	4.60	5.00
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	63.70	20.60	3.00	12.60
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	47.90	36.80	3.00	12.40
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	7.40	40.20	25.00	27.40
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	13.10	40.70	12.60	33.60
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	13.50	23.80	30.00	32.80
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	15.10	45.50	18.00	21.40
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	21.90	35.00	19.60	23.50
1	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	33.10	44.10	9.50	13.40
2	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	39.60	33.30	9.70	17.40
3	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	41.50	41.20	7.40	9.90
4	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	28.90	43.20	11.10	16.80
5	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	41.60	43.80	3.90	10.70
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	72.90	16.70	4.50	5.90
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	81.70	9.00	2.90	6.40
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	81.70	8.80	4.20	5.30
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	77.90	6.00	9.50	6.60
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	80.10	5.30	8.70	5.90
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	13.80	23.20	39.10	23.90
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	13.20	22.10	38.00	26.70
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	11.90	25.00	36.50	26.60
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	12.50	25.20	36.00	26.30
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	10.10	30.30	33.90	25.70
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	81.30	7.50	8.70	2.50
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	82.40	7.70	7.20	2.60
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	78.10	10.90	7.60	3.30
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	68.60	20.70	3.90	6.80
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	82.10	9.00	5.30	3.60
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	61.20	7.70	23.10	8.00
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	56.80	30.00	5.90	7.30
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	12.80	53.70	22.30	11.10
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	46.70	33.90	10.40	8.90

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	55.20	33.90	8.50	2.40
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	71.80	2.70	11.50	14.10
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	26.90	15.60	18.40	39.10
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	52.00	8.90	14.40	24.70
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	68.20	4.10	11.40	16.20
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	46.20	14.00	16.50	23.30
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	49.30	20.70	2.50	27.50
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	22.80	13.00	23.50	40.60
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	33.70	27.50	5.70	33.10
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	29.30	26.10	4.80	39.80
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	51.40	25.60	0.20	22.80
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	54.60	0.90	11.90	32.60
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	58.10	6.20	10.30	25.40
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	43.00	1.20	13.40	42.40
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	51.30	1.90	13.40	33.40
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	53.40	19.60	5.30	21.60
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	53.40	19.60	5.30	21.60
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	60.90	14.00	3.40	21.70
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	60.40	12.90	5.40	21.30
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	60.30	12.30	7.10	20.30

Tabela 4. Atributos químicos do solo externo das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+A I	SB	T	m	cot	P _{re} m	Cu	Mn	Fe	Zn
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	5.0	2.2	33.0	0.3	0.1	0.5	7.4	0.4	7.8	56.2	2.0	44.7	0.4	11.1	215.8	3.0
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.7	2.7	17.0	0.1	0.0	0.6	11.6	0.1	11.7	81.1	1.7	37.7	0.5	10.4	129.1	2.4
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.4	2.9	37.0	0.2	0.1	1.3	14.0	0.3	14.3	81.2	4.6	43.1	0.5	6.2	227.7	1.9
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	4.4	2.3	33.0	0.2	0.0	1.7	16.5	0.3	16.8	85.9	6.5	29.8	0.6	7.8	318.2	2.2
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	5.0	1.9	31.0	0.3	0.1	1.0	9.9	0.5	10.4	69.0	2.7	36.0	0.4	13.1	249.5	2.5
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.6	2.6	15.0	0.1	0.0	0.5	3.3	0.1	3.4	78.1	1.2	53.0	0.1	1.4	60.6	0.7
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.9	2.7	17.0	0.6	0.1	0.5	4.0	0.7	4.7	40.7	1.4	56.0	0.1	6.3	42.5	1.1
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.7	2.7	16.0	0.3	0.1	0.5	3.7	0.4	4.1	59.4	1.3	54.5	0.1	3.9	51.6	0.9
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.8	2.7	16.5	0.4	0.1	0.5	3.8	0.6	4.4	50.1	1.4	55.3	0.1	5.1	47.0	1.0
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	4.7	2.6	15.8	0.3	0.1	0.5	3.6	0.4	3.9	64.1	1.3	54.1	0.1	3.2	53.8	0.9
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.6	2.0	57.0	0.2	0.1	2.3	21.8	0.4	22.2	84.9	7.7	21.3	0.3	3.0	359.5	2.1
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.5	2.6	53.0	0.2	0.0	2.0	17.5	0.4	17.9	84.7	6.0	26.5	0.2	2.1	365.0	1.8
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.9	1.9	79.0	0.3	0.1	1.6	19.5	0.6	20.1	74.1	8.7	28.4	0.2	3.2	490.8	2.0
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.6	2.6	67.0	0.3	0.1	2.1	23.3	0.5	23.8	79.8	11.6	23.2	0.4	2.6	721.1	1.8
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	4.7	2.6	89.0	0.5	0.1	1.3	19.6	0.8	20.4	62.2	12.4	26.8	0.5	7.8	762.1	2.7
1	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.7	3.3	39.0	0.6	0.2	0.5	9.4	0.9	10.3	36.8	2.6	40.8	0.2	6.2	413.0	1.8
2	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	5.1	4.2	43.0	0.5	0.1	0.4	9.4	0.7	10.1	36.4	3.8	44.8	0.4	8.3	567.4	1.7
3	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.5	6.3	47.0	0.8	0.1	1.0	18.6	1.0	19.6	49.0	9.2	43.6	0.3	6.2	487.3	2.0
4	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.1	7.6	81.0	1.7	0.4	1.5	22.4	2.3	24.7	39.6	11.2	41.2	0.4	14.1	540.2	3.2
5	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	4.7	10.8	83.0	0.9	0.2	0.8	17.0	1.3	18.3	38.1	9.2	40.0	0.4	11.1	758.9	3.2
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.5	4.2	11.0	0.1	0.0	0.5	4.8	0.2	5.0	76.9	1.5	52.7	0.1	0.6	35.0	1.2
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.4	8.8	29.0	0.2	0.1	0.7	5.9	0.3	6.2	70.0	2.8	51.3	0.2	1.9	68.7	1.4
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.4	12.6	45.0	0.2	0.1	2.2	9.1	0.4	9.5	84.3	4.2	50.2	0.2	3.9	131.6	1.9
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.5	4.2	17.0	0.1	0.1	1.6	6.4	0.2	6.6	87.0	2.8	51.4	0.1	1.5	92.9	1.1
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	4.1	6.3	29.0	0.4	0.1	1.8	13.0	0.5	13.5	79.3	4.3	50.5	0.1	2.8	72.6	2.0
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.8	3.0	49.0	1.0	0.4	0.3	7.9	1.6	9.5	15.8	2.7	41.7	0.5	50.5	148.2	4.9
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.6	4.6	41.0	0.4	0.2	0.5	7.8	0.7	8.5	42.7	2.4	39.9	0.7	15.7	142.1	3.7

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+A I	SB	T	m	cot	P _{re} m	Cu	Mn	Fe	Zn
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.5	3.1	61.0	1.1	0.6	0.8	10.4	1.8	12.2	31.0	4.8	32.0	0.8	59.6	167.8	6.1
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.5	2.5	43.0	0.6	0.3	0.8	8.2	0.9	9.1	46.0	3.3	37.1	0.6	16.0	172.6	3.9
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.5	2.9	47.0	0.5	0.3	1.0	12.5	1.0	13.5	51.0	4.9	31.2	0.7	16.0	198.6	3.6
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	4.3	3.9	9.0	0.1	0.0	0.5	3.3	0.1	3.4	84.7	1.3	56.1	0.2	1.0	38.0	0.9
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	4.3	3.7	11.0	0.1	0.0	0.5	3.8	0.1	3.9	78.1	1.5	55.8	0.2	1.0	36.1	0.9
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	4.5	0.9	3.0	0.0	0.0	0.5	2.3	0.0	2.3	94.3	0.9	50.0	0.2	0.1	43.1	0.6
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	4.3	3.4	9.0	0.0	0.0	0.3	3.0	0.1	3.1	83.3	1.1	56.0	0.2	0.3	30.5	0.6
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	4.3	3.0	8.0	0.0	0.0	0.5	3.1	0.1	3.2	85.1	1.2	54.5	0.2	0.6	36.9	0.8
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	4.6	1.5	17.0	0.1	0.0	0.7	7.8	0.2	8.0	82.4	1.9	24.1	0.6	149.8	529.7	1.5
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	4.8	3.2	51.0	0.3	0.1	0.4	12.2	0.5	12.7	43.0	9.4	36.7	0.5	18.8	271.9	2.8
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	4.6	5.1	75.0	0.5	0.2	0.5	11.2	0.9	12.1	35.7	4.9	39.9	0.5	84.5	156.4	5.4
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	4.9	2.9	61.0	0.6	0.1	0.1	7.9	0.9	8.8	10.2	4.4	43.6	0.5	15.2	170.7	4.8
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	3.7	1.7	5.0	0.1	0.0	0.2	6.1	0.1	6.2	66.7	1.0	43.6	0.4	5.0	158.3	4.9
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	5	3.4	63	1.66	0.7	0.35	9	2.52	11.52	12.2	2.447. 796	40.6	0.56	52.6	185.9	3.71
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.99	1.6	51	0.61	0.39	0.8	10.3	1.13	11.43	41.5	2.447. 796	36.9	0.27	11.2	202.6	1.45
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.89	2.1	47	0.51	0.19	0.49	9.2	0.82	10.02	37.4	1.815. 545	41.6	0.44	18.1	182.9	2.02
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	5.08	1.2	53	0.92	0.44	0.43	8	1.5	9.5	22.3	1.809. 745	39.7	0.47	24	177.6	1.43
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	4.89	1.9	53	0.55	0.25	0.9	11.2	0.94	12.14	48.9	3.213. 457	39.1	0.52	14.6	241.4	2.11
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.73	3.6	29	0.09	0.03	0.84	11.8	0.19	11.99	81.6	3.515. 081	27.2	0.64	2.2	125.1	1.13
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.72	3.4	31	0.06	0.02	0.82	11.6	0.16	11.76	83.7	1.653. 132	28.4	0.62	2.3	122.3	1.08
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	5.04	4.1	31	0.11	0.03	0.82	12	0.22	12.22	78.8	3.393. 271	27.4	0.71	2.8	154.8	1.17
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	5	3.9	27	0.03	0.03	0.88	11.8	0.13	11.93	87.1	3.283. 063	27.2	0.73	2.7	159.5	1.1
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	4.92	4.1	29	0.03	0.02	0.82	11.8	0.12	11.92	87.2	3.416. 473	27.3	0.7	2.4	148.4	1.14
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.73	2.7	69	0.52	0.21	1.01	14.2	0.91	15.11	52.6	6.977. 958	31.8	0.91	15.3	667.7	4.07
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.58	2.7	51	0.41	0.09	0.78	12.7	0.63	13.33	55.3	4.176. 334	34.7	0.72	12.3	212.9	2.52
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.55	2.7	29	0.19	0.04	0.37	9	0.3	9.3	55.2	275.52 2	33.4	0.92	19.8	108.4	2.82

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	pH_H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+A I	SB	T	m	cot	P _{re} m	Cu	Mn	Fe	Zn
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.69	3.2	51	0.41	0.1	0.86	14.9	0.64	15.54	57.3	7.093. 968	41.6	0.56	11.3	279.2	3.04
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	4.57	3.3	63	0.23	0.08	1.05	13.7	0.47	14.17	69.1	6.397. 912	31.4	1	12.3	197.2	2.27
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	4.73	2.7	69	0.52	0.21	1.01	14.2	0.91	15.11	52.6	6.977. 958	31.8	0.91	15.3	667.7	4.07
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	4.58	2.7	51	0.41	0.09	0.78	12.7	0.63	13.33	55.3	4.176. 334	34.7	0.72	12.3	212.9	2.52
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	4.55	2.7	29	0.19	0.04	0.37	9	0.3	9.3	55.2	275.52 2	33.4	0.92	19.8	108.4	2.82
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	4.69	3.2	51	0.41	0.1	0.86	14.9	0.64	15.54	57.3	7.093. 968	41.6	0.56	11.3	279.2	3.04

Tabela 5. Teor de metais pesados associados ao **solo externo** das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Cr	Ni	Cd	Pb
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.3	1.2	0.0	0.4
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.3	1.3	0.0	0.7
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.3	1.2	0.0	1.8
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.4	1.2	0.0	1.3
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.6	1.4	0.0	1.8
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.5	1.5	0.0	1.6
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.2	1.7	0.0	1.5
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.5	3.1	0.0	2.5
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.7	3.1	0.0	2.5
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.3	3.8	0.0	2.5
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.4	3.2	0.0	2.2
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.4	3.4	0.0	2.9
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.5	2.2	0.0	2.3
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.4	1.8	0.0	2.4
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.3	2.0	0.0	1.9
1	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.4	2.5	0.0	2.6
2	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.4	2.1	0.0	2.3
3	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.3	2.2	0.0	3.0
4	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.3	2.9	0.0	2.2
5	Dyckia Conceicionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.2	3.0	0.0	2.1
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.3	2.5	0.0	2.6
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.4	3.0	0.0	2.6
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0	0.41	0.13	0.36
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0	0.03	0.07	0.82
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0	1.14	0.58	0.2
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0	1.2	0.62	0.54
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0	1.21	0.54	0.16
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0	0.76	0.42	0.66

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Cr	Ni	Cd	Pb
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0	0.6	0.3	0.8
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0	0.38	0.18	1.41
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0	1.02	0.71	0.76
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0	0.92	0.38	0.08
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0	1.09	0.44	0.41
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0	1.55	0.57	1.02
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0	1.2	0.61	1.5
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0	1.26	0.34	1.16
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0	0.91	0.36	2.62
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0	1.09	0.44	0.41
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0	1.55	0.57	1.02
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0	1.2	0.61	1.5
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0	1.26	0.34	1.16
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.3	1.2	0.0	0.4
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.3	1.3	0.0	0.7
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.3	1.2	0.0	1.8
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.4	1.2	0.0	1.3
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.6	1.4	0.0	1.8
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.5	1.5	0.0	1.6
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.2	1.7	0.0	1.5
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.5	3.1	0.0	2.5
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.7	3.1	0.0	2.5
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.3	3.8	0.0	2.5
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.4	3.2	0.0	2.2
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.4	3.4	0.0	2.9
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.5	2.2	0.0	2.3
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.4	1.8	0.0	2.4
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.3	2.0	0.0	1.9
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.4	2.5	0.0	2.6
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.4	2.1	0.0	2.3
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.3	2.2	0.0	3.0

Tabela 6. Atributos físicos do **solo externo** das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	9.1	71.2	9.4	10.4
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	12.7	55.9	19.2	12.2
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	11.1	37.1	23.1	28.7
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	11.9	27.4	23.3	37.5
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	15.0	56.3	12.4	16.3
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	49.2	41.1	3.6	6.1
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	51.7	39.2	3.7	5.4
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	50.5	40.2	3.7	5.8
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	51.1	39.7	3.7	5.6
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	50.1	40.4	3.6	5.8
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	14.3	11.8	25.9	48.1
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	20.3	35.9	16.3	27.6
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	18.6	25.0	20.6	35.8
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	14.7	23.4	18.8	43.2
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	16.8	17.4	23.0	42.8
1	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	34.7	47.8	7.3	10.2
2	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	32.2	50.8	5.9	11.0
3	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	26.2	40.2	11.1	22.5
4	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	37.7	26.8	13.3	22.2
5	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	24.3	37.9	12.4	25.5
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	83.2	8.0	5.0	3.9
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	76.7	13.7	3.1	6.5
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	75.4	10.7	7.9	6.0
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	77.9	10.6	6.5	5.0
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	75.8	6.8	10.0	7.5
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	4.7	61.4	24.4	9.5
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	2.8	57.2	28.1	11.9
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	10.0	36.7	29.6	23.8
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	7.3	53.1	21.6	18.0
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	7.7	34.0	33.3	25.1
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	80.0	9.7	7.0	3.4
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	83.6	8.9	3.3	4.3
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	65.9	23.9	5.1	5.2
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	83.8	9.8	3.7	2.6
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	78.3	13.1	4.8	3.9
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	42.9	31.6	12.7	12.9
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	28.9	16.7	28.9	25.6
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	8.0	54.2	20.9	16.9
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	34.2	21.2	31.5	13.0

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	16.8	64.7	14.1	4.3
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	50.2	24	10	15.8
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	44.7	28.9	9	17.5
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	60.8	17.9	6.9	14.4
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	53.2	23.5	7.1	16.1
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	55.2	18.9	8.6	17.3
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	42.5	25.8	6.3	25.4
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	41.4	23.9	6.6	28.1
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	41	24.6	11.8	22.6
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	39.8	25.3	11.7	23.2
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	40.3	24.3	9.7	25.7
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	51.7	2.9	12.6	32.9
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	52	5.2	9.6	33.1
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	50	10.7	17.8	21.5
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	52.7	3.2	16	28.2
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	40.8	7.2	13.6	38.5
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	51.7	2.9	12.6	32.9
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	52	5.2	9.6	33.1
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	50	10.7	17.8	21.5
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	52.7	3.2	16	28.2

Tabela 7. Composição química dos **tecidos vegetais** das espécies estudadas e suas subpopulações.

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Pb	Cd	Cr	C	N
1	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.03	0.35	0.72	0.16	1.89	1510.35	30.68	2025.03	1.06	nd	nd	1.64	55.50	0.74
2	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.05	0.37	0.87	0.15	1.97	1050.48	12.39	2125.05	1.26	nd	nd	1.50	55.44	1.15
3	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.03	0.20	0.91	0.26	1.76	1616.72	77.29	2452.97	1.04	nd	nd	1.79	55.26	0.87
4	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.05	0.38	1.09	0.30	3.03	1258.45	34.18	1944.63	1.53	nd	nd	1.47	54.46	1.15
5	Dyckia Rariflora	Santa Rita Durão	canga	0.04	0.38	0.35	0.17	5.70	906.33	22.49	1420.60	1.41	nd	nd	1.34	56.14	1.18
1	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.03	0.28	0.63	0.31	1.19	118.37	23.79	810.44	nd	nd	nd	nd	55.54	0.67
2	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.03	0.44	0.80	0.41	1.81	158.71	15.78	882.05	nd	nd	nd	nd	55.72	0.86
3	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.02	0.36	0.55	0.38	1.92	156.74	5.18	666.58	nd	nd	nd	nd	55.63	0.74
4	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.02	0.45	0.34	0.26	1.90	214.22	4.66	383.59	nd	nd	nd	nd	56.01	0.93
5	Dyckia sp. nov	Riacho de Areia	Quartzito	0.02	0.27	0.33	0.26	1.16	145.91	5.02	333.17	nd	nd	nd	nd	55.87	0.59
1	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.04	0.30	0.77	0.18	3.03	376.29	16.00	384.56	nd	nd	nd	nd	55.63	1.41
2	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.05	0.64	0.45	0.12	2.61	200.27	49.86	350.30	nd	nd	nd	nd	55.91	1.53
3	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.05	0.77	0.45	0.14	1.96	105.58	49.33	477.44	nd	nd	nd	nd	55.49	1.50
4	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.04	0.73	0.53	0.18	1.84	424.96	15.28	412.91	nd	nd	nd	nd	55.33	1.13
5	Dyckia sp. nov	Morro do Pilar	canga	0.02	0.58	0.72	0.29	1.46	148.75	30.04	778.93	nd	nd	nd	nd	55.35	0.75
1	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.03	0.23	2.03	0.78	2.30	105.73	18.49	1398.03	nd	nd	nd	0.72	52.54	0.92
2	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.03	0.64	1.05	0.55	2.32	55.50	34.37	781.05	nd	nd	nd	0.56	53.39	0.90
3	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.04	0.65	1.05	0.41	1.58	38.07	21.88	864.97	nd	nd	nd	0.54	54.25	0.97
4	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.03	0.45	1.08	0.80	2.41	64.71	28.47	1350.36	nd	nd	nd	0.58	54.02	1.12
5	Dyckia Concepcionensis	Serra da Ferrugem	canga	0.04	0.49	1.23	0.79	2.84	74.32	46.26	873.26	nd	nd	nd	0.59	53.76	0.80
1	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.05	0.28	0.71	0.51	1.40	84.27	26.69	504.43	nd	nd	nd	nd	54.99	0.82
2	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.05	0.50	0.63	0.38	1.20	101.82	37.05	558.09	nd	nd	nd	nd	55.30	0.75
3	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.04	0.24	1.01	0.59	1.42	62.77	27.92	1116.17	nd	nd	nd	nd	40.11	0.86
4	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.05	0.33	0.92	0.90	1.57	38.39	20.38	727.03	nd	nd	nd	nd	54.37	0.75
5	Dyckia Mello-Barreto	CMD	Quartzito	0.04	0.48	0.85	0.37	1.15	71.28	29.17	1129.07	nd	nd	nd	nd	54.78	0.74
1	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.03	0.65	0.41	0.34	1.19	3746.64	19.01	1513.84	2.59	nd	nd	3.43	64.17	0.80
2	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.03	0.74	0.38	0.40	1.97	3638.18	11.49	1205.59	3.05	nd	nd	2.73	59.30	0.82
3	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.04	0.27	0.68	0.40	1.01	3209.12	16.91	1285.65	4.78	nd	nd	3.03	54.43	0.79
4	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.03	0.77	0.44	0.40	0.98	2429.93	24.31	1337.29	2.17	nd	nd	2.83	54.74	0.74
5	Dyckia Incana	Rio Acima	canga	0.05	0.47	0.59	0.58	0.96	3392.94	16.55	1585.96	3.27	nd	nd	3.77	57.02	0.66
1	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.03	0.60	0.41	0.29	2.73	65.75	5.23	379.11	nd	nd	nd	nd	55.94	0.74
2	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.03	0.80	0.59	0.37	4.93	37.35	5.33	564.70	nd	nd	nd	nd	55.12	0.80
3	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.03	0.63	0.37	0.25	3.14	51.28	3.63	339.32	nd	nd	nd	nd	56.04	0.71
4	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.04	0.43	0.43	0.27	5.32	60.87	3.09	422.35	nd	nd	nd	nd	55.96	1.01

Subpopulações	Nome científico	Localidade	Litologia	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Ni	Pb	Cd	Cr	C	N
5	Encholirium Subsecundum	Ouro Fino	Quartzito	0.03	0.56	0.57	0.43	3.45	53.66	6.72	622.33	nd	nd	nd	nd	55.39	0.69
1	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0.04	0.53	1.83	0.75	1.52	162.06	81.83	3500.91	1.02	nd	nd	1.87	52.47	0.87
2	Dyckia Elata	Serra de Antônio Pereira	canga	0.04	0.40	1.38	0.57	2.10	240.02	31.63	3621.19	1.53	nd	nd	2.21	52.84	1.13
3	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.06	0.66	1.17	0.51	3.04	796.58	52.05	5025.38	1.58	nd	nd	2.93	53.71	1.19
4	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.03	0.46	1.49	0.52	1.60	256.40	64.90	2673.13	1.67	nd	nd	1.51	53.28	0.93
5	Dyckia Elata	Serra Antônio Pereira	canga	0.04	0.43	1.12	0.54	1.70	162.79	24.31	1841.70	1.19	nd	nd	1.12	54.39	0.88
1	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.06	0.44	1.20	0.79	3.08	123.10	41.51	1956.19	0.35	nd	nd	0.74	54.96	0.91
2	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.05	0.20	1.59	0.52	2.68	294.79	75.56	2319.88	0.90	nd	nd	0.89	54.93	0.92
3	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.05	0.25	2.38	1.27	2.13	215.74	61.79	2604.68	0.22	nd	nd	0.74	53.30	0.68
4	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.07	0.49	1.72	0.97	2.13	146.99	71.60	2889.21	0.13	nd	nd	0.81	54.11	0.94
5	Dyckia Inflexifolia	Serro-MG	canga	0.08	0.68	2.01	0.89	3.55	265.75	58.44	3190.63	0.32	nd	nd	1.22	53.96	1.11
1	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.05	0.86	0.39	0.15	6.46	2549.19	16.64	343.25	0.41	nd	nd	1.66	56.08	0.79
2	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.05	1.16	0.60	0.15	5.55	1176.16	40.76	675.63	0.22	nd	nd	0.68	55.02	
3	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.05	1.00	0.42	0.21	3.35	7026.45	22.79	479.35	0.19	nd	nd	2.76	52037.00	0.92
4	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.03	0.71	0.60	0.21	6.68	573.25	24.78	266.63	0.11	nd	nd	0.72	55.55	0.74
5	Orthophytum s.p	Vale do Peixe Bravo	canga	0.04	0.94	0.43	0.34	5.66	781.46	12.08	215.03	0.04	nd	nd	1.80	55.81	0.60
1	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.04	0.34	1.74	0.51	1.62	691.46	20.63	1938.78	1.53	nd	nd	1.57	54.79	0.73
2	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.04	0.48	1.44	0.42	1.57	886.67	30.98	1732.26	1.67	nd	nd	1.82	54.97	0.64
3	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.07	1.04	1.29	0.63	1.68	4186.77	44.11	3247.81	1.45	nd	nd	3.72	54.44	0.73
4	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.04	0.94	0.80	0.23	1.77	1358.98	96.34	993.81	0.08	nd	nd	1.29	54.68	0.91
5	Dyckia Consimilis	Rola Moça	canga	0.06	0.45	1.43	0.40	1.50	1283.05	88.07	3585.37	1.19	nd	nd	2.11	55.33	0.67
1	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.08	0.62	2.43	0.63	2.69	1451.87	47.81	924.10	0.65	nd	nd	1.36	53.49	1.05
2	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.06	1.12	2.79	0.80	2.20	915.74	79.13	923.28	0.90	nd	nd	0.68	52.60	1.03
3	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.09	0.65	2.44	0.69	3.05	810.23	40.39	665.22	1.69	nd	nd	0.88	53.89	0.92
4	Dyckia Tenebrosa	Rola Moça	canga	0.06	1.22	2.55	0.76	1.88	1433.73	52.11	828.06	0.12	nd	nd	1.18	53.00	0.99