



# ACORDANDO DE UM SONO DE CEM ANOS: UMA NOVA ESPÉCIE DE *NOTHOSCORDUM* (AMARYLLIDACEAE, ALLIOIDEAE) DA FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA

WOKEN UP FROM A HUNDRED-YEAR SLEEP: A NEW SPECIES OF *NOTHOSCORDUM* (AMARYLLIDACEAE, ALLIOIDEAE) FROM THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST

Antonio Campos-Rocha<sup>1\*</sup>, Agostina B. Sassone<sup>2,3</sup>, Juan D. Urdampilleta<sup>4</sup>,  
Vinicius G. De Zorzi<sup>5</sup>, Mateus Queiroz<sup>5</sup>, Ricardo M. Goffi<sup>6</sup> & Julie H. A. Dutilh<sup>7</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil
2. Darwinion Institute of Botany (IBODA, CONICET-ANCEFN), San Isidro, Buenos Aires, Argentina
3. Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Gatersleben, Germany
4. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)-Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina
5. OSCIP SIMBIOSE, Atibaia, São Paulo, Brasil
6. Pesquisador independente, Valinhos, São Paulo, Brasil
7. Departamento de Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil

\*camposrocha@hotmail.com

## Citar este artículo

CAMPOS-ROCHA, A., A. B. SASSONE, J. D. URDAMPILLETA, V. G. DE ZORZI, M. QUEIROZ, R. M. GOFFI & J. H. A. DUTILH. 2023. Acordando de um sono de cem anos: uma nova espécie de *Nothoscordum* (Amaryllidaceae, Alliioideae) da Floresta Atlântica brasileira. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 58: 439-460.

 DOI: <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v58.n3.40225>

Recibido: 28 Feb 2023

Acceptedo: 11 Jul 2023

Publicado en línea: 30 Ago 2023

Publicado impreso: 30 Sep 2023

Editor: Nicolás García Berguecio 

ISSN versión impresa 0373-580X

ISSN versión on-line 1851-2372

## SUMMARY

**Background and aims:** Serra do Itapetinga houses one of the most important remnants of Atlantic Forest in the macrometropolis of São Paulo, the most populous region of Brazil. In the context of monographic works on Brazilian *Nothoscordum* species, a new species with current distribution restricted to Serra do Itapetinga was identified, and is described and illustrated here.

**M&M:** Recognition of the new species is based on morphological, molecular and cytological data. Descriptions and morphological comparisons were obtained from examination of herbarium collections or living plants. Based on nuclear (ITS) and plastid (*ndhF* and *matK*) DNA markers, a molecular phylogeny including the described species is presented. Its conservation status was assessed using the IUCN Red List Categories and Criteria.

**Results:** *Nothoscordum itapetinga* bears free staminal filaments, a typical morphological character of sect. *Nothoscordum*. Its placement in sect. *Nothoscordum* is also supported by molecular data and base chromosome number. We provide its chromosome count along with karyotype formula and DNA content. Comments on its distribution, habitat and conservation are furnished.

**Conclusions:** With the data available the new species is considered Critically Endangered (CR). The localities of occurrence suffered decades of impacts resulting from intensive and uncontrolled use, in addition to human-induced fires, which modified the vegetation structure and floristic composition. Urgent measures are required to ensure the survival of the remaining populations of *N. itapetinga*.

## KEY WORDS

Conservation, cytogenetics, Leucocoryneae, molecular phylogeny, rocky outcrops, Serra do Itapetinga, threatened species.

## RESUMO

**Introdução e objetivos:** A Serra do Itapetinga abriga um dos mais importantes remanescentes de Floresta Atlântica da Macrometrópole Paulista, a região mais populosa do Brasil. No contexto do tratamento monográfico de *Nothoscordum* para o país, uma nova espécie com distribuição atual restrita à Serra do Itapetinga foi identificada e é aqui descrita e ilustrada.

**M&M:** O reconhecimento da nova espécie está baseado tanto em dados morfológicos como moleculares e citogenéticos. As descrições e comparações morfológicas foram feitas a partir da análise de materiais vivos ou depositados nas coleções dos herbários consultados. Com base em marcadores nuclear (ITS) e plastidiais (*ndhF* e *matK*) uma filogenia molecular incluindo a espécie descrita é apresentada. O seu estado de conservação foi avaliado de acordo com diretrizes e critérios da IUCN.

**Resultados:** *Nothoscordum itapetinga* apresenta filamentos estaminais livres, uma característica típica da seção *Nothoscordum*. Seu posicionamento nesta seção também é suportado por dados moleculares e número cromossômico básico. São fornecidos seu número cromossômico, fórmula cariotípica e conteúdo total de DNA. Comentários sobre sua distribuição, habitat e conservação são apresentados.

**Conclusões:** Com base nos dados disponíveis, a nova espécie é considerada Criticamente em Perigo de extinção. As localidades de ocorrência sofreram décadas de impactos do uso intensivo e não ordenado, além de incêndios florestais, e que alteraram parte de sua estrutura e composição florística. Ações urgentes são consideradas fundamentais para garantir a sobrevivência das populações remanescentes de *N. itapetinga*.

## PALAVRAS-CHAVE

Afloramentos rochosos, citogenética, conservação, espécies ameaçadas, filogenia molecular, Leucocoryneae, Serra do Itapetinga.

## INTRODUÇÃO

A luta pela conservação da Serra do Itapetinga é uma das mais emblemáticas da história do movimento ambientalista no Brasil (Scifoni, 2018, 2020). No início dos anos 1980, ainda sob a ditadura militar no país, diante das crescentes denúncias de extração de granito e da autorização de loteamento nas proximidades do seu cume, o afloramento da Pedra Grande, articulou-se um grande movimento popular em sua defesa e de sua biodiversidade (Ab'Saber, 2005; Choma & Costa, 2009). Em 1983, como resultado dessa mobilização, a Serra do Itapetinga seria tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico Arqueológico, Artístico e Turístico (Condephaat), em um processo considerado pioneiro no tombamento de áreas naturais no Brasil (Crispim, 2018; Scifoni, 2020). Nos anos seguintes, várias outras categorias de áreas especialmente protegidas seriam criadas na região, envolvendo diferentes níveis da administração pública, além de reservas privadas de preservação (Zorzi, 2016; São Paulo, 2018a). No entanto, somente em 2010, através do programa Biotafapesp e a consolidação dos estudos sobre biodiversidade e conectividade no estado de São Paulo (destacadamente Rodrigues *et al.*, 2008), seriam estabelecidas duas unidades de conservação de proteção integral na Serra do Itapetinga, o Parque Estadual de Itapetinga (PEI) e o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande (Mona Pedra Grande), integrando o chamado Contínuo Cantareira, que ainda abrange outras duas unidades de conservação localizadas na Serra de Itaberaba e na Serra da Cantareira (São Paulo, 2010). Além de ser considerada como uma área prioritária para o estabelecimento de corredores ecológicos na Floresta Atlântica, a Serra do Itapetinga é também apontada como região de importante contribuição para o abastecimento de água de milhões de pessoas residentes nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e Alto Tietê, as quais incluem parte da Macrometrópole Paulista, a mais populosa da América Latina (São Paulo, 2018a).

*Nothoscordum* Kunth pertence à subfamília Alliioideae (Amaryllidaceae), a mesma de plantas de grande interesse econômico, como o alho, a cebola e muitas espécies ornamentais

(Rahn, 1998). O gênero está incluído na tribo Leucocoryneae, que apresenta distribuição restrita à América do Sul, com exceção de *Nothoscordum bivalve* (L.) Britton a atingir a América do Norte (Sassone & Giussani, 2018). *Nothoscordum* encontra-se dividido em duas seções com importantes diferenças morfológicas, citológicas e moleculares: *Inodorum* e *Nothoscordum* (Guaglianone, 1972; Sassone & Blattner, 2020). A seção *Inodorum* possui caracteres mais estáveis e que facilitam o seu reconhecimento; suas espécies são caracterizadas por apresentar filamentos estaminais fundidos na base, inflorescências sempre multifloras, perigônio branco e número cromossômico básico  $x = 5$  (A. Sassone *et al.*, obs. próp.). A seção *Nothoscordum* reúne maior diversidade tanto morfológica como genética; compreende plantas glabras ou com tricomas, folhas estreitas e não liguladas, inflorescências unifloras (anteriormente tratadas como pertencentes à *Beauverdia* Herter), bi- ou plurifloras, perigônio branco, amarelo e creme. A maioria das espécies possui flores com filetes livres (Sassone & Blattner, 2020), embora algumas espécies unifloras apresentem filetes fundidos (Sassone *et al.*, 2014). A citologia da seção *Nothoscordum* é também bastante complexa; acredita-se que o número cromossômico básico para as espécies incluídas nesta seção seja  $x = 4$  e  $x = 5$ . A circunscrição das espécies de *Nothoscordum* é bastante dificultada pelo reduzido número de caracteres morfológicos diagnósticos, polimorfismos intraespecíficos e hibridizações interespecíficas, além de fenômenos de evolução convergente (Guerra, 2008; Souza *et al.*, 2016; Sassone & Giussani, 2018). Foram propostos como centro de diversidade do gênero o Uruguai e a região mesopotâmica da Argentina (Guaglianone, 1972). Para o Brasil, são atualmente reconhecidas 34 espécies de *Nothoscordum*, em sua grande maioria restritas à região Sul do país (Sassone *et al.*, 2023). Somente três espécies são mencionadas para o estado de São Paulo, das quais duas são consideradas invasoras cosmopolitas, provavelmente naturalizadas na região (Sassone *et al.*, 2023). Estudos em andamento com o gênero sugerem que a diversidade de *Nothoscordum* no Brasil seja ainda bastante subestimada.

Neste artigo descrevemos uma nova espécie de *Nothoscordum* cuja distribuição conhecida

encontra-se restrita à Serra do Itapetinga, onde foi coletada pela primeira vez há mais de cem anos. Além de comparações com as espécies morfológicamente similares, comentários sobre sua distribuição, hábitat e ecologia são fornecidos. Apresentamos um mapa de distribuição geográfica, ilustrações detalhadas e fotografias *in situ* da nova espécie. Com base em sequências de DNA, avaliamos o seu posicionamento filogenético dentro do gênero *Nothoscordum*. Propomos uma avaliação provisória do seu estado de conservação, além de examinar em detalhes as principais ameaças aos seus acessos remanescentes e sugerir medidas para a sua conservação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Estudos morfológicos e taxonômicos*

Este artigo está baseado na revisão da literatura e análise das coleções dos herbários com as coleções mais representativas para as Amaryllidaceae sul-americanas (B, BA, BAA, BAB, BAF, BM, BR, CORD, ESA, HAL, HUH, LP, MBM, P, RB, SI, SP, SPF, SPSF, UEC e US, acrônimos de acordo com Thiers, atualizado permanentemente). Adicionalmente, atividades de coleta e observação de espécies de *Nothoscordum* foram realizadas em diferentes regiões do Brasil ao longo das últimas duas décadas. Na Serra do Itapetinga, atividades de campo foram realizadas desde o início da década de 1980, no contexto do desenvolvimento da dissertação de mestrado e tese de doutorado de JHAD (Dutilh, 1987, 1996, respectivamente) e como parte da dissertação de mestrado de VGZ (Zorzi, 2016). O último autor mapeou e levantou a vegetação de dez afloramentos rochosos situados a partir de 950 m de altitude e com área superior a um hectare na Serra da Itapetinga (Zorzi, 2016). A terminologia utilizada para as descrições morfológicas segue o proposto por Radford (1974), com algumas adaptações, enquanto os caracteres diagnósticos para distinguir a nova espécie estão de acordo com Sassone *et al.* (2023). Para os espécimes citados cujo coletor não possui número próprio de coleta, identificados pela utilização da abreviatura “s.n.” (sem número), fornecemos o número de registro do herbário depositário após o seu acrônimo. A avaliação

provisória do estado de conservação da nova espécie está de acordo com os critérios da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2012, 2022). Os cálculos da Extensão de Ocorrência (EEO) e Área de Ocupação (AOO) foram feitos utilizando a ferramenta GeoCAT (Bachman *et al.*, 2011) com base na célula padrão de 2 x 2 km recomendada pela IUCN. O mapa de distribuição foi elaborado utilizando o software ArcGIS Pro 3.0.3, um produto da Environmental Systems Research Institute (Esri, Redlands, Califórnia). Foi obtido um ponto de ocorrência para cada ilha de vegetação onde *N. itapetinga* foi observado no afloramento da Pedra Grande ou indivíduo isolado em fresta. As coordenadas geográficas (latitude/longitude) foram coletadas com aparelho localizador geográfico Garmin GPSMAP 64x nos dias 17 de novembro 2022 e 23 de junho de 2023, e disponibilizadas como material suplementar por meio de planilha eletrônica em formato “xlsx” (Tabela S1).

### *Estudos moleculares filogenéticos*

O DNA genômico foi extraído de dois exemplares da nova espécie e outras espécies do gênero *Nothoscordum* utilizando o protocolo CTAB (Doyle & Doyle, 1987) com modificações descritas em Giussani *et al.* (2001). Com base na resolução obtida por estudos anteriores e em sequências disponíveis, amplificamos o espaçador interno transcrito do DNA ribossomal nuclear (ITS) e os genes plastidiais, *matK* e *ndhF*, que juntos formaram nossa matriz de DNA de cloroplasto (cpDNA). A amplificação dos fragmentos seguiu os protocolos descritos em Sassone & Giussani (2018). O sequenciamento foi realizado por Macrogen (Coréia do Sul). Foram geradas seis sequências da nova espécie; as demais sequências foram geradas em estudos anteriores (Souza *et al.*, 2016; Pellicer *et al.*, 2017; Sassone & Giussani, 2018) e obtidas do GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>, Tabela S2). Foram incluídos representantes das tribos Gilliesieae e Leucocoryneae como grupos externos.

A edição e montagem das sequências, e a visualização das árvores filogenéticas foram realizadas no programa Geneious Prime® 2022 v.2.2. O alinhamento das sequências foi realizado com MAFFT v. 7.490 (Katoh & Standley, 2013),

implementado no Geneious Prime® utilizando as opções: “auto” e a penalidade de *gap* de 1.5. Foram realizadas análises de inferência Bayesiana para ambos os conjuntos de dados com o programa MrBayes v.3.2.6 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001). O modelo de substituição de nucleotídeos mais adequado foi selecionado como GTR+I+ $\Gamma$  para ITS e GTR+ $\Gamma$  para *matK* e *ndhF*, de acordo com Sassone & Giussani (2018). Duas corridas independentes foram realizadas para garantir que as análises correspondessem ao conjunto ideal de árvores. Cada análise implementou quatro cadeias simultâneas com  $1 \times 10^{10}$  de gerações. As árvores foram amostradas a cada 100 gerações. A convergência de toda as buscas de saída foi verificada com o programa Tracer v.1.7.1 (Rambaut *et al.*, 2018) e foram descartados os primeiros 25% das árvores como *burn-in*. As matrizes alinhadas foram depositadas no Figshare com o doi: <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.23309675>.

#### *Estudos citogenéticos*

Para a elaboração das lâminas com preparações cromossômicas utilizou-se meristemas radiculares pré-tratados com 8-hidroxiquinoleína 2 mM durante 4-6 horas a 14 °C e fixados em etanol/ácido acético (3:1, v:v), provenientes de raízes de 8-10 bulbos coletados em 2010. Para analisar o número e estrutura cromossômica foi utilizada a técnica de HCl/Giemsa (Guerra, 1983). As raízes foram hidrolisadas com HCL 1N durante 10 minutos a 60 °C e esmagadas em ácido acético 45%. As lâminas foram congeladas em nitrogênio líquido para remoção das lamínulas, secas ao ar e coradas com Giemsa 2%. O número e distribuição de sítios de rDNA 18-5.8-26S foram obtidos a partir da técnica FISH descrita por Schwarzacher & Heslop-Harrison (2000), com pequenas modificações (utilizando 15  $\mu$ L por preparado de uma mistura de hibridização composta por 2x SSC, 50% de formamida, 20% de dextran sulfato, 0,1% de SDS, 4-6 ng/ $\mu$ L de sonda). Um conjunto de raízes previamente pré-tratadas e fixadas foram digeridas com Pectinex (Novozimes) e esmagadas em ácido acético 45%. Sequências de rDNA pTa71 (Gerlach & Bedbrook, 1979) marcadas com Biotina (Bionick, Invitrogen) foram utilizadas como sonda. Sinais de hibridação foram detectados utilizando Avidina-FITC (Sigma) e as lâminas montadas com Vectashield-DAPI (Vector

Labs). As observações cromossômicas foram feitas com microscópio Olympus BX61 equipado com sistema digital de captura de imagem com câmera monocromática e software Cytovision (Leica Biosystems). Os cromossomos de 10 metáfases com condensação cromossômica adequada foram analisados utilizando MicroMeasure v3.3 (Reeves, 2001) e classificados segundo Guerra (Guerra, 1988). O conteúdo de DNA foi estimado por citometria de fluxo usando folhas frescas de dois espécimes da nova espécie, seguindo o protocolo descrito em Sassone *et al.* (2018). O padrão utilizado foi o *Ipheion uniflorum* (Graham) Raf. (2C = 19.3 pg, Zonneveld *et al.*, 2005) analisado utilizando um citômetro de fluxo Partec PA II (Sysmex Partec GmbH, Münster, Alemanha) localizado no Instituto Floriculture (INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina).

## RESULTADOS

#### *Tratamento taxonômico*

**Nothoscordum itapetinga** Campos-Rocha & Sassone, *sp. nov.* TIPO: BRASIL. São Paulo, Atibaia, Serra do Itapetinga, Grota Funda, em ilhas de solo sobre afloramento rochoso, 23°10'57.7"S, 46°31'16,4"W, 1290 m, 5-VII-2016, A. Campos-Rocha *et al.* 1594 (*Holotypus*: UEC; *isotypi*: RB, SPF). Figs. 1; 2.

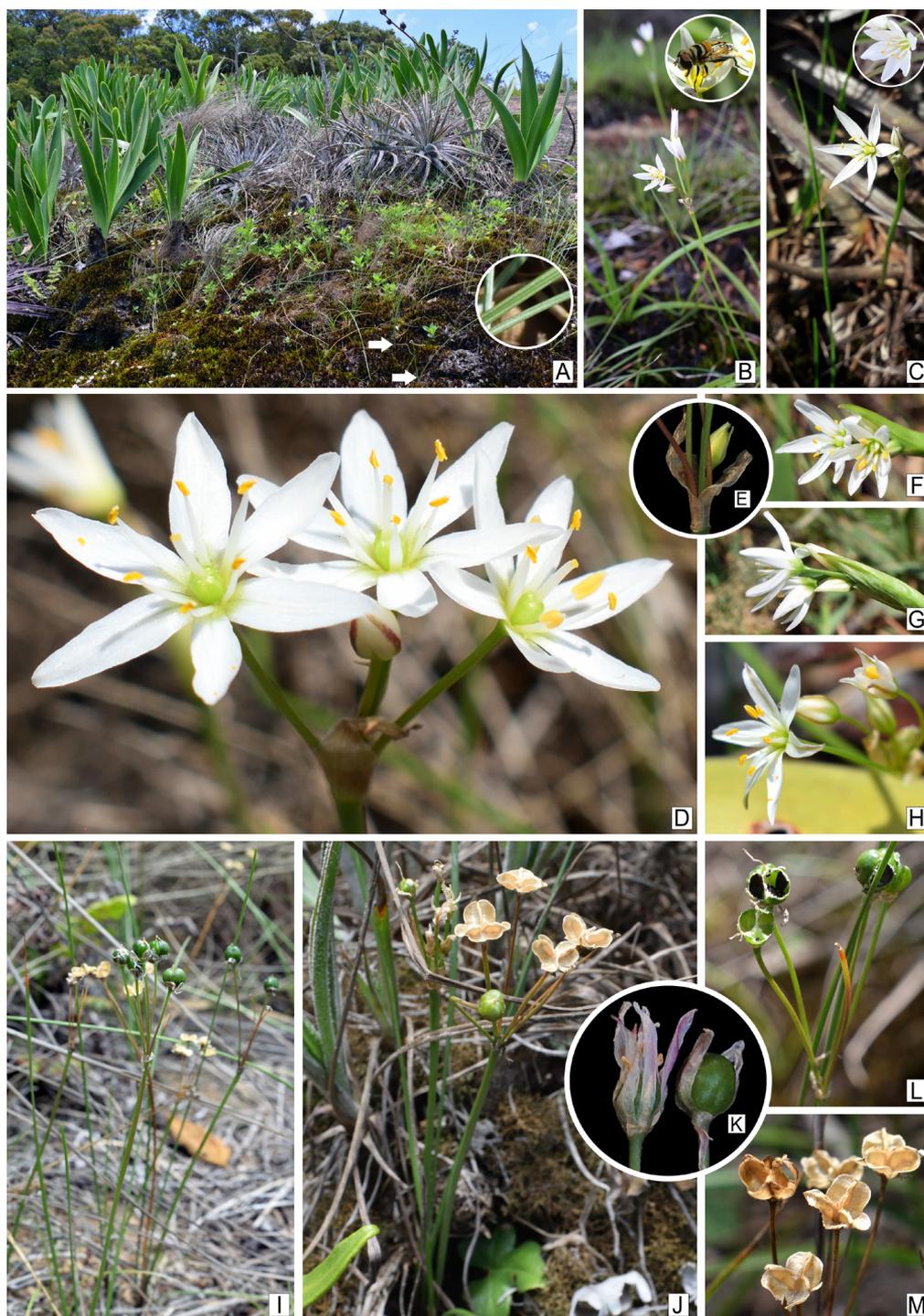
Diagnosis: *Nothoscordum itapetinga* can be considered morphologically similar to *N. aparadense* Ravenna, a species described from high-altitude damp lawns of Aparados da Serra, in Southern Brazil. They can be distinguished by scape length and leaf thickness (scape of similar length to or longer than the leaves, which are not thickened in *N. itapetinga* vs. scape shorter than the leaves, which are thickened in *N. aparadense*), in addition to individual plant size, usually taller in *N. itapetinga*.

Furthermore, *N. itapetinga* is a species that occurs in vegetation islands on granite outcrops of Southeastern Brazil, possibly endemic to Serra do Itapetinga whereas *N. aparadense* grows in damp lawns on the top of Aparados da Serra (São Joaquim, Santa Catarina; Ravenna, 2001).

Plantas com até cerca de 40 cm de altura. Bulbo subgloboso, simples, subterrâneo, 1,8-2,2



**Fig. 1.** *Nothoscordum itapetinga*. **A:** Hábito. **B:** Detalhe da inflorescência. **C:** Flor, vista superior. **D:** Flor aberta exibindo os filamentos estaminais. **E:** Gineceu. **F:** Estigma. **G:** Gineceu com cortes do ovário em secções longitudinal e transversal. **H:** Frutos. **I:** Sementes. Ilustração: Klei Souza (Campos-Rocha *et al.* 1594, UEC).



**Fig. 2.** *Nothoscordum itapetinga*. **A:** Ilha de vegetação com indivíduos de *N. itapetinga*, setas indicam indivíduos no primeiro plano. **B-C:** Indivíduos em flor (B-detalhe; mosca visitando flores). **D, F-H:** Detalhe da inflorescência. **E:** Detalhe das brácteas espatáceas. **I-J:** Indivíduos em diferentes fases de frutificação. **K:** Frutos imaturos. **L-M:** Detalhe da infrutescência. Fotos: A. Campos-Rocha (B-detalhe: J. Dutilh).

cm compr., 0,8-1,2 cm diam., sem odor aliáceo. Colo do bulbo com até 4,5 cm compr. Folhas 1-5 contemporâneas, sem lígulas, glabras, ligeiramente canaliculadas na face adaxial, 9-38,5 cm × 1-2 mm. Escapo geralmente mais longo ou com comprimento similar ao das folhas, com até 40 cm comprimento. Inflorescência 3-9 flora. Pedicelos 1,3-3,8 cm compr., geralmente dispostos em alturas distintas. Brácteas espatáceas fundidas na base 0,15-0,4 cm, 0,9-1,2 cm compr. Flores alvas, infundibuliformes, tépalas lanceoladas, eventualmente estreitamente elípticas, fundidas na base ca. 0,5-1 mm, 6-7 × 1,5-2,5 mm. Estames livres, com filamentos fundidos às tépalas na base, levemente subulados, geralmente em uma série, em algumas flores em duas séries, 2-4,5 × 1 mm, anteras 2 × 1 mm. Estilete igual a levemente mais alto que os estames, até 3,5-3,7 mm compr., estigma capitado. Ovário oblongo 1 × 2 mm diam., óvulos 2-4 por lóculo.

Distribuição e hábitat: Os acessos remanescentes conhecidos de *Nothoscordum itapetinga* estão restritos a quatro afloramentos graníticos localizados na Serra do Itapetinga, situada na mesorregião Macrometropolitana de São Paulo, entre a Serra da Cantareira e o limite oeste da Mantiqueira (Fig. 3). Com cotas altitudinais variando de aproximadamente 750 a 1.450 m, a Serra do Itapetinga abrange uma área de cerca de 20 mil hectares, distribuídos entre quatro municípios, em sua maior parte situados nos municípios de Atibaia e Bom Jesus dos Perdões (Zorzi, 2016). O principal acesso remanescente encontra-se no afloramento da Pedra Grande, localizado na porção norte da Serra do Itapetinga e o seu ponto mais alto (São Paulo, 2018b). Com mais de 37 hectares, o afloramento da Pedra Grande é também o maior de toda a Serra do Itapetinga, assim como considerado o mais rico em termos de diversidade e ocorrência de espécies restritas ou de baixa frequência (Zorzi, 2016). O afloramento da Pedra Grande possui próximo de metade de sua área ocupada por campos rupestres, como são denominadas as formações de vegetação campestre sobre ilhas de solo isoladas por matriz de rocha (Zorzi, 2016). Neste local, *N. itapetinga* foi observado em ilhas de vegetação entre aproximadamente 1.300 a 1.370 m de altitude, nas faces norte, noroeste, nordeste, leste, oeste e sul do afloramento. Pontos de ocorrência da espécie no afloramento da Pedra

Grande, tanto como ilha de vegetação ou indivíduo isolado em fresta, foram coletados e podem ser acessados como material suplementar (Tabela S1). Recentemente, em levantamento florístico realizado em 60 ilhas de vegetação localizadas em distintas orientações no afloramento da Pedra Grande, Queiroz *et al.* (in prep.) haviam registrado a presença de *N. itapetinga* em quinze ilhas, com área variando de 1 a 28 m<sup>2</sup>, declividade de 5° a 30°, e profundidade no centro de 8 a 24 cm. A primeira coleta da espécie neste local, contudo, data de outubro de 1910 e foi feita pelo botânico Carlos Duarte, que coletou ativamente naquele período em Atibaia e região. O plano de manejo do Mona Pedra Grande (São Paulo, 2018b) menciona a ocorrência de duas espécies de *Nothoscordum* em sua área, possivelmente em referência também a provável presença de *N. gracile* (Aiton) Stearn em áreas antropizadas da região.

*Nothoscordum itapetinga* seria coletado novamente na Serra do Itapetinga somente ao final dos anos 1980, em um afloramento conhecido como Três Marias, situado cerca de 1,5 km a sudeste da Pedra Grande, na divisa entre o então denominado Parque Natural Municipal da Grota Funda de Atibaia e o Sítio Pacaembu. Localizado a cerca de 1.300 m de altitude, o afloramento Três Marias possui uma área total de 3.600 m<sup>2</sup> com orientação sul, sendo cerca de 2.150 m<sup>2</sup> cobertos por campos rupestres (Zorzi, 2016). Posteriormente, a espécie seria também observada no afloramento do Lajeado da Grota Funda, situado próximo à entrada principal do parque e à sudoeste da Pedra Grande, a cerca de 1.100 m de altitude, onde não foi encontrada em visitas recentes. Este afloramento apresenta uma área total de 7.500 m<sup>2</sup> com orientação noroeste, dos quais 1.520 m<sup>2</sup> com campo rupestre (Zorzi, 2016). Um acesso em afloramento rochoso localizado no município de Bom Jesus dos Perdões seria registrado por VGZ no contexto das atividades de campo de sua dissertação (Zorzi, 2016). O afloramento, denominado como Pedra das Estrelas, encontra-se entre cerca de 1.100 a 1.200 m de altitude e possui 40.390 m<sup>2</sup> de área com orientações norte e nordeste, sendo aproximadamente 13.000 m<sup>2</sup> com campo rupestre (Zorzi, 2016). Mais recentemente, alguns indivíduos de *N. itapetinga* foram fotografados em afloramento rochoso localmente conhecido como Pedra da Águia, situado na porção sul da Serra do Itapetinga, próximo aos limites da expansão



**Fig. 3.** Localização e distribuição de *N. itapetinga* na Serra do Itapetinga. **A:** Pontos remanescentes de ocorrência de *N. itapetinga*. **B:** Serra do Itapetinga e afloramentos rochosos com registros de *N. itapetinga*. **C-D:** Afloramento da Pedra Grande, visão panorâmica. **E:** Afloramento da Pedra das Estrelas, visão panorâmica. **F:** Afloramento Lajeado da Grota Funda, visão panorâmica. **G:** Ilha de vegetação no Lajeado da Grota Funda. **H-K:** Ilhas de vegetação no afloramento da Pedra Grande. Abreviações= A: Pedra da Água; E: Pedra das Estrelas; G: Grota Funda; P: Pedra Grande; T: Três Marias. Fotos C: D. Carvalho. D: Acervo SIMBiOSE. E: V. Zorzi. F-K: A. Campos-Rocha.

urbana do município de Atibaia. Localizado entre condomínio residencial e a Reserva Ecológica do Vuna, uma área particular de preservação, este afloramento possui mais de 65.000 m<sup>2</sup> de área orientada a noroeste, com altitude variando de aproximadamente 1.100 a 1.250 m. Ainda não existem registros conhecidos em herbário para os acessos da Pedra das Estrelas e Pedra da Água. Estudos de genética de população seriam necessários para afirmar se os acessos remanescentes representam populações ou subpopulações distintas de *N. itapetinga*.

*Nothoscordum itapetinga* é uma espécie rupícola e heliófila, que ocorre em ilhas de vegetação sobre solos rasos e cercadas por matriz rochosa. Foram observados indivíduos isolados ou formando pequenos agrupamentos na borda das ilhas de vegetação, usualmente nas zonas de formação campestre, algumas vezes em ou associados a locais que funcionam como microcanais de drenagem. No afloramento da Pedra Grande, entre as espécies mais frequentes nas ilhas de vegetação onde *N. itapetinga* foi encontrado estão muitas monocotiledôneas como gramíneas (e.g., *Axonopus* sp., *Imperata brasiliensis* Trin., *Trichantheicum cyanescens* (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone, *Sporobolus indicus* (L.) R. Br.), bromélias (e.g., *Aechmea distichantha* Lem., *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer, *Pitcairnia flammea* Lindl. var. *floccosa* L. B. Sm., *Tillandsia streptocarpa* Baker) e orquídeas (e.g., *Bifrenaria harrissoniae* (Hook.) Rchb. f., *Bulbophyllum exaltatum* Lindl., *Epidendrum secundum* Jacq., *Gomesa ramosa* (Lindl.) M. W. Chase & N. H. Williams, *Maxillaria picta* Hook., *Prescottia stachyodes* (Sw.) Lindl.), além de *Hippeastrum morelianum* Lem. (Amaryllidaceae), *Alstroemeria plantaginea* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Alstroemeriaceae), *Anthurium crassipes* Engl. (Araceae) e *Rhynchospora* sp. (Cyperaceae). Monilófitas como *Doryopteris* sp. (Pteridaceae) e *Anemia villosa* Humb. & Bonpl. ex Willd. (Anemiaceae) podem ser frequentes, enquanto licófitas como *Phlegmariurus* sp. (Lycopodiaceae) são ocasionais. Podem ser observados também muitos arbustos e subarbustos como *Cuphea ingrata* Cham. & Schltld. e *C. glutinosa* Cham. & Schltld. (Lythraceae), *Pleroma* spp. (Melastomataceae), *Stevia* spp. e *Vernonanthura* spp. (Asteraceae); mais eventualmente, *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip (Fabaceae), *Mandevilla tenuifolia*

(J. C. Mikan) Woodson, *Oxypetalum tomentosum* Wight ex Hook. & Arn. (Apocynaceae) e *Rhipsalis dissimilis* (G. Lindb.) K. Schum. (Cactaceae). Em muitas ilhas de vegetação, espécies exóticas invasoras são particularmente abundantes, sobretudo gramíneas, como o capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e a braquiária (*Urochloa* sp.). *Nothoscordum itapetinga* também foi observado nas áreas de campo permanentemente úmidos da Pedra Grande, associados à presença de nascentes e apontados por Zorzi (2016) como o microhabitat mais raro dos afloramentos rochosos da Serra do Itapetinga. Esses ambientes abrigam uma flora bastante singular, com um grande número de espécies localmente raras, com destaque para *Epidendrum dendrobioides* Thunb. (Orchidaceae) e *Xyris* spp. (Xyridaceae). *Nothoscordum itapetinga* pode ser ocasionalmente encontrado na borda de ilhas de vegetação maiores e sobre solos de maior profundidade, que permitem o estabelecimento de arvoretas e pequenas árvores, como *Clusia criuva* Cambess. (Clusiaceae), *Vitex polygama* Cham. (Lamiaceae) e *Alchornea* sp. (Euphorbiaceae), e diferentes espécies de mirtáceas, muitas vezes arbustivas (*Eugenia* spp., *Myrcia* spp. e *Myrciaria* spp.). A nova espécie também foi observada na vegetação de transição entre o afloramento rochoso e a matriz florestal em seu entorno. Os agrupamentos mais densos de indivíduos encontram-se usualmente em locais de declividade menos acentuada e que permite maior retenção de água, onde *N. itapetinga* está comumente associado a briófitas (destacadamente *Sphagnum* sp. (Sphagnaceae) e *Campylopus savannarum* (Müll. Hal.) Mitt. (Dicranaceae), além de monocotiledôneas como *Tripogon spicatus* (Nees) Ekman (Poaceae) e *Hypoxis decumbens* L. (Hypoxidaceae). Indivíduos isolados de *N. itapetinga* foram ocasionalmente encontrados em frestas na matriz rochosa com pequeno acúmulo de solo.

*Nothoscordum itapetinga* é a sexta espécie de Amaryllidaceae encontrada na Serra do Itapetinga; também são encontradas cinco espécies do gênero *Hippeastrum* Herb., três delas sobre ou no entorno dos afloramentos: *H. morelianum*, *H. psittacinum* Herb. e *H. glaucescens* (Mart.) Herb. Nas áreas florestadas mais altas e úmidas também foi encontrado *H. aulicum* (Ker Gawl.) Herb. e nas áreas de mata um pouco mais secas *H. striatum* (Lam.) Moore.

A Serra do Itapetinga está inserida em uma região do estado de São Paulo caracterizada predominantemente como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). Os afloramentos rochosos com registros de *N. itapetinga* estão situados entre remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana (IBGE, 2012), denominada de floresta semidecídua de altitude em estudos locais (Meira Neto *et al.*, 1989; Grombone *et al.*, 1990); em estágio secundário inicial no entorno do afloramento da Pedra Grande, onde existem áreas de plantio de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. abandonadas (Zorzi, 2016), condição semelhante a reportada para a Reserva Ecológica do Vuna (Guaraldo, 2009); e avançado de regeneração no Parque da Grota Funda (Grombone *et al.*, 1990; Zorzi, 2016). O clima regional é classificado como Clima Tropical alternadamente seco e úmido, controlado pela massa Tropical Atlântica (São Paulo, 2018a). A temperatura média anual é de 20,7 °C, sendo fevereiro o mês mais quente (23,8 °C) e julho o mais frio (17,2 °C); a precipitação média anual é de 1.525 mm, com o trimestre mais chuvoso entre os meses de dezembro e fevereiro, e a deficiência hídrica atingindo o seu máximo no mês de agosto (São Paulo 2018a). Os locais de maior altitude encontram-se sujeitos a frequentes eventos de chuvas e neblinas orográficas.

Fenologia: *Nothoscordum itapetinga* pode ser observado em flor ao longo de todo o ano, com períodos de maior intensidade possivelmente relacionados a variações nas condições microclimáticas locais. Na Pedra Grande, foram observadas diferenças fenológicas sutis entre indivíduos situados em diferentes faces do afloramento, aparentemente relacionada à predominância de canais de microdrenagem e correntes de ar orientados a noroeste do afloramento.

As espécies de Leucocoryneae são caracterizadas por apresentar florescimento precoce, sendo usualmente uma das primeiras plantas a florescer em suas regiões de ocorrência (Guaglianone, 1972; Sassone & Giussani, 2018). Dois períodos de florescimento anuais são reportados para algumas espécies de *Nothoscordum* (Sassone & Giussani, 2018). O período de florescimento pode ser ocasionalmente utilizado como característica distintiva para espécies similares do gênero (Guaglianone, 1972).

Ainda não foram identificados os polinizadores de *N. itapetinga*, embora tenham sido observadas pequenas moscas visitando as suas flores (Fig. 2B-detalle). As espécies previamente investigadas do gênero revelaram sistemas generalistas de polinização (Fernández *et al.*, 2009; Oleques *et al.*, 2021).

Etimologia: O epíteto específico é uma referência à Serra do Itapetinga, localidade onde se encontram os acessos conhecidos da espécie. Itapetinga pode ser traduzido como “laje de pedra branca” ou “laje branca”, sendo uma referência às rochas graníticas da região; *itapé* em tupi teria significado “laje de pedra”, enquanto *tinga* significaria “branco” ou “claro” (Sampaio, 1901; Tibiriçá, 1985). O epíteto específico é aqui utilizado como um substantivo em aposição, de acordo com o Artigo 23.1 do Código Internacional de Nomenclatura (Turland *et al.*, 2018).

*Material estudado* (Parátipos). BRASIL. São Paulo: Atibaia, Grota Funda, X-1999, Dutilh s.n. (UEC 170608); Parque Municipal Grota Funda, 13-VI-1989, Dutilh s.n. (UEC 170603); *Parque Municipal da Grota Funda*, mata mesófila de altitude com afloramentos rochosos no interior ou expostos, 900 a 1400 m de altura, s.d., Bernacci *et al.* 28422 (ESA, UEC); *Pedra Grande*, 28-XI-1999, Dutilh s.n. (UEC 170606); *Pedra Grande*, Serra de Itapetinga, X-1910, Duarte 218 (SP); *Pedra Grande*, Serra do Itapetinga, face nordeste, no afloramento rochoso, em ilhas de solo, Campos-Rocha *et al.* 1895 (ESA, UEC); *Bom Jesus dos Perdões*, Serra do Itapetinga, afloramento da Pedra Grande, face nordeste, borda de ilhas de solo, locais de drenagem de água, 1360 m, Campos-Rocha *et al.* 1899 (SI).

#### *Estado de conservação*

Com estimados AOO de 16 km<sup>2</sup> e EOO de 13,1 km<sup>2</sup>, *Nothoscordum itapetinga* deve ser considerado Criticamente em Perigo (CR-C2aii) baseado no tamanho (<250 indivíduos maduros) e declínio populacional observado (C2), com mais de 90% dos indivíduos maduros restritos a uma única subpopulação (aii). As localidades conhecidas de ocorrência da espécie registram décadas de uso intensivo e não ordenado (Fig. 4), que impactaram de maneira direta os seus acessos remanescentes. O acesso do afloramento da Pedra Grande é o mais



**Fig. 4.** Vetores de pressão e ameaças à vegetação dos afloramentos rochosos da Serra do Itapetinga. **A:** Presença de visitantes no afloramento da Pedra Grande. **B:** Descarte de resíduos nas ilhas de vegetação da Pedra Grande por ocasião das festividades de 1 de Maio. **C-D:** Impacto causado pela passagem de motocicletas sobre ilhas de vegetação no afloramento da Pedra do Coração. **E:** Descarte de sobra de materiais de construção no afloramento da Pedra Grande. **F:** Área invadida por *Melinis minutiflora* no Lajeado da Grotta Funda. **G:** Carreamento de solo e rochas da estrada para as ilhas de vegetação na Pedra Grande. **H:** Deposição de acículas e estróbilos de *Pinus* sp. sobre ilha de vegetação na Pedra Rolada. **I:** Incêndio florestal no afloramento da Pedra Pequena. **J:** Ilhas de vegetação do Lajeado da Pedra Grande após a ocorrência de incêndio. Fotos A, A-detelhe, E, G: A. Campos-Rocha. B-D, F, H-J: V. Zorzi.

importante tanto em número total de indivíduos como em área ocupada. Neste afloramento, a espécie foi observada em próximo de cem ilhas de vegetação, distribuídas por uma área total de pouco mais de três hectares. O afloramento da Pedra Grande possui um histórico de intenso uso e ocupação, sobretudo a partir da abertura da estrada de acesso em 1962, quando passou a enfrentar um processo de retirada massiva de plantas nativas para comercialização em Atibaia e municípios vizinhos (Zorzi, 2016). A partir dos anos 1980, com início da prática de voo livre na Pedra Grande, o afloramento iria tornar-se o principal destino turístico da região (Zorzi, 2016; Fundação Florestal, 2020). Tornaram-se também abundantes os relatos de práticas danosas à flora local, incluindo o estabelecimento de fogueiras e a passagem de veículos sobre as ilhas de vegetação, além da coleta de espécies de apelo ornamental (Zorzi & Meirelles, 2012; Zorzi, 2016; São Paulo, 2018b; Fundação Florestal, 2020). Estimativas apontam para uma redução de cerca de 40% na área de campos com vegetação rupestre do afloramento da Pedra Grande entre os anos de 1962 e 2012 (Zorzi & Meirelles, 2012). Zorzi (2016) demonstrou que as ilhas com menor riqueza e ocorrência de espécies raras são sobretudo aquelas situadas mais próximas dos locais acessados pelos visitantes. Atualmente, mais de 120 mil turistas passam a cada ano pelo afloramento da Pedra Grande (dados da SIMBiOSE para o ano de 2021).

A criação do Mona Pedra Grande em 2010 é considerada uma importante mudança nas políticas de conservação da biodiversidade em escala regional. No entanto, o ordenamento do afloramento da Pedra Grande começou a desenhar-se efetivamente somente a partir do envolvimento entre sociedade civil e poderes público municipal e estadual. Entre principais os avanços resultantes desse esforço colaborativo destacamos a elaboração e aprovação dos Planos de Manejo do Mona Pedra Grande e PEI em 2018, a execução de termos de parceria entre a prefeitura de Atibaia e a Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) SIMBiOSE para o ordenamento de uso do afloramento da Pedra Grande, monitoramento de impactos sobre sua vegetação xerófila, prevenção e combate a incêndios florestais na Serra do Itapetinga e entorno, dentre outras ações. De acordo com o zoneamento aprovado para o Mona Pedra Grande, o acesso de *N. itapetinga* do afloramento

da Pedra Grande encontra-se distribuído por quatro zonas internas distintas da unidade de conservação, com a maior densidade de indivíduos observados situada na Zona de Uso Intensivo. Esta zona é considerada aquela onde os ambientes naturais apresentam maiores efeitos de intervenção humana, compreendendo apenas 0,15% da área total do Mona Pedra Grande, que corresponderia a porção de maior uso consolidado do afloramento da Pedra Grande (São Paulo, 2018b). Tem como principal objetivo oferecer infraestrutura de gestão e suporte às atividades desenvolvidas no local, incluindo visitação pública com médio impacto sobre os recursos ambientais (São Paulo, 2018b). A Zona de Uso Intensivo absorve a maior parte do fluxo de visitantes da unidade de conservação, assim como a grande parte dos impactos decorrentes do mau uso, como coleta de indivíduos vegetais, pisoteio, descarte de resíduos, erosão e abertura de trilhas nas ilhas de vegetação (Fundação Florestal, 2020).

O afloramento Lajeado da Grota Funda está inserido em uma área de preservação do município de Atibaia denominada Parque Natural Municipal da Grota Funda (PNMGF), convertida no ano de 2017 em uma unidade de conservação do grupo de proteção integral (Atibaia, 2017). O plano de manejo do PNMGF é datado do ano de 2015 e foi realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), embora nunca tenha sido publicado através de decreto oficial. De acordo com o zoneamento da unidade de conservação, o Lajeado da Grota Funda está incluído em sua Zona de Recuperação, que compreende locais com alterações antrópicas ou resquícios da ocupação humana anterior (Atibaia, 2017). A ocorrência de incêndios florestais representa uma das principais ameaças à biota do PNMGF (Giaretta *et al.*, 1999; Zorzi, 2016), e à vegetação de afloramentos rochosos em todo o mundo, resultando em alterações permanentes na sua estrutura e composição (Burke, 2003; Fitzsimons & Michael, 2016). Entre os anos 1985 e início de 2022, segundo informações da SIMBiOSE e da plataforma MapBiomias, o Lajeado da Grota Funda registrou ao menos onze incêndios florestais, com origem tanto nas áreas antropizadas próximas como no próprio afloramento rochoso (Zorzi, 2016). O último incêndio de grande proporção a atingir o Lajeado da Grota Funda, em outubro de 2012, alterou de maneira significativa a sua composição florística (Zorzi, 2016). É possível que

*N. itapetinga* tenha sido extinto localmente neste afloramento, onde a espécie não foi observada em anos recentes.

Entre os anos de 2017 a 2022, o trabalho colaborativo entre as gestões das unidades de conservação e a SIMBiOSE reduziu a área impactada anualmente por incêndios florestais na Serra do Itapetinga de aproximadamente 900 para 200 hectares. Neste período, incêndios ocorridos em áreas florestadas do PNMGF foram controlados antes de atingirem os afloramentos rochosos. O afloramento da Pedra Grande não registra a ocorrência de grandes incêndios nas últimas duas décadas, embora queimadas pontuais tenham acontecido em decorrência de acampamentos noturnos irregulares, inclusive com uso de vegetação nativa rupícola como material combustível para fogueiras. Com o surgimento de áreas abertas, os incêndios propiciam o aparecimento de espécies exóticas invasoras, outra grave ameaça à flora nativa de afloramentos rochosos (Pigott, 2000; Porembski, 2000). O Lajeado da Grota Funda apresentou a maior riqueza de espécies ruderais entre os afloramentos rochosos levantados por Zorzi (2016). *Melinis minutiflora* P. Beauv., gramínea africana de rápida propagação, grande cobertura e alta flamabilidade (Rossi *et al.*, 2014; Damasceno *et al.*, 2018), foi registrada em todos os afloramentos (Zorzi, 2016). Estima-se que 20% dos campos rupestres do afloramento da Pedra Grande estejam atualmente cobertos por *M. minutiflora* (Zorzi, 2016). A formação de maciços da espécie em áreas invadidas pode resultar em alterações no microclima do solo, ciclagem de nutrientes e disponibilidade de luz (Barger *et al.*, 2003; Zenni *et al.*, 2019), com gradual substituição das espécies do estrato herbáceo (Martins *et al.*, 2009, 2011).

O afloramento Três Marias pertencia a propriedade privada recentemente desapropriada pelo governo estadual para fins de regularização do PEI, estando incluído na Zona de Conservação do Mona Pedra Grande. Os afloramentos da Pedra da Águia e Pedra das Estrelas encontram-se situados em propriedades privadas, porém inseridos nos limites do PEI. Ambos os afloramentos fazem parte da Zona de Conservação da unidade de conservação. O afloramento da Pedra das Estrelas também está inserido em sua Área de Ocupação Humana, que tem como propósito circunscrever a ocorrência de ocupações humanas até a efetiva desapropriação ou regularização fundiária (São Paulo, 2018a). Algumas atividades

agropecuárias podem ser permitidas nas Áreas de Ocupação Humana, sob condições previamente estabelecidas (São Paulo, 2018a). O afloramento da Pedra das Estrelas possui um longo histórico de uso direto, que inclui a criação de rebanhos bovinos e equinos, e o corte de vegetação para carvoaria (Zorzi, 2016). Este afloramento é considerado também bastante vulnerável à ocorrência de incêndios florestais, observados com grande regularidade nos campos antrópicos próximos e nas áreas de acampamento de afloramento vizinho, denominado de Pedra do Coração (Zorzi, 2016).

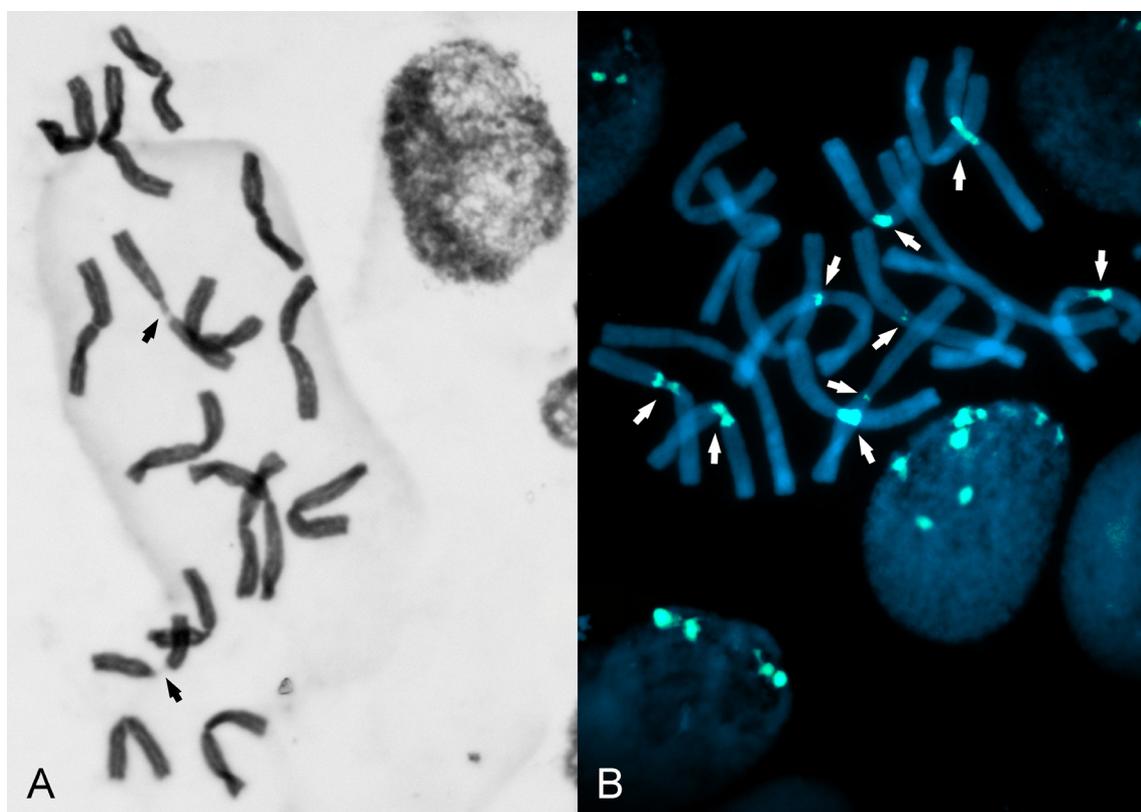
Espécies vegetais nativas de afloramentos rochosos são caracterizadas por sua fragilidade e baixa capacidade de regeneração, sendo geralmente plantas de crescimento lento e capacidade limitada de dispersão e sobrevivência (Hopper, 2009; Hunter, 2016). Nos acessos remanescentes de *N. itapetinga* acompanhados por maior período de tempo foi observada uma tendência de declínio constante no número de indivíduos maduros, mesmo em um cenário de maior proteção à vegetação dos afloramentos em que a espécie ocorre. *Nothoscordum itapetinga* revelou-se bastante vulnerável à competição com espécies invasoras, sobretudo gramíneas exóticas oportunistas, que possivelmente dificultam a germinação de suas sementes e o desenvolvimento de plântulas. Além disso, a sua preferência ambiental pelas zonas de borda das ilhas de vegetação torna *N. itapetinga* mais suscetível às pressões representadas pela continuidade das atividades turísticas nestes afloramentos. É provável que a espécie não suporte o pisoteio direto dos visitantes, que pode resultar em redução na cobertura e diversidade das ilhas de vegetação, facilitando a sua invasão por espécies exóticas (Pickering & Hill, 2007; Mason *et al.*, 2015). Estudo baseado em dez anos de investigações sobre comunidades vegetais em afloramentos rochosos sugere ainda que as mudanças climáticas podem estar diretamente associadas ao declínio na riqueza de espécies, afetando particularmente os seus estágios juvenis (Fonty *et al.*, 2009). Populações pequenas e isoladas tornam-se cada vez mais sujeitas aos efeitos da endogamia e deriva genética, que podem ocasionar em perda de variabilidade genética, diminuindo também a capacidade de adaptação às mudanças ambientais (Oakley & Winn, 2012; Cheptou *et al.*, 2017).



### Citogenética

As análises cromossômicas permitem apontar que *Nothoscordum itapetinga* possui  $2n = 16$ , com uma predominância de cromossomos metacêntricos grandes, que variam de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de comprimento (Fig. 6). Tanto o número como a morfologia cromossômica sugerem que *N. itapetinga* seja um tetraploide ( $2n = 4x = 16$ ) do grupo das espécies de *Nothoscordum* com  $x = 4$ . As regiões centroméricas mostram evidentes regiões de cromatina descondensada (Fig. 6A). As análises

de distribuição de DNAr revelaram de 8 a 9 sinais de hibridação de rDNA 45S exclusivamente nas regiões centroméricas (Fig. 6B). Esta distribuição de rDNA 45S pode ser considerada atípica em relação às espécies de *Nothoscordum* estudadas. A maioria das espécies investigadas, inclusive aquelas que apresentam  $2n = 16$  com cromossomos metacêntricos, apresentam sítios de rDNA 45S subterminais (Souza *et al.*, 2019; Báez *et al.*, 2020). O conteúdo de DNA 2C mensurado para *N. itapetinga* foi de  $2C = 37,22$  pg.



**Fig. 6.** Cromossomos metafásicos de *Nothoscordum itapetinga* ( $2n = 16$ ). **A:** Coloração com HCl/Giemsa, as setas indicam regiões cromossômicas descondensadas. **B:** Distribuição de rDNA 45 S por FISH, as setas indicam os sinais de hibridação (verde). Escala= B: 10  $\mu\text{m}$ .

## DISCUSSÃO

Nossos resultados descrevem uma espécie nova para o gênero *Nothoscordum*, sendo que tanto a sua morfologia externa (ausência de

fusão nos filamentos estaminais) como número cromossômico, padrão de distribuição de rDNA, conteúdo de DNA e as inferências filogenéticas realizadas sugerem a sua inclusão na seção *Nothoscordum*, além de distingui-la das demais

espécies investigadas. Morfologicamente, *N. itapetinga* pode ser considerado particularmente similar a *N. aparadense*, descrito a partir de material supostamente coletado por seu autor em Aparados da Serra, no estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil. *Nothoscordum itapetinga* pode ser distinto de *N. aparadense* (de acordo com a sua descrição original; até o momento não existem outros materiais disponíveis para estudo; Sassone *et al.*, 2023) pelo comprimento do escapo e espessura da folha, além de características da flor (estilete de comprimento semelhante aos estames e 2-4 óvulos por lóculo em *N. itapetinga* vs. estilete mais longo que os estames e dois óvulos por lóculo em *N. aparadense*). Além disso, *N. aparadense* é uma espécie que aparentemente ocorre em áreas úmidas dos campos de altitude (descritas em seu protólogo como “damp lawns on the top of the mountain ridge”), que são geralmente caracterizados pela formação de um estrato herbáceo contínuo com predomínio de gramíneas, sendo particularmente abundantes nos Aparados da Serra (Gomes, 2009; Dalmolim, 2013), uma das regiões mais ricas em endemismos do Sul do país (Iganci *et al.*, 2011; Külkamp *et al.*, 2018). Por sua vez, *N. itapetinga* é uma espécie com ocorrência confirmada apenas para a Serra do Itapetinga, que ocorre exclusivamente em afloramentos graníticos, preferencialmente na borda de ilhas de vegetação sobre a matriz rochosa.

*Nothoscordum itapetinga* pode também ser comparado a *N. goianum* Ravenna, *N. jaibanum* Ravenna e *N. pulchellum* Kunth, outras espécies publicadas a partir de descrições bastante limitadas e com base exclusivamente em material herborizado (não disponível para estudo), provenientes de zonas mais secas do Brasil. Todas possuem folhas estreitas e flores alvas com filamentos estaminais livres, tendo sido provisoriamente incluídas na seção *Nothoscordum*, embora os posicionamentos filogenéticos nunca tenham sido testados. O tipo de *N. goianum* foi coletado no estado de Goiás, em afloramento calcário a cerca de 120 quilômetros do município de Formosa, numa região predominantemente de Cerrado, sem maiores informações sobre a localidade; o tipo de *N. jaibanum* é proveniente do município de Jaíba, ao norte do estado de Minas Gerais, em região de Caatinga e transição para a floresta decídua. As duas espécies podem ser distintas pelo escapo usualmente mais curto que as folhas, que podem

medir até 4 mm de largura, além de formação de bulbilhos laterais (vs. escapo de altura similar ou maior que as folhas, que medem 1-2 mm de largura, sem a formação de bulbilhos laterais observada em *N. itapetinga*). Também de acordo com a descrição original, *N. jaibanum* apresenta ovário procumbente e tem uma curta vida útil de quatro semanas. Algumas plantas de populações destas regiões, identificadas como *N. pulchellum* e que apresentam folhas liguladas, foram analisadas citogeneticamente mostrando serem diploides com  $x = 5$ , sendo três cromossomos metacêntricos, um acrocêntrico e um telocêntrico (Guerra & Felix, 2000) ou diploides e tetraploides com três cromossomos metacêntricos e dois acrocêntricos.

O único representante da seção *Nothoscordum* com ocorrência confirmada para o estado de São Paulo é *N. bonariense* (Pers.) Beauverd, coletado próximo à divisa com o Paraná (Dutilh, 2005) e que pode ser facilmente reconhecido por apresentar rizoma junto ao bulbo, folhas geralmente mais largas (1-5 mm larg.), além de tricomas nas folhas e escapo (Guaglianone, 1972). Duas espécies da seção *Inodorum* também são registradas para São Paulo; *N. gracile* e *N. nudicaule* (Lehm.) Guagl., consideradas invasoras cosmopolitas, cuja distribuição geográfica original é desconhecida. Em relação ao número cromossômico e conteúdo de DNA, entre as espécies até o momento investigadas (por exemplo em Souza *et al.*, 2012; Pellicer *et al.*, 2017; Sassone *et al.*, 2018), *N. itapetinga* revelou maiores semelhanças com *N. montevidense* tetraploide, também posicionado na sect. *Nothoscordum* e apresentando um número cromossômico similar (que pode ser prontamente distinto pela coloração das flores e distribuição geográfica; amarelas e de ocorrência mais ao sul, restrita ao estado do Rio Grande do Sul no Brasil, além de Argentina e Uruguai), porém o padrão de distribuição de rDNA significativamente diferente sugere uma importante diferenciação genômica. A seção *Nothoscordum* demonstrou-se a mais variável tanto morfológica como geneticamente, sendo a sua circunscrição e de suas espécies um enorme desafio. A maioria das espécies ocorrentes no Brasil foi descrita a partir de uma única coleta, e muitas vezes as descrições e materiais originais não são suficientes para sua identificação (Sassone *et al.*, 2023). O gênero é objeto de estudos sistemáticos em andamento, sendo aguardada a

inclusão de uma maior amostragem de espécies da seção *Nothoscordum* na filogenia molecular para reconstruir a origem de *N. itapetinga* e reconhecer as suas espécies irmãs.

Espécime coletado no ano de 1939 (*Gehrt s.n.*, SP 41682) pode representar registro de ocorrência pretérita de *N. itapetinga* no município de São Paulo, o mais populoso e um dos mais densamente povoados do Brasil (IBGE, 2022). A etiqueta do material menciona como local de sua coleta áreas de campos naturais do Parque Jabaquara, na zona centro-sul de São Paulo, a pouco mais de cinquenta quilômetros ao sul dos acessos remanescentes da Serra do Itapetinga. A ocupação e urbanização da região ocorreram de maneira tardia na história do município de São Paulo, acontecendo efetivamente somente a partir da década de 1930 (Blanes, 2006). No atual bairro do Jabaquara, a altitude média é de aproximadamente 790 m, podendo atingir 850 m nas áreas mais altas. O único remanescente de vegetação natural local é representado pelo Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, que conserva cerca de 300 ha de área florestada em estágio secundário de sucessão (São Paulo, 2008). Não foram encontrados registros posteriores da espécie para a região ou município de São Paulo. O exame deste espécime não foi considerado conclusivo em relação à sua identidade, razão pela qual não está sendo considerado como representativo de *N. itapetinga*.

## CONCLUSÃO

A Floresta Atlântica é considerada o domínio fitogeográfico com a flora mais conhecida e bem amostrada do Brasil (Galindo-Leal & Câmara, 2003; Sobral & Stehmann, 2009; Oliveira *et al.*, 2019), embora ainda responda por próximo de metade das espécies descritas anualmente no país (Sobral & Stehmann, 2009). A descrição de uma nova espécie possivelmente endêmica da Macrometrópole Paulista, a mais populosa do Brasil e que concentra a maioria de suas principais universidades e instituições científicas, evidencia a importância de investimentos contínuos nessas áreas, em um contexto de contingenciamento de recursos para pesquisa (Thomé & Haddad, 2019; Oliveira *et al.*, 2020; Silva Junior *et al.*, 2021) e conservação da biodiversidade (Thomaz *et al.*,

2020; Silva *et al.*, 2021), além de desestímulo na formação de pesquisadores taxonomistas (Santos & Carbayo, 2021; Beal-Neves *et al.*, 2022). A descrição de *N. itapetinga* também reforça a importância de áreas especialmente protegidas na conservação de espécies raras, endêmicas e ameaçadas, assim como expõe algumas de suas fragilidades. Portanto, sugerimos algumas medidas adicionais de proteção que consideramos necessárias para garantir a sobrevivência dos seus acessos remanescentes a curto e médio prazo: 1) mudança de zoneamento dos locais de ocorrência da espécie incluídos na Zona de Uso Intensivo do Mona Pedra Grande para zonas de maior restrição de uso, com intensificação no controle e fiscalização de acesso a essas zonas, além de educação para geração de valor pela sociedade; 2) monitoramento contínuo de evidências de impacto e diversidade de comunidades vegetais típicas no afloramento da Pedra Grande; 3) integração de esforços entre a prefeitura de Atibaia, a Fundação Florestal e a sociedade civil organizada para maior controle e fiscalização da região alta do PNMGF e do sítio Pacaembu, o que inclui a proteção do afloramento Três Marias na Zona de Conservação do PEI; 4) promoção de ações educativas e de sensibilização para a conservação da espécie e seu hábitat junto aos proprietários dos afloramentos Pedra da Águia e Pedra das Estrelas; 5) limitação do acesso de visitantes à Pedra da Águia, com delimitação de áreas especiais de proteção no afloramento; 6) estabelecimento de programas de restauração e manejo de espécies invasoras nos afloramentos com registros conhecidos de *N. itapetinga*, além de coleções *ex situ* da espécie com o propósito de reintroduzi-la nas áreas onde foi comprovadamente extinta. Ações de conservação em escala local são apontadas como uma das estratégias mais eficientes para a proteção de espécies raras em regiões ambientalmente complexas (Crain *et al.*, 2015). Da mesma forma, entendemos ser de grande importância a continuidade das atividades de campo nos afloramentos rochosos da Serra do Itapetinga e regiões próximas, com o objetivo de encontrar possíveis acessos adicionais de *N. itapetinga*. Na área do Contínuo da Cantareira, foram mapeados mais de cem afloramentos graníticos com área superior a um hectare (Zorzi, 2016), cuja flora permanece praticamente desconhecida. Esperamos

ainda que a descrição da nova espécie estimule futuros estudos com objetivo de investigar a sua biologia reprodutiva e ecologia, assim como a estrutura e diversidade genética de seus acessos remanescentes, de maneira a prover subsídios para melhor fundamentar a definição de ações prioritárias e políticas públicas para a sua conservação.

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram na concepção e delineamento do estudo. O primeiro rascunho do manuscrito foi elaborado por ACR e os demais autores comentaram em versões posteriores. ACR, ABS, JHAD, MQ, RMG e VGZ realizaram as atividades de campo. ACR, JHAD, MQ, RMG e VGZ discutiram os dados de distribuição, hábitat e estado de conservação. ABS, ACR e JHAD realizaram os estudos morfológicos comparativos. ABS realizou as análises filogenéticas e discutiu os dados. ABS e JDU desenvolveram os experimentos e análises citogenéticas; ABS, ACR, JDU e JHAD discutiram os dados. ACR, ABS e JDU prepararam as figuras e tabelas. ACR e ABS organizaram as últimas versões do manuscrito. Todos os autores leram e aprovaram a sua versão final.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos curadores e equipe técnica das coleções consultadas, especialmente herbários MBM e SP pelas doações de duplicatas de *Nothoscordum*. Somos gratos também a Fátima Otavina Buturi pelo auxílio com espécimes do SP; a Klei Sousa pela ilustração botânica; a Douglas Carvalho pela autorização de uso da Fig. 4D; à Prefeitura da Estância de Atibaia pela autorização de pesquisa no PNMGF; a Daniel Abicair pelas informações sobre o acesso da Reserva Ecológica do Vuna; a Márcio Marques e Roberta Santos da Pousada Águas do Vale, pela atenção e apoio; e Luís Antônio de Souza pelo suporte às atividades de campo durante a finalização do manuscrito. ACR agradece a Patrícia Messias pelos comentários e revisão das versões finais do manuscrito. ABS é grata ao Instituto de Floricultura (INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina), especialmente ao MS

Soto, MA Coviella. Este trabalho foi em parte apoiado pela “Agência Nacional de Promoção Científica e Técnica”, Argentina (ANPCyT), subvenção PICT 2017 #375 (à ABS). Somos também gratos aos revisores pelas correções e sugestões.

## BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. 2005. Refletindo sobre questões ambientais: ecologia, psicologia e outras ciências. *Psicol. USP* 16: 19-34.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-65642005000100003>
- ATIBAIA, 2017. Lei complementar nº 740/17, de 28 de março de 2017. Disponível em: <http://leismunicipa.is/jefwl> [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- BACHMAN, S., J. MOAT, A. W. HILL, J. TORRE & B. SCOTT. 2011. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: Geospatial conservation assessment tool. *Zookeys* 150: 117-126.  
<https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
- BÁEZ, M., G. SOUZA & M. GUERRA. 2020. Does the chromosomal position of 35S rDNA sites influence their transcription? A survey on *Nothoscordum* species (Amaryllidaceae). *Genet. Mol. Biol.* 43: e20180194.  
<https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2018-0194>
- BARGER, N. N., C. M. D'ANTONIO, T. GHNEIM & E. CUEVAS. 2003. Constraints to colonization and growth of the African grass, *Melinis minutiflora*, in a Venezuelan savanna. *Plant Ecol.* 167: 31-43.  
<https://doi.org/10.1023/A:1023903901286>
- BEAL-NEVES, M., A. MIELKE, S. D. GAMARRA, C. BEIER & C. S. FONTANA. 2022. A students' opinion on the importance of natural history collections and taxonomy in Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 39: e21045.  
<https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v39.e21045>
- BLANES, L. 2006. Análise dos biótopos da bacia hidrográfica do Córrego Águas Espraiadas. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Brasil.
- BRASIL. 2000. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm) [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- BURKE, A. 2003. Inselbergs in a changing world-global trends. *Divers. Distrib.* 9: 375-383.  
<https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00035.x>

- CHEPTOU, P. O., A. L. HARGREAVES, D. BONTE & H. JACQUEMYN. 2017. Adaptation to fragmentation: evolutionary dynamics driven by human influences. *Phil. Trans. R. Soc. B* 372: 20160037. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0037>
- CHOMA, D. & T. COSTA. 2009. Pedra Grande Doc. Instituto Câmara Clara. Disponível em: <http://camaraclara.org.br/acervo/mosaico/mosaico/pedra-grande-doc/>
- CRAIN, B. J., A. M. SÁNCHEZ-CUERVO, J. W. WHITE & S. J. STEINBERG. 2015. Conservation ecology of rare plants within complex local habitat networks. *Oryx* 49: 696-703. <https://doi.org/10.1017/S0030605313001245>
- CRISPIM, F. B. 2018. Patrimônio, história e meio ambiente: notas sobre o tombamento de áreas naturais pelo Condephaat (1976-1989). Em: CARVALHO, A. V., B. O. ESPEJEL & T. JULIANO (eds.), *Perspectivas patrimoniais: natureza e cultura em foco*, pp. 59-76. Editora Prismas, Curitiba.
- DALMOLIM, E. B. 2013. *Poaceae dos campos de altitude do Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- DAMASCENO, G., L. SOUZA, V. R. PIVELLO, E. GORGONE-BARBOSA, ... & A. FIDELIS. 2018. Impact of invasive grasses on Cerrado under natural regeneration. *Biol. Invasions* 20: 3621-3629. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1800-6>
- DOYLE, J. J. & J. L. DOYLE. 1987. A Rapid DNA isolation procedure from small quantities of fresh leaf tissues. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.
- DUTILH, J. H. A. 1987. Investigações citotaxonômicas em populações brasileiras de *Hippeastrum* Herb. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- DUTILH, J. H. A. 1996. *Biossistemática de quatro espécies de Hippeastrum Herb. (Amaryllidaceae)*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- DUTILH, J. H. A. 2005. Amaryllidaceae. Em: WANDERLEY, M. G. L., G. J. SHEPHERD, T. S. A. MELHEM, S. E. MARTINS, M. KIRIZAWA & A. M. GIULIETTI (eds.), *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, vol. 4, pp. 244-255. FAPESP & RiMa, São Paulo.
- FERNÁNDEZ, V. A., L. GALETTO & J. ASTEGIANO. 2009. Influence of flower functionality and pollination system on the pollen size-pistil length relationship. *Org. Divers. Evol.* 9: 75-82. <https://doi.org/10.1016/j.ode.2009.02.001>
- FITZSIMONS, J. A. & D. R. MICHAEL. 2016. Rocky outcrops: a hard road in the conservation of critical habitats. *Biol. Conserv.* 211: 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.019>
- FONTY, E., C. SARTHOU, D. LARPIN & J. F. PONGE. 2009. A 10-year decrease in plant species richness on a neotropical inselberg: detrimental effects of global warming? *Global Change Biol.* 15: 2360-2374. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01923.x>
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2020. Plano de Uso Público. Parque Estadual do Itapetinga e Monumento Natural Estadual da Pedra Grande. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/sites/243/2020/10/mona-pedra-grande-plano\\_uso\\_publico\\_versao\\_cons\\_consultivo-final2.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/fundacaoflorestal/sites/243/2020/10/mona-pedra-grande-plano_uso_publico_versao_cons_consultivo-final2.pdf) [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- GALINDO-LEAL, C. & I. G. CÂMARA. 2003. *Atlantic Forest hotspot status: an overview*. Em: GALINDO-LEAL, C. & I. G. CÂMARA (eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity status, threats, and outlook*, pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington.
- GERLACH, W. L. & J. R. BEDBROOK. 1979. Cloning and characterization of ribosomal RNA genes from wheat and barley. *Nucleic Acids Res.* 7: 1869-1885. <https://doi.org/10.1093/nar/7.7.1869>
- GIARETTA, A. A., K. G. FACURE, R. J. SAWAYA, J. D. MEYER & N. CHEMIN. 1999. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica* 31: 669-674. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00416.x>
- GIUSSANI, L. M., J. H. COTA-SÁNCHEZ, F. O. ZULOAGA & E. A. KELLOGG. 2001. A molecular phylogeny of the grass subfamily Panicoideae (Poaceae) shows multiple origins of C4 photosynthesis. *Am. J. Bot.* 88: 1993-2012.
- GOMES, M. A. M. 2009. *Caracterização da vegetação de campos de altitude em unidades de paisagem na região do Campo dos Padres, Bom Retiro/Urucibi, SC*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- GROMBONE, M. T., L. C. BERNACCI, J. A. A. MEIRA NETO, J. Y. TAMASHIRO & H. D. F. LEITÃO FILHO. 1990. Estrutura fitossociológica da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia-estado de São Paulo). *Acta Bot. Bras.* 4: 47-64. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061990000200004>

- GUAGLIANONE, E. R. 1972. Sinopsis de las especies de *Ipheion* Raf. y *Nothoscordum* Kunth (Liliáceas) de Entre Ríos y regiones vecinas. *Darwiniana* 17: 159-240.
- GUARALDO, A. C. 2009. *Fenologia reprodutiva, distribuição espacial e frugivoria em Rhipsalis (Cactaceae)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Brasil.
- GUERRA, M. 1983. O uso do Giemsa em Citogenética Vegetal: comparação entre a coloração simples e o bandeamento. *Ciê. Cult.* 35: 190-193.
- GUERRA M. 1988. *Introdução à Citogenética Geral*. Guanabara, Rio de Janeiro.
- GUERRA, M. 2008. Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications. *Cytogenet. Genome Res.* 120: 339-350. <https://doi.org/10.1159/000121083>
- GUERRA, M. & L. P. FELIX. 2000. O cariótipo de *Nothoscordum pulchellum* (Alliaceae), com ênfase na heterocromatina e nos sítios de DNAr. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 35: 283-89.
- HOPPER, S. D. 2009. OCBIL theory: towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes. *Pl. Soil* 322: 49-86. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0068-0>
- HUNTER, J. T. 2016. Differences in functional trait distribution between inselberg and adjacent matrix floras. *Int. J. Ecol.* 2016: 6417913. <https://doi.org/10.1155/2016/64179>
- HUELSENBECK, J. P. & F. RONQUIST. 2001. MrBayes: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics* 17: 754-755. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/17.8.754>
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2.º ed. IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. São Paulo. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> [Acesso: 12 novembro 2022].
- IGANCI, J. R., G. HEIDEN, S. T. MIOTTO & R. T. PENNINGTON. 2011. Campos de Cima da Serra: The Brazilian Subtropical Highland Grasslands show an unexpected level of plant endemism. *Bot. J. Linn. Soc.* 167: 378-93. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2011.01182.x>
- IUCN. 2012. IUCN Red list Categories and Criteria: version 3.1. 2nd ed. IUCN, Gland and Cambridge. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001-2nd.pdf> [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- IUCN. 2022. Diretrizes para o Uso das Categorias e Critérios da Lista Vermelha da UICN. Versão 15.1. Preparada pelo Comitê de Padrões e Petições da Comissão de Sobrevivência de Espécies da UICN. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines> [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- KATOH, K. & D. M. STANDLEY. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Mol. Biol. Evol.* 30: 772-780. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst010>
- KÜLKAMP, J., G. HEIDEN & J. R. IGANCI. 2018. Endemic plants from the southern Brazilian Highland grasslands. *Rodriguésia* 69: 429-440. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869214>
- MARTINS, C. R., J. D. V. HAY & R. CARMONA. 2009. Potencial invasor de duas cultivares de *Melinis minutiflora* no Cerrado brasileiro - características de sementes e estabelecimento de plântulas. *Rev. Árvore* 33: 713-722. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400014>
- MARTINS, C. R., J. D. V. HAY, B. M. T. WALTER, C. E. B. PROENÇA & L. J. VIVALDI. 2011. Impacto da invasão e do manejo do capim-gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. *Braz. J. Bot.* 34: 73-90. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000100008>
- MASON, S., D. NEWSOME, S. MOORE & R. ADMIRAAL. 2015. Recreational trampling negatively impacts vegetation structure of an Australian biodiversity hotspot. *Biodivers. Conserv.* 24: 2685-707. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0957-x>
- MEIRA NETO, J. A., L. C. BERNACCI, M. T. GROMBONE, J. Y. TAMASHIRO & H. D. LEITÃO-FILHO. 1989. Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia-Estado de São Paulo). *Acta Bot. Bras.* 3: 51-74. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061989000200006>
- OAKLEY, C. G. & A. A. WINN. 2012. Effects of population size and isolation on heterosis, mean fitness, and inbreeding depression in a perennial plant. *New Phytol.* 196: 261-270. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04240.x>
- OLEQUES, S. S., T. T. SOUZA-CHIES & R. S. AVILA JR. 2021. Elucidating plant-pollinator interactions in

- South Brazilian grasslands: what do we know and where are we going? *Acta Bot. Bras.* 35: 323-338. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0225>
- OLIVEIRA, E. A., H. MARTELLI JUNIOR, A. C. S. SILVA, D. R. B. MARTELLI & M. C. L. OLIVEIRA. 2020. Science funding crisis in Brazil and COVID-19: deleterious impact on scientific output. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 92: e20200700. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020200700>
- OLIVEIRA, U., B. S. SOARES-FILHO, A. J. SANTOS, A. P. PAGLIA, ... & V. G. FERRO. 2019. Modelling highly biodiverse areas in Brazil. *Sci. Rep.* 9: a6355. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42881-9>
- PELLICER, J., O. HIDALGO, J. WALKER, M. CHASE, ... & M. F. FAY. 2017. Genome size dynamics in tribe Gilliesieae (Amaryllidaceae, subfamily Allioideae) in the context of polyploidy and unusual incidence of Robertsonian translocations. *Bot. J. Linn. Soc.* 184: 16-31. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/box016>
- PICKERING, C. M. & W. HILL. 2007. Impacts of recreation and tourism on plant biodiversity and vegetation in protected areas in Australia. *J. Environ. Manage.* 85: 791-800. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.11.021>
- PIGOTT, J. P. 2000. Environmental weeds and granite outcrops: possible solutions in the “too hard basket”? *J. R. Soc. West. Aust.* 83: 135-137.
- POREMBSKI, S. 2000. The invasibility of tropical granite outcrops (‘inselbergs’) by exotic weeds. *J. R. Soc. West. Aust.* 83: 131-134.
- RADFORD, A. E., W. C. DICKISON, J. R. MASSEY & C. R. BELL. 1974. *Vascular Plant Systematics*. Harper & Row Publishers, New York.
- RAHN, K. 1998. Alliaceae. Em: Kubitzki, K. (ed.), *Flowering Plants. Monocotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants*, vol 3. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-03533-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03533-7_9)
- RAMBAUT, A., A. J. DRUMMOND, D. XIE, G. BAELE & M. A. SUCHARD. 2018. Posterior summarization in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Syst. Biol.* 67: 901-904. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syy032>
- RAVENNA, P. F. 2001. New species of *Nothoscordum* (Alliaceae)-XVI. *Onira* 5: 36-37.
- REEVES, A. 2001. MicroMeasure: a new computer program for the collection and analysis of cytogenetic data. *Genome* 44: 439-443.
- RODRIGUES, R. R., C. A. JOLY, M. C. W. BRITO, A. PAESE, ... & V. L. R. BONONI. 2008. *Diretrizes para a conservação da biodiversidade no estado de São Paulo*. Instituto de Botânica-FAPESP, São Paulo.
- ROSSI, R. D., C. R. MARTINS, P. L. VIANA, E. L. RODRIGUES & J. E. FIGUEIRA. 2014. Impact of invasion by molasses grass (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) on native species and on fires in areas of campo-cerrado in Brazil. *Acta Bot. Bras.* 28: 631-637. <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3390>
- SAMPAIO, T. 1901. O tupi na geografia nacional. O Pensamento, São Paulo.
- SANTOS, C. M. D. & F. CARBAYO. 2021. Taxonomy as a political statement: the Brazilian case. *Zootaxa* 5047: 92-94. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5047.1.8>
- SÃO PAULO. 2008. Plano de Manejo do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Disponível em: [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/03/PLANO\\_DE\\_MANEJO\\_PEFI.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2019/03/PLANO_DE_MANEJO_PEFI.pdf) [Acesso: 10 Fevereiro 2023].
- SÃO PAULO. 2010. Criação de Sistema de Áreas Protegidas do Contínuo da Cantareira: Serras do Itaberaba e Itapetinga. Relatório Final. Secretaria do Meio Ambiente e Fundação Florestal, São Paulo.
- SÃO PAULO. 2018a. Plano de Manejo do Parque Estadual do Itapetinga. Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe\\_itapetinga/Plano\\_Manejo\\_PE\\_Itapetinga\\_CONSEMA.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/pe_itapetinga/Plano_Manejo_PE_Itapetinga_CONSEMA.pdf) [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- SÃO PAULO. 2018b. Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual Pedra Grande. Disponível em: [http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/mona\\_pedra\\_grande/Plano\\_Manejo\\_Mona\\_Pedra\\_Grande.pdf](http://s.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/planos-manejo/concluidos/mona_pedra_grande/Plano_Manejo_Mona_Pedra_Grande.pdf) [Acesso: 10 fevereiro 2023].
- SASSONE, A. B., A. CAMPOS-ROCHA, J. H. A. DUTILH, L.M. GIUSSANI & S. ARROYO-LEUENBERGER. 2023. *Nothoscordum* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15395> [Acesso: 12 fevereiro 2023].
- SASSONE, A. B., A. LÓPEZ, D. H. HOJSGAARD & L. M. GIUSSANI. 2018. A novel indicator of karyotype evolution in the tribe Leucocoryneae (Allioideae, Amaryllidaceae). *J. Plant. Res.* 131: 211-223. <https://doi.org/10.1007/s10265-017-0987-4>

- SASSONE, A. B. & F. R. BLATTNER. 2020. Phylogenomics in South American garlics: preliminary results on diversification within *Nothoscordum* (Amaryllidaceae). En Virtual Botany Conference. The Botanical Society of America, USA. Resumen disponible en: <http://2020.botanyconference.org/engine/search/index.php?func=detail&aid=242>
- SASSONE, A. B. & L. M. GIUSSANI. 2018. Reconstructing the phylogenetic history of the tribe Leucocoryneae (Allioideae): reticulate evolution and diversification in South America. *Mol. Phylogenet. Evol.* 127: 437-448. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.04.034>
- SASSONE, A. B., L. M. GIUSSANI & E. R. GUAGLIANONE. 2014. *Beauverdia*, a resurrected genus of Amaryllidaceae (Allioideae, Gilliesieae). *Syst. Bot.* 39: 767-775. <https://doi.org/10.1600/036364414X681527>
- SCHWARZACHER, T. & P. HESLOP-HARRISON. 2000. *Practical in situ Hybridization*. BIOS Scientific Publishers, Oxford.
- SCIFONI, S. 2018. *Patrimonialização da natureza no Brasil: atualizando o debate*. Em: CARVALHO, A. V., B. O. ESPEJEL & T. JULIANO (eds.), *Perspectivas patrimoniais: natureza e cultura em foco*, pp. 35-58. Editora Prismas, Curitiba.
- SCIFONI, S. 2020. A natureza na preservação do patrimônio cultural paulista: a contribuição de Aziz Nacib Ab'Saber. *An. Mus. Paul.* 28: 1-30. <https://doi.org/10.1590/1982-02672020v28d2e26>
- SILVA, J. M. C., T. C. A. C. DIAS, A. C. CUNHA & H. F. A. CUNHA. 2021. Funding deficits of protected areas in Brazil. *Land Use Policy* 100: 104926. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104926>
- SILVA JUNIOR, C. H. L., Y. M. MOURA, A. C. M. PESSÔA, D. P. TREVISAN, ... & T. N. KUCK. 2021. Surviving as a young scientist in Brazil. *Science* 374: 948. <https://doi.org/10.1126/science.abm8160>
- SOBRAL M. & J. R. STEHMANN. 2009. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). *Taxon* 58: 227-232. <https://doi.org/10.1002/tax.581021>
- SOUZA, G., O. CROSA, P. SPERANZA, & M. GUERRA. 2016. Phylogenetic relations in tribe Leucocoryneae (Amaryllidaceae, Allioideae) and the validation of *Zoellnerallium* based on DNA sequences and cytomolecular data. *Bot. J. Linn. Soc.* 182: 811-824. <https://doi.org/10.1111/boj.12484>
- SOUZA, G., A. MARQUES, T. RIBEIRO, L. G. DANTAS, ... & O. CROSA. 2019. Allopolyploidy and extensive rDNA site variation underlie rapid karyotype evolution in *Nothoscordum* section *Nothoscordum* (Amaryllidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 190: 215-228. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz008>
- SOUZA, L. G. R., O. CROSA, P. SPERANZA & M. GUERRA. 2012. Cytogenetic and molecular evidence suggest multiple origins and geographical parthenogenesis in *Nothoscordum gracile* (Alliaceae). *Ann. Bot.* 109: 987-999. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs020>
- TIBIRIÇÁ, L. C. 1985. Dicionário de topônimos brasileiros de origem tupi. Significado dos nomes geográficos de origem tupi. Traço, São Paulo.
- THIERS, B. Continuously updated. *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- THOMAZ, S. M., L. G. BARBOSA, M. C. S. DUARTE & R. PANOSSO. 2020. The future of nature conservation in Brazil. *Inland Waters* 10: 295-303. <https://doi.org/10.1080/20442041.2020.1750255>
- THOMÉ M. T. & C. F. HADDAD. 2019. Brazil's biodiversity researchers need help. *Science* 364: 1144-1145. <https://doi.org/10.1126/science.aax9478>
- TURLAND, N. J., J. H. WIERSEMA, F. R. BARRIE, W. GREUTER, ... & G. F. SMITH (eds.) 2018. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159*. Koeltz Botanical Books, Glashütten. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- ZENNI, R. D., A. B. SAMPAIO, Y. P. LIMA, M. PESSOA-FILHO, ... & C. DAEHLER. 2019. Invasive *Melinis minutiflora* outperforms native species, but the magnitude of the effect is context-dependent. *Biol. Invasions* 21: 657-667. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1854-5>
- ZONNEVELD B. J. M., I.J. LEITCH & M. D. BENNETT. 2005. First nuclear DNA amounts in more than 300 angiosperms. *Ann. Bot.* 96: 229-24. <https://doi.org/10.1093/aob/mci170>
- ZORZI, V. G. 2016. Endemismo e conservação de refúgios xéricos pleistocênicos da Serra do Itapetinga. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Brasil.
- ZORZI, V. G. & S. MEIRELLES. 2012. Effects of disturbance on the structure and composition of vegetation in the Natural Monument of Pedra Grande-Atibaia-São Paulo-Brazil-Conservation and Recovery of the Soil Islands Vegetation. II Congresso Brasileiro de Ecologia da Paisagem, Salvador.