

MÔNICA APARECIDA CUPERTINO EISENLOHR

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA REAL E POTENCIAL DE  
*Merostachys* SPRENG. (BAMBUSOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE) SOB  
CLIMA ATUAL E FUTURO**

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*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

E49p  
2015

Eisenlohr, Mônica Aparecida Cupertino, 1988-

Padrões de distribuição geográfica real e potencial de  
*Merostachys* Spreng. (Bambusoideae: Arthrostylidiinae) sob  
clima atual e futuro / Mônica Aparecida Cupertino Eisenlohr. –  
Viçosa, MG, 2015.

xiii, 111f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Ana Paula Santos Gonçalves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Bambu. 2. *Merostachys*. 3. Biogeografia. 4. Mudanças  
climáticas. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Biologia Vegetal. Programa de Pós-graduação em Botânica.  
II. Título.

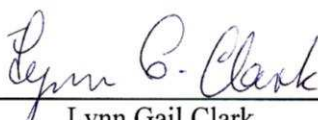
CDD 22. ed. 584.9

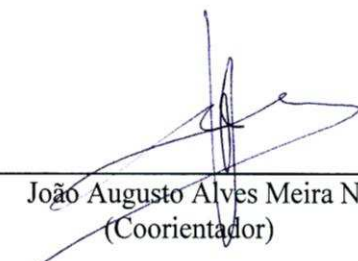
MÔNICA APARECIDA CUPERTINO EISENLOHR

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA REAL E POTENCIAL DE  
*Merostachys* SPRENG. (BAMBUSOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE) SOB  
CLIMA ATUAL E FUTURO**

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: 25 de fevereiro de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
Lynn Gail Clark

  
\_\_\_\_\_  
João Augusto Alves Meira Neto  
(Coorientador)

  
\_\_\_\_\_  
Ana Paula Santos Gonçalves  
(Orientadora)

A ciência não nos oferece cópias do real.  
Ela nos dá apenas modelos hipotéticos e  
provisórios da mesma.  
*(Rubem Alves)*

*Aos meus pais, Angelo e Ana, com  
todo meu amor e minha gratidão,  
dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha fortaleza.

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência no ensino e estrutura. Orgulho-me de ter passado por aqui.

Ao Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio intelectual, financeiro e burocrático.

À Capes e ao Re flora, pela concessão da Bolsa.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ana Paula Santos Gonçalves, pela oportunidade, confiança, apoio e ensinamentos, e por ter me apresentado um mundo novo e fascinante, “o mundo dos bambus”.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Botânica, por todos os preciosos ensinamentos.

À Profa. Dra. Milene Faria, pela leitura do projeto e pela pessoa maravilhosa que é.

Ao Prof. Dr. João Augusto Alves Meira Neto, pelos grandes ensinamentos em Ecologia que foram tão úteis para a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Leonardo Meireles, pelas excelentes contribuições a este trabalho e pela empolgação que tanto me motivou.

Ao Prof. MSc. André Gasper, pela grande ajuda com os dados climáticos, tutoriais e esclarecimentos de várias dúvidas. Agradeço também pelo empréstimo de material botânico.

Ao Prof. Dr. Daniel Paiva, pelos esclarecimentos sobre modelagem.

Ao Prof. Dr. Carlos Antônio Ribeiro, pela grande ajuda com as ferramentas GIS.

Aos curadores dos Herbários BHCB, CEN, SP, UB e UEC, que tão bem me receberam.

A todos os funcionários do Programa de Pós Graduação em Botânica pela dedicação, em especial ao Ângelo, Celso e Fernanda.

Aos amigos e colegas botânicos do PPG, em especial ao Ronaldo Silva, Cristielle Costa, Aloirta Castilho, Adriano Valentin, Alaísma Pereira, Evandro Pianissola, Livia Constâncio, Prímula Viana, Vanessa Terra, Danielle Parma, Lucia Vargas, Anderson Lopes e Junia Lousada.

Ao Ronaldo Silva, pela parceria, campos e coletas, pelas conversas e, claro, pelas identificações das espécies e pelos registros de ocorrência de *Merostachys*.

À Cristielle, por todos os favores, pela amizade e carinho de sempre.

Ao Evandro Pianissola e à Danielle Parma, por toda a ajuda e pelos registros de ocorrência de *Merostachys*.

Aos funcionários do Parque Estadual do Rio Doce e do Parque Estadual da Serra do Papagaio, pela excelente recepção e apoio durante as coletas de *Merostachys*.

Às colegas de república em Viçosa, Ângela Lima, Iara Jaques, Lorena Soares, Natália Stoduto e Samilly Zanith. Obrigada, meninas, pela convivência tão feliz.

À minha querida amiga Ângela, por ter me abrigado em sua casa e por ter me aturado nessa reta final do mestrado.

Às minhas amigas de sempre Eduarda Silva, Meire Lacerda, Clarice Sousa, Rosana Lana, Sabrina Costa e Bárbara Dutra.

Ao Cristiano Rodrigues Reis, pela amizade e por ter me ajudado a estar aqui.

Aos meus queridos tios Francisco Pereira Cupertino e Nanami Shimoda Cupertino, agradeço por me incentivarem e me apoiarem pelos caminhos acadêmicos.

Aos meus amados pais Ana e Angelo, por me apoiarem sempre. Agradeço pelo amor, carinho, cuidado, sabedoria e simplicidade em lidar com a vida.

Ao meu amado irmão Marcos Roberto Cupertino, por todo amor e carinho.

Aos meus bichanos Huguinho e Max, pela companhia e amor.

Ao meu amado e querido marido, Pedro Eisenlohr, a pessoa mais incrível que eu já conheci. Agradeço pelo amor, pelo companheirismo, pela paciência, pelo incentivo,

pelos ensinamentos, pelas discussões sobre ciência, pelas leituras da dissertação, pelos “pitacos” e conselhos, pelas correções gramaticais e pela PCA.

À Profa. Dra. Lynn Gail Clark e ao Prof. Dr. João Augusto Alves Meira Neto, por aceitarem compor a banca e pelas valiosas contribuições.

A todas as pessoas com as quais convivi durante esse período e que de alguma forma foram importantes para a conclusão dessa etapa, minha gratidão.

## **BIOGRAFIA**

MÔNICA APARECIDA CUPERTINO EISENLOHR, filha de Angelo Cupertino Costa e Ana Ferreira de Souza Costa, nasceu em Caratinga, Minas Gerais, no dia 16 de julho de 1988.

Concluiu o Ensino Médio pela Escola Estadual Padre Júlio Maria, distrito de Santana do Tabuleiro, município de Raul Soares, Minas Gerais.

Em 2010, graduou-se no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Caratinga, Minas Gerais.

Em 2011, ingressou no curso de Especialização em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais em Ipatinga, concluindo o curso em 2012.

Atuou como professora dos níveis fundamental e médio na rede pública do estado de Minas Gerais entre os anos de 2012 e 2013.

Em abril de 2013, ingressou no curso de Mestrado em Botânica na Universidade Federal de Viçosa (UFV), defendendo a dissertação em 25 de fevereiro de 2015.

## RESUMO

EISENLOHR, Mônica Aparecida Cupertino. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2015. **Padrões de distribuição geográfica real e potencial de *Merostachys* Spreng. (Poaceae: Bambusoideae: Arthrostylidiinae) sob clima atual e futuro.** Orientadora: Ana Paula Santos Gonçalves. Coorientador: João Augusto Alves Meira Neto.

Os bambus pertencem à família Poaceae e subfamília Bambusoideae. Bambusoideae é composta por três tribos, uma das quais, Bambuseae, compõe o grupo mais bem sucedido de gramíneas nas florestas tropicais. Uma de suas subtribos, Arthrostylidiinae, ocorre na região neotropical e possui 15 gêneros, dentre os quais *Merostachys* Spreng., que está representado por 49 espécies ocorrentes do sul do México ao norte da Argentina. As espécies desse gênero exercem importante papel no funcionamento e composição dos ecossistemas florestais, especialmente no Brasil, e apresentam problemas de delimitação taxonômica devido (I) às dificuldades em se obter material reprodutivo, fato justificado pelo ciclo reprodutivo monocárpico com longo período de crescimento vegetativo, (II) à alta diversidade de espécies e (III) ao pouco conhecimento sobre sua morfologia. Os principais objetivos deste trabalho foram: (i) investigar as áreas de adequabilidade climática das espécies de *Merostachys* sob clima atual no Neotrópico e quais os possíveis efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição geográfica desse gênero; (ii) compreender os padrões de distribuição real e potencial de *M. neesii* Rupr., *M. speciosa* Spreng. e *M. ternata* Nees, endêmicas do bioma Mata Atlântica e, com isso, buscar subsídios que pudessem auxiliar na delimitação taxonômica dessas espécies. Para atingir o objetivo (i), investigamos os padrões de distribuição preditiva desse gênero sob clima atual e futuro com base em 646 registros de ocorrência para a região neotropical. Para isso, utilizamos os algoritmos Distância Euclidiana, Distância de Gower, Envelope Score e Maxent, construindo, ao final, modelos de consenso. Para atingir o objetivo (ii), a partir dos 34 registros obtidos para as três espécies acima citadas, aplicamos uma análise de componentes principais (PCA), utilizando como descritores variáveis climáticas, e o algoritmo Maxent, que indicou as áreas de ocorrência potencial dessas espécies. Nossos resultados apontaram redução de áreas potenciais de ocorrência sob clima futuro em relação às áreas sob clima atual. As reduções tenderão a ocorrer principalmente na Amazônia e nas áreas úmidas da América Central. Sugerimos que, nessas regiões, poderão ocorrer alterações no funcionamento e composição das comunidades, devido ao papel-chave dos bambus

aqui estudados. Contudo, para parte da Mata Atlântica, centro de diversidade de *Merostachys*, observamos expansão da adequabilidade climática nos cenários previstos pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Esse resultado, aliado ao conhecimento sobre os traços funcionais dos bambus, como, por exemplo, o metabolismo fotossintético C3, aponta para a dominância desses em cenários climáticos futuros na Mata Atlântica. Contudo, outros fatores como, por exemplo, a elevada fragmentação da Mata Atlântica, a limitação de dispersão temporal das espécies de *Merostachys*, questões relacionados à germinação de suas sementes e a regeneração de plântulas, bem como áreas de refúgio, poderão atuar no processo de expansão desses bambus na Mata Atlântica. A amplitude de temperatura média diurna e a sazonalidade de precipitação foram os descritores mais importantes na separação das espécies de *Merostachys* na Mata Atlântica. Nossos resultados sugerem que variações no grau de umidade seriam importantes delimitadores de áreas de distribuição geográfica dessas espécies. Essas variáveis devem, portanto, ser consideradas nos estudos sobre distribuição de espécies de bambus. Dessa forma, enfatizamos que *Merostachys* exerce importante papel na dinâmica dos ecossistemas, principalmente no Brasil e, com isso, medidas de conservação desses ecossistemas deverão considerar seriamente o impacto que as mudanças climáticas poderão acarretar sobre a distribuição geográfica desses bambus. Além disso, nossos resultados lançam luz sobre novas áreas potenciais de coleta de *Merostachys*.

## ABSTRACT

EISENLOHR, Mônica Aparecida Cupertino. M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2015. **Patterns of real and potential geographic distributions of *Merostachys* Spreng. (Poaceae: Bambusoideae: Arthrostylidiinae) under current and future climate.** Advisor: Ana Paula Santos Gonçalves. Co-advisor: João Augusto Alves Meira Neto.

Bamboos belong to Poaceae family and subfamily Bambusoideae. Bambusoideae is composed of three tribes, one of which, Bambuseae, encompasses the most successful group of grasses in tropical forests. One of its subtribes, Arthrostylidiinae, occurs in the Neotropics and has 15 genera, one of which is *Merostachys* Spreng., which includes 49 species occurring from southern Mexico to northern Argentina. The species of this genus play an important role in the functioning and composition of forest ecosystems, especially in Brazil. The species of *Merostachys* present complex delimitation because of (I) the difficulties in obtaining reproductive material, which may be explained by monocarpic reproductive cycle with a long period of vegetative growth, (II) high species diversity and (III) little knowledge on the morphology. The main aims of this study were to: (i) investigate the areas of climate suitability of *Merostachys* species under the current climate in the Neotropics and the possible effects of future climate change on the geographic distribution of this genus; (ii) understand the real and potential distribution patterns of *M. neesii* Rupr., *M. speciosa* Spreng. and *M. ternata* Nees, which are endemic to the Atlantic Forest, thereby providing data support that might help the taxonomic species delimitation task. To achieve goal (i), we investigated the predictive distribution patterns of this genus under current and future climate conditions based on 646 occurrence records for the Neotropics. For this, we used Euclidean Distance, Gower Distance, Envelope Score and Maxent algorithms, building, at the end, consensus models. To achieve goal (ii), from 34 records obtained for the three above mentioned species, we applied the principal component analysis (PCA) using descriptors such as climate variables, and the Maxent algorithm, which indicated the potential areas of occurrence for these species. Our results showed reduction of potential occurrence areas under future climate compared to such areas under current climate. The reductions will likely occur mainly in the Amazon and in the moist areas of Central America. We suggest that, in these regions, changes in the community functioning and composition will probably occur because of the key role of the

bamboos studied here. However, in part of the Atlantic Forest, which is the diversity center of *Merostachys*, we observed expansion of climate suitability in the scenarios provided by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). However, other factors such as the high fragmentation of the Atlantic Forest, the temporal dispersal limitation of *Merostachys* species, issues related to seed germination and seedling regeneration, as well as refugium areas, may act in the expansion process of these bamboos in the Atlantic Forest. Diurnal temperature range and seasonality of rainfall were the most important parameters in the separation of *Merostachys* species in the Atlantic Forest. Our results suggest that variation in moisture content would be important delimiters to the geographical distribution areas of these species. These sets of predictors should therefore be considered in studies on the distribution of bamboo species. We conclude this study emphasizing that *Merostachys* plays an important role in the dynamics of ecosystems where it occurs, mainly in Brazil, and that methods related to ecosystem conservation should seriously consider the impact that climate change may cause on the geographical distribution of these bamboos. In addition, our results shed light on potential areas that should be considered for new collections of *Merostachys*.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                                                                             | 1  |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                                  | 4  |
| <br>CAPÍTULO 1 — Padrões de distribuição geográfica preditiva de <i>Merostachys</i> Spreng.<br>(Poaceae: Bambusoideae) sob clima atual e futuro no Neotrópico..... | 9  |
| RESUMO .....                                                                                                                                                       | 9  |
| ABSTRACT .....                                                                                                                                                     | 10 |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                   | 11 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                           | 14 |
| Área de estudo .....                                                                                                                                               | 14 |
| Preparo do banco de dados .....                                                                                                                                    | 15 |
| Seleção dos registros de ocorrência das espécies .....                                                                                                             | 15 |
| Seleção de variáveis ambientais .....                                                                                                                              | 16 |
| Algoritmos .....                                                                                                                                                   | 17 |
| Avaliação dos modelos .....                                                                                                                                        | 18 |
| RESULTADOS .....                                                                                                                                                   | 19 |
| Registros de Ocorrência .....                                                                                                                                      | 19 |
| Distribuição Potencial de <i>Merostachys</i> no Neotrópico .....                                                                                                   | 19 |
| <i>Distância Euclidiana</i> .....                                                                                                                                  | 19 |
| <i>Distância de Gower</i> .....                                                                                                                                    | 19 |
| <i>Envelope Score</i> .....                                                                                                                                        | 20 |
| <i>Maxent</i> .....                                                                                                                                                | 21 |
| <i>Modelo de Consenso</i> .....                                                                                                                                    | 21 |
| Avaliação dos modelos .....                                                                                                                                        | 22 |
| DISCUSSÃO .....                                                                                                                                                    | 22 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                                  | 25 |

|                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABELAS E FIGURAS .....                                                                                                                                                                                                   | 32  |
| APÊNDICE .....                                                                                                                                                                                                            | 49  |
| <br>CAPÍTULO 2 — Distribuição geográfica de espécies de <i>Merostachys</i> Spreng.<br>(Bambusoideae: Arthrostylidiinae) na Mata Atlântica: subsídios à delimitação<br>taxonômica com base em descritores climáticos ..... | 79  |
| RESUMO .....                                                                                                                                                                                                              | 79  |
| ABSTRACT .....                                                                                                                                                                                                            | 80  |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                                                                          | 81  |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                                                                                  | 81  |
| Área de estudo .....                                                                                                                                                                                                      | 83  |
| Preparo do banco de dados .....                                                                                                                                                                                           | 84  |
| Seleção dos registros de ocorrência das espécies .....                                                                                                                                                                    | 84  |
| Seleção de variáveis ambientais .....                                                                                                                                                                                     | 84  |
| Análise dos dados .....                                                                                                                                                                                                   | 86  |
| <i>Separação das espécies de acordo com descritores climáticos</i> .....                                                                                                                                                  | 86  |
| <i>Modelos de distribuição geográfica preditiva</i> .....                                                                                                                                                                 | 87  |
| RESULTADOS .....                                                                                                                                                                                                          | 87  |
| Separação das espécies de acordo com descritores climáticos .....                                                                                                                                                         | 88  |
| Modelos de distribuição preditiva .....                                                                                                                                                                                   | 88  |
| DISCUSSÃO .....                                                                                                                                                                                                           | 89  |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                                                                                         | 92  |
| TABELAS E FIGURAS .....                                                                                                                                                                                                   | 98  |
| APÊNDICE .....                                                                                                                                                                                                            | 109 |
| CONCLUSÕES GERAIS .....                                                                                                                                                                                                   | 111 |

## INTRODUÇÃO GERAL

Os bambus (Poaceae: Bambusoideae) possuem ampla distribuição geográfica, ocorrendo entre as faixas latitudinais 46°N e 47°S, aproximadamente, desde o nível do mar até os 4.000 metros de altitude em habitats florestais e savanas alto-montana em todo o mundo, exceto na Europa e Antártida (Kelchner & BPG, 2013). Bambusoideae está representada por três tribos: Arundinarieae (bambus lenhosos de clima temperado), Bambuseae (bambus lenhosos de clima tropical) e Olyreae (bambus herbáceos) (Kelchner & BPG, 2013). Bambusoideae divergiu há cerca de 30 milhões de anos no Médio-Oligoceno em habitats fechados, preferencialmente mesofíticos (Bouchenak-Khelladi *et al.*, 2010). A linhagem da região tropical parece ter se diversificado primeiro, há cerca de 25 milhões de anos; posteriormente, há cerca de 20 milhões de anos, esse fenômeno ocorreu para a linhagem da região temperada (Bouchenak-Khelladi *et al.*, 2010).

Nas florestas tropicais, os bambus lenhosos da tribo Bambuseae são o grupo mais bem sucedido de gramíneas (Soderstrom & Calderón, 1979; Londoño, 1990; Sendulsky, 1997). Considerando todos os bambus, Bambuseae é a tribo que possui espécies com distribuição geográfica mais ampla, sendo encontrada em estado nativo em todos os continentes dos trópicos com centros de diversidade na Ásia e América do Sul (BPG, 2012; Judziewicz *et al.*, 1999; Soderstrom & Ellis, 1987). Bambuseae inclui cerca de 800 espécies, sendo comumente classificada em sete subtribos, das quais quatro são paleotropicais e três, neotropicais (BPG, 2012; Kelchner & BPG, 2013). As subtribos neotropicais compreendem Arthrostylidiinae, Chusqueinae e Guaduinae, distribuídas do México ao sul da Argentina, Chile e Antilhas (Kelchner & BPG, 2013). A subtribo Arthrostylidiinae possui representantes desde o sul do México e Ilhas do Caribe até a Argentina; seu centro de diversidade mais importante está localizado na costa atlântica brasileira (Judziewicz & Clark, 2007).

Arthrostylidiinae possui 15 gêneros, dentre os quais *Merostachys* Spreng. (Tyrrell *et al.*, 2012), que está representado por 49 espécies (BPG, 2012; Santos-Gonçalves *et al.*, 2012) distribuídas do México até a Argentina, desde o nível do mar até 2.300 m de altitude (Judziewicz & Clark, 2007). Contudo, poucas espécies ocorrem no México e na América Central (Judziewicz *et al.*, 1999). A costa atlântica do Brasil constitui o centro de diversidade de *Merostachys*; nessa região, 41 espécies foram registradas da Bahia ao Rio Grande do Sul (Sendulsky, 1997; Filgueiras & Santos-

Gonçalves, 2004), tanto no interior das matas quanto nas bordas, em elevações que variam desde o nível do mar até 1.500 m (Judziewicz *et al.*, 1999). *Merostachys* também ocorre, no Brasil, em Rondônia e no Distrito Federal (Shirasuna, 2015). Filgueiras & Santos-Gonçalves (2004) listaram 44 espécies de *Merostachys* endêmicas ao Brasil.

As espécies de *Merostachys* apresentam ciclo de vida longo, entre 30 e 50 anos (L.G. Clark, comunicação pessoal). Durante esse ciclo, as plantas apresentam um longo período de crescimento vegetativo e, ao atingir a maturidade, florescem e produzem sementes gregariamente, perecendo em seguida (Janzen, 1976; Guerreiro, 2014). Por um lado, as peculiaridades relacionadas ao ciclo de vida tornam o papel das espécies de *Merostachys* fundamental na dinâmica de ecossistemas florestais, especialmente no Brasil, podendo aumentar a ocorrência de fogo, interferir na regeneração natural da floresta e no aumento de populações de roedores devido à grande disponibilidade de sementes que servirão de alimento para esses animais (Cestari & Bernardi, 2011; Jaksic & Lima, 2003; Schwarzbach & Negrelle, 2007). Por outro lado, o longo intervalo de crescimento vegetativo é problemático para a identificação taxonômica das espécies de *Merostachys* devido à escassez de material reprodutivo (Sendulsky, 1992). Outro problema taxonômico em *Merostachys* é a inexistência de revisões amplas (Santos-Gonçalves *et al.*, 2012). No entanto, sabe-se que *Merostachys* possui grande diversidade morfológica e riqueza específica e que a maior parte de suas espécies permanece ainda pobremente conhecida (A.P. Santos-Gonçalves, comunicação pessoal).

*Merostachys* já foi alvo de estudos ecológicos, tais como o de Oliveira-Filho *et al.* (1994), no qual os autores investigaram a interferência de *Merostachys riedeliana* Rupr. ex Döll. sobre a composição das espécies arbóreas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Esses autores observaram baixa densidade de espécies arbóreas e de área basal em locais com *M. riedeliana*. Nesse trabalho, foi sugerido que essa espécie provavelmente interferiria na composição arbórea ao restringir o recrutamento de novas espécies. Martins *et al.* (2004), por sua vez, encontraram, em uma floresta estacional semidecídua, que as clareiras formadas após o florescimento e morte de *M. riedeliana* seriam importantes locais de regeneração em intervalos de três décadas. Guilherme *et al.* (2004) estudaram o papel de *M. riedeliana* na dinâmica da comunidade arbórea também de uma floresta semidecídua no sudeste brasileiro e constataram que essa espécie restringiu o recrutamento, crescimento e sobrevivência das árvores. Esses

autores atribuíram essas interferências ao sombreamento causado pela touceira de *M. riedeliana*.

Budke *et al.* (2010), investigando o processo de regeneração em uma clareira formada pelo perecimento das touceiras de *Merostachys multiramea* Hack. em uma floresta subtropical no sul do Brasil, observaram maior diversidade de espécies nessas áreas de clareiras do que nas áreas de dossel circundantes. Os autores atribuíram esse fato ao aumento do recrutamento de espécies pioneiras oportunistas e de demais espécies exigentes de luz. Santos *et al.* (2012) prosseguiram com as observações de Budke *et al.* (2010) e constataram que, quatro anos após a floração, tanto o número de plântulas quanto o número de colmos de *M. multiramea* aumentaram, indicando que a clareira deveria vir a ser ocupada pelos descendentes da última floração. Além desses estudos, outros investigaram a relação de *Merostachys* com a fauna. Jaksic & Lima (2003), Areta (2007) e Cestari & Bernardi (2011), pesquisando os eventos de floração das espécies de *Merostachys* e a importância desses eventos para a fauna local, detectaram que a grande disponibilidade de sementes serve de alimento para pássaros e roedores.

O interesse sobre a distribuição geográfica e ambiental de espécies é bastante antigo (Wallace, 1860; Grinnell, 1917). A área de distribuição de uma determinada espécie é a expressão complexa de sua ecologia e história evolutiva (Brown, 1995), determinada por diversos fatores que operam com diferentes intensidades em diferentes escalas (Gaston, 2003), como, por exemplo, fatores climáticos e físicos (Soberón & Peterson, 2005). Compreender os padrões de distribuição geográfica é fundamental para a identificação de regiões com elevada importância conservacionista e de locais adequados para restauração (Funk & Richardson, 2002; Goolsby, 2004; Edwards *et al.*, 2005), ajudando também no entendimento da suscetibilidade das regiões às mudanças ambientais e antrópicas (Ohlemüller *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a modelagem preditiva de distribuição de espécies consiste na conversão dos dados primários de ocorrência de espécies em mapas de distribuição geográfica que indicarão a potencial presença ou ausência da espécie, através da aplicação de algoritmos (Pereira & Siqueira, 2007; Pearson, 2007; Franklin, 2009). Os algoritmos buscam relações não-aleatórias entre os registros de ocorrência e variáveis relevantes para a espécie, tais como precipitação, temperatura, tipo de solo, geologia, entre outros (Pereira & Siqueira, 2007).

Por meio da modelagem preditiva de distribuição de espécies, é possível obter informações valiosas sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas na composição de espécies (Siqueira & Peterson, 2003; Broennimann *et al.*, 2006; Guisan & Thuiller, 2005; Sommer *et al.*, 2010). Investigações com modelagem preditiva de distribuição de espécies também favorecem estudos de perda de biodiversidade (Polasky & Solow, 2001) ao identificar áreas prioritárias para a conservação (De Marco Jr. & Siqueira, 2009). Os dados climáticos utilizados nas análises de modelagem preditiva para o futuro são fornecidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e são baseados em processos climáticos, bem como em estimativas projetadas para o futuro (IPCC, 2013).

Segundo Aleixo *et al.* (2010), as mudanças climáticas em fluxo e previstas para o futuro constituem o segundo fator de ameaça à biodiversidade dos biomas brasileiros, ficando atrás apenas das alterações recentes nas paisagens naturais. Os ecossistemas florestais que apresentam maior riqueza e endemismo, como Mata Atlântica e Amazônia, serão os mais afetados pelas mudanças climáticas (Aleixo *et al.*, 2010). Estudo de Colombo & Joly (2010), por exemplo, mostrou claramente uma redução na área geográfica que 38 espécies arbóreas poderão ocupar em cenários projetados para 2050.

Nesse contexto, os principais objetivos deste trabalho foram: (i) investigar as áreas de adequabilidade climática das espécies de *Merostachys* sob clima atual no Neotrópico e quais serão os possíveis efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição geográfica desse gênero e (ii) compreender os padrões de distribuição real e potencial de *M. neesii* Rupr., *M. speciosa* Spreng. e *M. ternata* Nees, endêmicas do bioma Mata Atlântica e, com isso, buscar subsídios que possam auxiliar na delimitação taxonômica dessas espécies

## REFERÊNCIAS

- Aleixo, A.; Albernaz, A.L.; Grelle, C.E.V.; Vale, M.M.; & Rangel, T.F. 2010. Mudança Climáticas e a Biodiversidade dos Biomas Brasileiros: Passado, Presente e Futuro Climate Change and Biodiversity of Brazilian Biomes: Past, Present, and Future. **Natureza & Conservação**, 8: 194-196.
- Areta, J. I. 2007. Finding a secretive bamboo specialist in Argentina's Atlantic Forest: The white bearded Antshrike *Biatas nigropectus*. **Neotropical Birding**, 2:76-79.

- Bouchenak-Khelladi, Y.; Verboom, G.A.; Savolainen, V. & Hodkinson, T.R. 2010. Botanical biogeography of the grasses (Poaceae): a phylogenetic approach to reveal evolutionary history in geographical space and geological. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 162: 543-557.
- BPG. 2012. An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). In: **Proceedings of the 9th World Bamboo Congress**, 10-12 April 2012. Antwerp, Belgium, p. 3-27.
- Broennimann, O.; Thuiller, W.; Hughes, G.; Midgley, G. F.; Alkemade, J. M. R. & Guisan, A. 2006. Do geographic distribution, niche property and life form explain plants vulnerability to global change? **Global Change Biology**, 12: 1079-1093.
- Brown, J. H. 1995. **Macroecology**. University of Chicago Press, Chicago.
- Budke, J.C.; Alberti, M.S.; Zanardi, C.; Baratto, C. & Zanin, E.M. 2010. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of South America. **Forest Ecology and Management**, 260: 1345-1349.
- Cestari, C. & Bernardi, C.J. 2011. Predation of the Buffy-fronted Seedeater *Sporophila frontalis* (Aves: Emberizidae) on *Merostachys neesii* (Poaceae: Bambusoideae) seeds during a masting event in the Atlantic forest. **Biota Neotropica**, 11:393-397.
- Colombo, A.F. & Joly, C.A. 2010. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, 70: 697-708.
- De Marco Júnior, P. & Siqueira, M.F. 2009. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade**, 5: 65-76.
- Edwards, T.C.; Cutler, D.R.; Zimmerman, N.E.; Geiser, L. & Alegria, J. 2005. Model-based stratifications for enhancing the detection of rare ecological events. **Ecology**, 86: 1081-1090.
- Filgueiras, S.T. & Santos-Gonçalves, A.P. 2004. A checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). **The Journal of the American Bamboo Society**, 18: 7-18.
- Franklin, J. 2007. **Mapping Species Distributions: Spatial inference and prediction**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Funk, V. & Richardson, K. 2002. Systematic data in biodiversity studies: Use it or lose it. **Systematic Biology**, 51: 303-316.
- Gaston, K.J. 2003. **The structure and dynamics of geographic ranges**. Oxford University Press, Oxford, UK.

- Goolsby, J.A. 2004. Potential distribution of the invasive old world climbing, fern, *Lygodium microphyllum* in North and South America. **Natural Areas Journal**, 24: 351-353.
- Grinnell, J. 1917. Field tests of theories concerning distributional control. **American Naturalist**, 51: 115-128.
- Guerreiro, C. 2014. Flowering cycles of woody bamboos native to southern South America. **Journal of Plant Research**, 127: 307-313.
- Guilherme, F.A.G.; Oliveira-Filho, A.T.; Appolinário, V. & Bearzoti, E. 2004. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, 174: 19-36.
- Guisan, A. & Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, 8: 993-1009.
- IPCC. 2013. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex V.; & Midgley, P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Jaksic, F.M. & Lima, M. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. **Austral Ecology**, 28: 237-251.
- Janzen, D.H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 7: 347-391.
- Judziewicz, E.J. & Clark, L.G. 2007. Classification and Biogeography of New World Grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. **Aliso**, 23: 303-314.
- Judziewicz, E.J.; Clark, L.G.; Londono, X. & Stern, M. 1999. **American bamboos**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Kelchner, S.A. & BPG. 2013. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 67: 404-413.
- Londoño, X. 1990. Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambues de Colombia (Poaceae: Bambusoideae). **Caldasia**, 16: 139-153.

- Martins, S.V.; Colleti-Júnior, R.; Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 2004. Colonization of gaps produced by death of bamboo clumps in a semideciduous mesophytic forest in south eastern Brazil. **Plant Ecology**, 172: 121-131.
- Ohlemüller, R.; Anderson, B.J.; Araujo, M.B.; Butchart, S.H.M.; Kudrna, O.; Ridgely, R.S. & Thomas, C.D. 2008. The coincidence of climatic and species rarity: high risk to small-range species. from climate change. **Biology Letters**, 4: 568-572.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, 113: 99-124.
- Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. **American Museum of Natural History**. Disponível em: <<http://ncep.amnh.org>>. Acessado em 8 de Fevereiro de 2014.
- Pereira, R.S. & Siqueira, M. F. 2007. Algoritmo Genético para Produção de Conjuntos de Regras (GARP). **Megadiversidade**, 12: 46-55.
- Polasky, S. & Solow, A. R. 2001. The value of information in reserve site selection. **Biodiversity and Conservation**, 10: 1051-1058.
- Santos, S.C; Budke, J.C; Muller, A. 2012. Regeneração de espécies arbóreas sob a influência de *Merostachys multiramea* Hack. (Poaceae) em uma floresta subtropical. **Acta Botanica Brasilica**, 26: 218-229.
- Santos-Gonçalves, A. P.; Carvalho-Okano, R. M. & Filgueiras, T. S. 2012. A New species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae) from Southeastern Brazil. **Systematic Botany**, 37: 938-940.
- Schwarzbach, L.L.C. & Negrelle, R.R.B. 2007. *Merostachys multiramea* Hackel: Subsídios para potencializar seu uso e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 129-131.
- Sendulsky, T. 1992. *Merostachys burmanii* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae), a New Species from Brazil. **Novon**, 2: 111-113.
- Sendulsky, T. 1997. Twelve new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. **Novon**, 7: 285-307.
- Shirasuna, R.T. *Merostachys* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13316>>. Acessado em janeiro de 2015.

- Siqueira, M.F. & Peterson, A.T. 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. **Biota Neotropica**, 3: 1-14.
- Soberón, J. & Peterson, A.T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics**, 2: 1-10.
- Soderstrom, T.R. & Calderón, C.E. 1979. A commentary on the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). **Biotropica**, 11: 161-172.
- Soderstrom, T.R. & Ellis, R.P. 1987. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In: Soderstrom, T.R.; Hilu, K.W.; Campbell, C.S. & Barkworth, M.E. (eds). **Grass Systematics and Evolution**. Smithsonian Institution Press, Washington DC & London. p.225-238.
- Sommer, J. H.; Kreft, H.; Kier, G.; Jetz, W.; Mutke, J. & Barthlott, W. 2010. Projected impacts of climate change on regional capacities for global plant species richness. **Proceedings the Royal Society Biological Sciences**, 277: 2271-2280.
- Tyrrell, C.D.; Santos-Gonçalves, A.P.; Londoño, X.; Clark, L.G. 2012. Molecular phylogeny of the arthrostylidioid bamboos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae) and new genus *Didymogonyx*. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 65: 136-148.
- Wallace, A.R. 1860. On the zoological geography of the Malay Archipelago. **Proceedings of the Linnean Society of London**, 4:172-184.

## CAPÍTULO 1

### **Padrões de distribuição geográfica preditiva de *Merostachys* Spreng. (Poaceae: Bambusoideae) sob clima atual e futuro no Neotrópico**

#### **RESUMO**

Bambus lenhosos (Bambuseae) são o grupo mais bem sucedido de gramíneas nas florestas tropicais. Um dos seus gêneros, *Merostachys*, possui importante papel no funcionamento dos ecossistemas florestais nativos, especialmente no Brasil. Investigamos os padrões de distribuição potencial de *Merostachys* no Neotrópico considerando o clima atual e diferentes cenários de mudanças climáticas. Para isso, utilizamos os algoritmos Distância Euclidiana, Distância de Gower, Envelope Score e Maxent, construindo, ao final, modelos de consenso. Encontramos que as áreas potenciais de adequabilidade climática sob clima futuro poderão sofrer redução em relação a essas áreas sob clima atual, principalmente na Amazônia e nas áreas úmidas da América Central. Essas evidências sugerem que ocorram, nessas regiões, alterações no funcionamento e composição das comunidades, devido ao papel-chave desses bambus. Por outro lado, observamos expansão da adequabilidade climática para parte da Mata Atlântica, centro de diversidade de *Merostachys*. A manutenção dessas áreas de adequabilidade, juntamente com os traços funcionais dos bambus, aponta para a dominância desses em cenários climáticos futuros em um dos mais importantes hotspots do mundo. Contudo, outros fatores como, por exemplo, a elevada fragmentação da Mata Atlântica, a limitação de dispersão temporal das espécies de *Merostachys*, questões relacionados à germinação de suas sementes e a regeneração de plântulas, bem como áreas de refúgio, poderão atuar no processo de expansão desses bambus na Mata Atlântica.

**Palavras-Chave:** bambus lenhosos, florestas tropicais úmidas, adequabilidade climática, IPCC.

## ABSTRACT

Woody bamboos (Bambuseae) are the most successful group of grasses in tropical forests. One of their genera, *Merostachys*, has a primary role in the functioning of forest ecosystems. We investigated the potential distribution patterns of *Merostachys* in the Neotropics considering the current climate and different climate change scenarios. To achieve this, we used Euclidean Distance, Gower Distance, Score Envelope and Maxent algorithms, building, at the end, consensus models. We found that the potential areas of climate suitability under future climate will be reduced in relation to these areas under this climate, especially in the Amazon and in the moist forests of Central America. Such evidence suggests changes in the functioning and composition of communities in these regions, due to the key role of these bamboos. On the other hand, we observed expansion of climate suitability for part of the Atlantic Forest, which constitutes the center of *Merostachys* diversity. The maintenance of suitability of such areas, in addition to the functional features of bamboos, points to the dominance of these in future climate scenarios in one of the most important hotspots in the world. However, other factors such as the high fragmentation of the Atlantic Forest, the temporal dispersal limitation of *Merostachys* species, issues related to seed germination and seedling regeneration, as well as refugium areas, may act in the expansion process of these bamboos in the Atlantic Forest.

**Key words:** woody bamboos, moist tropical forests, climate suitability, IPCC.

## INTRODUÇÃO

Bambus são gramíneas típicas de ambientes florestais e estão presentes em todo o mundo, exceto na Antártica e Europa, desde o nível do mar até 4.000 m de altitude (Judziewicz *et al.*, 1999; Kelchner & BPG, 2013). Os bambus podem ser herbáceos ou lenhosos e apresentam cerca de 1.500 espécies descritas em 115 gêneros (Clark *et al.*, 2015). Esse grupo de plantas divergiu há cerca de 30 milhões de anos no Médio Oligoceno, em ambientes mesofíticos (Bouchenak-Khelladi *et al.*, 2010). Os bambus lenhosos são os mais biodiversos, com cerca de 1.360 espécies descritas (Clark *et al.*, 2015). Esses bambus, diferentemente dos herbáceos, apresentam um ciclo de vida no qual suas espécies podem florescer em intervalos entre sete e 120 anos (Janzen, 1976). Em geral, os eventos de floração ocorrem gregariamente e levam à produção de sementes em massa, seguida pelo perecimento da planta-mãe (McClure, 1993).

O crescimento rápido e a reprodução clonal por meio da propagação dos rizomas (McClure, 1966) aumentam a capacidade dos bambus lenhosos em competir por espaço e formar densas touceiras que podem dominar por longo período de tempo o subosque e o dossel das florestas, formando extensos estandes monodominantes (Griscom & Ashton, 2006) e culminando na redução da diversidade de espécies lenhosas nesses locais (Oliveira-Filho *et al.*, 1994; Guilherme *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2004).

O ciclo de vida dos bambus, sua habilidade em colonizar e seu potencial dominante parecem exercer um papel chave na dinâmica das florestas (Griscom & Ashton, 2006; Griscom *et al.*, 2007; Budke *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2012; Grombone-Guaratine *et al.*, 2013; Montti *et al.*, 2013). Após distúrbios como a abertura de clareiras ou trilhas, os bambus tendem a se propagar rapidamente, alterando a estrutura e a dinâmica de ecossistemas florestais (Griscom & Ashton, 2006; Campanello *et al.*, 2007; Budke *et al.*, 2010; Montti *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2012). Ambientes dominados por bambus são mais dinâmicos devido ao aumento das taxas de germinação, crescimento e mortalidade (Lima *et al.*, 2012). Nesses locais, a mortalidade é superior ao recrutamento e, com isso, a densidade de árvores é menor (Griscom & Ashton, 2006; Lima *et al.*, 2012). A regeneração de árvores e plântulas também é afetada pela abundância dos bambus (Budke *et al.*, 2010; Montti *et al.*, 2013), bem como as taxas de decomposição e ciclagem de nutrientes (Campanello *et al.*, 2007; Montti *et al.*, 2011) e a capacidade de sequestro de carbono das florestas (Montti *et al.*, 2013).

Na região neotropical, ocorrem três subtribos de bambus lenhosos: *Arthrostylidiinae*, com 183 espécies, classificadas em 15 gêneros; *Chusqueinae*, com 172 espécies circunscritas em um gênero; e *Guaduinae*, que possui 50 espécies delimitadas em cinco gêneros (Clark *et al.*, 2015). *Merostachys* Spreng. é um gênero de bambus pertencente à subtribo *Arthrostylidiinae*, o qual está sendo alvo de pesquisas taxonômicas e ecológicas através do projeto “Taxonomia, Distribuição Geográfica e Delimitação das Espécies em *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: *Arthrostylidiinae*)”.

Os estudos de Judziewicz *et al.* (1999) e Bystriakova *et al.* (2004) investigaram os padrões de distribuição do gênero *Merostachys* na região neotropical. Bystriakova *et al.* (2004) ressaltaram que os padrões de distribuição de espécies desse gênero estariam refletindo o grau de conhecimento sobre os bambus naquele momento e, dessa forma, o verdadeiro padrão poderia ser diferente com o aumento do esforço amostral. Nesse sentido, o uso de ferramentas mais robustas, bem como a associação dos registros de ocorrência com variáveis ambientais, poderia auxiliar no maior entendimento sobre o padrão de distribuição do gênero *Merostachys*. Além disso, não existem trabalhos que abordem os possíveis efeitos das mudanças climáticas sobre as espécies desse gênero. Essa compreensão é importante devido ao papel ecológico que tais espécies representam na composição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas florestais (Oliveira-Filho *et al.*, 1994; Guilherme *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2004; Budke *et al.*, 2010) especialmente no Brasil (L.G. Clark, comunicação pessoal).

*Merostachys* é um grupo monofilético (Tyrrell, *et al.*, 2012) e está representado por 49 espécies descritas (BPG, 2012; Santos-Gonçalves *et al.*, 2012), as quais podem ser encontradas tanto no interior quanto em bordas de florestas, desde o nível do mar até 2.300 m de altitude. As espécies desse gênero distribuem-se pela região neotropical entre Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia, Peru, Guiana, Colômbia, Equador, Venezuela, Costa Rica, El Salvador, Belize, Honduras, Nicarágua, Guatemala, Panamá e México (Londoño, 1990; Judziewicz *et al.*, 2000; Judziewicz & Clark, 2007; Lizarazu *et al.*, 2011; L.G. Clark, comunicação pessoal).

A costa atlântica do Brasil constitui o centro de diversidade e endemismo de *Merostachys*; nessa região, 41 espécies foram registradas da Bahia ao Rio Grande do Sul (Sendulsky, 1997; Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004), até 1.500 m de altitude (Judziewicz *et al.*, 1999). Nas florestas úmidas de terras baixas e restingas da costa da Bahia, por exemplo, são encontradas várias espécies de *Merostachys*, tais como *M.*

*annulifera* Send., *M. argentea* Send., *M. bifurcata* Send. *M. calderoniana* Send., *M. lanata* Send. *M. leptophylla* Send., *M. magnispicula* Send., *M. medullosa* Send., *M. procerrima* Send. e *M. ramosissima* Send. (Sendulsky, 1997). No Brasil, *Merostachys* também ocorre na Amazônia e nas formações florestais do Brasil Central (Shirasuna, 2015). Esses aspectos evidenciam a importância da umidade para a distribuição do gênero.

Estudar a distribuição geográfica de uma espécie significa buscar compreender a expressão complexa de sua ecologia e evolução, influenciada por vários fatores que operam em intensidades e escalas diferentes, tais como a história evolutiva da espécie e sua capacidade de dispersão (Brown & Lomolino, 2006). Cada população tem uma gama limitada de tolerâncias às variáveis climáticas, ou seja, possui um envelope climático (Corlett & Westcott, 2013). Esse envelope climático pode sofrer alterações com as mudanças no clima e as populações poderão mudar sua distribuição ao longo do tempo, o que irá permitir a manutenção das mesmas dentro do envelope, resultando em modificações na distribuição global das espécies (Corlett & Westcott, 2013). Esses aspectos corroboram o fato de que, em escalas mais amplas, o clima é um dos componentes que governam a distribuição das espécies (Root, 1988; Gaston, 2003).

Se os fatores climáticos controlam limites de distribuição das espécies, é possível antecipar as mudanças na distribuição dessas através de ferramentas que façam associações entre as espécies e o clima (Peterson *et al.*, 2011). Nesse sentido, a modelagem preditiva de distribuição de espécies (MDE), baseada na teoria de nicho ecológico de Hutchinson (1957), constitui uma ferramenta útil ao fazer associações entre dados de ocorrência de espécies e variáveis climáticas através de processos computacionais que resultam em modelos das condições e tolerâncias climáticas necessárias à sobrevivência das espécies (Anderson *et al.*, 2003). Esses modelos de distribuição preditiva podem ser extrapolados para cenários climáticos futuros para estimar os impactos potenciais das alterações climáticas (Pearson, 2007). Nesse sentido, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) fornece dados climáticos que podem ser utilizados em análises de modelagem preditiva de espécies sob clima futuro (IPCC, 2013).

O 5º relatório do IPCC (IPCC, 2013) fornece cenários de emissões de gases do efeito estufa denominados “*Representative Concentration Pathways (RCPs)*”. As simulações das concentrações dos gases são baseadas em quatro cenários: 2.6, 4.5, 6.0 e 8.5. O cenário mais otimista corresponde ao rcp 2.6, que prevê aumento da temperatura

entre 0,3 °C e 1,7 °C de 2010 até 2100. Para que esse cenário se torne real seria preciso que, nos 10 anos seguintes a 2010, as concentrações dos gases do efeito estufa se estabilizassem e que, após esse tempo, esses gases sofreriam redução. O cenário mais pessimista, rcp 8.5, prevê que as emissões de gases do efeito estufa crescerão em ritmo acelerado e, com isso, haverá um aumento da temperatura média global entre 2,6 °C e 4,8 °C ao longo deste século. As previsões do IPCC indicam ainda, um aumento das chuvas e das secas, além de tempestades mais violentas para regiões do Neotrópico (Christensen *et al.*, 2013).

Este estudo teve por objetivo entender como espécies de bambus lenhosos do gênero *Merostachys* estão distribuídas potencialmente sob clima atual e quais os possíveis efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a sua distribuição geográfica. Fomos guiados pelas seguintes perguntas: 1) Quais são as áreas de adequabilidade climática das espécies de *Merostachys* sob clima atual no Neotrópico? Esperamos que as áreas de adequabilidade climática das espécies de *Merostachys* se distribuam desde o sul da América do Sul até o México ao longo de formações florestais e que as áreas com maior adequabilidade climática estejam localizadas na costa atlântica do Brasil, região que se constitui o centro de endemismo e diversidade do gênero (Sendulsky, 1995; Judziewicz *et al.*, 1999; Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004; Judziewicz & Clark, 2007). 2) Quais são os possíveis efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição geográfica potencial das espécies de *Merostachys* no Neotrópico? Esperamos que haja uma redução nas áreas de adequabilidade climática das espécies de *Merostachys* causada pelos aumentos na temperatura e diminuição da precipitação no Sul do México, América Central e América do Sul, que poderão levar à redução das formações florestais (IPCC, 2013).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O presente estudo foi realizado na região neotropical, que inclui as porções sul e central do México, a América Central e a América do Sul (Wallace, 1876). Os principais tipos de clima que predominam nessa região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, são o tropical, o temperado e o árido (Peel *et al.*, 2007).

## Preparo do banco de dados

Os registros de ocorrência das espécies de *Merostachys* foram obtidos por meio de consultas a bancos de dados on-line ([www.specieslink.cria.org.br](http://www.specieslink.cria.org.br); <http://www.tropicos.org/>; <http://www.kew.org/>; [www.nybg.org](http://www.nybg.org); <http://botany.si.edu/>; [www.darwin.edu.ar](http://www.darwin.edu.ar); <http://jbrj.sili.com.br/>; [http://www.ville-ge.ch/cjb/index\\_en.php](http://www.ville-ge.ch/cjb/index_en.php); <http://www.mnhn.fr/fr>), consultas aos herbários BHCB, CEN, SP, UB e UEC e a materiais de empréstimo dos herbários CRI, CVRD, ESA, FURB, CRI, ESA, FURB, MBLM, SP, SPF e UEC disponíveis no Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, além de materiais depositados no VIC e de excursões a campo. A partir dos registros foi construída uma planilha de dados com todas as informações contidas nas exsicatas, tais como localidade, coordenadas geográficas, data da coleta, número de coleta, nome do coletor, nome do determinador e tipo de vegetação onde a espécie foi encontrada.

A realização de uma compilação com dados confiáveis sobre espécies de bambus é tarefa árdua, devido à documentação pobre das características morfológicas de suas espécies (Bystriakova *et al.*, 2003), o que torna difícil a delimitação de suas espécies. Assim, os modelos foram preparados para o gênero e não para cada espécie individualmente devido às dificuldades de delimitação taxonômica ao nível específico, as quais iriam restringir severamente o número de registros confiáveis a serem utilizados na modelagem.

## Seleção dos registros de ocorrência das espécies

Com base na matriz de dados, efetuamos a seleção dos registros. Todas as coletas realizadas antes de 1970 foram descartadas, a fim de representar a flora mais atual possível. Além disso, a partir de 1970 houve grande aumento de coletas de *Merostachys* no Brasil (observação pessoal), país que representa a maior riqueza de espécies descritas para esse gênero. Registros que não continham nenhuma informação sobre o local e/ou data de coleta também foram excluídos, bem como registros que apresentavam autor e número de coleta repetido.

Para confirmar as identificações, selecionamos apenas os registros que puderam ser examinados em Herbários e/ou registros com imagens de boa resolução depositadas em bancos de dados online. Após essa etapa, realizamos o georreferenciamento de todos os registros. O georreferenciamento baseou-se em três tipos de busca por coordenadas: i) coordenadas fornecidas pelo autor da coleta (quando essas estavam de acordo com as

informações de localidade presentes na etiqueta); ii) coordenadas aproximadas (quando o autor da coleta não fornecia as coordenadas, mas fornecia dados de localidade que serviram de base para a busca das coordenadas); iii) coordenadas fornecidas pelo IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (quando não foi possível encontrar a localidade ou quando o autor forneceu apenas o município da coleta). Nessa etapa utilizamos o Google Maps (<https://maps.google.com.br/>), Google Earth versão 7.0.2 (<http://earth.google.com/>) e as ferramentas GeoLoc (<http://splink.cria.org.br/geoloc?criaLANG=pt>) e Conversor (<http://splink.cria.org.br/conversor?criaLANG=pt>) disponíveis no site do SpeciesLink ([splink.cria.org.br/](http://splink.cria.org.br/)).

Ao final dessa etapa obtivemos 646 registros de ocorrência de *Merostachys* para a região neotropical (ver Apêndice 1), dos quais 446 compuseram pontos espacialmente únicos, ou seja, pontos individuais de acordo com a resolução da base de dados ambientais (aproximadamente 10 km).

#### Seleção de variáveis ambientais

Para elaborar modelos de distribuição preditiva, utilizamos camadas com dados climáticos do presente e do futuro (com previsões para 2070) conforme Hijmans *et al.* (2005), com resolução de 5' de arco para cada pixel (aproximadamente 10 Km). Os dados climáticos do futuro utilizados nesta etapa seguiram atualizações recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) baseadas em seu 5º Relatório (IPCC, 2013). Os cenários climáticos de emissão de gases estufa (RCPs — *Representative Concentration Pathways*) utilizados neste estudo foram o rcp4.5, considerado o cenário otimista mais realista, e o rcp8.5, o mais pessimista. O cenário rcp 4.5 prevê um aumento da temperatura terrestre entre 1,1°C e 2,6°C. Já o rcp8.5 prevê que as emissões de gases do efeito estufa nesse século crescerão em ritmo acelerado e, com isso, levarão a um aumento da temperatura média global entre 2,6°C e 4,8°C. Esses cenários são compostos pelos GCMs (*Global Climate Models*), dos quais foram utilizados apenas aqueles que continham os dois cenários acima, totalizando 17 GCMs para cada cenário.

Realizamos o recorte das camadas climáticas para o Neotrópico pela ferramenta *Spatial Analyst Tools* do ArcGIS versão 10.2 (Esri, 2014). Extraímos os valores das variáveis dos pontos de ocorrência das espécies de *Merostachys* para o presente e de outros 1.000 pontos aleatórios plotados dentro da área de estudo através da ferramenta

*Random Points* do Quantum-GIS 2.4.0 (Quantum GIS Development Team 2012). Esses valores foram utilizados em uma PCA (Análise de Componentes Principais; *e.g.*, McCune & Grace, 2002) no programa PC-ORD versão 6.25 (McCune & Mefford, 2011), a qual teve o intuito de detectar colinearidades entre as variáveis. Em cada grupo de variáveis colineares, foi retida a variável que gerou o modelo mais realista. Para gerar maior segurança sobre a inexistência de colinearidades, calculamos o fator de inflação da variância (VIF) para cada variável, sendo tolerado um valor não superior a 10 (Borcard *et al.*, 2011).

As variáveis selecionadas para a modelagem de distribuição potencial de *Merostachys* foram: temperatura média anual (BIO1), amplitude média diurna (BIO2), sazonalidade de temperatura (BIO4), precipitação anual (BIO12) e sazonalidade de precipitação (BIO15).

### Algoritmos

Utilizamos quatro diferentes algoritmos de modelagem para a elaboração dos modelos preditivos: Distância Euclidiana (Carpenter *et al.*, 1993), Distância de Gower (Carpenter *et al.*, 1993), Envelope Score (Nix, 1986; Piñeiro *et al.*, 2007) e Maxent (Máxima Entropia; Phillips *et al.*, 2006). O Maxent encontra-se disponível no programa homônimo, versão 3.3.2 (Phillips *et al.*, 2006), e os demais, no openModeller versão 1.3.0 (Munõz *et al.*, 2011).

O Maxent é considerado um algoritmo complexo bastante utilizado na modelagem por demandar somente dados de presença (Elith & Leathwick, 2009). Esse algoritmo estima a distribuição de probabilidades mais próxima da distribuição uniforme com a ressalva de que, para cada variável ambiental, os valores esperados devem concordar com os valores empíricos que consistem em valores médios de pontos de ocorrência da distribuição da espécie alvo (Phillips *et al.*, 2006).

Os algoritmos Distância Euclidiana e Distância de Gower são métodos que se baseiam na existência de um ponto de ótimo ecológico definido pelo centroide dos pontos de ocorrência das espécies no espaço ecológico (Carpenter *et al.*, 1993) e que também utilizam apenas dados de presença. Esses métodos calculam a distância ambiental entre cada local da área geográfica de interesse e o ótimo ecológico da espécie, de modo que, quanto menor a distância, mais adequado será aquele local para a ocorrência da espécie e vice-versa (Carpenter *et al.*, 1993).

O Envelope Score gera envelopes retilineares e determina para cada variável um limite superior e um inferior para a ocorrência da espécie; a partir desses limites, são produzidas previsões que assumem que não existem colinearidades entre as variáveis nos pontos de ocorrência (De Marco Júnior & Siqueira, 2009). O Envelope Score faz uso dos valores mínimos e máximos observados para cada variável ambiental para definir envelopes bioclimáticos (Piñeiro *et al.*, 2007). A probabilidade de ocorrência para um ponto é determinada pelo número de variáveis ambientais dentro das quais os valores ambientais do ponto situam-se dentro do critério mínimo/máximo (Report-OM, 2008).

Para efetuar a modelagem utilizamos os 446 pontos de ocorrência espacialmente únicos, dos quais 70% (297) para construir o modelo (pontos de treino) e 30% (149) para avaliar o modelo (pontos de teste). Como foram utilizados 17 modelos climáticos (GCMs; ver acima) para cada cenário futuro (rcp 4.5 e rcp 8.5), consideramos áreas de alta adequabilidade aquelas nas quais todos esses GCMs previram presença potencial de espécies de *Merostachys*.

#### Avaliação dos modelos

Fizemos a avaliação dos modelos por meio do cálculo da área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*), denominada AUC (Manel *et al.*, 2001). O valor de AUC varia de 0 a 1, onde 1 indica alta performance e os valores inferiores a 0,5 indicam baixa performance (Elith *et al.*, 2006). Outra métrica de avaliação utilizada foi o TSS (*Means of the True Skill Statistic*), que é uma medida direta da sensibilidade e especificidade do modelo (Allouche *et al.*, 2006). Os valores de TSS variam entre -1 e +1; os valores iguais a +1 indicam ótimo desempenho do modelo, enquanto valores iguais ou inferiores a zero não indicam performances melhores do que o acaso (Allouche *et al.*, 2006).

O limiar de corte para construção dos mapas binários foi baseado no LPT (*Lowest Predicted Value Threshold*), que consiste no menor valor predito de adequabilidade ambiental correspondente aos registros de ocorrência (Liu *et al.*, 2005; Phillips *et al.*, 2006; Pearson, 2007). Construímos mapas de consenso (*Ensemble forecasting*; Araújo & New, 2007) para *Merostachys*, somando os mapas binários de distribuição potencial com o intuito de diminuir as incertezas entre os modelos e gerar previsões mais robustas (Araújo & New, 2007).

## RESULTADOS

### Registros de Ocorrência

Os 646 registros que obtivemos distribuíram-se nos seguintes países: Brasil (637), entre os biomas dominados por Floresta Pluvial (Mata Atlântica, 579 registros, e Amazônia, 15), Savanas (Cerrado, 32, e Caatinga, 4) e Campos sulinos (7); Argentina (3), todos na Mata Atlântica; Nicarágua (2), na Floresta Pluvial; Honduras (1), na Floresta Pluvial; Bolívia (1) e Peru (1), na Floresta Pluvial (Amazônia); Costa Rica (1), na Floresta Decídua Aberta; e México (1), na Floresta Pluvial (Figura 1).

Novos registros de ocorrência em relação à distribuição apresentada por Shirasuna (2015) foram encontrados para *Merostachys* na região norte e centro-oeste do Brasil: Manaus, Amazonas (NY/1166182); Canutama, Amazonas (BHCB/129827 e INPA/221335); Manicoré, Amazonas (NY/1166190); Boca do Acre, Amazonas (RB/592376); Itaituba, Pará (INPA/256616); Parauapebas, Pará (RB194968); e Brasnorte, Mato Grosso (RB/158383).

### Distribuição Potencial de *Merostachys* no Neotrópico

#### *Distância Euclidiana*

Os modelos provenientes do algoritmo Distância Euclidiana evidenciaram alta adequabilidade climática para o presente (139.175 pixels) distribuída ao longo de florestas pluviais do Neotrópico (principalmente Floresta Amazônica e Atlântica) e formações savânicas como o Cerrado, Chaco e Llanos (Figura 2).

Para o futuro, tanto no cenário otimista (rcp 4.5) (Figura 3) quanto no pessimista (rcp 8.5) (Figura 4), houve notável redução de áreas de adequabilidade, principalmente na Amazônia e no Cerrado. No rcp 4.5, as áreas de alta adequabilidade consistiram em 54.253 pixels, enquanto o rcp 8.5 apresentou 43.710 pixels. Esses pixels estão distribuídos pelas florestas pluviais, principalmente na Floresta Atlântica e no Cerrado brasileiro. A principal diferença do cenário pessimista para o otimista consistiu na redução de áreas de adequabilidade na Floresta Amazônica e no Cerrado.

#### *Distância de Gower*

O algoritmo Distância de Gower apontou que 144.250 pixels apresentam áreas de alta adequabilidade climática para as espécies do gênero *Merostachys* no clima atual

(Figura 5). Essas áreas estão distribuídas principalmente pelo território brasileiro, nos biomas de florestas pluviais (Mata Atlântica e Amazônia), no Cerrado e em áreas de transição. Nos demais países, as áreas de adequabilidade estão presentes principalmente nas florestas pluviais.

A diferença mais marcante entre os cenários otimista (Figura 6) e pessimista (Figura 7) foi a maior redução de áreas de adequabilidade na Floresta Amazônica do cenário otimista para o pessimista. De modo geral, nos cenários do futuro (pessimista e otimista) houve redução de áreas que apresentam alta adequabilidade – de 18.927 pixels no segundo para 18.834 pixels no primeiro. As áreas de adequabilidade desses cenários seguem um padrão de distribuição potencial principalmente pelas Florestas Pluviais, desde a Floresta Atlântica, penetrando pelo Brasil Central e se expandindo para o Peru e Bolívia, porção sul da América do Sul, Caribe, América Central até o México. Além das formações pluviais, nos cenários futuros *Merostachys* distribui-se potencialmente também pelas formações florestais em biomas dominados por savanas no México, América Central, Caribe e América do Sul.

#### *Envelope Score*

Para o presente, 127.675 pixels apresentaram alta adequabilidade climática de acordo com o algoritmo Envelope Score (Figura 8). Essas áreas estão distribuídas particularmente pelas Florestas Pluviais do México, América Central, Caribe e América do Sul. A Mata Atlântica, a Amazônia e o Pantanal representam as maiores áreas de adequabilidade climática. Além das Florestas Pluviais, florestas presentes em áreas de savana na América do Sul, como o Cerrado, Chaco e Llanos, apresentaram alta adequabilidade climática.

Nos modelos do futuro, houve diminuição de áreas de adequabilidade climática principalmente no Brasil, na Amazônia e no Cerrado. De acordo com o cenário otimista (Figura 9), as áreas de alta adequabilidade climática abrangeram 79.173 pixels distribuídos em áreas de Florestas Pluviais no México, América Central, Caribe e América do Sul e em áreas de savanas, como por exemplo, Llanos, Chaco e Cerrado, na América do Sul. No entanto, as áreas de maior adequabilidade climática estão localizadas principalmente no Brasil, na Floresta Atlântica. O cenário pessimista (Figura 10) apresentou 66.190 pixels, tendo apresentado marcante redução de áreas de alta adequabilidade, embora o padrão de distribuição se mantivesse similar ao cenário otimista.

### *Maxent*

O algoritmo Maxent previu, para o clima presente (Figura 11), adequabilidade climática para as espécies de *Merostachys* em 133.108 pixels distribuídos particularmente pelas florestas pluviais no México, América Central, Caribe e América do Sul. Também houve elevada adequabilidade para as formações florestais presentes nas savanas da América do Sul. No entanto, as maiores áreas de adequabilidade localizaram-se na Floresta Atlântica, Cerrado e parte da Floresta Amazônica.

Para os cenários futuros, houve expressiva redução de áreas de elevada adequabilidade de *Merostachys*, principalmente nas Américas Central e do Sul (particularmente no Brasil Central e Amazônia). No cenário otimista (Figura 12), 37.312 pixels apresentaram áreas com alta adequabilidade climática. Essas áreas estão distribuídas principalmente pelas Florestas Pluviais do México, América Central, Caribe e América do Sul, onde houve notável redução de áreas de adequabilidade principalmente na Amazônia e no Cerrado.

A Floresta Atlântica não apresentou redução notável em suas áreas de adequabilidade. O cenário pessimista (Figura 13) apresentou 37.858 pixels para essas áreas, sem alterações notáveis em relação ao padrão observado no cenário otimista.

### *Modelo de Consenso*

Considerando as áreas previstas que possuem maior adequabilidade climática, ou seja, áreas onde os quatro algoritmos previram presença para as espécies de *Merostachys*, teríamos um total de 81.012 pixels no presente (Figura 14), 14.203 pixels no futuro otimista (Figura 15) e 14.987 pixels no futuro pessimista (Figura 16). Para o presente, as áreas de maior adequabilidade estão presentes principalmente em áreas de floresta úmida como a Floresta Atlântica e parte da Amazônia e formações florestais presentes em áreas dominadas por savanas como o Cerrado. Essas áreas se distribuem pelo Brasil, Argentina, Paraguai, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Panamá, Costa Rica, Nicarágua, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belize, México e Ilhas do Caribe.

Para os cenários climáticos do futuro, as áreas de maior adequabilidade climática, ou seja, aquelas em que todos os modelos climáticos e todos os algoritmos previram presença do gênero, reduziram-se em relação ao presente, principalmente na região da Amazônia, do Cerrado e nas áreas úmidas da América Central. Para o cenário

mais otimista, as áreas de adequabilidade se encontraram distribuídas ao longo de Florestas Pluviais do México, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Cuba, República Dominicana, Porto Rico, Venezuela, Peru Bolívia, Argentina e Brasil, em pequenas áreas dominadas por savanas na Venezuela, Uruguai e Brasil e em áreas de transição no Brasil. No cenário mais pessimista não houve alterações notáveis em relação ao cenário otimista. Em ambos os cenários, pode ser observada expansão da adequabilidade climática para a região sul da Mata Atlântica.

#### Avaliação dos modelos

O algoritmo Maxent foi o que apresentou o melhor resultado segundo o AUC e o segundo melhor resultado de acordo com o TSS (Tabela 1). Por sua vez, o Envelope Score foi o que apresentou o melhor desempenho de acordo com o TSS (Tabela 1).

### DISCUSSÃO

Nossos resultados confirmaram a primeira hipótese, apontando que as áreas atuais de adequabilidade climática de *Merostachys* estão situadas principalmente ao longo de formações florestais representadas pelas Florestas Pluviais da América Central e, principalmente, as da América do Sul, como a Amazônia e a Mata Atlântica, além de áreas de savana como o Cerrado. Todos os modelos atuais apontaram para elevada adequabilidade climática na Mata Atlântica, que se constitui centro de endemismo e diversidade do gênero (Sendulsky, 1995; Judziewicz *et al.*, 1999; Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004; Judziewicz & Clark, 2007).

Para os cenários futuros, houve notável redução nas áreas de adequabilidade para *Merostachys* em relação ao clima atual, confirmando a segunda hipótese. Nota-se, porém, que, considerando o modelo de consenso, não houve redução das áreas de adequabilidade dos cenários mais otimistas para os cenários mais pessimistas do futuro. Apesar desse resultado, nossos modelos mostraram que uma redução nas áreas de adequabilidade de *Merostachys* pode ser causada pelos aumentos na temperatura e diminuição da precipitação no Sul do México, América Central e América do Sul, os quais foram apontados por Magrin *et al.* 2007 e Christensen *et al.* 2013. Essa redução foi mais notável na Amazônia, Brasil Central, América Central e sul do México.

Ao sobrepor os mapas climáticos (Fig. 2) com os modelos de distribuição de *Merostachys*, observamos que as áreas potenciais de ocorrência situam-se preferencialmente em áreas mesofíticas com temperaturas variando entre 18°C e 30°C,

precipitação entre 1.500 e 2.500 mm e pouca variação na sazonalidade de temperatura e de precipitação. Essa distribuição é consistente com as áreas de ocorrência real de *Merostachys*, como, por exemplo, as florestas úmidas da Bahia, Minas Gerais (Parque Estadual do Rio Doce), São Paulo (Serra do Mar), norte da Argentina, Amazônia, América Central (Panamá, Costa Rica, Nicarágua) e Chiapas no México. Esses achados reforçam a preferência das espécies de bambus por condições de clima ameno e úmido (Sendulsky, 1997; Judziewicz *et al.*, 1999; Clark & Ely, 2011; Lizarazu *et al.*, 2011; Santos-Gonçalves, 2012).

De acordo com o mais recente relatório do IPCC (IPCC, 2013), é muito provável que ocorra aumento das temperaturas em toda a América do Sul, com maior aquecimento projetado para o sul da Amazônia e redução na precipitação para o leste da Amazônia, nordeste e leste do Brasil, bem como para o sul do México e a América Central. Além disso, deverá ocorrer, durante a estação seca, um aumento nos extremos de precipitação (Christensen *et al.*, 2013). Essas previsões têm sido acompanhadas por expectativas negativas em relação à biodiversidade neotropical. Por exemplo, para o Brasil Central, Siqueira & Peterson (2003) encontraram que 24% das 138 espécies de árvores estudadas provavelmente irão se extinguir em 2050 devido ao aumento previsto de 2°C na temperatura média. Para a Amazônia, a previsão é que 43% das 69 espécies arbóreas estudadas por Miles *et al.* (2004) se tornarão extintas até o final do século. Em nossos modelos detectamos profundas reduções nas áreas de adequabilidade climática na Amazônia e no Cerrado para *Merostachys*. De fato, espécies de plantas tropicais podem ser sensíveis a variações no clima, pois os sistemas biológicos respondem lentamente a essas variações, o que poderá conduzir a uma diminuição de diversidade de espécies (Magrin *et al.*, 2007).

Li *et al.* (2014) argumentaram que a maioria dos habitats atuais dos bambus não será mais adequada climaticamente no futuro devido às mudanças climáticas. Ainda segundo esses autores, oito das 16 espécies de bambus estudadas apresentaram baixa capacidade de dispersão, impedindo que elas colonizem novos habitats climaticamente adequados, fora de suas escalas atuais. Nossos resultados concordam com as previsões desses autores com relação à redução na distribuição potencial de *Merostachys* com as mudanças climáticas, que no caso do presente estudo ocorreriam na Amazônia, no Cerrado e nas Florestas Pluviais da América Central.

Por outro lado, todos os modelos futuros apontaram áreas de alta adequabilidade climática para a Mata Atlântica, assim como a inexistência de perdas de áreas de

adequabilidade notáveis nessa região. Estudos atuais sugerem que a Mata Atlântica poderá sofrer um incremento no número de espécies de bambus devido ao aumento na concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (Grombone-Guaratini *et al.*, 2014). Isso se explicaria pelo fato de que os bambus são gramíneas C<sub>3</sub> e é amplamente reconhecido que essas plantas são mais eficientes fotossinteticamente em ambientes com maiores concentrações de CO<sub>2</sub>. Contudo, outros fatores como, por exemplo, a elevada fragmentação da Mata Atlântica (Ribeiro *et al.*, 2011), a limitação de dispersão temporal das espécies das espécies de *Merostachys* devido ao longo ciclo reprodutivo, bem como problemas relacionados à germinação de suas sementes e à regeneração de plântulas, poderão interferir na expansão desses bambus na Mata Atlântica. Além desses fatores, as áreas climaticamente estáveis (áreas de refúgio) presentes na Mata Atlântica também podem estar atuando na manutenção das áreas de adequabilidade de *Merostachys* nessa região. Outros traços funcionais dos bambus também devem ser considerados, como a plasticidade das características foliares, que permite às espécies tolerarem baixa irradiância de luz no subosque e crescer rapidamente em clareiras, obtendo vantagens sobre as plântulas de espécies arbóreas (Montti *et al.*, 2013). Além disso, a produção de grandes quantidades de pequenas sementes com reduzidos períodos de dormência e que podem promover a colonização eficiente de novos locais (ver Lima *et al.*, 2012 e suas referências) permitem a invasão de ambientes perturbados, causando impactos sobre a diversidade florestal, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas (Montti *et al.*, 2013).

Sugerimos um aumento do esforço amostral de *Merostachys* nas regiões norte e centro-oeste do Brasil, a fim de buscar maior conhecimento sobre a diversidade do gênero e, com isso, contribuir para iniciativas conservacionistas. Isso seria especialmente útil tendo em vista que, no contexto das mudanças climáticas, essas poderão sofrer alarmantes perdas de habitats (Magrin *et al.*, 2007; Christensen *et al.*, 2013), incluindo uma possível savanização da Floresta Amazônica (Anadon *et al.*, 2014).

Evidenciamos, assim, que os bambus do gênero *Merostachys* tenderão a reduzir sua distribuição geográfica principalmente nas florestas do Brasil Central, Amazônia, América Central e Sul do México com as mudanças climáticas projetadas para 2070. Por sua vez, considerando a Mata Atlântica, a manutenção de áreas de adequabilidade climática de *Merostachys*, somada às vantagens atribuídas aos traços funcionais presentes nos bambus, fornece evidências no sentido de se prever uma dominância

desse grupo em cenários climáticos futuros. Nesse sentido, os resultados do presente estudo fornecem evidências sobre a distribuição futura do gênero *Merostachys* em sua área de ocorrência potencial e chama a atenção para a necessidade de estudos que investiguem outros fatores que possam estar interferindo no padrão de distribuição futura desses bambus, como por exemplo, a fragmentação de habitats, dispersão de propágulos e a regeneração das espécies de *Merostachys*.

## REFERÊNCIAS

- Allouche, O.; Tsoar, A. & Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, 43: 1223-1232.
- Anadon, J.D.; Sala, O.E. & Maestre, F.T. 2014. Climate change will increase savannas at the expense of forests and treeless vegetation in tropical and subtropical Americas. **Journal of Ecology**, 102: 1363-1373.
- Anderson, R.P.; Lew, D. & Peterson, A.T. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological Modelling**, 162: 211-232.
- Araújo, M.B. & New, M. 2007. Ensemble forecasting of species distributions. **Trends in Ecology and Evolution**, 22: 42-47.
- Borcard, D.; Legendre, P. & Gillet, F. 2011. **Numerical Ecology with R**. Springer, New York.
- Bouchenak-Khelladi, Y.; Verboom, G.A.; Savolainen, V. & Hodkinson, T.R. 2010. Botanical biogeography of the grasses (Poaceae): a phylogenetic approach to reveal evolutionary history in geographical space and geological. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 162: 543-557.
- BPG. 2012. An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). In: **Proceedings of the 9th World Bamboo Congress, 10-12 April 2012**. Antwerp, Belgium, p. 3-27.
- Brown, J. & Lomolino, M. 2006. **Biogeografia**. 2ª Ed. FUNPEC, Ribeirão Preto.
- Budke, J.C.; Alberti, M.S.; Zanardi, C.; Baratto, C. & Zanin, E.M. 2010. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of South America. **Forest Ecology and Management**, 260: 1345-1349.

- Bystriakova, N.; Kapos, V. & Lysenko, I. 2004. **Bamboo Biodiversity: Africa, Madagascar and the Americas**. 19<sup>a</sup> Ed. UNEP-WCMC, Cambridge; INBAR, Beijing.
- Bystriakova, N.; Kapos, V.; Lysenko, I. & Stapleton, C.M.A. 2003. Distribution and conservation status of forest bamboo biodiversity in the Asia-Pacific Region. **Biodiversity and Conservation**, 12: 1833-1841.
- Campanello, P.I.; Genoveva, G.M.; Ares, A.; Montti, L. & Goldstein, G. 2007. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, 252: 108-117.
- Carpenter, G.; Gillison, A.N. & Winter, J. 1993. DOMAIN: A flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants. **Biodiversity and Conservation**, 2: 667-680.
- Clark, L.G. & Ely, F.U. 2011. Géneros de bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Arundinarieae, Bambuseae) de Venezuela. **Acta Botánica Venezuelica**, 34: 79-103.
- Clark, L.G.; Londoño, X. & Ruiz-Sanchez, E. 2015. Bamboo Taxonomy and Habitat. In: Liese, W. & Köhl, M (eds). *Bamboo: The Plant and its Uses*. Springer, Cham/ Heidelberg/ New York/ Dordrecht/ London, p. 31-41.
- Christensen, J.H.; Kumar, K.K.; Aldrian, E.; An, S.-I.; Cavalcanti, I.F.A.; Castro, M.; Dong, W.; Goswami, P.; Hall, A.; Kanyanga, J.K.; Kitoh, A.; Kossin, J.; Lau, N.-C.; Renwick, J.; Stephenson, D.B.; Xie, S.-P. & Zhou, T. 2013. Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. In: Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V. & Midgley, P.M. (eds.) **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, p.1217-1308.
- Corlett, R.T. & Westcott, D.A. 2013. Will plant movements keep up with climate change? **Trends in Ecology & Evolution**, 28: 482-488.
- De Marco Júnior, P. & Siqueira, M.F. 2009. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade**, 5: 65-76.
- Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudík, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R.; Lehmann, A.; Li, J.; Lohmann, L.G.; Loiselle, B.A.; Manion, G.; Moritz, C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; Overton, J.M.M.;

- Peterson, A.T.; Phillips, S.J.; Richardson, K.; Scachetti-Pereira, R.; Schapire, R.E.; Soberón, J.; Williams, S.; Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, 29: 129-151.
- Elith, J. & Leathwick, J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 40: 677-97.
- Esri. 2013. **ArcGIS: a complete integrated system**. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/>>. Acessado em novembro de 2014.
- Filgueiras, S.T. & Santos-Gonçalves, A.P. 2004. A Checklist of the basal grasses and bamboos in Brazil (Poaceae). **The Journal of the American Bamboo Society**, 18: 7-18.
- Gaston, K.J. 2003. **The Structure and Dynamics of Geographic Ranges**. Oxford University Press, Oxford.
- Griscom, B.W. & Ashton, P.M.S. 2006. A self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a Neotropical forest. **Journal of Tropical Ecology**, 22: 587-597.
- Griscom, B.W.; Daly, D.C. & Ashton, P. M. 2007. Floristics of bamboo-dominated stands in lowland terra-firma forests of southwestern Amazonia. **The Journal of the Torrey Botanical Society**, 134: 108-125.
- Grombone-Guaratini, M.T.; Gaspar, M.; Oliveira, V.F.; Torres, M.A.M.G; Nascimento, A. & Aida, M.P.M. 2013. Atmospheric CO<sup>2</sup> enrichment markedly increases photosynthesis and growth in a woody tropical bamboo from the Brazilian Atlantic Forest. **New Zealand Journal of Botany**, 51: 275-85.
- Guilherme, F.A.G.; Oliveira-Filho, A.T.; Appolinário, V. & Bearzoti, E. 2004. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, 174: 19-36.
- Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 25: 1965-1978.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, 22: 415-427.
- IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on

- Climate Change. Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex V.; & Midgley, P.M. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Janzen, D.H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 7: 347-391.
- Judziewicz, E.J.; Clark, L.G.; Londoño, X. & Stern, M. 1999. **American bamboos**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Judziewicz, E.J.; Soreng, R.J.; Davidse, G.; Peterson, P.M.; Filgueiras, T.S. & Zuloaga, F.O. 2000. Catalogue of New World Grasses (Poaceae): I. Subfamilies Anomochlooideae, Bambusoideae, Ehrhartoideae, and Pharoideae. **Contributions from the United States National Herbarium**, 39: 1-128.
- Judziewicz, E.J. & Clark, L.G. 2007. Classification and Biogeography of New World Grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. **Aliso**, 23: 303-314.
- Kelchner, S.A. & BPG. 2013. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 67: 404-413.
- Li, R.; Xu, M.; Wong, M.H.G.; Qiu, S.; Sheng, Q.; Li, X. & Song, Z. 2014. Climate change induced decline in bamboo habitats and species diversity: implications for giant panda conservation. **Diversity and Distributions**, 20:1-13.
- Lima, R.A.F.; Rother, D.C.; Muler, A.E.; Lepesch, I.F. & Rodrigues, R.R. 2012. Bamboo overabundance alters forest structure and dynamics in the Atlantic Forest hotspot. **Biological Conservation**, 147: 32-39.
- Liu, C.R.; Berry, P.M.; Dawson, T.P. & Pearson, R.G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. **Ecography**, 28: 385-393.
- Lizarazu, M.A.; Agrasar, Z.E.R. & Vega A.S. 2011. A new species of *Merostachys* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and synopsis of the genus in Argentina and neighboring regions. **Systematic Botany**, 36: 896-906.
- Londoño, X. 1990. Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambues de Colombia (Poaceae: Bambusoideae). *Caldasia*, 16: 139-153.
- Magrin, G.; García, C. G.; Choque, D.C.; Giménez, J.C.; Moreno, A.R.; Nagy, G.J.; Nobre C. & Villamizar, A. 2007. Latin America. In: Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (eds). **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working**

- Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press, Cambridge, p.581-615.
- Manel, S.; Williams, H.C. & Ormerod, S.J. 2001. Evaluating presence–absence models in ecology: the need to account for prevalence. **Journal of Applied Ecology**, 38: 921-93.
- Martins, S.V.; Colleti-Júnior, R.; Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 2004. Colonization of gaps produced by death of bamboo clumps in a semideciduous mesophytic forest in south eastern Brazil. **Plant Ecology**, 172: 121-131.
- McClure, F.A. 1966. **The Bamboos: A Fresh Perspective.** Harvard University Press, Massachusetts.
- McClure, F.A. 1993. **The Bamboos.** Smithsonian Institution Press, Washington.
- McCune, B. & Grace, J.B. 2002. **Analysis of Ecological Communities.** MjM Software, Gleneden Beach.
- Mccune, B. & Mefford, M. J. 2011. **PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 6.25.** MjM Software, Gleneden Beach.
- Miles, L.; Grainger, A. & Phillips, O. 2004. The impact of global climate change on tropical forest biodiversity in Amazonia. **Global Ecology and Biogeography**, 13: 553-565.
- Montti, L.; Campanello, P.I.; Gatti, M.G.; Blundo, C.; Austin, A.T.; Sala, O. & Goldstein, G. 2011. Understory bamboo flowering provides a very narrow light window of opportunity for canopy tree recruitment in a neotropical forest of Misiones, Argentina. **Forest Ecology and Management**, 262: 1360-1369.
- Montti, L.; Villagra, M.; Campanello, P.I.; Gatti, M.G. & Goldstein, G. 2013. Functional traits enhance invasiveness of bamboos over co-occurring tree saplings in the semideciduous Atlantic Forest. **Acta Oecologica**, 3: 1-9.
- Muñoz, M.E.S.; Giovanni, R.; Siqueira, M.F.; Sutton, T.; Brewer, P.; Pereira, R.S.; Canhos, D.A.L. & Canhos, V.P. 2011. openModeller: a generic approach to species potential distribution modelling. **GeoInformatica**, 15: 111-135.
- Nix, H.A. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. In: Longmore, R. (ed). **Atlas of elapid snakes of Australia.** Australian Flora and Fauna Series Number 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, p.4-15.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994. Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species

- composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, 113: 99-124.
- Pearson, R.G. 2007. **Species distribution modeling for conservation educators and practitioners**. Synthesis. American Museum of Natural History. Disponível em: <<http://ncep.amnh.org>>. Acesso em maio de 2014.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, 11: 1633-1644.
- Peterson, A.T.; Soberón, J.; Pearson, R.G.; Anderson, R.P.; Martínez-Meyer E.; Nakamura, M. & Araújo, M.B. 2011. **Ecological Niches and Geographic Distributions**, Princeton University Press, Princeton.
- Phillips, S. J.; Anderson, R.P.; Robert, C. & Schapired, E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, 190: 231-259.
- Piñeiro, R.; Aguilar, J. F.; Munt, D. D. & Feliner, G. N. 2007. Ecology matters: Atlantic Mediterranean disjunction in the sand-dune shrub *Armeria pungens* (Plumbaginaceae). **Molecular Ecology**, 16: 2155-2171.
- Quantum Gis Development Team. 2012. **Quantum GIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.
- Report-OM. 2008. **openModeller - A framework for species modeling**. Campinas. São Paulo.
- Ribeiro, M.C.; Martensen, A.C.; Metzger, J.P.; Tabarelli, M.; Scarano, F. & Fortin, M.J. 2011. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: Zachos, F.E. & Habel, J.C. (eds.). **Biodiversity Hotspots: distribution and protection of conservation priority areas**. Heidelberg, Springer. p. 405-434.
- Root, T. 1988. Environmental factors associated with avian distributional boundaries. **Journal of Biogeography**, 15: 489-505.
- Santos-Gonçalves, A.P.; Carvalho-Okano, R.M. & Filgueiras, T.S.A. 2012. New species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae) from Southeastern Brazil. **Systematic Botany**, 37: 938-940.
- Sendulsky, T. 1995. *Merostachys multiramea* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) and similar species from Brazil. **Novon**, 5: 76-96.
- Sendulsky, T. 1997. Twelve new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. **Novon**, 7: 285-307.

- Shirasuna, R.T. *Merostachys* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13316>>. Acesso em fevereiro de 2015.
- Siqueira, M.F. & Peterson, A.T. 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. **Biota Neotropica**, 3: 1-14.
- Tyrrell, C.D.; Santos-Gonçalves, A.P.; Londoño, X.; Clark, L.G. 2012. Molecular phylogeny of the arthrostylidioid bamboos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae) and new genus *Didymogonyx*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65: 136-148.
- Wallace, A.R. 1876. **The Geographical Distribution of Animals**. Macmillan, London.

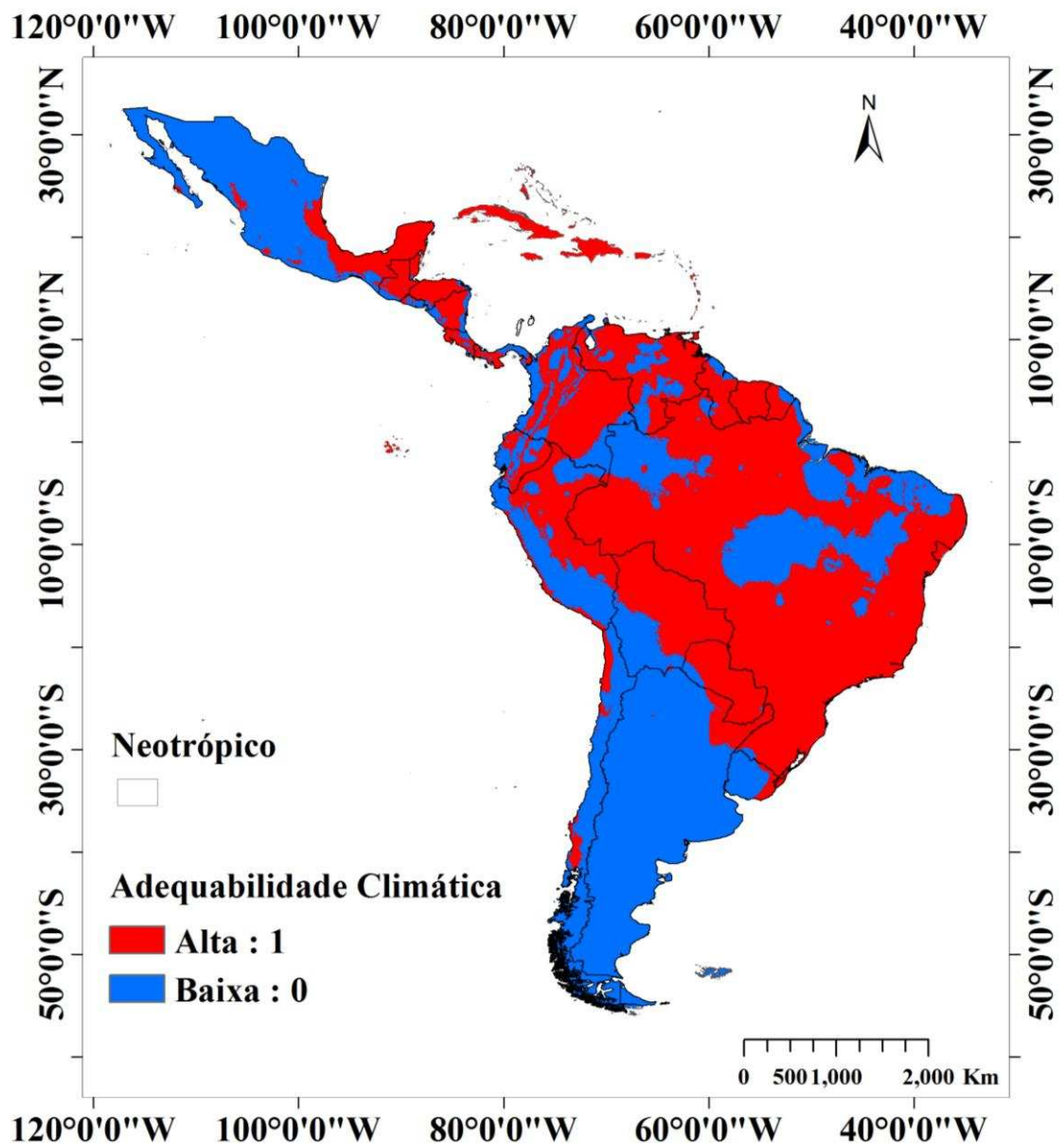
## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1:** Avaliação dos modelos de *Merostachys* Spreng. pelas métricas AUC e TSS e o limiar de corte (LPT) utilizado no preparo dos mapas binários.

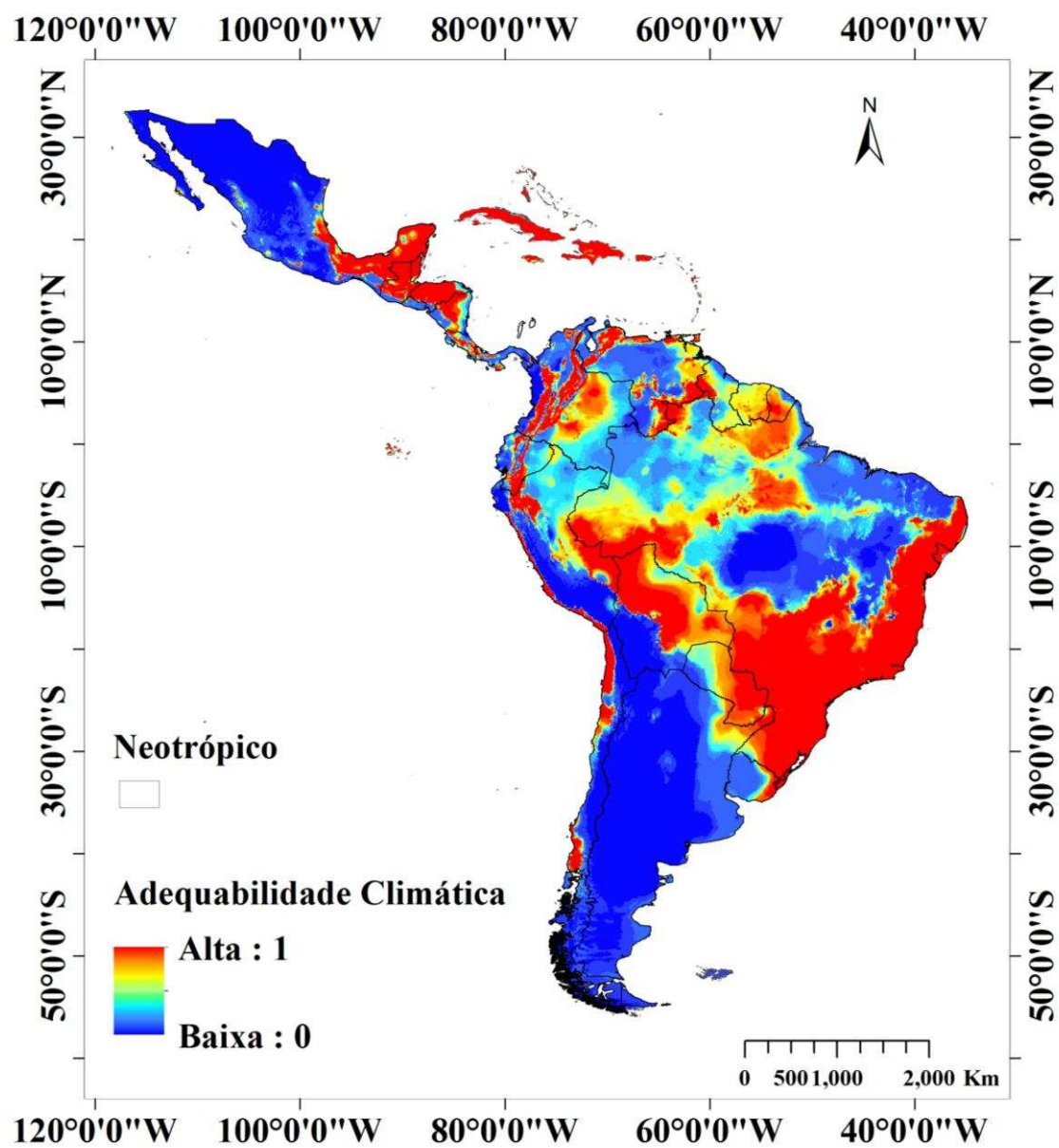
|                      | AUC   | TSS - LPT |                 |
|----------------------|-------|-----------|-----------------|
|                      | Média | Média     | Limiar de Corte |
| Distância Euclidiana | 0.897 | 0.461     | 0.857           |
| Distância de Gower   | 0.966 | 0.426     | 0.956           |
| Envelope Score       | 0.749 | 0.499     | 0.998           |
| Maxent               | 0.973 | 0.482     | 0.003           |



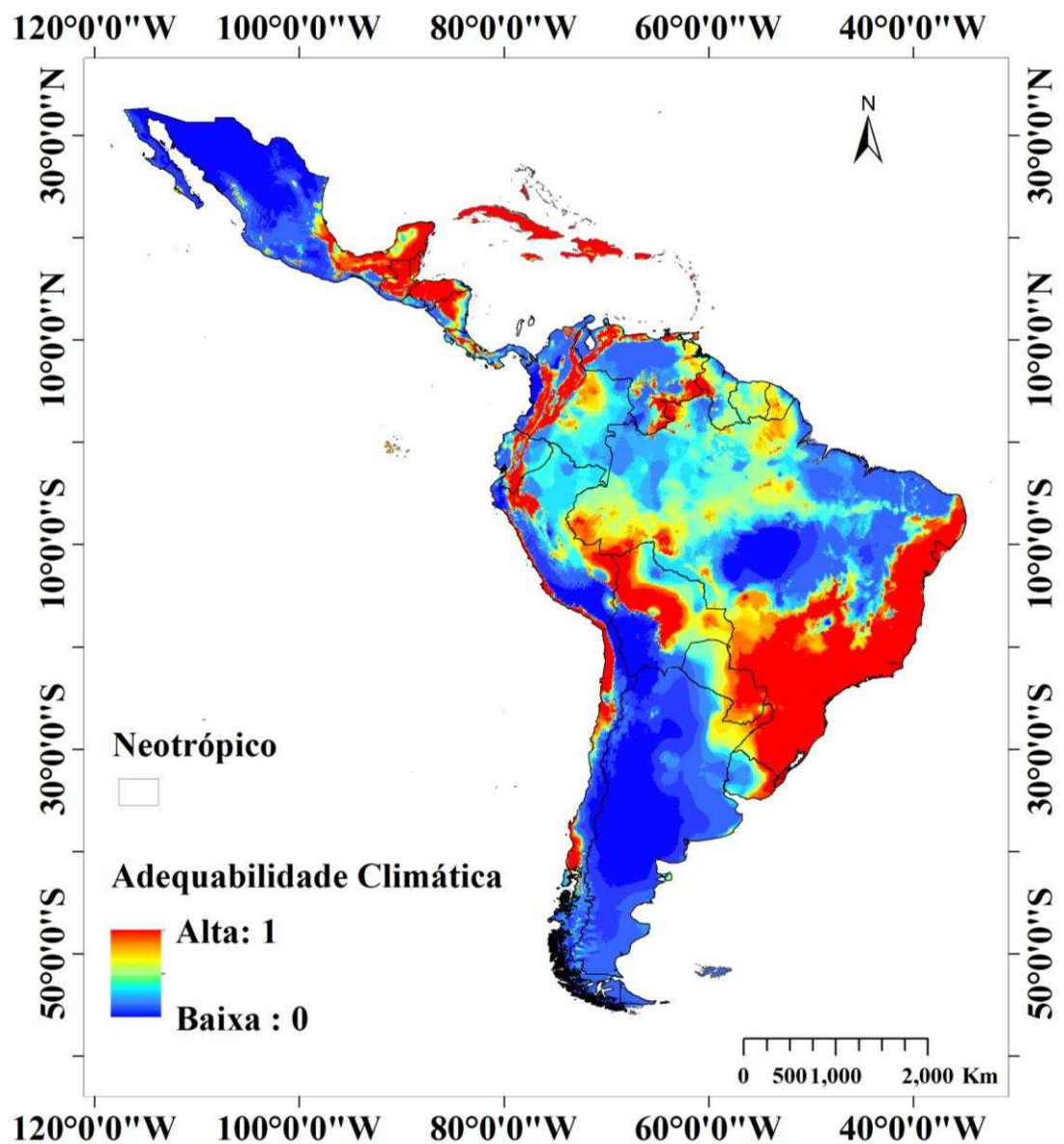
**Figura 1:** Distribuição das espécies de *Merostachys* Spreng. na região neotropical, conforme a compilação realizada no presente estudo.



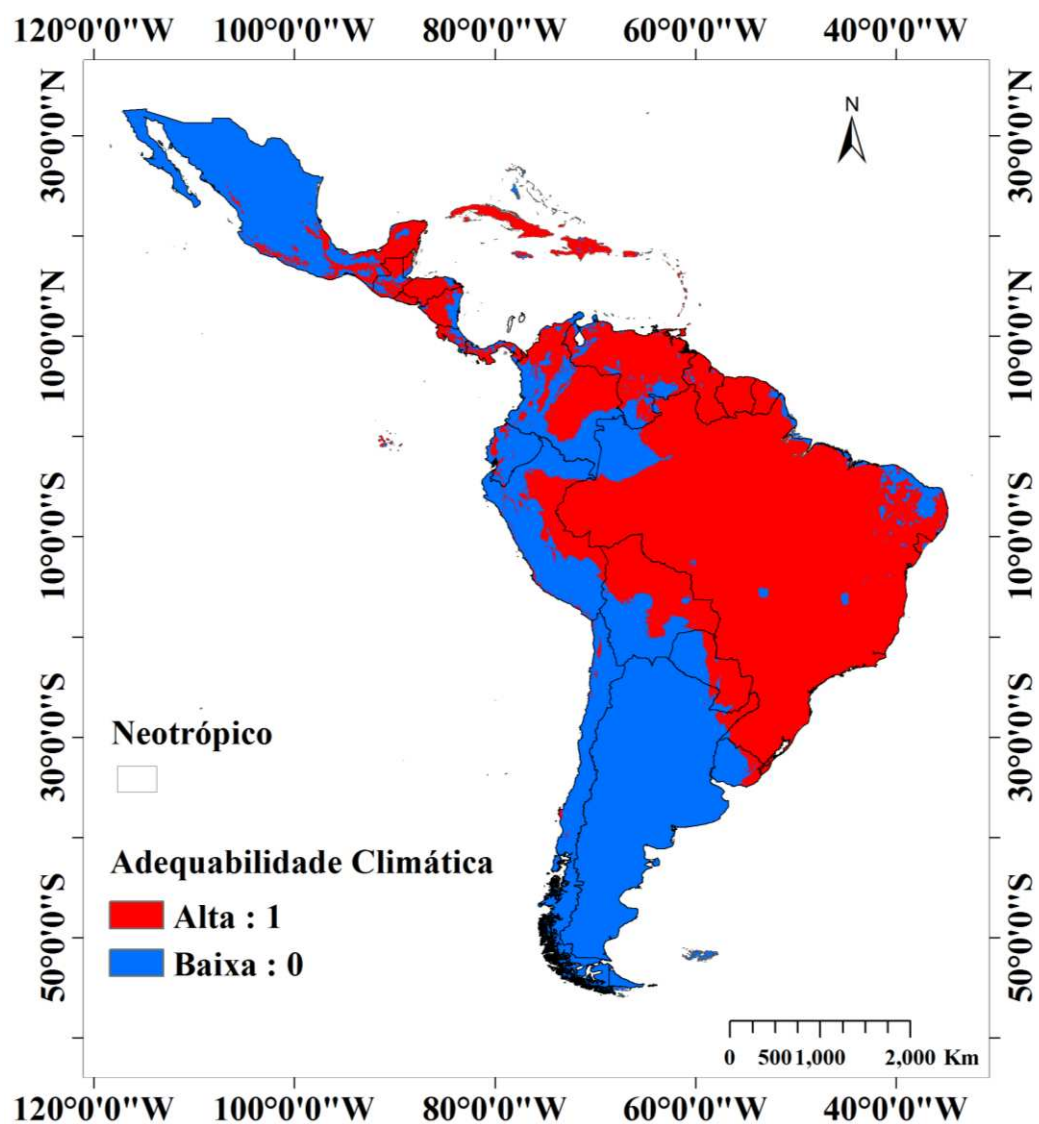
**Figura 2:** Áreas de adequabilidade climática sob clima atual para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Distância Euclidiana.



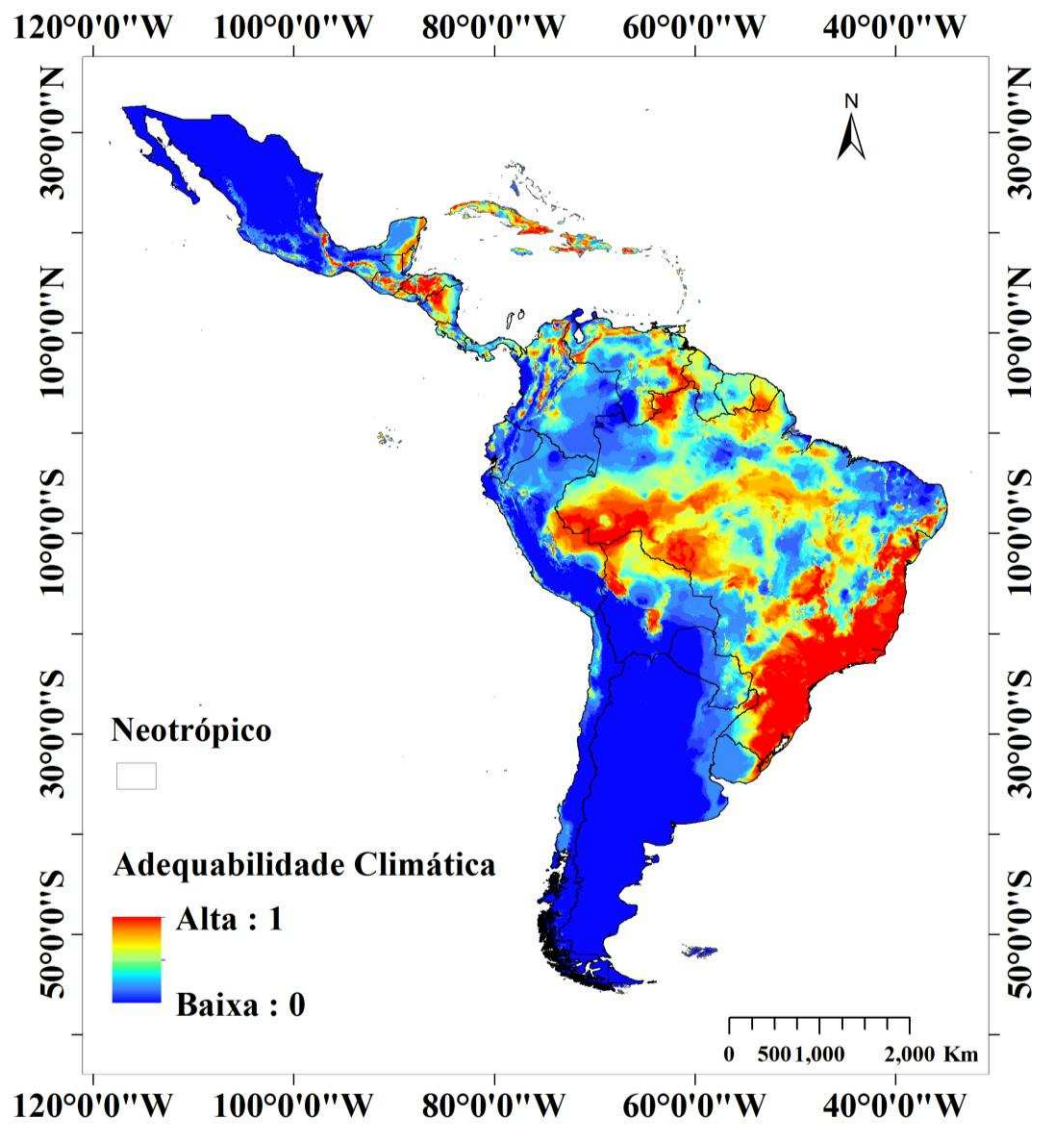
**Figura 3:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático otimista (rcp 4.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Distância Euclidiana.



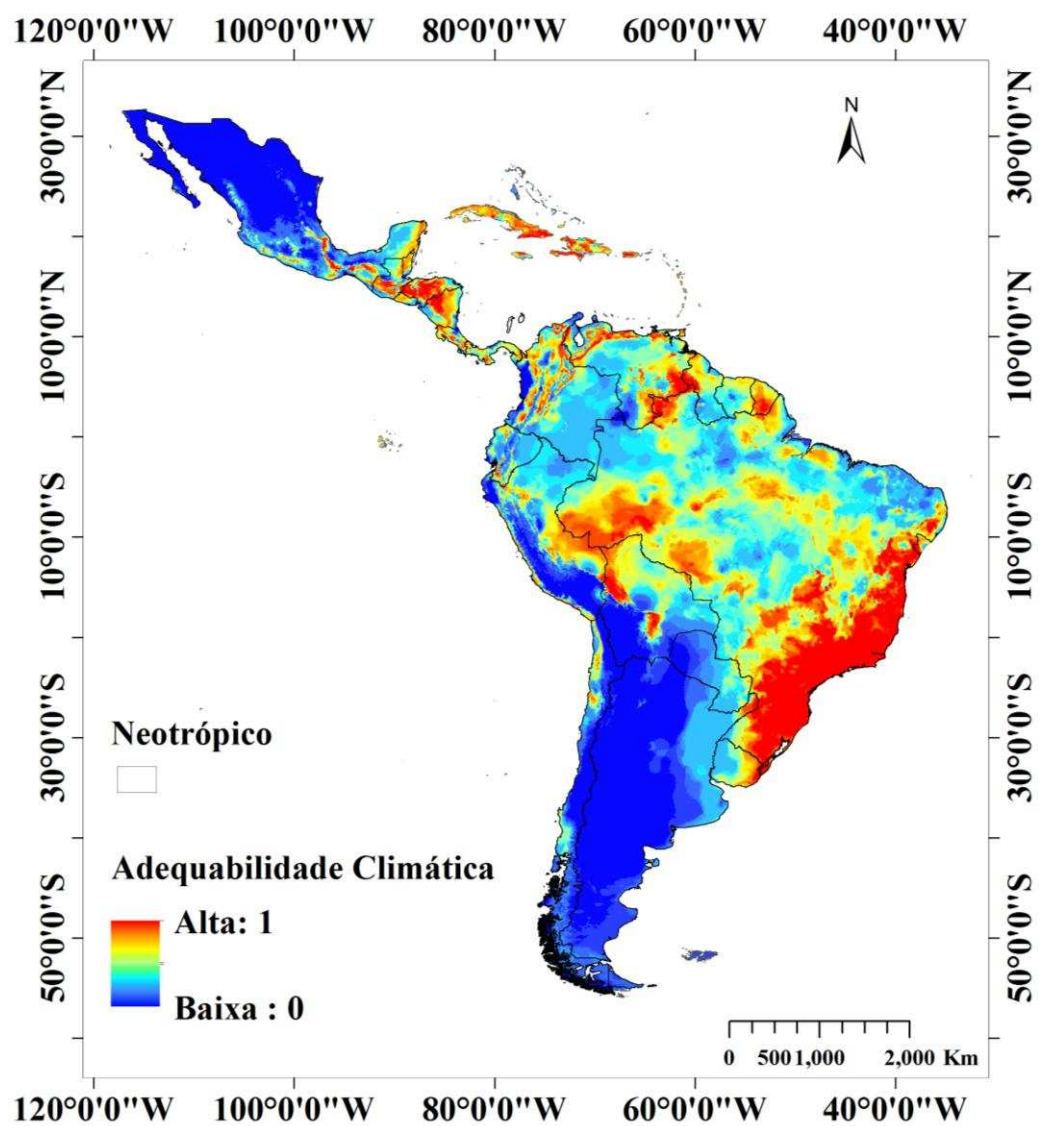
**Figura 4:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático pessimista (rcp 8.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Distância Euclidiana.



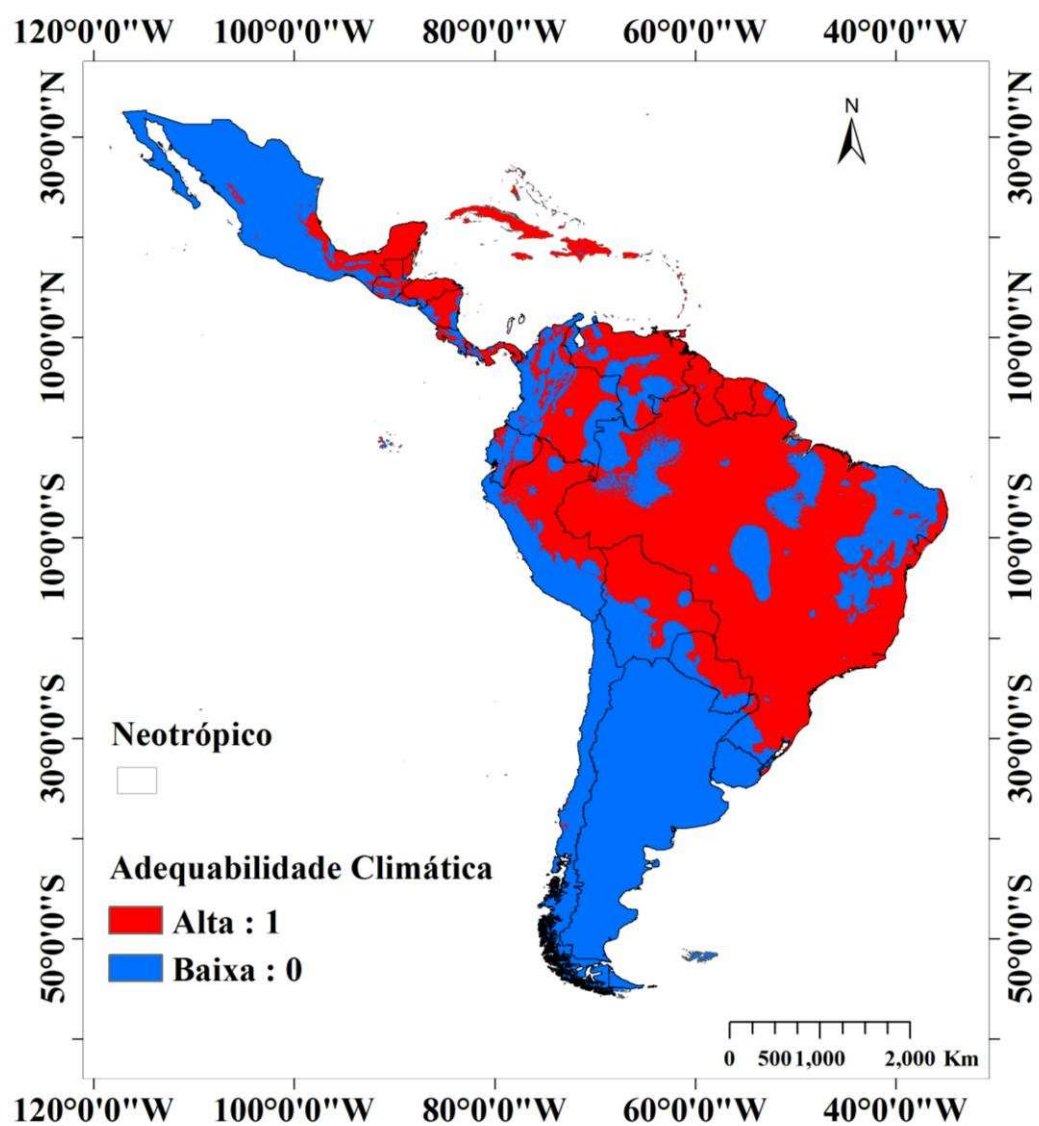
**Figura 5:** Áreas de adequabilidade climática sob clima atual para *Merostachys* Spreng. de acordo com o algoritmo Distância de Gower.



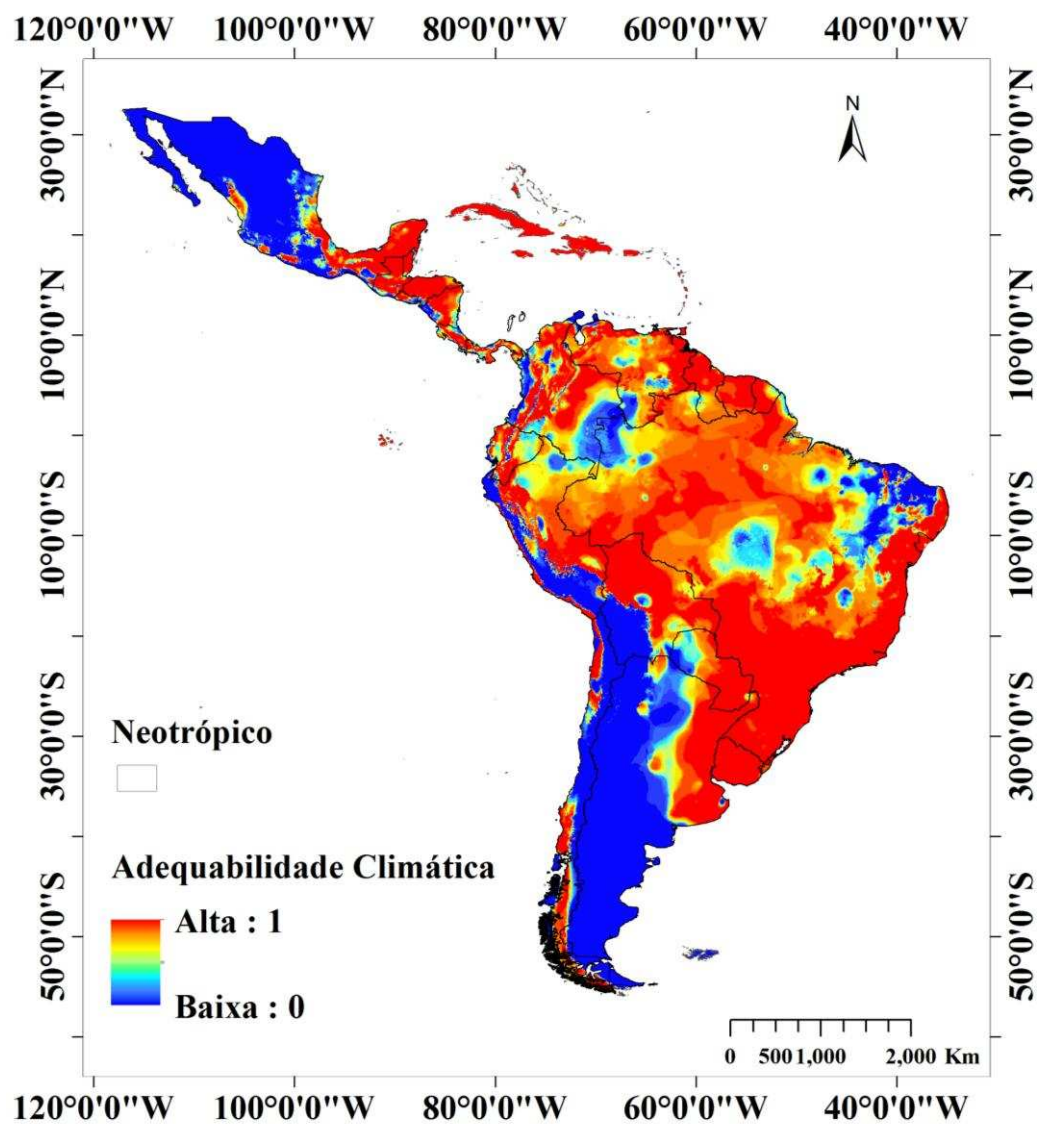
**Figura 6:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático otimista (rpc 4.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Distância de Gower.



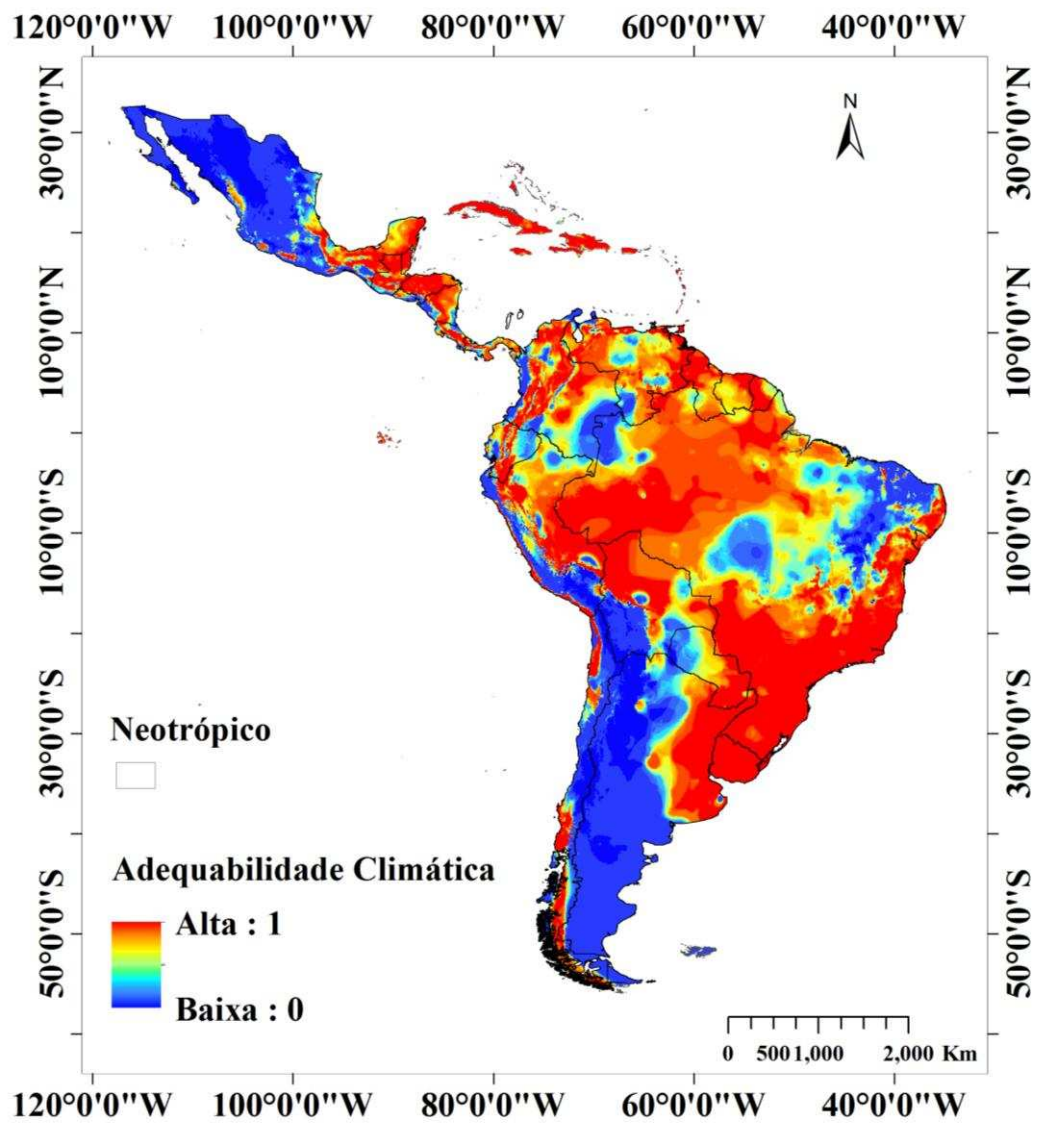
**Figura 7:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático pessimista (rpc 8.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Distância de Gower.



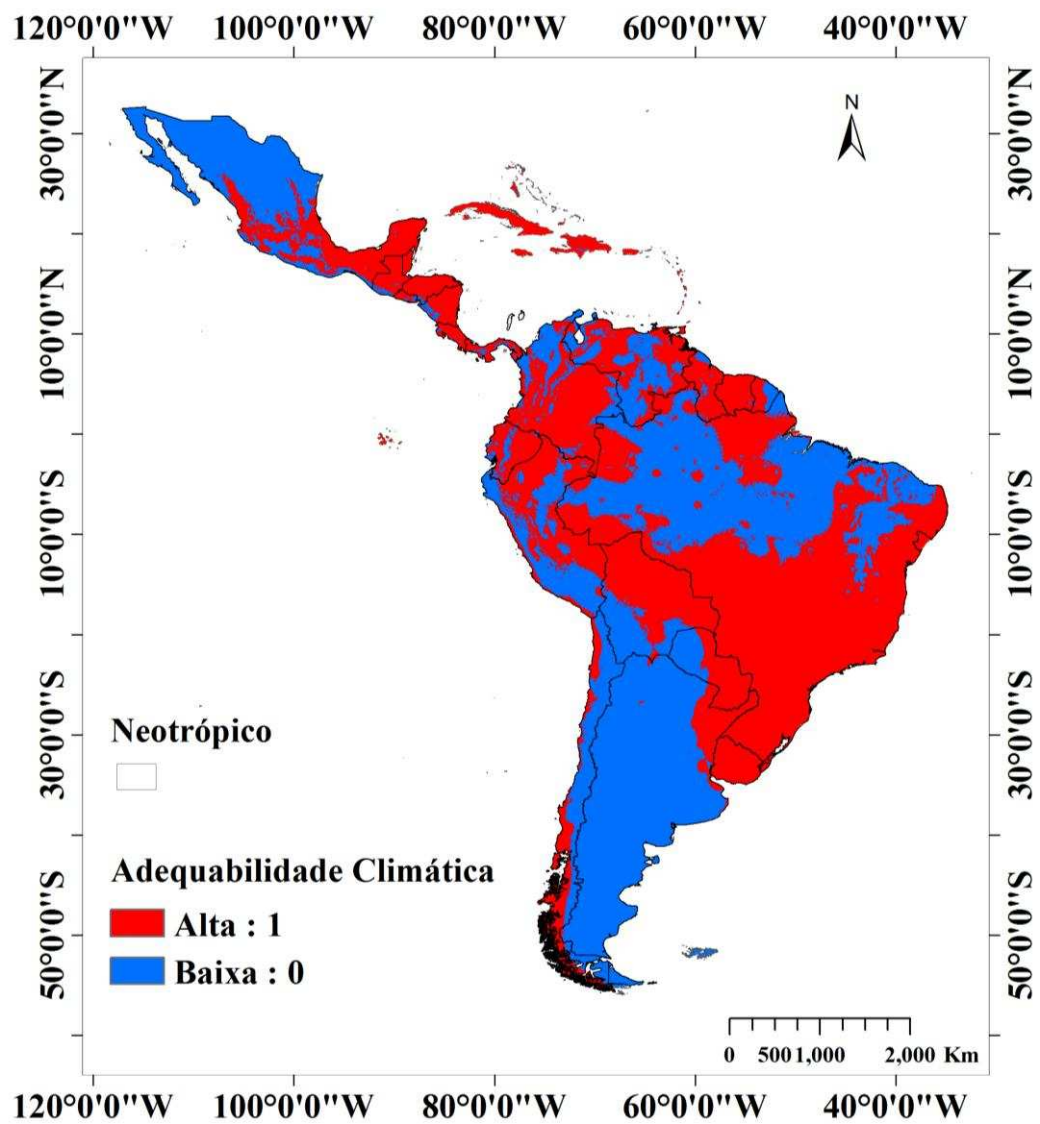
**Figura 8:** Áreas de adequabilidade climática sob clima atual para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Envelope Score.



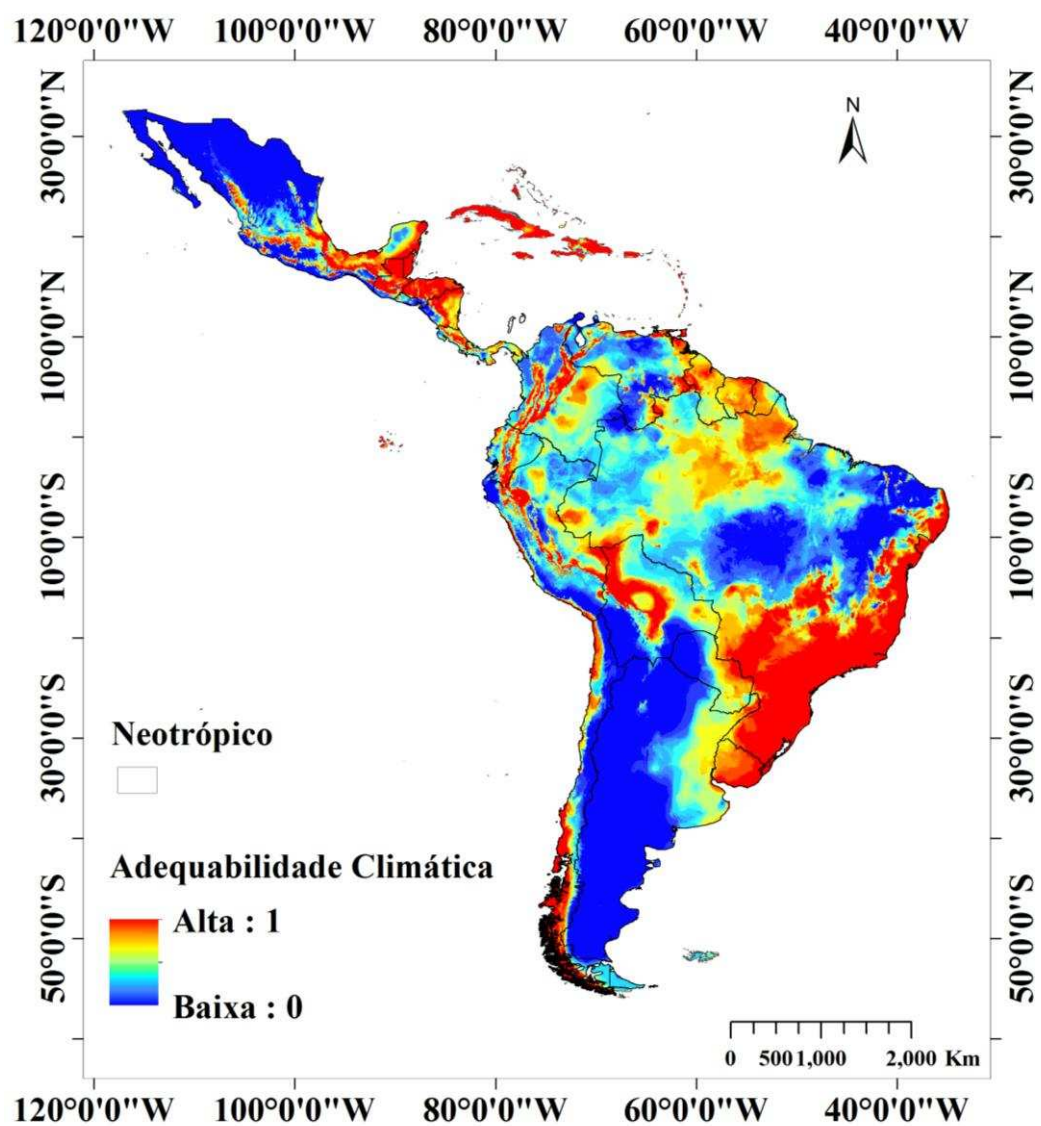
**Figura 9:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático otimista (rcp 4.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Envelope Score.



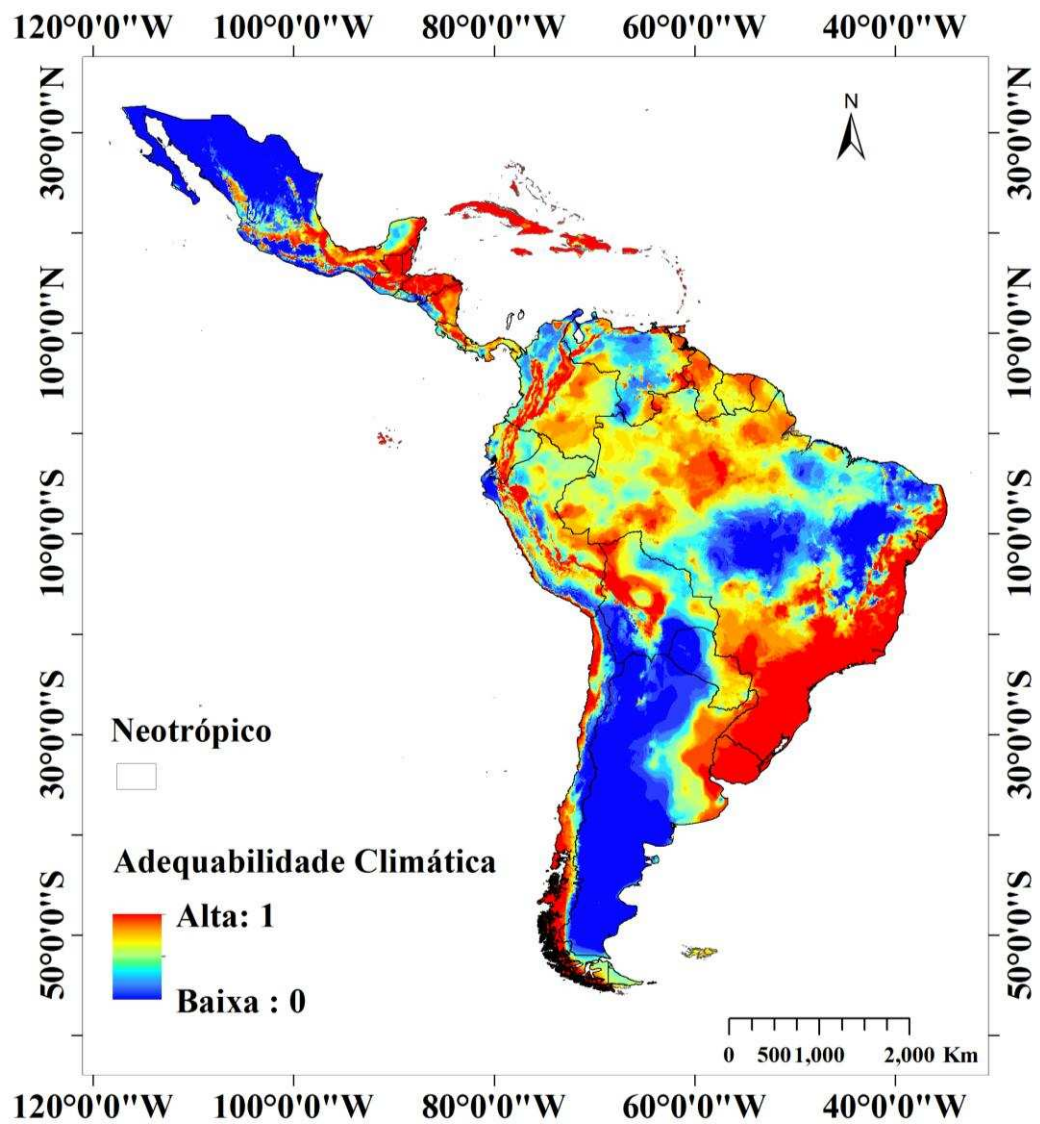
**Figura 10:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático pessimista (rcp 8.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Envelope Score.



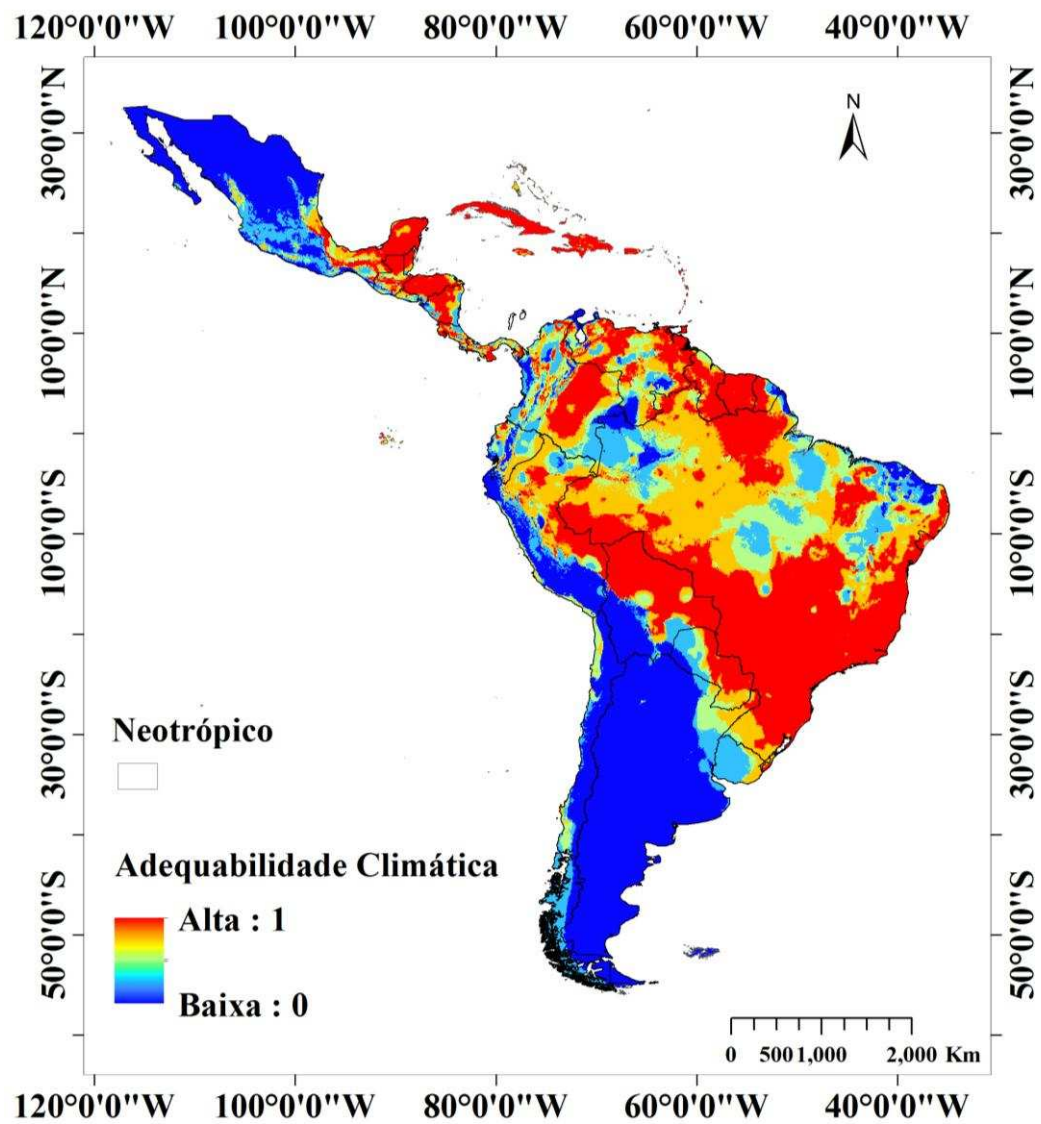
**Figura 11:** Áreas de adequabilidade climática sob clima atual para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Maxent.



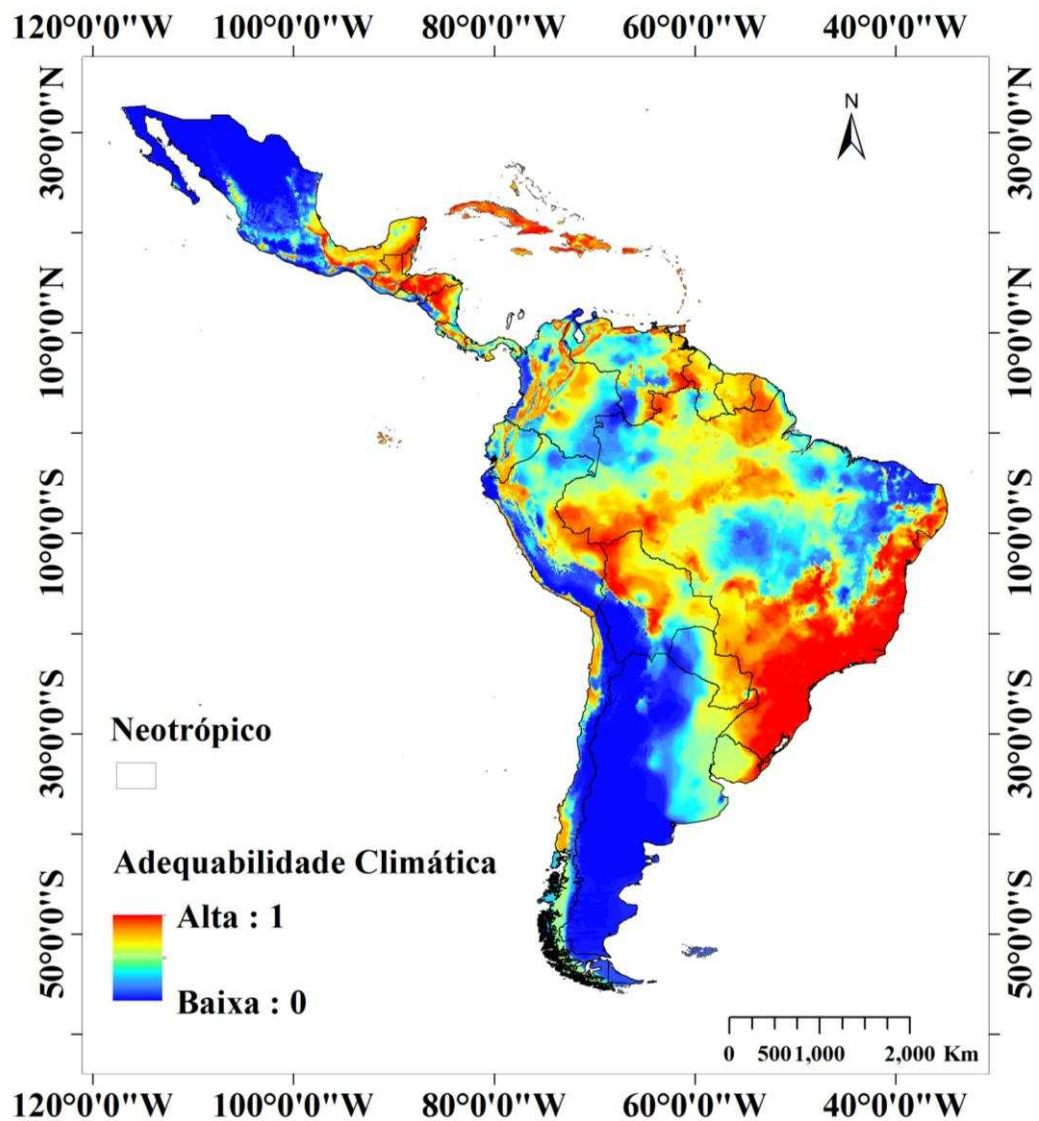
**Figura 12:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático otimista (rcp 4.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Maxent.



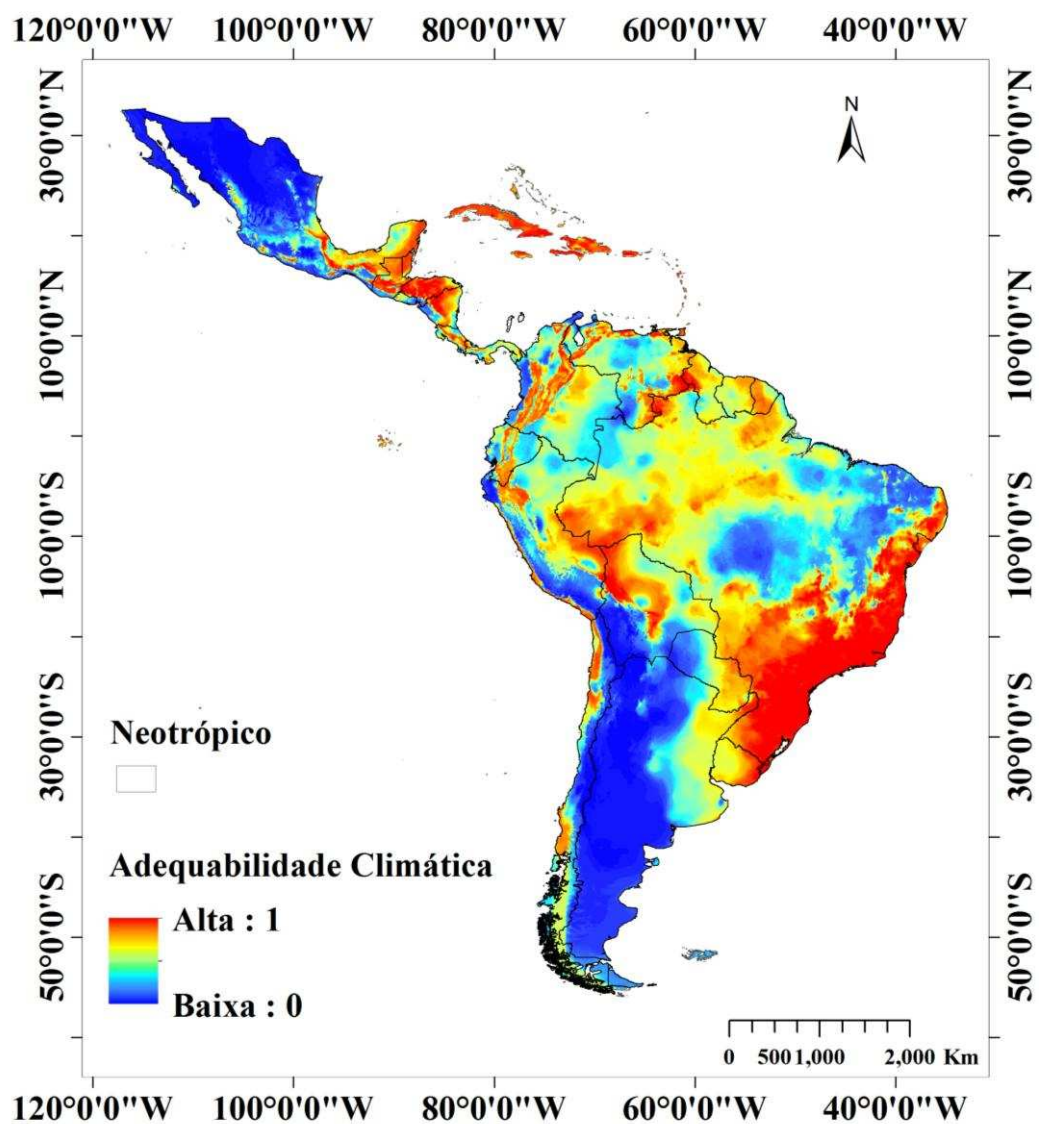
**Figura 13:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático pessimista (rcp 8.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o algoritmo Maxent.



**Figura 14:** Áreas de adequabilidade climática sob clima atual para *Merostachys* Spreng. de acordo com o modelo de consenso entre os algoritmos Distância Euclidiana, Distância de Gower, Envelope Score e Maxent.



**Figura 15:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático otimista (rcp 4.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o modelo de consenso entre os algoritmos Distância Euclidiana, Distância de Gower, Envelope Score e Maxent.



**Figura 16:** Áreas de adequabilidade climática sob cenário climático pessimista (rcp 8.5) para *Merostachys Spreng.* de acordo com o modelo de consenso entre os algoritmos Distância Euclidiana, Distância de Gower, Envelope Score e Maxent.

## APÊNDICE

**Apêndice 1:** 646 registros de ocorrência de *Merostachys* para a região neotropical utilizados nas análises do presente trabalho. sn: sem número; sc: sem coletor

| Autor (es) da Coleta            | Nº de Coleta | Herbário incorporado | Nº de Registro | Município de Coleta    | País   |
|---------------------------------|--------------|----------------------|----------------|------------------------|--------|
| Affonso, P. & Garcia, R.J.F.    | 384          | PMSP                 | 5642           | Itanhaém/SP            | Brasil |
| Aguiar, O.T.                    | 536          | UEC                  | 87319          | Teodoro Sampaio/ SP    | Brasil |
| Aguiar, O.T. et al.             | 776          | SPSF                 | 38955          | Paranapanema/SP        | Brasil |
| Almeida/ T.E. et al.            | 2299         | BHCB                 | 139583         | Felício dos Santos/MG  | Brasil |
| Alvarenga/ D.& Oliveira, F.C.A. | 283          | UEC                  | 51895          | Brasília/DF            | Brasil |
| Alves, M. et al.                | 1903         | RB                   | 548283         | Maraú/ BA              | Brasil |
| Amaral, I.L. et al.             | 3377         | INPA                 | 256616         | Itaituba/ PA           | Brasil |
| Amorim, A.M.A. et al.           | 7163         | MBML                 | 34064          | Nova Venécia/ ES       | Brasil |
| Amorim, A.M.A. et al.           | 7167         | MBML                 | 34086          | Nova Venécia/ ES       | Brasil |
| Amorim, A.M.A. et al.           | 4247         | RB                   | 418983         | Ilhéus/BA              | Brasil |
| Azevedo, M.T.P.                 | sn           | SP                   | 169276         | São José dos Campos/SP | Brasil |
| Baduca & Dito                   | 298          | UEC                  | 158383         | Guaraqueçaba/ PR       | Brasil |
| Balestieri, J.B.                | sn           | VIC                  | 34892          | Rio Claro/ SP          | Brasil |
| Baptista, L. et al.             | sn           | ICN                  | 23556          | Caxias do Sul/ RS      | Brasil |
| Baptista, L.M.P. et al.         | sn           | ICN                  | 27609          | Tenente Portela/ RS    | Brasil |
| Barreto, K.D. et al.            | 634          | SP                   | 441319         | Piracicaba/ SP         | Brasil |
| Barros, F.                      | 2024         | SP                   | 246679         | Cananéia/SP            | Brasil |
| Berg, C.C. et al.               | 546          | RB                   | 194968         | Parauapebas/ PA        | Brasil |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>    | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Bernacci, L.C.                 | 1170                | IAC                         | 29913                 | Campinas/ SP               | Brasil      |
| Bockermann, W.                 | sn                  | SP                          | 169274                | Campos do Jordão/SP        | Brasil      |
| Boechat, S.C. et al.           | sn                  | ICN                         | 120843                | Machadinho/ RS             | Brasil      |
| Boechat, S.C. et al.           | 53                  | ICN                         | 103610                | Nova Roma/ GO              | Brasil      |
| Borges, R.                     | 59                  | RB                          | 440579                | Paraty/ RJ                 | Brasil      |
| Borges, R. A. X.               | 869                 | RB                          | 466097                | Itamaraju/ BA              | Brasil      |
| Borges, R. A. X.               | 871                 | RB                          | 453413                | Itamaraju/ BA              | Brasil      |
| Borges, R. et al.              | 957                 | BHCB                        | 141296                | Petrópolis/ RJ             | Brasil      |
| Borges, R.A.X. et al.          | 357                 | RB                          | 542386                | Camacã/ BA                 | Brasil      |
| Bovini, M.G.                   | 2240                | RB                          | 373335                | Macaé/RJ                   | Brasil      |
| Braga, J.M.A.                  | 2169                | RB                          | 408767                | Itatiaia/RJ                | Brasil      |
| Brandão, M.                    | 13452               | EPAMIG                      | 18738                 | Ouro Preto/MG              | Brasil      |
| Breier, T.B. & Bahrami, A.K.   | 833                 | UEC                         | 137326                | Assis/SP                   | Brasil      |
| Bresolin, A.                   | 966                 | FLOR                        | 5919                  | Paulo Lopes/SC             | Brasil      |
| Bresolin, A.                   | 1046                | FLOR                        | 5921                  | Imaruí/SC                  | Brasil      |
| Brito, T.H.                    | 4242                | RB                          | 548231                | Una/ BA                    | Brasil      |
| Burman, A. & Soderstrom, T. R. | 525                 | US                          | 3173790               | Nova Friburgo/ RJ          | Brasil      |
| Cadorin, T.J.                  | 14                  | FURB                        | 6803                  | Blumenau/SC                | Brasil      |
| Cadorin, T.J.                  | 1092                | FURB/ICN                    | 20246/165731          | Rio dos Cedros/SC          | Brasil      |
| Calderón, C. E. et al.         | 2400                | NMNH                        | 2899856               | Una/BA                     | Brasil      |
| Calderón, C. E. et al.         | 2780                | US/MO                       | 3080680/3634102       | Porto Velho/ RO            | Brasil      |
| Calderón, C.E.                 | 2379                | INPA                        | 165147                | Jaguaquara/ BA             | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>       | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>   | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Calderon, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2252                | MO                          | 1923008                 | Jaguaquara/BA              | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2199                | MO                          | 1298749                 | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2202                | P/SP/MO                     | 03222452/224363/1949939 | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2251                | MO                          | 31300                   | Jaguaquara/BA              | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2194                | MO                          | 1298748                 | Santa Cruz Cabralia/BA     | Brasil      |
| Calderón, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2236                | MO                          | 1923002                 | Ituberá/BA                 | Brasil      |
| Calderón, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2265                | MO                          | 2268962                 | Una/BA                     | Brasil      |
| Calderón, C.E. & Pinheiro, R.S.   | 2260                | MO                          | 1298773/1298774         | Ibiritiaia/ BA             | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Santos, T.S.     | 2488                | MO                          | 312997/2268961          | Una/BA                     | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Santos, T.S.     | 2477                | P                           | 2348364                 | Ilhéus/ BA                 | Brasil      |
| Calderon, C.E. & Santos, T.S.     | 2490                | P                           | 2348352                 | Belmonte/ BA               | Brasil      |
| Calderón, C.E. & Soderstrom, T.R. | 2333                | SP                          | 399354                  | Serra do Divisor/AC        | Peru        |
| Calderon, C.E. et al.             | 2364                | SP                          | 367112                  | Ibirataia/BA               | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2380                | SP                          | 373944                  | Jaguaquara/BA              | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2130                | SP/NY/RB                    | 235906/1093438/373506   | Camacã/BA                  | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2369                | MO                          | 1923007                 | Jequié/BA                  | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2870                | NMNH/G                      | 3082108/00099744        | Porto Velho/ RO            | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2384                | P                           | 2348353                 | Una/ BA                    | Brasil      |
| Calderon, C.E. et al.             | 2451                | P                           | 2348370                 | Una/ BA                    | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.             | 2405                | INPA/SP                     | 105164/367113           | Una/BA                     | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.             | 2359                | MO                          | 1923012                 | Ibiritiaia/BA              | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.             | 2367                | SP                          | 367924                  | Ibirataia/BA               | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Calderón, C.E. et al.       | 2445                | INPA                        | 105201                | Ilhéus/ BA                 | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.       | 2519                | NY                          | 1166190               | Manicoré/ AM               | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.       | 2358                | MO                          | 2955894               | Ibirataia/ BA              | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.       | 2406                | INPA                        | 105165                | Una/ BA                    | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al.       | 2376                | INPA                        | 105139                | Jaguaquara/ BA             | Brasil      |
| Calderón, C.E. et al..      | 2874                | NY                          | 1166193               | Porto Velho/ RO            | Brasil      |
| Caldorin, T.J. et al.       | 648                 | FURB                        | 17207                 | São Bento do Sul/ SC       | Brasil      |
| Campos-Neto, O.             | sn                  | SP                          | 154498                | Itatinga/SP                | Brasil      |
| Carvalho, A.M. et al.       | 4370                | SP                          | 373943                | Una/BA                     | Brasil      |
| Carvalho, A.M.V.            | 4462                | RB                          | 548253                | Porto Seguro/ BA           | Brasil      |
| Carvalho, G.M. et al.       | 144                 | RB                          | 554384                | Porto Seguro/ BA           | Brasil      |
| Catharino, E.L.M.           | sn                  | SP                          | 246019                | Itapira/SP                 | Brasil      |
| Catharino, E.L.M.           | 1334                | SP                          | 237817                | Iguape/SP                  | Brasil      |
| Catusso, N. & Schmidt, R.   | sn                  | HUCS/ICN                    | 24699/167921          | Santa Cecília/ SC          | Brasil      |
| Caxambu, M.G.               | 1287                | HCF                         | 4610                  | Piraquara/PR               | Brasil      |
| Caxambu, M.G. et al.        | 2981                | HCF                         | 8532                  | Luiziana/PR                | Brasil      |
| Citadini, V.                | 322                 | ICN                         | 41224                 | Torres/ RS                 | Brasil      |
| Clak,L.G. & Morel, M.       | 717                 | RB                          | 411565                | Santa Bárbara/MG           | Brasil      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 820                 | SP                          | 252408                | Biritiba Mirim/SP          | Brasil      |
| Clark, L. & Oliveira, W.    | 1023                | SP                          | 367215                | Sete Barras/ SP            | Brasil      |
| Clark, L. & Windisch, P.    | 723                 | SP/RB                       | 238244/411575         | Sete Barras/ SP            | Brasil      |
| Clark, L.G. & Morel, M.     | 615                 | RB                          | 411577                | Campos do Jordão/ SP       | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Clark, L.                   | 674                 | RB                          | 411449                | Itatiaia/RJ                | Brasil      |
| Clark, L.                   | 640                 | RB                          | 411443                | Itapetininga/ SP           | Brazil      |
| Clark, L.                   | 709                 | RB                          | 411582                | Mariana/ MG                | Brasil      |
| Clark, L. & Cortés, G.      | 1146                | NY                          | 1725160               | Chiapas                    | México      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 776                 | BHCB                        | 36947                 | Lima Duarte/MG             | Brasil      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 620                 | RB                          | 411576                | Cunha/SP                   | Brasil      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 790                 | SP                          | 249406                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 817                 | SP                          | 252405                | Biritiba-Mirim/ SP         | Brasil      |
| Clark, L. & Morel, M.       | 638                 | RB                          | 411453                | Natividade da Serra/ SP    | Brasil      |
| Clark, L. & Salgado, A.     | 1177                | SP                          | 374002                | Campinas/SP                | Brasil      |
| Clark, L. & Windisch, P.    | 639                 | SP                          | 238368                | Itu/ SP                    | Brasil      |
| Clark, L. & Windisch, P.    | 650                 | RB                          | 411446                | Itapeva/ SP                | Brasil      |
| Clark, L. & Windisch, P.    | 651                 | RB                          | 411451                | Sengês/ PR                 | Brasil      |
| Clark, L. & Windisch, P.    | 722                 | RB                          | 411448                | Juquiá/ SP                 | Brasil      |
| Clark, L. et al.            | 678                 | RB                          | 411447                | Teresópolis/ RJ            | Brasil      |
| Clark, L. et al.            | 689                 | RB                          | 411581                | Vargem Alta/ ES            | Brasil      |
| Clark, L. et al.            | 690                 | RB                          | 411567                | Vargem Alta/ ES            | Brasil      |
| Clark, L. G. & Morel, M.    | 712                 | RB                          | 411574                | Diamantina/ MG             | Brasil      |
| Clark, L.G. & Windisch, P.  | 641                 | RB                          | 411444                | Itapetininga/ SP           | Brasil      |
| Clark, L.G. & Windisch, P.  | 643                 | RB                          | 411445                | São Miguel Arcanjo/ SP     | Brasil      |
| Clark, L.G. & Windisch, P.  | 693                 | RB                          | 411580                | Conceição do Castelo/ ES   | Brasil      |
| Coradin, L. et al.          | 6640                | CEN                         | 9715                  | Ibotirama/ BA              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>   | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|
| Cordeiro, I. et al.         | 1839                | SP                          | 333722                | Ibiúna/SP                    | Brasil      |
| Correia, C.M.B.             | sn                  | SP                          | 367118                | Nova Friburgo/RJ             | Brasil      |
| Costa, L. V.                | sn                  | BHCB                        | 52545                 | Cristina/MG                  | Brasil      |
| Danciguer, L.               | 33791               | UEC                         | 89018                 | Campinas/ SP                 | Brasil      |
| Danciguer, L.               | 33790               | UEC                         | 89017                 | Campinas/ SP                 | Brasil      |
| Davidse, G. et al.          | 11419               | UB                          | 57855                 | Petrópolis/ RJ               | Brasil      |
| De Paula, L.F.A. et al.     | 122                 | RB                          | 582454                | Teófilo Otoni/ MG            | Brasil      |
| Dias-Melo, R. et al.        | 222                 | RB                          | 421841                | Lima Duarte/MG               | Brasil      |
| Dias-Melo, R.               | 44                  | VIC                         | 34888                 | Mossâmedes/ GO               | Brasil      |
| Dixon, T.                   | 104                 | MO                          | 2254934               | Wiwilí/Jinotega              | Nicarágua   |
| Dreveck, S.                 | 1427                | FURB                        | 17222                 | São Bento do Sul/SC          | Brasil      |
| Dreveck, S. & Verdi, M.     | 2437                | FURB                        | 33739                 | São Bento do Sul/SC          | Brasil      |
| Falkenberg, D.B.            | 5582                | ICN/FLOR                    | 103996/22447          | Santo Amaro da Imperatriz/SC | Brasil      |
| Farias, J.L.                | 84                  | CVRD                        | 1232                  | Linhares/ ES                 | Brasil      |
| Felitto, G. & Petean, M.    | 178                 | FURB                        | 40908                 | Urussanga/ SC                | Brasil      |
| Fernandes, H.O.B. et al.    | 2928                | MBML                        | 5932                  | Ibiraçu/ ES                  | Brasil      |
| Ferreira, F.M.              | 1894                | RB                          | 546998                | Amargosa/BA                  | Brasil      |
| Ferreira, F.M.              | 1554                | RB                          | 552969                | Ibirapitanga/ BA             | Brasil      |
| Ferreira, F.M. et al.       | 1056                | RB                          | 443925                | Lima Duarte/MG               | Brasil      |
| Ferreira, F.M. et al.       | 1057                | RB                          | 443928                | Lima Duarte/MG               | Brasil      |
| Ferreira, F.M. et al.       | 1149                | RB                          | 443929                | Lima Duarte/MG               | Brasil      |
| Ferreira, F.M. et al.       | 1151                | RB                          | 443532                | Lima Duarte/MG               | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>    | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>  | <b>País</b> |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Ferreira, G.M.P. et al.        | 270                 | PMSP                        | 6871                  | São Paulo/ SP               | Brasil      |
| Fiaschi, P. et al.             | 2621                | RB                          | 548262                | Valença/ RJ                 | Brasil      |
| Filgueiras, T.S.               | 955                 | UEC                         | 33513                 | Brasília/DF                 | Brasil      |
| Filgueiras, T.S.               | 2009                | SP                          | 246657                | Brasília/DF                 | Brasil      |
| Filgueiras, T.S.               | 953                 | SP                          | 212577                | Brasília/DF                 | Brasil      |
| Folli, D.A.                    | 3764                | CVRD                        | 6699                  | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Folli, D.A.                    | 4648                | CVRD                        | 8466                  | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Folli, D.A.                    | 3316                | CVRD/BHCB                   | 6072/105043           | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Folli, D.A.                    | 2517                | CVRD                        | 5154                  | Venda Nova do Imigrante/ ES | Brasil      |
| Fonseca, W.N.                  | 361                 | CEN                         | 12224                 | Jacobina/BA                 | Brasil      |
| Fontana, A.P.et al.            | 2529                | RB                          | 481723                | Itapebi/ BA                 | Brasil      |
| Fontora, T.                    | sn                  | RB                          | 442024                | Nova Friburgo/RJ            | Brasil      |
| Forero, E.                     | 8601B               | SP                          | 374192                | Cananéia/ SP                | Brasil      |
| Forzza, R.C.                   | 2908                | RB                          | 413305                | Macaé/RJ                    | Brasil      |
| Forzza, R.C. et al.            | 2676                | RB                          | 420321                | Lima Duarte/MG              | Brasil      |
| Fraga, C.N. et al.             | 2170                | RB                          | 476297                | Cariacica/ ES               | Brasil      |
| Freitas, E.                    | sn                  | ICN                         | 128949                | Sério/RS                    | Brasil      |
| Garcia, A.I. & Bridgewater, S. | 439                 | UB                          | sn                    | São Roque de Minas/ MG      | Brasil      |
| Garcia, R.J.F.                 | 2259                | PMSP                        | 8349                  | Iporanga/SP                 | Brasil      |
| Gasper, A.L. et al.            | 1047                | ICN/FURB                    | 158887/8611           | Timbó Grande/ SC            | Brasil      |
| Gentry, A.                     | 59079               | UEC                         | 46276                 | Campinas/SP                 | Brasil      |
| Geraldino, H.C.L.              | 71                  | HCF                         | 2775                  | Campo Mourão/PR             | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>    | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Giorni, V.                     | sn                  | BHCB                        | 155618                | Mariana/MG                 | Brasil      |
| Giorni, V.                     | sn                  | BHCB                        | 155645                | Mariana/ MG                | Brasil      |
| Gomes, J.L.M. et al.           | 1189                | MBLM                        | 5994                  | Ibiraçu                    | Brasil      |
| Grombone, M.T.                 | sn                  | SP                          | 413157                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Grombone, M.T.                 | sn                  | SP                          | 412132                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Guedes, R.R. et al.            | 280                 | RB                          | 373555                | Magé/ RJ                   | Brasil      |
| Guilherme, F.A.G.              | 176                 | SP                          | 367668                | Madre de Deus/MG           | Brasil      |
| Guilherme, F.A.G. & Ressel, K. | 177                 | SP                          | 367586                | Piedade do Rio Grande/MG   | Brasil      |
| Guilherme, F.A.G. & Ressel, K. | 179                 | SP                          | 367594                | Lavras/ MG                 | Brasil      |
| Guilherme, F.A.G. & Ressel, K. | 181                 | SP                          | 367593                | Lavras/ MG                 | Brasil      |
| Guilherme, F.L.G.              | 178                 | RB/SP                       | 444831/367667         | Lavras/ MG                 | Brasil      |
| Guimarães, J.                  | 317                 | RB                          | 226462                | Brasnorte/ MT              | Brasil      |
| Harley, R.M.                   | 17388               | RB                          | 243479                | Belmonte/ BA               | Brasil      |
| Harley, R.M. et al.            | 22271               | NY                          | 651119                | Palmeiras/BA               | Brasil      |
| Hatachbach, G.                 | 33540               | SP                          | 367213                | Balsa Nova/PR              | Brasil      |
| Hatschbach, G                  | 32848               | UB                          | 68707                 | Manoel Ribas/PR            | Brasil      |
| Hatschbach, G                  | 33479               | MBM/UB                      | 28406/67167           | Guarapuava/PR              | Brasil      |
| Hatschbach, G                  | 33712               | UEC                         | 17017                 | Colombo/PR                 | Brasil      |
| Hatschbach, G                  | 34513               | INPA                        | 88312                 | Catanduvas/PR              | Brasil      |
| Hatschbach, G.                 | 32588               | P                           | 2663522               | Ponta Grossa/PR            | Brasil      |
| Hatschbach, G.                 | 33516               | P                           | 2663521               | Quatro Barras/PR           | Brasil      |
| Hatschbach, G. et al.          | 15517               | ICN                         | 41440                 | Lebon Regis/SC             | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>       | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Hatschbach, G. et al.             | 28267               | HB                          | 52360                 | Palmas/PR                  | Brasil      |
| Heringer, E.P. & Eiten, G.        | 15017               | UB                          | sn                    | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Heringer, E.P. et al.             | 5812                | UEC                         | 28979                 | Brasília/DF                | Brasil      |
| Honda, S. et al.                  | 585                 | SP                          | 415523                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Ikuta, A.R.Y.                     | sn                  | ICN                         | 123423                | Caraá/RS                   | Brasil      |
| Imaguire, N.                      | 1058                | P                           | 2663516               | São José dos Pinhais/SC    | Brasil      |
| Irgang, B. et al.                 | sn                  | ICN                         | 67653                 | Encruzilhada do Sul/ RS    | Brasil      |
| Ivo.                              | 49                  | UEC                         | 159312                | Cananéia/ SP               | Brasil      |
| Jardim, J.G. & Lopes, R.V.        | 907683              | NY                          | 907683                | Guaratinga/BA              | Brasil      |
| Jardim, J.G. et al.               | 2593                | RB                          | 548312                | Ilhéus/ BA                 | Brasil      |
| Jurinitz, C.F.                    | 24                  | ICN                         | 120604                | Dom Pedro de Alcântara/ RS | Brasil      |
| Kamino, L.H.Y. & Maielo-Silva, L. | 1173                | BHCB                        | 125258                | Gonzaga/ MG                | Brasil      |
| Kamino, L.H.Y. & Silva, L.M.      | 1174                | BHCB                        | 125259                | Gonzaga/MG                 | Brasil      |
| Kegler, A.                        | 1013                | HUCS/ICN                    | 15843/167924          | Caxias do Sul/ RS          | Brasil      |
| Keller, H.A.                      | 89                  | SP                          | 415748                | Misiones                   | Argentina   |
| Kirizawa, K.                      | 1984                | SP                          | 220844                | Cananéia/SP                | Brasil      |
| Kirizawa, M. & Sugiyama, M.       | 2720                | SPSF                        | 15482                 | Capão Bonito/ SP           | Brasil      |
| Kirizawa, M. et al.               | 3099                | SP                          | 277713                | Teodoro Sampaio/SP         | Brasil      |
| Klein, R.M.                       | 11022               | RB                          | 265306                | Ponte Serrada/SC           | Brasil      |
| Klein, R.M.                       | 9975                | CRI                         | 2435                  | Salvador do Sul/RS         | Brasil      |
| Klein, R.M.                       | 10991               | P                           | 2663524               | Vacaria/RS                 | Brasil      |
| Klein, R.M.                       | 10993               | VIC/HB                      | 34458/79866           | Lajes/SC                   | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>   | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Klein, R.M.                   | 11164               | CRI                         | 2340                  | Apiuna/SC                  | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11002               | HB                          | 9548                  | São Bento do Sul/SC        | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11004               | HB                          | 9545                  | Mafra/SC                   | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11007               | P                           | 2663523               | Itaiópolis/SC              | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11015               | VIC/HB                      | 79899/34459           | Matos da Costa/SC          | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11028               | HB                          | 9542                  | São Domingos/SC            | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11048               | P                           | 2663079               | Chapecó/SC                 | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11056               | HB                          | 9541                  | Eral Velho/SC              | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11060               | P                           | 2663519               | Curitibanos/SC             | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11061               | P                           | 2663520               | Ponte Alta/SC              | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11065               | HB                          | 79863                 | Trombudo Central/SC        | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11068               | P                           | 2663513               | Pouso Redondo/SC           | Brasil      |
| Klein, R.M. & Klein, M.M.     | 11077               | HB                          | 9543                  | Lontras/SC                 | Brasil      |
| Kleins, R.M. & Klein, M.M.    | 11008               | RB/US                       | 221010/2773099        | Papanduva/SC               | Brasil      |
| Klink, C.A.                   | 17753               | UEC                         | 45314                 | Iguape/ SP                 | Brasil      |
| Kollmann, L. & Indriunas, A.  | 11842               | MBML                        | 39478                 | Santa Tereza/ ES           | Brasil      |
| Kollmann, L. & Kollmann, R.L. | 7286                | MBML                        | 23507                 | Santa Tereza/ ES           | Brasil      |
| Kollmann, L. & Koolmann, R.L. | 8016                | MBML                        | 25096                 | Domingos Martins/ ES       | Brasil      |
| Kollmann, L. et al.           | 7084                | MBML                        | 23097                 | São Roque do Canaã/ ES     | Brasil      |
| Kollmann, L. et al.           | 9954                | MBML                        | 31217                 | Itaguaçu/ ES               | Brasil      |
| Kollmann, L. et al.           | 10032               | MBML                        | 31423                 | Santa Tereza/ ES           | Brasil      |
| Konno, T.                     | 283                 | RB                          | 561985                | Mendes/ RJ                 | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>    | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------|
| Krapovickas, A. et al.      | 23064               | ICN                         | 2911                     | Ponte Alta/ SC             | Brasil      |
| Krieger, L.                 | 9803                | IAC/CESJ/ICN/CE             | 32682/9803/33325/36866/2 | Ponta Grossa/PR            | Brasil      |
| Krieger, L.                 | 23870/13            | N/P                         | 46499                    |                            |             |
| Krieger, L.                 | 17                  | RB                          | 440064                   | Conceição do Ibitipoca/MG  | Brasil      |
| Krieger, L.                 | sn                  | IAC                         | 32706                    | Leopoldina/MG              | Brasil      |
| Krieger, L. & Brugger, M.   | 23855               | ICN/ESA                     | 133371/70110             | Argirita/ MG               | Brasil      |
| Krieger, L. & Brugger, M.   | 23865               | ICN                         | 133267                   | Antônio Carlos/ MG         | Brasil      |
| Krieger, L. & Brügger, M.   | 13317               | SP                          | 348485                   | Leopoldina/MG              | Brasil      |
| Krieger, L. & Brügger, M.   | 1326                | SP                          | 348486                   | Argirita/ MG               | Brasil      |
| Krieger, L. & Brügger, M.C. | 1317                | IAC/CESJ/ICN/CE             | 32706/23859/133323/3694  |                            |             |
| Krieger, L. & Leise.        | sn                  | N                           | 0                        | Leopoldina/MG              | Brasil      |
| Krieger, L. et al.          | 1218                | IAC                         | 32710                    | Alto Caparaó/MG            | Brasil      |
| Krieger, L. et al.          | 15049               | VIC                         | 5831                     | Alto Caparaó/MG            | Brasil      |
| Krieger, L. et al.          | 23864               | SP                          | 347878                   | Alto Caparaó/MG            | Brasil      |
| Krieger, L. et al.          | 11338               | ICN/UFJF                    | 133266                   | Antônio Carlos/ MG         | Brasil      |
| Krieger, P.L.               | 177                 | ICN/IAC                     | 160618/32681             | Ponta Grossa/PR            | Brasil      |
| Kummrow, R.                 | 1372                | P                           | 2663514                  | Mafra/SC                   | Brasil      |
| Kummrow, R.                 | 154                 | US                          | 2953858                  | Guaratuba/ PR              | Brasil      |
| Kummrow, R.                 | 52546               | UEC                         | 17018                    | Guaratuba/PR               | Brasil      |
| Laessoe, T. & Silva, T.     | 2031                | SPF                         | 91496                    | Abaíra/BA                  | Brasil      |
| Landrum, L.R.               | 3354                | RB                          | 196563                   | Rio de Janeiro/ RJ         | Brasil      |
| Leoni, L.S.                 | 1293                | HB                          | 78382                    | Alto Caparaó/ MG           | Brasil      |
| Liebsch, D.                 |                     | MBM                         | 26329                    | Vargem Bonita/SC           | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>     | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Lima, H.C.                      | sn                  | RB                          | 291950                | Nova Friburgo/RJ           | Brasil      |
| Lima, H.C.                      | 6552                | RB                          | 438133                | Nova Iguaçu/ RJ            | Brasil      |
| Lima, H.C. et al.               | sn                  | RB                          | 291948                | Nova Friburgo/RJ           | Brasil      |
| Lima, H.C. et al.               | sn                  | RB                          | 291949                | Nova Friburgo/RJ           | Brasil      |
| Lima, J.C.A. et al.             | 204                 | HBR                         | 25403                 | Cachoeira/ BA              | Brasil      |
| Lombardi, J.A. et al.           | 6051                | BHCB                        | 89776                 | Poté/ MG                   | Brasil      |
| Lombardi, J.A. et al.           | 5400                | BHCB                        | 82692                 | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Lombardi, J.A. et al.           | 5660                | BHCB                        | 86384                 | Almenara/ MG               | Brasil      |
| Lombardi, J.A. et al.           | 5663                | BHCB                        | 86387                 | Almenara/ MG               | Brasil      |
| Lombardi, J.A. et al.           | 5937                | BHCB                        | 86661                 | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Londõno, X. & Guedes, J.        | 754                 | NY                          | 1166182               | Manaus/ AM                 | Brasil      |
| Londõno, X. & Sarahyba, S.      | 708                 | SP                          | 258124                | Itatiaia/RJ                | Brasil      |
| Londõno, X. et al.              | 730                 | SP                          | 373513                | Una/BA                     | Brasil      |
| Londõno, X. et al.              | 724                 | SP                          | 258123                | Una/BA                     | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H.               | 9816                | ICN                         | 142988                | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H.               | 8816                | ICN                         | 130163                | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H. & Schmidt, R. | 10314               | ICN                         | 153599                | Três cachoeiras/ RS        | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H. & Schmidt, R. | 9878                | ICN                         | 153582                | Torres/RS                  | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H. & Schmidt, R. | 10092               | ICN                         | 153581                | São Francisco de Paula/RS  | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H. & Schmidt, R. | 9881                | ICN/HUEFS                   | 153596/166614         | Dom Pedro de Alcântara/ RS | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H. & Schmidt, R. | 10313               | ICN                         | 153598                | Morrinhos do Sul/ RS       | Brasil      |
| Longhi-Wagner, H; Schmidt, R.   | 10310               | ICN                         | 153597                | Mampituba/ RS              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>            | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>   | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Lopes, M.M.M. et al.                   | 412                 | SP                          | 384767                  | Camacã/ BA                 | Brasil      |
| Lorscheiter, M.L. & Baptista, L.R.M.   | sn                  | ICN                         | 9827                    | Nonoai/ RS                 | Brasil      |
| Lorscheitter, M.L. & Baptista, L.R.M.  | sn                  | ICN                         | 23555                   | Torres/ RS                 | Brasil      |
| Lorscheitter, M.L. & Longhi-Wagner, H. | 122005              | ICN                         | 126438                  | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Maas, P.J.M. & Carauta, P.             | 3287                | RB                          | 186279                  | Rio de Janeiro/ RJ         | Brasil      |
| Machado, E.P. et al.                   | sn                  | VIC                         | sn                      | Viçosa/ MG                 | Brasil      |
|                                        |                     |                             | 123204/55571/248339/348 |                            |             |
| Magalhães, J.R.C.                      | sn                  | MO/UEC/SP/US                | 7428                    | Anhembi/SP                 | Brasil      |
| Marçon, S.L. et al.                    | 179                 | PMSP                        | 12039                   | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Marquete, R.                           | 375                 | RB                          | 296434                  | Petrópolis/RJ              | Brasil      |
| Marquete, R.                           | 2050                | RB                          | 309639                  | Santa Maria Madalena/RJ    | Brasil      |
| Martinelli, G.                         | 4585                | RB                          | 411704                  | Petrópolis/RJ              | Brasil      |
| Martinelli, G.                         | 4710                | RB                          | 275252                  | Ouro Preto/MG              | Brasil      |
| Martinelli, G.                         | 9837                | RB                          | 220306                  | Bananal/SP                 | Brasil      |
| Martinelli, G.                         | 4129                | RB/SP                       | 196622/236259           | Rio de Janeiro/ RJ         | Brasil      |
| Martinelli, G. et al.                  | 15136               | RB                          | 341715                  | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Martins, A.F.P. R.                     | 3                   | RB                          | 181939                  | Rio de Janeiro/ RJ         | Brasil      |
| Martins, C.R.                          | 876                 | UB                          | 38213                   | Brasília/DF                | Brasil      |
| Matos, E.N. et al.                     | 43                  | RB                          | 576463                  | Canavieiras/ BA            | Brasil      |
| Mattos, E.N.                           | 988                 | RB                          | 576469                  | Caravelas/ BA              | Brasil      |
| Mattos, J.                             | 14557               | RB                          | 444844                  | São Paulo/SP               | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>    | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>  | <b>País</b> |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Mattos, J.                     | 14373               | SP                          | 102927                | Santo André/SP              | Brasil      |
| Mayworm, M.A.S. et al.         | 120                 | PMSP                        | 6081                  | Itanhaém/SP                 | Brasil      |
| Meira-Neto, J.A.A.             | 2227                | VIC                         | 20179                 | Viçosa/ MG                  | Brasil      |
| Meireles, L.                   | sn                  | RB                          | 440068                | Juiz de Fora/MG             | Brasil      |
| Mendes, J.                     | sn                  | ICN                         | 152696                | Machadinho/ RS              | Brasil      |
| Menezes, N.                    | sn                  | SP                          | 262720                | Cotia/SP                    | Brasil      |
| Molz, M.                       | sn                  | ICN                         | 167907                | Canela/ RS                  | Brasil      |
| Mori, S. & Funch, R.           | sn                  | RB                          | 246874                | Lençóis/ BA                 | Brasil      |
| Mori, S.A. et al.              | 9417                | RB                          | 234064                | Vitória da Conquista/ BA    | Brasil      |
| Morokawa et. al.               | 401                 | RB                          | 568283                | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Mota, A.C.                     | 62                  | RB                          | 461995                | Camacã/ BA                  | Brasil      |
| Mota, N.F.O. & Viana, P.L.     | 622                 | BHCB                        | 101392                | Carandaí/ MG                | Brasil      |
| Mota, N.F.O. et al.            | 879                 | BHCB                        | 111778                | São Gonçalo do Rio Preto/MG | Brasil      |
| Mota, R.C.                     | 837                 | BHCB                        | 67035                 | Catas Altas/MG              | Brasil      |
| Nee, M.                        | 34559               | INPA                        | 180666                | Costa Marques/ RO           | Brasil      |
| Nunes, S.M. et al.             | sn                  | MPUC                        | 9977                  | São Francisco de Paula/RS   | Brasil      |
| Oliveira, R.P. & Pimenta, K.M. | 1514                | ICN/HUEFS                   | 167036/140215         | Igrapiúna/ BA               | Brasil      |
| Padgurschi, M.C.G.             | 1853                | UEC                         | 179696                | Peruíbe/SP                  | Brasil      |
| Panizza, S.                    | s.n                 | VIC                         | 34884                 | São Paulo/SP                | Brasil      |
| Passamani, M.                  | sn                  | MBML                        | 7201                  | São Gonçalo/MG              | Brasil      |
| Penedo, A. et al.              | 13                  | RB                          | 299769                | Paraty/ RJ                  | Brasil      |
| Pereira, B.A.S. et al.         | 3508                | ICN                         | 159023                | Goianópolis/ GO             | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>    | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>    | <b>País</b> |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|
| Pereira-Silva, G. et al.       | 15918               | INPA                        | 250966                | Porto Velho/ RO               | Brasil      |
| Pereira-Silva, G. et al.       | 16146               | INPA                        | 251476                | Porto Velho/ RO               | Brasil      |
| Pessoa, S.V.A.                 | sn                  | RB                          | 291946                | Nova Friburgo/RJ              | Brasil      |
| Pessoa, S.V.A. et al.          | sn                  | RB                          | 501476                | Nova Friburgo/RJ              | Brasil      |
| Pianissola, E.M.               | 23                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pianissola, E.M.               | 24                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pianissola, E.M.               | 34                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pianissola, E.M. & Parma, D.F  | 37                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pianissola, E.M. & Parma, D.F  | 38                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pianissola, E.M. & Parma, D.F  | 44                  | VIC                         | sn                    | Araponga/ MG                  | Brasil      |
| Pinheiro, F. et al.            | 277                 | SP                          | 384081                | Ubatuba/SP                    | Brasil      |
| Pinheiro, R.S.                 | 1952                | MO                          | 1949924               | Jaguaquara/ BA                | Brasil      |
| Pirani, J.R. et al             | 2966                | SPF                         | 90028                 | Buerarema/ BA                 | Brasil      |
| Pirani, J.R. et al             | 3034                | VIC                         | 34889                 | Conceição da Barra/ ES        | Brasil      |
| Pirani, J.R. et al.            | 3073                | VIC                         | 34890                 | Aracruz/SP                    | Brasil      |
| Pirani, J.R. et al.            | 3409                | VIC                         | 34819                 | Marilandia/ ES                | Brasil      |
| Pohl, R.W. & Clark, L.G.       | 14613               | NY                          | 381359                | Puntarenas                    | Costa Rica  |
| Porto, M.L. et al.             | sn                  | ICN/CEN                     | 21057/5268            | Canela/ RS                    | Brasil      |
| Prance, G.T. & Shepherd, G. J. | sn                  | BHCB                        | 5096                  | Sete Barras/SP                | Brasil      |
| Queiroz, M.H.                  | 397                 | FLOR                        | 38082                 | Santo Amaro da Imperatriz/ SC | Brasil      |
| R. Schmidt; Araújo, A.         | 1466                | ICN                         | 153590                | Ibiraiaras/ RS                | Brasil      |
| R. Wasum.                      | 3771                | BHCB                        | 107735                | Antonio Olinto/ PR            | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>      | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| Reitz, P.R.                 | 7889                | CRI                         | 2589                  | São Bento do Sul/SC             | Brasil      |
| Reitz, R.                   | 7911                | CRI                         | 2480                  | Ilhota/ SC                      | Brasil      |
| Renvoize, S.                | 4732                | K                           | 975030                | La Paz/ Departamento Nor Yungas | Bolívia     |
| Repenning, M.               | sn                  | ICN                         | 189929                | São Joaquim/ SC                 | Brasil      |
| Rezende, S.G. et al.        | 2390                | BHCB                        | 123498                | Catas Altas/MG                  | Brasil      |
| Ribeiro, E.A.               | 203                 | RB                          | 570569                | Rio das Ostras/ RJ              | Brasil      |
| Ribeiro, E.A.               | 68                  | RB                          | 570554                | Magé/ RJ                        | Brasil      |
| Ribeiro, V.M.L.             | sn                  | RB                          | 223585                | Petrópolis/RJ                   | Brasil      |
| Ribon, R.                   | sn                  | VIC                         | 23034                 | Viçosa/ MG                      | Brasil      |
| Rossato, D.R.               | 12                  | SPSF                        | 37013                 | Assis/ SP                       | Brasil      |
| Rossi, L. et al.            | 486                 | SP                          | 238022                | Cananéia/SP                     | Brasil      |
| Rueda, R. et al.            | 8473                | MO                          | 2254783               | Wiwilí/Jinotega                 | Nicarágua   |
| s/c                         | sn                  | SP                          | 373354                | Araçariguama/ SP                | Brasil      |
| s/c                         | sn                  | SP                          | 387906                | Juquitiba/ SP                   | Brasil      |
| Saiter, F.Z.                | 346                 | MBML                        | 41079                 | Santa Tereza/ ES                | Brasil      |
| Salino, A. et al.           | 8994                | BHCB                        | 85074                 | Bandeira/ MG                    | Brasil      |
| Santos, A.G                 | 546                 | UEC                         | 171684                | Maracajá/ SC                    | Brasil      |
| Santos, A.G                 | 580                 | UEC                         | 171815                | Lima Duarte/ MG                 | Brasil      |
| Santos, A.G                 | 586                 | UEC                         | 171760                | Lima Duarte/ MG                 | Brasil      |
| Santos, A.G                 | 587                 | UEC                         | 171739                | Jequié/ BA                      | Brasil      |
| Santos, A.G.                | 574                 | UEC                         | 171763                | Lima Duarte/MG                  | Brasil      |
| Santos, A.G.                | 362                 | UEC                         | 171804                | São Paulo/ SP                   | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>      | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Santos, A.G.                     | 592                 | UEC                         | 171683                | Wenceslau Guimarães/ BA    | Brasil      |
| Santos, A.G.                     | 602                 | UEC                         | 171713                | Ilhéus/ BA                 | Brasil      |
| Santos, A.G.                     | 612                 | UEC                         | 171715                | Capão Bonito/ SP           | Brasil      |
| Santos, A.G.                     | 613                 | UEC                         | 171712                | Capão Bonito/ SP           | Brasil      |
| Santos, A.G.                     | 360                 | UEC                         | 171805                | Embu-Guaçu/Mongaguá/ SP    | Brasil      |
| Santos, A.G. & Francisco, M.L.   | 426                 | UEC                         | 171730                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Santos, A.G. & Matsumoto, K.     | 402                 | UEC                         | 171735                | Ubatuba/ SP                | Brasil      |
| Santos, A.G. & Elson, M.L.       | 428                 | UEC                         | 171827                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Santos, A.G. & Flavio, J.S.J.    | 535                 | UEC                         | 171775                | Rio Pardo/ RS              | Brasil      |
| Santos, A.G. & Francisco, M.L.   | 423                 | UEC                         | 171771                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Santos, A.G. & Matsumoto, K.     | 401                 | UEC                         | 171732                | Ubatuba/ SP                | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 380                 | UEC                         | 171822                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 470                 | UEC                         | 171826                | Nova Friburgo/RJ           | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 382                 | UEC                         | 171820                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 439                 | UEC                         | 171718                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 467                 | UEC                         | 175277                | Ouro Preto/ MG             | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 484                 | UEC                         | 171794                | Nova Friburgo/ RJ          | Brasil      |
| Santos, A.G. et al.              | 427                 | UEC                         | 171836                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Santos, E.P. et al.              | 667                 | SP                          | 334469                | Guaratuba/PR               | Brasil      |
| Santos, T. S. & Soderstrom, T.R. | 3912                | NY/SP                       | 651139/236263         | Ilhéus/BA                  | Brasil      |
| Santos, T.S. et al.              | 3906                | MO/SP                       | 256396-236268         | Uruçuca/BA                 | Brasil      |
| Santos. A.G. & Matsemoto, K.     | 400                 | VIC                         | sn                    | Ubatuba/ SP                | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>      | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Santos-Gonçalves et al.          | 192                 | VIC                         | 24631                 | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Santos-Gonçalves et al.          | 286                 | VIC                         | 25333                 | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P            | 119                 | VIC                         | 25334                 | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 95                  | VIC                         | 25330                 | Marliéria/MG               | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 146                 | VIC                         | 25331                 | Marliéria/MG               | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 505                 | MBML                        | 20457                 | Santa Tereza/ ES           | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 631                 | VIC                         | 34308                 | Viçosa/ MG                 | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 633                 | VIC                         | 34313                 | Viçosa/ MG                 | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 188                 | VIC                         | 25336                 | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Santos-Gonçalves, A.P. et al.    | 205                 | VIC                         | 25337                 | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Sarahyba, L. S. S.               | 786                 | RB                          | 298643                | Paraty/ RJ                 | Brasil      |
| Sarahyba, L.S.                   | 1034                | SP                          | 337794                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sarahyba, L.S.                   | 1033                | SP                          | 337796                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sarahyba, L.S. et al.            | 1139                | RB                          | 401011                | Silva Jardim/ RJ           | Brasil      |
| Scaramuzza, C.A.M. & Souza, V.C. | 137                 | ESA                         | 26506                 | Itararé/ SP                | Brasil      |
| Schinini, A. & Fernandez, A.     | 5989                | ICN                         | 29110                 | Misiones                   | Argentina   |
| Schmidt, R                       | sn                  | ICN                         | 167906                | Sinimbu/RS                 | Brasil      |
| Schmidt, R.                      | 1446                | RB                          | 502845                | São Francisco de Paula/RS  | Brasil      |
| Schmidt, R.                      | 1414                | ICN                         | 153583                | Derrubadas/RS              | Brasil      |
| Schmidt, R.                      | 1415                | ICN                         | 153589                | Derrubadas/ RS             | Brasil      |
| Schmidt, R.                      | 1419                | ICN                         | 153593                | Passo Fundo/ RS            | Brasil      |
| Schmidt, R.                      | 1420                | ICN                         | 167904                | Mato Castelhana/ RS        | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>   | <b>Município de Coleta</b>   | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|
| Schmidt, R.                 | 1423                | ICN                         | 167903                  | São Francisco de Paula/ RS   | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1433                | ICN                         | 167913                  | Bom Jesus/ RS                | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1434                | ICN                         | 153585                  | Bom Jesus/ RS                | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1437                | ICN                         | 153595                  | São José dos Ausentes/ RS    | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1497                | ICN                         | 153584                  | Bom Jesus/ RS                | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1523                | ICN                         | 189930                  | Canela/ RS                   | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | sn                  | ICN                         | 167910                  | Derrubadas/ RS               | Brasil      |
| Schmidt, R.                 | 1500                | ICN                         | 153600                  | Torres/ RS                   | Brasil      |
| Schmidt, R. & Araújo, A.    | 1475                | ICN                         | 153586                  | Campo Novo/ RS               | Brasil      |
| Schmidt, R. & Molz, M.      | sn                  | ICN/RB                      | 152695/502854           | Sapiranga/ RS                | Brasil      |
| Schneider, A.A.             | 85                  | ICN                         | 133858a                 | Lagoa dos Três Cantos/ RS    | Brasil      |
| Schneider, A.A.             | 87                  | ICN                         | 133898a                 | Lagoa dos Três Cantos/ RS    | Brasil      |
| Schunck, F.                 | sn                  | PMSP                        | 12767                   | São Paulo/SP                 | Brasil      |
| Schunck, F.                 | sn                  | PMSP                        | 12768                   | São Paulo/SP                 | Brasil      |
| Schwartsburd, P.B. et al.   | 2877                | VIC                         | sn                      | São Gonçalo do Rio Preto/ MG | Brasil      |
| Scur, L. & Barbieri, R.L.   | sn                  | BHCB                        | 107747                  | Paulo Frontin/ PR            | Brasil      |
| Semir, J. & Sazima, M.      | 4977                | UEC                         | 16807                   | Jaboticatubas/MG             | Brasil      |
| Semir, J. et al.            | 5155                | UEC                         | 16804                   | Jaboticatubas/MG             | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1375                | SP                          | 194510                  | São Paulo/SP                 | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1399                | SP                          | 170442                  | São Paulo/SP                 | Brasil      |
|                             |                     | IAC/UEC/ICN/CE              | 45219/135599/144290/515 |                              |             |
| Sendulsky, T.               | sn                  | N/SP/UB                     | 24/367910/sn            | São Paulo/SP                 | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | sn                  | ICN/IAC/SP/UB               | 160721/45214/367909/sn  | São Paulo/SP                 | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>                              | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| Sendulsky, T.               | 1425                | SP                          | 174681                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1317                | SP                          | 166797                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1319                | P/USNY/SP/UEC/ MO           | 00640781/3656009/108157<br>4/166800/139580/1949951 | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1320                | SP                          | 166799                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1323                | SP                          | 166803                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1365                | SP                          | 174491                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1314                | SP                          | 166801                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1315                | SP                          | 166798                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1318                | SP/MO                       | 166796/1923018                                     | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1321                | SP/MO                       | 169753/1299372                                     | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1324                | SP/MO                       | 166802/1949950                                     | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | 1341                | SP/MO                       | 174478/1311174                                     | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | sn                  | SP                          | 107884                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Sendulsky, T.               | sn                  | SP                          | 236261                                             | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Setubal, R.                 | 455                 | ICN                         | 155474                                             | Barra do Ribeiro/RS        | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2768                | SP                          | 415733                                             | São Bernardo do Campo/SP   | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2791                | SP                          | 417978                                             | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2868                | SP                          | 420326                                             | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2866                | SP                          | 420491                                             | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 1509                | SP                          | 406352                                             | São Bernardo do Campo/SP   | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2168                | SP                          | 411857                                             | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2693                | SP                          | 415245                                             | São Paulo/SP               | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Shirasuna, R.T.             | 2172                | SP                          | 411861                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2610                | SP                          | 415223                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2619                | SP                          | 415224                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2865                | SP                          | 420325                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 1810                | SP                          | 409022                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2170                | SP                          | 411859                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2171                | SP                          | 411860                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2607                | SP                          | 415220                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2792                | SP                          | 417977                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2794                | SP                          | 417975                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2797                | SP                          | 417984                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2831                | SP                          | 418023                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2832                | SP                          | 426233                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 3004                | SP                          | 442090                | Itapeccerica da Serra/ SP  | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2993                | SP                          | 441817                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 124                 | SP                          | 378806                | Cotia/ SP                  | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 129                 | SP                          | 382344                | Cotia/ SP                  | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2796                | SP                          | 417979                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2798                | SP                          | 417980                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 1782                | SP                          | 406460                | Mauá/ SP                   | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2881                | SP                          | 420492                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.             | 2926                | SP                          | 429650                | São Paulo/ SP              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>   | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Shirasuna, R.T.               | 3002                | SP                          | 442088                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.               | 1805                | SP                          | 406500                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T.               | 1674                | SP                          | 406353                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. & Costa, A.   | 1811                | SP                          | 409023                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. & Vitta, F.   | 127                 | SP                          | 382343                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. & Vitta, F.   | 126                 | SP                          | 415246                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. et al.        | 2050                | SP                          | 409658                | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. et al.        | 2230                | SP                          | 412184                | Santo André/ SP            | Brasil      |
| Shirasuna, R.T. et al.        | 1775                | SP                          | 406458                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Silva, A.C.C. et al.          | 121                 | SP                          | 180694                | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Silva, A.R.                   | 205                 | HCF                         | 4777                  | Campo Mourão/PR            | Brasil      |
| Silva, E.M.                   | sn                  | HCF                         | 5896                  | Goioerê/PR                 | Brasil      |
| Silva, J.M. et al.            | 3854                | ESA                         | 86678                 | Tibaji/ PR                 | Brasil      |
| Silva, R.V. & Silva, E.A.     | 13                  | VIC                         | sn                    | Brás Pires/ MG             | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, A.M. | 18                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 20                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 19                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 21                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 1                   | VIC                         | sn                    | Mariana/ MG                | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 2                   | VIC                         | sn                    | Mariana/ MG                | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 3                   | VIC                         | sn                    | Mariana/ MG                | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 4                   | VIC                         | sn                    | Mariana/ MG                | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>   | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>            | <b>País</b> |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------|
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 14                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 15                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. & Cupertino, M.A. | 17                  | VIC                         | sn                    | Marliéria/ MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. & Dalvi, V.C.     | 45                  | VIC                         | sn                    | Ouro Preto/MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. & Maria, V.       | 5                   | VIC                         | sn                    | São Sebastião da Vargem Alegre/<br>MG | Brasil      |
| Silva, R.V. & Maria, V.       | 6                   | VIC                         | sn                    | São Sebastião da Vargem Alegre/<br>MG | Brasil      |
| Silva, R.V. & Maria, V.       | 7                   | VIC                         | sn                    | São Sebastião da Vargem Alegre/<br>MG | Brasil      |
| Silva, R.V. & Silva, A.P.     | 43                  | VIC                         | sn                    | Ibirité/MG                            | Brasil      |
| Silva, R.V. & Silva, A.P.     | 44                  | VIC                         | sn                    | Ibirité/MG                            | Brasil      |
| Silva, R.V. & Silva, E.A.     | 12                  | VIC                         | sn                    | Brás Pires/ MG                        | Brasil      |
| Silva, R.V. & Silva, J.I.     | 24                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. & Toledo, A.      | 10                  | VIC                         | sn                    | Ubá/ MG                               | Brasil      |
| Silva, R.V. & Toledo, A.      | 11                  | VIC                         | sn                    | Ubá/ MG                               | Brasil      |
| Silva, R.V. & Vieira, J.L.    | 8                   | VIC                         | sn                    | Guiricema/ MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. & Vieira, J.L.    | 9                   | VIC                         | sn                    | Guiricema/ MG                         | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 23                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 42                  | VIC                         | sn                    | Ibirité/MG                            | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 30                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 25                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 26                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.            | 27                  | VIC                         | sn                    | Santa Maria do Salto/ MG              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>   | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|
| Silva, R.V. et al.          | 28                  | VIC                         | sn                      | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 29                  | VIC                         | sn                      | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 31                  | VIC                         | sn                      | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 32                  | VIC                         | sn                      | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 33                  | VIC                         | sn                      | Almenara/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 34                  | VIC                         | sn                      | Almenara/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 35                  | VIC                         | sn                      | Aiuruoca/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 36                  | VIC                         | sn                      | Aiuruoca/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 37                  | VIC                         | sn                      | Aiuruoca/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 38                  | VIC                         | sn                      | Alagoa/ MG                 | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 39                  | VIC                         | sn                      | Aiuruoca/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 40                  | VIC                         | sn                      | Aiuruoca/ MG               | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 41                  | VIC                         | sn                      | Nova Lima/ MG              | Brasil      |
| Silva, R.V. et al.          | 22                  | VIC                         | sn                      | Santa Maria do Salto/ MG   | Brasil      |
|                             |                     |                             | 144944/51551/409909/169 |                            |             |
| Silva, T.S.                 | sn                  | ICN/CEN/RB/SP               | 275                     | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Silva, T.S.                 | sn                  | RB                          | 409909                  | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Silveira, M.                | 4278                | RB                          | 592376                  | Boca do Acre/ AM           | Brasil      |
| Simon, J.E.                 | sn                  | MBML                        | 38037                   | Santa Tereza/ ES           | Brasil      |
| Simon, M.F. et al.          | 1759                | INPA                        | 253807                  | Porto Velho/ RO            | Brasil      |
| Skvortizov, B.              | 1322                | SP/MO                       | 166795/1311178          | São Paulo/ SP              | Brasil      |
| Skvortizov.                 | sn                  | RB/SP                       | 486247/120954           | São Paulo/ RS              | Brasil      |
| Smith, L.B & Klein, R.M.    | 15520               | P                           | 2663069                 | Caçador/SC                 | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>       | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>  | <b>Município de Coleta</b>  | <b>País</b> |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------|
| Sobral, M.                        | 2971                | ICN                         | 65208                  | Morrinhos do Sul/ RS        | Brasil      |
| Soderstrom, T. R.                 | 2164                | US/SP/MO                    | 2810541/235920/206666  | Ubaira/BA                   | Brasil      |
| Soderstrom, T. R. et al.          | 2191                | SP/MO                       | 235911/205795          | Porto Seguro/BA             | Brasil      |
| Soderstrom, T. R. et al.          | 2192                | SP                          | 235904                 | Santa Cruz Carbrália/BA     | Brasil      |
| Soderstrom, T. R. et al.          | 2106                | US/SP/MO                    | 2810739/235893/206663  | Ibicaraí/BA                 | Brasil      |
| Soderstrom, T. R. et al.          | 2212                | G/SP/MO                     | 00099746/235900/205798 | Porto Seguro/BA             | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2207                | SP                          | 235905                 | Porto Seguro/BA             | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2033                | P                           | 2663075                | Tenente Portela/RS          | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2045                | P                           | 2663077                | Caxias do Sul/RS            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2019                | ICN                         | 87571                  | Colorado/ RS                | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2028                | ICN                         | 87570                  | Carazinho/ RS               | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2032                | ICN                         | 87573                  | Ervál Seco/ RS              | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2035                | ICN                         | 87574                  | Derrubadas/ RS              | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2036                | ICN                         | 87569                  | Tucunduva/ RS               | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2037                | ICN                         | 87577                  | Santa Rosa/ RS              | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2040                | ICN                         | 87580                  | São Francisco de Paula/ RS  | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2044                | ICN                         | 87533                  | Vacaria/ RS                 | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2045a               | ICN                         | 87575                  | Caxias do Sul/ RS           | Brasil      |
| Soderstrom, T.R.                  | 2039                | ICN                         | 87579                  | Arroio do Meio/ RJ          | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. & Calderón, C.E. | 1864                | RB                          | 247119                 | Rio de Janeiro/RJ           | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. & Sucre, D.      | 1897                | RB                          | 271445                 | São Francisco de Paula/RS   | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. & Sucre, D.      | 1975                | RB                          | 244764                 | Cachoeiro do Itapemirim/ ES | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>  | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>  | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------|
| Soderstrom, T.R. & Sucre, D. | 1980                | RB                          | 247127                 | Petrópolis/ RJ             | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2232                | SP                          | 225909                 | Una/BA                     | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2213                | NMNH                        | 206661                 | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2202                | NMNH/SP                     | 2810660/235915         | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2204                | SP                          | 235914                 | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2166                | SP                          | 235916                 | Ubaira/BA                  | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2231                | SP                          | 367921                 | Una/BA                     | Brasil      |
|                              |                     |                             | 2810700/G00099745/2359 |                            |             |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2187                | US-G-SP-MO                  | 10/206665              | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2198                | SP                          | 235896                 | Porto Seguro/BA            | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2129                | SP                          | ?                      | Mascote/BA                 | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2158                | P                           | 2348366                | Ituberá/ BA                | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2185                | INPA                        | 76106                  | Itajuípe/ BA               | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2219                | P                           | 2348368                | Ilhéus/ BA                 | Brasil      |
| Soderstrom, T.R. et al.      | 2220                | SP                          | 235918                 | Una/ BA                    | Brasil      |
| Soderstrom, T.S. et al.      | 2230                | SP                          | 249462                 | Una/ BA                    | Brasil      |
| Souza, J.P. et al.           | 855                 | ESA                         | 35755                  | Cunha/SP                   | Brasil      |
| Souza, V.C. & Souza, J.P.    | 10849               | ESA                         | 27041                  | João Ramalho/ SP           | Brasil      |
| Souza, V.C. et al.           | 6028                | ESA                         | 16323                  | Itapeva/ SP                | Brasil      |
| Souza, V.C. et al.           | 8951                | ESA                         | 23544                  | Eldorado/ SP               | Brasil      |
| Souza, V.C. et al.           | 32150               | ESA                         | 94104                  | Apiaí/ SP                  | Brasil      |
| Souza, V.C. et al.           | 9169                | ESA/ICN                     | 24816/132988           | Eldorado/ SP               | Brasil      |
| Souza, W.S.                  | 1227                | NY                          | 651130                 | Paranaguá/ PR              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Stehmann, J.R. et al.       | 3767                | BHCB                        | 106691                | Itanhém/BA                 | Brasil      |
| Stehmann, J.R. et al.       | 6048                | BHCB                        | 130439                | Simonésia/MG               | Brasil      |
| Stehmann, J.R. et al.       | 4230                | BHCB                        | 96556                 | Ponta Grossa/ PR           | Brasil      |
| Stevens, W.D. et al.        | 20418               | RB/MO                       | 300334/934230         | Jinotega                   | Nicarágua   |
| Stubblebine, W.H.           | 551                 | CEN/UEC/RB                  | 5413/22581/318631     | Poços de Caldas/MG         | Brasil      |
| Sucre, D.                   | 11432               | CVRD                        | 5404                  | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Sucre, D. & Gomes, J.       | 11249               | RB                          | 215346                | Angra dos Reis/ RJ         | Brasil      |
| Sucre, D. et al.            | 10649               | SP/CEN                      | 236262/52613          | Petrópolis/RJ              | Brasil      |
| Suemitsu, C.                | 64                  | ESA/HUEFS                   | 12997/41393           | Iguape/ SP                 | Brasil      |
| Suemitsu, C.                | 14                  | ESA                         | 12995                 | Iguape/ SP                 | Brasil      |
| Summa, J.                   | 17                  | PMSP                        | 12769                 | São Paulo/SP               | Brasil      |
| Sylvestres, L.              | 770                 | RB                          | 429374                | Magé/ RJ                   | Brasil      |
| Sztutman, M.                | 2                   | ESA                         | 73249                 | Pariquera-Açu/ SP          | Brasil      |
| Tedesco, C.                 | sn                  | ICN                         | 161631                | Marcelino Ramos/ RS        | Brasil      |
| Thomas, W. W. et al.        | 13413               | RB                          | 461998                | Ibirapitanga/ BA           | Brasil      |
| Thomas, W.W.                | 14240               | RB                          | 548209                | Guaratinga/ BA             | Brasil      |
| Thomas, W.W. et al.         | 11400               | NY/RB                       | 416373/548208         | Una/BA                     | Brasil      |
| Thomas, W.W. et al.         | 13664               | NY                          | 1806214               | Bandeira/ MG               | Brasil      |
| Thomas, W.W. et al.         | 13330               | RB                          | 548292                | Jussari/ BA                | Brasil      |
| Thomas, W.W. et al.         | 14155               | RB                          | 548297                | Almadina/ BA               | Brasil      |
| Thomé, J.W.                 | sn                  | MPUC                        | 11092                 | Canela/RS                  | Brasil      |
| Toninho                     | 33                  | UEC                         | 158382                | Cananéia/ SP               | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b>      | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>  | <b>País</b> |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Torres, R.B. et al               | 497                 | IAC                         | 36668                 | Pariquera-Açu/ SP           | Brasil      |
| Tressens, S.G. et al.            | 6433                | RB                          | 491833                | Misiones                    | Argentina   |
| Tyeno.                           |                     | ESA/HUEFS/FUE               |                       |                             |             |
|                                  |                     | L                           | 10642/162573/47442    | Peruíbe/SP                  | Brasil      |
| Valente, G. & Meira-Neto, J.A.A. | 1249                | VIC                         | 19469                 | Araponga/ MG                | Brasil      |
| Valls, J.                        | 834                 | ICN                         | 22425                 | Gramado/ RS                 | Brasil      |
| Valls, J.F.M.                    | 2616                | ICN                         | 23639                 | Gramado/ RS                 | Brasil      |
| Vasconcelos, M.F.                | sn                  | BHCB                        | 105026                | Catas Altas/MG              | Brasil      |
| Verdi, M.                        | 3071                | FURB                        | 15965                 | Nova Veneza/ SC             | Brasil      |
| Verdi, M.                        | 6050                | FURB                        | 37498                 | Morrinhos do Sul/ RS        | Brasil      |
| Verdi, M. et al.                 | 58                  | FURB/ICN                    | 8360/158888           | Itaiópolis/ SC              | Brasil      |
| Verdi, M. et al.                 | 969                 | FURB/ICN                    | 11306/163228          | Campos Novos/ SC            | Brasil      |
| Verdi, M. et al.                 | 113                 | FURB                        | 8197                  | Campo Alegre/ SC            | Brasil      |
| Viana , P.L. et al.              | 2682                | BHCB                        | 129827                | Canutama/ AM                | Brasil      |
| Viana, P.L.                      | 3176                | BHCB                        | 115556                | Biritiba Mirim/ SP          | Brasil      |
| Viana, P.L.                      | 2475                | RB                          | 465801                | Rio Vermelho/ MG            | Brasil      |
| Viana, P.L.                      | 3642                | RB                          | 485061                | Castelo/ ES                 | Brasil      |
| Viana, P.L.                      | 2615                | CVRD                        | 12660                 | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Viana, P.L. & Mota, N. F. O.     | 1432                | BHCB                        | 95178                 | São Gonçalo do Rio Preto/MG | Brasil      |
| Viana, P.L. & Mota, N.F.O.       | 2791                | BHCB                        | 107863                | São Gonçalo do Rio Preto/MG | Brasil      |
| Viana, P.L. & Silva, L.V.C.      | 2257                | BHCB                        | 102008                | Conceição do Mato Dentro/MG | Brasil      |
| Viana, P.L. & Silva, L.V.C.      | 2256                | BHCB                        | 102007                | Conceição do Mato Dentro/MG | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.               | 2201                | BHCB                        | 101257                | Catas Altas/MG              | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b>  | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Viana, P.L. et al.          | 2204                | BHCB                        | 101260                | Catas Altas/MG              | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2408                | BHCB                        | 102139                | Rio Vermelho/MG             | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2789                | BHCB                        | 107855                | Ouro Preto/MG               | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2845                | BHCB                        | 108172                | Conceição do Mato Dentro/MG | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 3325                | BHCB                        | 115395                | Carrancas/MG                | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2475                | BHCB                        | 102206                | Rio Vermelho/MG             | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2595                | BHCB/CVRD                   | 131545/12634          | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2604                | CVRD                        | 12652                 | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2612                | BHCB                        | 131536                | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 2614                | CVRD                        | 12659                 | Linhares/ ES                | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 3642                | MBML                        | 39296                 | Castelo/ ES                 | Brasil      |
| Viana, P.L. et al.          | 3150                | INPA                        | 221335                | Canutama/ AM                | Brasil      |
| Vidal, W.N. et al.          | 590                 | VIC                         | 9248                  | Araponga/ MG                | Brasil      |
| Vieira, F. & Borges, M.A.Z. | sn                  | BHCB                        | 29737                 | Santa Bárbara/MG            | Brasil      |
| Vieira, L.                  | sn                  | MBML                        | 23591                 | Santa Maria do Jetibá/ ES   | Brasil      |
| Vieira, M.G. et al.         | 665                 | INPA                        | 88990                 | Vilhena/ RO                 | Brasil      |
| Vilela, E.A.                | s.n.                | RB                          | 444830                | Madre de Deus/ MG           | Brasil      |
| Vilela, E.A. et al.         | sn                  | RB/SP                       | 444830/367535         | Madre de Deus/ MG           | Brasil      |
| Waechter.                   | 2031                | ICN                         | 61307                 | Candelária/RS               | Brasil      |
| Waechter.                   | 1427                | ICN                         | 46530                 | Osório/ RS                  | Brasil      |
| Wasum, R.                   | 2297                | HUCS/ICN                    | 24853/167920          | Bom Jesus/ RS               | Brasil      |
| Wasum, R. & Heiden, G.      | 3091                | BHCB                        | 107746                | São Mateus do Sul/ PR       | Brasil      |

| <b>Autor (es) da Coleta</b> | <b>N° de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>N° de Registro</b> | <b>Município de Coleta</b> | <b>País</b> |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------|
| Wasum, R. & Schmidt, R.     | 2227                | HUCS/ICN/FURB               | 24500/167923/36387    | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Wasum, R. & Schmidt, R.     | 2229                | HUCS/ICN                    | 24487/167922          | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Welker, C.                  | 142                 | ICN                         | 153587                | Canela/ RS                 | Brasil      |
| Windisch, P.G.              | 2788                | ICN                         | 135054                | Campos do Jordão/SP        | Brasil      |
| Windisch, P.                | sn                  | ICN                         | 152699                | São Francisco de Paula/ RS | Brasil      |
| Záchia, R.A.                | 766                 | ICN                         | 96823                 | Nonoai/ RS                 | Brasil      |
| Záchia, R.A.                | 805                 | ICN                         | 101845                | Tuparendi/ RS              | Brasil      |
| Zanardini, I.F.             | sn                  | ICN                         | 80001                 | Palmas/ PR                 | Brasil      |
| Zanette, V.C.               | 374                 | ICN                         | 46452                 | Três cachoeiras/ RS        | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2415                | RB                          | 270950                | Alfredo Chaves/ES          | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2396                | RB                          | 270972                | Domingos Martins/ ES       | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2400                | RB                          | 270982                | Domingos Martins/ ES       | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2421                | RB                          | 270958                | Alfredo Chaves/ ES         | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2457                | RB                          | 270895                | Linhares/ ES               | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2471                | RB                          | 270881                | Uruçuca/ BA                | Brasil      |
| Zuloaga, F.O. et al.        | 2394                | RB                          | 270970                | Petrópolis/ RJ             | Brasil      |

## CAPÍTULO 2

### **Distribuição geográfica de espécies de *Merostachys* Spreng. (Bambusoideae: Arthrostylydiinae) na Mata Atlântica: subsídios à delimitação taxonômica com base em descritores climáticos**

#### **RESUMO**

A complexa delimitação das espécies de *Merostachys* Spreng. sempre gerou dificuldades de identificação, e pode ser justificada pela dificuldade em se obter material reprodutivo devido ao longo intervalo de floração (30-50 anos), elevada diversidade de espécies e insuficiente conhecimento sobre a morfologia de suas características. Por meio da análise de componentes principais (PCA) e da modelagem de distribuição preditiva de espécies (MDE) buscamos subsídios que pudessem auxiliar na delimitação taxonômica de *Merostachys neesii* Rupr., *Merostachys speciosa* Spreng. e *Merostachys ternata* Nees, espécies endêmicas da Mata Atlântica. Grupos formados na PCA foram confirmados por meio da Análise de Variância (ANOVA). O algoritmo usado na MDE foi o Maxent. Amplitude de Temperatura Diurna e a Sazonalidade de Precipitação foram os descritores mais importantes na separação das espécies de *Merostachys* na Mata Atlântica. Assim, variações térmicas e na umidade são provavelmente importantes delimitadores de áreas de distribuição geográfica das espécies desse gênero. O presente trabalho lança luz sobre novas áreas potenciais de coleta de espécies de *Merostachys* e demonstra a importância do conhecimento sobre as áreas de ocorrência dessas espécies como subsídio à delimitação taxonômica.

**Palavras-chave:** bambus lenhosos, análise de componentes principais, Maxent, modelagem de distribuição preditiva.

## ABSTRACT

Complexities in the delimitation of *Merostachys* Spreng. species have always generated difficulties regarding their taxonomic identification and may be explained by the difficulty in obtaining reproductive material due to long flowering periods (30-50 years), high species diversity and insufficient knowledge of the morphology of their features. Using principal components analysis (PCA) and predictive species distribution modeling (SDM) we aimed to obtain data support that could help the taxonomic delimitation of *Merostachys neesii* Rupr., *Merostachys speciosa* Spreng. and *Merostachys ternata* Nees, which are endemic species of the Atlantic Forest. Groups that emerged from the PCA were confirmed by means of analysis of variance (ANOVA). The algorithm used in the SDM was Maxent. Diurnal Temperature Range and Precipitation Seasonality were the most important parameters in the separation of *Merostachys* species in the Atlantic Forest. Thus, thermal and humidity variations are likely important delimiters of geographical distribution areas of species of this genus. This study sheds light on potential new areas of *Merostachys* collection and demonstrates the importance of knowledge of the areas in which a given species occurs to support taxonomic delimitation.

**Key words:** woody bamboos, principal component analysis, Maxent, species distribution modeling.

## INTRODUÇÃO

Os bambus lenhosos tropicais encontram-se circunscritos na tribo Bambuseae, que inclui cerca de 800 espécies descritas (BPG, 2012). Essa tribo é classificada em sete subtribos, das quais quatro são paleotropicals (Bambusinae, Hickeliinae, Melocanninae e Racemobambosinae) e três neotropicais (Arthrostylidiinae, Chusqueinae e Guaduinae) (BPG, 2012). As subtribos neotropicais distribuem-se do México ao sul da Argentina, Chile e Antilhas (Kelchner & BPG, 2013). Dentre essas, Arthrostylidiinae é a subtribo mais especiosa, com 183 espécies classificadas em 15 gêneros; seu centro de diversidade mais importante está localizado na costa atlântica brasileira (Clark *et al.*, 2015). Arthrostylidiinae é reconhecida pela presença de rizoma paquimorfo, região marginal verde ("*striae*") na face abaxial da lâmina foliar, fibras intercostais de esclerênquima, papilas refrativas, nervura mediana da lâmina da folha dos ramos simples, margens da lâmina foliar com diferenças estruturais acentuadas e células fusóides (Soderstrom & Ellis, 1987).

*Merostachys* Spreng. é um grupo monofilético pertencente à subtribo Arthrostylidiinae (Tyrrell *et al.*, 2012), estando representado por 49 espécies descritas (BPG, 2012; Santos-Gonçalves *et al.*, 2012). As espécies de *Merostachys* são distintas de outros representantes de Arthrostylidiinae por apresentarem colmos ocos e raramente medulosos a cheios; gemas únicas nos nós do mediocolmo que dão origem a uma estrutura basal de formato triangular (meristema "fan-shaped"); complemento de ramo com poucos a numerosos ramos de diâmetro iguais; folha do colmo com lâmina pseudopeciolada, reflexa; inflorescências terminais, racemosas e espiguetas sésseis ou curto-pediceladas, arrançadas em uma ou mais fileiras na face inferior do eixo principal (McClure, 1973; Judziewicz *et al.*, 1999). *Merostachys* é proximamente relacionado a *Actinocladum* Soderstr., com o qual compartilha a ocorrência de cariopse nucoide (Tyrrell *et al.*, 2012).

As espécies de *Merostachys* encontram-se distribuídas do México até a Argentina, desde o nível do mar até 2.300 m de altitude (Judziewicz & Clark, 2007). Contudo, poucas espécies ocorrem no México e América Central (Judziewicz *et al.*, 1999). Suas espécies desenvolvem-se tanto no interior de matas em locais úmidos e sombreados quanto nas bordas, com maior exposição à luz (Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004; Judziewicz *et al.*, 1999). No Brasil, *Merostachys* é o gênero de bambus mais especioso (Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004). A costa atlântica do

Brasil constitui-se o centro de diversidade e endemismo do gênero; nessa região, 41 espécies foram registradas da Bahia ao Rio Grande do Sul (Judziewicz *et al.*, 1999). A Floresta Atlântica é considerada um dos 35 *hotspots* de biodiversidade do mundo (Zachos & Habel, 2011). Os *hotspots* são regiões com alto grau de endemismo e apresentam grande perda da área original, reconhecidos como locais prioritários para a conservação biológica (Mittermeier *et al.*, 2004).

*Merostachys* apresenta ciclo de vida longo, durante o qual as plantas crescem vegetativamente por alguns anos e, ao atingir a maturidade, florescem, produzem sementes e perecem (Janzen, 1976; Sendulsky 1992; Guerreiro, 2013). Esse ciclo de vida torna o papel das espécies de *Merostachys* importante na dinâmica de ecossistemas florestais. A floração pode levar ao aumento de populações de roedores e pássaros devido à grande disponibilidade de sementes que servirão de alimento para esses animais (Jaksic & Lima 2003; Areta, 2007; Cestari & Bernardi, 2011). Já a morte das touceiras logo após o evento reprodutivo produz grande quantidade de biomassa que poderá aumentar a ocorrência de fogo nesses locais (Schwarzbach & Negrelle, 2007). Além disso, as espécies de *Merostachys* interferem na composição arbórea ao restringir o recrutamento, crescimento e sobrevivência de outras espécies (Oliveira-Filho *et al.*, 1994; Guilherme *et al.*, 2004; Martins *et al.*, 2004).

A problemática compreensão taxonômica das espécies de *Merostachys* se deve principalmente ao longo intervalo de floração que culmina na escassez de material reprodutivo, à elevada diversidade de espécies e ao insuficiente conhecimento sobre a morfologia dessas espécies (A.P. Santos-Gonçalves, comunicação pessoal). Outras dificuldades se relacionam às coletas inadequadas, ou seja, coletas geralmente realizadas por generalistas e que não fornecem as estruturas necessárias para uma análise morfológica consistente (Soderstrom & Young, 1983). Com efeito, a problemática relacionada à delimitação das espécies de *Merostachys* sempre gerou dificuldades de identificação (Sendulsky, 2001). Contudo, o maior conhecimento sobre as características dessas espécies tem tornado o seu reconhecimento mais seguro (Silva *et al.*, em preparo). Atualmente, *Merostachys* tem sido sendo alvo de estudos taxonômicos realizados por Lizarazu *et al.* (2011), Santos-Gonçalves *et al.* (2012), Shirasuna *et al.*, (2013) e Silva *et al.* (em preparo).

Durante muitos anos, a delimitação de espécies vegetais baseou-se apenas em diferenças morfológicas (Wiens, 2007). Atualmente, dados moleculares e ecológicos têm fornecido mais evidências no processo de circunscrição de novas espécies

(Raxworthy *et al.*, 2007; Wiens, 2007; Ruiz-Sanchez & Sosa, 2010). Em relação aos dados ecológicos, a modelagem preditiva de distribuição de espécies (MDE) tem sido útil não só na delimitação de novas espécies (Raxworthy *et al.*, 2007; Rissler & Apodaca, 2007; Stockman & Bond, 2007; Bond & Stockman, 2008), mas também no diagnóstico de áreas potenciais de distribuição dessas novas espécies (Pearson, 2007). A maioria dos métodos de MDE assume que as espécies respondem de forma previsível a gradientes ambientais (De Marco-Júnior, 2007). Dessa forma, a presença ou a ausência de uma espécie em determinada área torna possível estimar e extrapolar a distribuição dessa espécie para outras áreas e, assim, determinar áreas reais e potenciais de ocorrência (De Marco-Júnior, 2007; Franklin, 2010).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi compreender os padrões de distribuição real e potencial de três espécies de *Merostachys* no bioma Mata Atlântica e, com isso, buscar subsídios que possam auxiliar na delimitação taxonômica dessas espécies. Especificamente, buscamos responder as seguintes perguntas: 1) Com base na distribuição conhecida para as espécies analisadas, é possível diferenciá-las com relação à resposta que apresentam aos atributos climáticos? 2) Essas espécies apresentam distribuição potencial diferente entre si ao longo do seu bioma de ocorrência (Mata Atlântica)? Além disso, a distribuição potencial dessas espécies poderá servir de guia para a realização de coletas futuras com vistas a aumentar o conhecimento sobre esse grupo?

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O Bioma Mata Atlântica abrange, no Brasil, uma área de 1.110.182 km<sup>2</sup>, estendendo-se do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (IBGE, 2004). Em geral, as áreas litorâneas da Mata Atlântica apresentam elevada quantidade de precipitação (mais de 4.000 mm) durante o ano todo, ao passo que as florestas interioranas apresentam menores quantidades de chuva, em média 1.000 mm/ano (Câmara, 2003).

A Mata Atlântica apresenta ampla faixa longitudinal e latitudinal (Ribeiro, 2009). Uma variedade de ambientes é encontrada nessa região, refletindo a ocorrência de um mosaico fitofisionômico, composto por formações como a floresta ombrófila densa (FOD), que representa o componente principal do bioma, seguida pela floresta estacional semidecidual (FES), entre outras (IBGE, 2004). As áreas de FOD

caracterizam-se por apresentar altas temperaturas anuais, com médias de 25°C e precipitação elevada, bem distribuída durante todo o ano, com apenas 0 a 60 dias secos (IBGE, 2012). Na zona tropical, a FES se caracteriza por uma seca hiberna bem definida e intensas chuvas de verão, enquanto, na zona subtropical, é marcada por um clima sem período seco, com inverno bastante rigoroso e as temperaturas médias mensais inferiores a 15°C (IBGE, 2012).

#### Preparo do banco de dados

A obtenção dos registros de ocorrência das espécies de *Merostachys* ocorreu por meio de consultas a bancos de dados on-line ([www.specieslink.cria.org.br](http://www.specieslink.cria.org.br); <http://www.tropicos.org/>; <http://www.kew.org/>; [www.nybg.org](http://www.nybg.org); <http://botany.si.edu/>; [www.darwin.edu.ar](http://www.darwin.edu.ar); <http://jbrj.sili.com.br/>; [http://www.ville-ge.ch/cjb/index\\_en.php](http://www.ville-ge.ch/cjb/index_en.php); <http://www.mnhn.fr/fr>), consultas aos herbários BHCB, CEN, SP, UB e UEC e a materiais de empréstimo dos herbários CRI, CVRD, ESA, FURB, CRI, ESA, FURB, MBLM, SP, SPF e UEC disponíveis no Herbário VIC da Universidade Federal de Viçosa, além de materiais tombados nesse herbário e de coletas em campo. Preparamos uma planilha de dados a partir dos registros de ocorrência e de todas as informações contidas nas exsicatas, tais como localidade, coordenadas geográficas, data da coleta, número de coleta, nome do coletor, nome do determinador e tipo de vegetação onde a espécie estava presente.

#### Seleção dos registros de ocorrência das espécies

Para ser incluída nas análises, cada espécie deveria obedecer aos seguintes critérios: (i) ser endêmica da Mata Atlântica; (ii) ser representada por coletas realizadas após 1970, representando uma flora relativamente atual, considerando-se particularmente que, a partir desse ano, houve grande aumento de coletas de *Merostachys* no Brasil (observação pessoal); (iii) possuir no mínimo cinco registros de ocorrência (Pearson *et al.*, 2007). Também excluímos registros que não continham nenhuma informação sobre o local e/ou data de coleta, bem como registros que apresentavam número de coleta repetido. Para confirmar as identificações, selecionamos apenas os registros que puderam ser examinados em Herbários e/ou registros com imagens de boa resolução depositadas em bancos de dados online. Após aplicarmos esses critérios, as espécies selecionadas foram *Merostachys neesii* Rupr., *Merostachys speciosa* Spreng. e *Merostachys ternata* Nees..

*M. neesii* apresenta colmos com até 10 m de altura, escabrosos a lisos, com 4-10 ramos no complemento de ramo; as fímbrias estão ausentes. As inflorescências dessa espécie possuem cerca de 1,3-1,5 cm de diâmetro e 8-15 cm comprimento. *M. speciosa* apresenta colmos escabrosos com 12 a 15 m de altura. As fímbrias estão presentes nas folhas do complemento de ramo e medem entre 15-18 mm de comprimento; são numerosas e persistentes, encaracoladas, amareladas e unidas nas bases. A presença de fímbrias representa a principal diferença morfológica entre *M. speciosa* e *M. neesii*. *M. ternata* possui colmos fortemente escabrosos, com até 12 m de altura. As fímbrias nas folhas do complemento do ramo são brancas a avermelhadas. Em *M. ternata*, as espiguetas encontram-se geralmente agrupadas em tríades e são bem maiores, em média 14 mm de comprimento, contudo espiguetas aos pares também podem ser encontradas. Essa caracterização sucinta das espécies foi baseada nos seguintes trabalhos: Reitz (1981), Sendulsky (1992), Santos-Gonçalves (2000), Sendulsky (2001) e Silva *et al.* (em preparo).

Realizamos o georreferenciamento de todos os registros selecionados. Esse processo baseou-se em três tipos de busca por coordenadas: i) coordenadas providas pelo autor da coleta (as informações de localidade presentes na etiqueta eram pertinentes às coordenadas fornecidas); ii) coordenadas aproximadas (o autor da coleta não forneceu as coordenadas, mas por meio dos dados de localidade buscamos pelas mesmas); iii) coordenadas fornecidas pelo IBGE (quando não foi possível encontrar a localidade da coleta ou o coletor informou apenas o município da mesma). Para o georreferenciamento utilizamos as seguintes ferramentas: Google Maps (<https://maps.google.com.br/>), Google Earth versão 7.0.2 (<http://earth.google.com/>), GeoLoc (<http://splink.cria.org.br/geoloc?criaLANG=pt>) e Conversor (<http://splink.cria.org.br/conversor?criaLANG=pt>), essas duas últimas disponíveis via SpeciesLink ([splink.cria.org.br/](http://splink.cria.org.br/)). Ao final dessa etapa obtivemos os registros de ocorrência das espécies selecionadas para a Mata Atlântica. Para *M. neesii*, encontramos 11 registros de ocorrência, sendo 10 espacialmente únicos, ou seja, pontos individuais de acordo com a resolução da base de dados ambientais (aproximadamente 10 km). Para *M. speciosa*, encontramos sete pontos, sendo seis espacialmente únicos, e para *M. ternata*, 19 pontos, 18 dos quais espacialmente únicos (Apêndice 1).

## Seleção de variáveis ambientais

Para a construção dos modelos de distribuição geográfica preditiva, empregamos camadas com dados climáticos do presente (Hijmans *et al.*, 2005), com resolução de aproximadamente 10 km (5' de arco).

Realizamos o recorte das camadas climáticas para a Mata Atlântica pela ferramenta *Spatial Analyst Tools* do ArcGIS versão 10.2 (Esri, 2014). Extraímos os valores das variáveis dos pontos de ocorrência das espécies de *Merostachys* para o presente e de outros 1.000 pontos aleatórios plotados dentro da área de estudo através da ferramenta *Random Points* do Quantum-GIS 2.4.0 (Quantum GIS Development Team 2012). Utilizamos esses valores em uma PCA (Análise de Componentes Principais; *e.g.*, McCune & Grace, 2002) no programa PC-ORD versão 6.25 (McCune & Mefford, 2011) a fim de detectar possíveis colinearidades entre as variáveis. Para cada grupo de variáveis colineares, retivemos a variável que originou o modelo mais realista. Para gerar maior segurança sobre a inexistência de colinearidades, calculamos o fator de inflação da variância (VIF) para cada variável, sendo tolerado um valor não superior a 10 (Borcard *et al.*, 2011).

As variáveis selecionadas para as análises quantitativas das quatro espécies de *Merostachys* foram: temperatura média anual (BIO1), amplitude de temperatura média diurna (BIO2), sazonalidade de temperatura (BIO4), precipitação anual (BIO12) e sazonalidade de precipitação (BIO15).

## Análise dos dados

### *Separação das espécies de acordo com descritores climáticos*

Realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) para ordenar as três espécies de *Merostachys* no espaço de descritores ambientais. Os descritores ambientais foram as cinco variáveis climáticas selecionadas conforme indicado acima. Testamos a significância dos eixos da PCA por meio do teste de permutação de Monte Carlo, com 999 aleatorizações.

Considerando os eixos significativos ( $p \leq 0,05$ ) da PCA, testamos a consistência dos grupos por meio de ANOVAs, utilizando como variável resposta os escores do eixo em questão e como variável preditora as diferentes espécies. Por meio do correlograma de Moran avaliamos uma possível dependência espacial dos escores desses eixos, uma vez que essa dependência pode enviesar os testes estatísticos (*e.g.*, Legendre *et al.* 1990). Aqui, realizamos a correção sequencial de Bonferroni (Fortin & Dale, 2005)

devido ao fato de que múltiplos testes estavam sendo feitos com o mesmo conjunto de dados. O mesmo procedimento foi feito com relação aos resíduos das ANOVAs para cumprir o pressuposto de independência desses resíduos. Os outros pressupostos da ANOVA (normalidade dos resíduos e homocedasticidade) foram confirmados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Para a ANOVA do eixo 1, inserimos filtros espaciais (PCNMs – Principal Coordinates of Neighbour Matrices; Borcard & Legendre, 2002) como covariáveis para lidar com a autocorrelação espacial encontrada nos escores desse eixo. Efetuando seleção progressiva, selecionamos quatro PCNMs. Para a ANOVA do eixo 2 não foi necessário inserir filtros espaciais, pois não foi detectada estrutura espacial. O teste *post hoc* utilizado foi o de Tukey.

Executamos a PCA no programa PC-ORD 6.0 (McCune & Mefford, 2011) e obtivemos os filtros espaciais no SAM 4.0 (Rangel *et al.*, 2010).

#### *Modelos de distribuição geográfica preditiva*

O algoritmo selecionado para a construção dos modelos de distribuição potencial foi o Maxent (Máxima Entropia; Phillips *et al.*, 2006), que se encontra disponível no programa homônimo, versão 3.3.2 (Phillips *et al.*, 2006). O Maxent é considerado um algoritmo complexo bastante utilizado na modelagem por demandar somente dados de presença (Elith & Leathwick, 2009). Esse algoritmo estima a distribuição de probabilidades mais próxima da distribuição uniforme com a ressalva de que, para cada variável ambiental, os valores esperados devem concordar com os valores empíricos que consistem em valores médios de pontos de ocorrência da distribuição da espécie alvo (Phillips *et al.*, 2006). Para executar a modelagem através do Maxent utilizamos apenas os pontos espacialmente únicos de *M. neesii* (10), *M. speciosa* (6) e *M. ternata* (18).

Avaliamos os modelos através da área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*), denominada AUC (Manel *et al.*, 2001). A AUC varia de 0 a 1; 1 indica alto desempenho e os valores inferiores a 0,5 indicam baixo desempenho do modelo (Elith *et al.*, 2006). A métrica de avaliação TSS (*Means of the True Skill Statistic*) também foi utilizada. O TSS é uma medida direta da sensibilidade e especificidade do modelo e seus valores variam entre -1 e +1; valores iguais a +1 indicam ótima performance do modelo, enquanto valores iguais ou inferiores a zero não indicam performances melhores do que o acaso (Allouche *et al.*, 2006). Para a construção dos mapas binários utilizamos o limiar de corte baseado no LPT (*Lowest*

*Predicted Value Threshold*), o qual consiste no menor valor predito de adequabilidade climática dentre todos os registros de ocorrência (Liu *et al.*, 2005; Phillips *et al.*, 2006; Pearson, 2007).

## RESULTADOS

As espécies de *Merostachys* selecionadas para o presente estudo distribuem-se principalmente ao longo da Floresta Ombrófila Densa Atlântica, exceto pelo registro de *M. speciosa* ocorrente no ecótono Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista em Morrinhos do Sul, no Rio Grande do Sul, e pelos registros de *M. ternata* para o Parque Estadual do Rio Doce em Minas Gerais, onde o tipo de vegetação compreende a Floresta Estacional Semidecidual, e para o ecótono Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa, também em Minas Gerais, no município de Santa Maria do Salto (Apêndice 1).

As áreas de distribuição de *M. neesii* situam-se nos estados do Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia (Figura 1). *M. speciosa* abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (Figura 2) e *M. ternata* apresenta distribuição bastante ampla, ocorrendo nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia (Figura 3).

### Separação das espécies de acordo com descritores climáticos

Os dois primeiros eixos da PCA (Figura 4) foram os únicos cuja contribuição para a variância total diferiu estatisticamente do acaso ( $p \leq 0,05$ ). No eixo 1 da PCA não foi observada a formação de grupos relacionados às espécies de *Merostachys* ( $F = 1,28$ ;  $p = 0,29$ ). Nesse eixo, o principal descritor foi a amplitude de temperatura média diurna, seguida pela sazonalidade de precipitação (Figura 4; Tabela 1).

No eixo 2, observamos diferenciação entre as espécies, o que foi confirmado estatisticamente ( $F = 4,72$ ;  $p = 0,02$ ). Nesse sentido, *M. speciosa*, concentrada na parte superior do diagrama, diferiu de *M. ternata*, que predominou nas partes central e inferior (Tabela 2; Figura 4). Os principais descritores do eixo 2 também foram amplitude de temperatura média diurna e sazonalidade de precipitação.

### Modelos de distribuição preditiva

As áreas de adequabilidade climática potenciais para *M. neesii* estão representadas por 2.384 pixels e localizam-se principalmente na região sul do Brasil, no

nordeste, principalmente na Bahia, e em áreas dispersas no Rio de Janeiro e em Minas Gerais (Figura 5). Nas áreas de adequabilidade climática de *M. neesii*, a temperatura média varia entre 15,2°C e 26°C, a precipitação média é de 2.000 mm, a sazonalidade de temperatura varia entre 0,91°C e 26,93°C e a sazonalidade de precipitação varia entre 5 a 59%. Já a amplitude de temperatura diurna varia entre 5,9°C a 12,4°C. Entre a zona da Mata de Minas Gerais, sul do Rio de Janeiro, o Espírito Santo e sul da Bahia, existe uma extensa área sem adequabilidade climática (Figura 5). Nessa região existe também uma lacuna de registros de ocorrência (Figura 1).

*Merostachys speciosa* apresenta uma distribuição potencial bastante semelhante à de *M. neesii* (Figura 6). As áreas de ocorrência potencial dessa espécie abrangem 2.492 pixels e situam-se principalmente nos estados da região sul do Brasil, em São Paulo e na Bahia, ao longo da faixa litorânea, e em pequenas áreas do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Figura 6). *M. speciosa* distribui-se potencialmente ao longo de faixas de temperaturas que variam de 12,5°C a 20,6°C, precipitação entre 1.510 e 2.992 mm, sazonalidade de precipitação variando entre 5 e 23%, sazonalidade de temperatura entre 26,9°C e 38,8°C e amplitude de temperatura média diurna entre 5,9°C e 10,8°C.

*M. ternata* apresentou a maior extensão geográfica de distribuição potencial, com 9.066 pixels (Figura 7) situados ao longo de faixas de temperaturas que variam de 12,5°C a 26°C, precipitação entre 522 mm e 2.992 mm, sazonalidade de precipitação variando entre 5 e 95%, sazonalidade de temperatura entre 9,1°C a 32,87°C e amplitude de temperatura média diurna entre 5,9°C e 12,4°C.

Houve sobreposições entre as áreas de ocorrência potencial das espécies nos seguintes estados brasileiros: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco (Figura 8).

Os modelos das três espécies tiveram desempenho melhor do que o acaso segundo as métricas AUC e TSS. *M. speciosa* apresentou o modelo com melhor performance segundo o AUC e *M. neesii* teve o melhor desempenho de acordo com o TSS e o mais alto limiar de corte (Tabela 3).

## DISCUSSÃO

A amplitude de temperatura média diurna e sazonalidade de precipitação foram os descritores mais importantes na ordenação das espécies de *Merostachys* na Mata Atlântica, pois foram as variáveis com maior contribuição para o segundo eixo da PCA, o qual indicou essa separação. Além dos fatores climáticos, os fatores espaciais, que

foram incluídos em um dos modelos de análise de variância, podem afetar a distribuição e a composição das espécies que compõem as comunidades ecológicas (Borcard *et al.*, 1992) e são capazes de refletir limitações de dispersão de propágulos, diferentes históricos biogeográficos e fenômenos estocásticos (Diniz-Filho *et al.*, 2003).

Para bambus lenhosos, limitações de dispersão a longa distância são, de fato, esperadas, pois suas espécies possuem ciclo de vida monocárpico, com intervalo de floração que pode ocorrer entre sete e 120 anos (Janzen 1976). No Brasil, as espécies de *Merostachys* apresentam restrita amplitude geográfica de ocorrência; na costa atlântica, por exemplo, são encontradas 41 espécies endêmicas (Sendulsky, 1997; Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004), grande parte das quais possui distribuição ainda mais restrita, como aquelas que ocorrem nas florestas úmidas de terras baixas e restingas da costa da Bahia: *M. annulifera* Send., *M. argentea* Send., *M. bifurcata* Send. *M. calderoniana* Send., *M. lanata* Send. *M. leptophylla* Send., *M. magnispicula* Send., *M. medullosa* Send., *M. procerrima* Send. e *M. ramosissima* Send. (Sendulsky, 1997). As espécies ocorrentes na Amazônia brasileira, *M. fimbriata* Send. e *M. rondoniensis* Send., também são endêmicas desse bioma (Filgueiras & Santos-Gonçalves, 2004; Shirasuna, 2015).

As áreas de ocorrência real de *M. speciosa* apresentaram os menores valores para a sazonalidade de precipitação e para amplitude térmica diurna quando comparadas às áreas de distribuição potencial de *M. ternata*, que apresentou as maiores faixas de variação para esses atributos ambientais. Estudos anteriores chamaram a atenção para o papel da umidade na distribuição de espécies de bambus (Sendulsky, 1997; Judziewicz *et al.*, 1999; Clark & Ely, 2011). Os nossos resultados reforçam esse papel, visto que as espécies de *Merostachys* ocorrentes na Mata Atlântica encontram-se predominantemente em áreas de Floresta Ombrófila Densa, as quais são caracterizadas pela elevada taxa de precipitação durante todo o ano (IBGE, 2012). Apontamos, ainda, que variações no grau de umidade seriam importantes delimitadores de áreas de distribuição geográfica das espécies de *Merostachys*, uma vez que as espécies *M. speciosa* e *M. ternata*, que diferiram entre si em relação aos descritores ambientais, ocorrem em diferentes faixas de sazonalidade de precipitação média anual.

As sobreposições entre as áreas de ocorrência potencial das espécies nos Sergipe, Alagoas e Pernambuco forcecem subsídios à ocorrência real dessas espécies nesses estados. Coletas de *Merostachys* para Alagoas e Sergipe ainda não foram registradas, mas um novo e único registro foi identificado em Igarassu, Pernambuco (*Merostachys* sp./Maciel, J.R. *et al.* 1484). Nesse sentido, esse novo registro valida as

previsões de ocorrência de *Merostachys* nessa região, embora haja a necessidade de maior esforço amostral.

O modelo de distribuição potencial para *M. speciosa* não apresentou adequabilidade climática para essa espécie em Minas Gerais. Em nossas buscas de registros e expedições em campo, esse resultado foi confirmado. Contudo, uma coleta citada por Camus (1913) (Mosen 4472) aponta para a ocorrência de *M. speciosa* para esse estado. Nesse sentido, existem três possibilidades: (i) a coleta de Mosen não seria de *M. speciosa* e, de fato, essa espécie não ocorre em Minas Gerais; (ii) *M. speciosa* ocorria em Minas Gerais, mas se tornou extinta localmente; (iii) as populações dessa espécie não foram encontradas por falta de esforço amostral. Nossos resultados de distribuição potencial indicam a não ocorrência de *M. speciosa* em Minas Gerais.

*M. neesii* e *M. speciosa* não diferiram significativamente quando consideramos atributos espaciais e ambientais como descritores na PCA e quando consideramos sua distribuição potencial, sugerindo semelhanças entre as condições ambientais em seus locais de ocorrência. Dessa forma, as preferências ambientais dessas espécies parecem não subsidiar diferenças entre os locais de ocorrência das mesmas.

Assim, nossos modelos de distribuição potencial das espécies de *Merostachys* corroboraram os seus registros de ocorrências reais e indicaram novas áreas de ocorrência potencial para as mesmas. Dessa forma, o conhecimento sobre a ocorrência potencial de espécies é útil para o planejamento de novas áreas de coleta (Pearson, 2007) pois, além de reduzir a demanda de tempo e os custos financeiros gastos na busca por essas áreas, levam a expedições mais eficientes (Pearson *et al.*, 2007).

Apesar da importância econômica, social e ecológica (Bystriakova *et al.*, 2003; BPG, 2012), dados sobre distribuição de bambus são ainda muito limitados. Nesse sentido, estudos sobre padrões de distribuição de espécies são importantes para o entendimento sobre a biodiversidade dos bambus e essencial para a criação de estratégias efetivas para a conservação desse grupo (Das *et al.*, 2008) como, por exemplo, a preservação de remanescentes de florestas úmidas. Além disso, o conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies e dos locais adequados para a ocorrência das mesmas tem se tornado cada vez mais útil na delimitação de novas espécies (Rissler & Apodaca, 2007; Raxworthy *et al.*, 2007; Ruiz-Sanchez & Sosa, 2010). Dessa forma, a modelagem de distribuição preditiva e o conhecimento sobre os locais de ocorrência das espécies de bambus poderão auxiliar estudos taxonômicos nesse grupo morfológicamente tão complexo.

## REFERÊNCIAS

- Allouche, O.; Tsoar, A. & Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, 43: 1223-1232.
- Areta, J. I. 2007. Finding a secretive bamboo specialist in Argentina's Atlantic Forest: The white bearded Antshrike *Biatas nigropectus*. **Neotropical Birding**, 2: 76-79.
- Bond, J.E. & Stockman, A.K. 2008. An integrative method for delimiting cohesion species: finding the population-species interface in a group of Californian trapdoor spiders with extreme genetic divergence and geographic structure. **Systematic Biology**, 57: 628-646.
- Borcard, D.; Legendre, P. & Drapeau, P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, 73:1045-1055.
- Borcard, D. & Legendre, P. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. **Ecological Modelling**, 153: 51-68.
- Borcard, D.; Legendre, P. & Gillet, F. 2011. **Numerical Ecology with R**. Springer, New York.
- BPG. 2012. An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). In: **Proceedings of the 9th World Bamboo Congress**, 10-12 April 2012. Antwerp, Belgium, p. 3-27.
- Bystriakova, N.; Kapos, V.; Lysenko, I. & Stapleton, C.M.A. 2003. Distribution and conservation status of forest bamboo biodiversity in the Asia-Pacific Region. **Biodiversity and Conservation**, 12: 1833-1841.
- Câmara, I.G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (eds). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. CABS and Island Press, Washington, pp. 31-42.
- Camus, E. G. 1913. **Les Bambusees - monographie, biologie, culture, principaux usages**. P. Lechevalier, Paris.
- Cestari, C. & Bernardi, C.J. 2011. Predation of the Buffy-fronted Seedeater *Sporophila frontalis* (Aves: Emberizidae) on *Merostachys neesii* (Poaceae: Bambusoideae) seeds during a masting event in the Atlantic forest. **Biota Neotropica**, 11:393-397.

- Clark, L.G.; Londoño, X. & Ruiz-Sanchez, E. 2015. Bamboo Taxonomy and Habitat. In: Liese, W. & Köhl, M (eds). *Bamboo: The Plant and its Uses*. Springer, Cham/ Heidelberg/ New York/ Dordrecht/ London, p. 31-41.
- Clark, L.G. & Ely, F.U. 2011. Géneros de bambúes leñosos (Poaceae: Bambusoideae: Arundinarieae, Bambuseae) de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 34: 79-103.
- Das, M.; Bhattacharya, S.; Singh, P.; Filgueiras, T.S. & Pal, A. 2008. Bamboo taxonomy and diversity in the era of molecular markers. *Advances in Botanical Researches*, 47: 225-268.
- De Marco-Júnior, P. 2007. Uso de modelos aditivos generalizados na estimativa da distribuição potencial de espécies. *Megadiversidade*, 3: 38-45.
- Diniz-Filho, J.A.F.; Bini, L.M. & Hawkins, B.A. 2003. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. *Global Ecology and Biogeography*, 12: 53-64.
- Esri. 2014. **ArcGIS: a complete integrated system**. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/>>. Acessado em novembro de 2014.
- Elith, J.; Graham, C.H.; Anderson, R.P.; Dudík, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.; Hijmans, R.J.; Huettmann, F.; Leathwick, J.R.; Lehmann, A.; Li, J.; Lohmann, L.G.; Loiselle, B.A.; Manion, G.; Moritz, C.; Nakamura, M.; Nakazawa, Y.; Overton, J.M.M.; Peterson, A.T.; Phillips, S.J.; Richardson, K.; Scachetti-Pereira, R.; Schapire, R.E.; Soberón, J.; Williams, S.; Wisz, M.S. & Zimmermann, N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129-151.
- Elith, J. & Leathwick, J.R. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 40: 677-97.
- Filgueiras, S.T. & Santos-Gonçalves, A.P. 2004. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (Poaceae). *The Journal of the American Bamboo Society*, 18: 7-18.
- Fortin, M.-J. & Dale, M.R.T. 2005. **Spatial analysis: a guide for ecologists**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Franklin, J. 2010. **Mapping Species Distributions: Spatial inference and prediction**. Cambridge, Cambridge University Press.
- Guerreiro, C. 2014. Flowering cycles of woody bamboos native to southern South America. *Journal of Plant Research*, 127: 307-313.

- Guilherme, F.A.G.; Oliveira-Filho, A.T.; Appolinário, V. & Bearzoti, E. 2004. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, 174: 19-36.
- Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 25: 1965-1978.
- IBGE. 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro.
- IBGE. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. Acessado em: Julho de 2014. Disponível em <www.ibge.gov.br>.
- Jaksic, F.M. & Lima, M. 2003. Myths and facts on ratadas: bamboo blooms, rainfall peaks and rodent outbreaks in South America. **Austral Ecology**, 28: 237-251.
- Janzen, D.H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 7: 347-391.
- Judziewicz, E.J. & Clark, L.G. 2007. Classification and Biogeography of New World Grasses: Anomochlooideae, Pharoideae, Ehrhartoideae, and Bambusoideae. **Aliso**, 23: 303-314.
- Judziewicz, E.J.; Clark, L.G.; Londonõ, X. & Stern, M. 1999. **American bamboos**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Kelchner, S.A. & BPG. 2013. Higher level phylogenetic relationships within the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) based on five plastid markers. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 67: 404-413.
- Legendre, P.; Oden, N.L.; Sokal, R.R.; Vaudor, A. & Kim, J. 1990. Approximate analysis of variance of spatially autocorrelated regional data. **Journal of Classification**. 7: 53-75.
- Liu, C.R.; Berry, P.M.; Dawson, T.P. & Pearson, R.G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. **Ecography**, 28: 385-393.
- Lizarazu, M.A.; Agrasar, Z.E.R. & Vega A.S. 2011. A new species of *Merostachys* (Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae) and synopsis of the genus in Argentina and neighboring regions. **Systematic Botany**, 36: 896-906.

- Manel, S.; Williams, H.C. & Ormerod, S.J. 2001. Evaluating presence–absence models in ecology: the need to account for prevalence. **Journal of Applied Ecology**, 38: 921-93.
- Martins, S.V.; Colleti-Júnior, R.; Rodrigues, R.R. & Gandolfi, S. 2004. Colonization of gaps produced by death of bamboo clumps in a semideciduous mesophytic forest in south eastern Brazil. **Plant Ecology**, 172: 121-131.
- McClure, F.A. 1973. Genera of bamboos native to the New World (Gramineae: Bambusoideae). In: Soderstrom, T.R (ed). **Smithsonian Contributions to Botany**. p.1-148.
- McCune, B. & Grace, J.B. 2002. **Analysis of Ecological Communities**. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Mccune, B.; Mefford, M. J. PC-ORD. 2011. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 6.25. Gleneden Beach: MjM Software.
- Mittermeier, R.A.; Robles, G.P.; Hoffmann, M.; Pilgrim, J.; Brooks, T.; Mittermeier, C.G.; Lamoreux, J. & Fonseca G.A.B. 2004. **Hotspots revisited**. CEMEX and Agrupación Sierra Madre.
- Oliveira-Filho, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L. & Carvalho, D.A. 1994. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. **Vegetatio**, 113: 99-124.
- Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. **American Museum of Natural History**. Disponível em: <<http://ncep.amnh.org>>. Acessado em 8 de Fevereiro de 2014.
- Pearson, R.G.; Raxworthy, C.J.; Nakamura, M. & Peterson, A.T. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, 34: 102-117.
- Phillips, S. J.; Anderson, R.P.; Robert, C. & Schapired, E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, 190: 231-259.
- Quantum Gis Development Team. 2012. **Quantum GIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.
- Rangel, T.F.; Diniz-Filho, J.A.F. & Bini, L.M. 2010 SAM: A comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. **Ecography**, 33: 1-5.

- Raxworthy, C.J.; Ingram, C.M. & Pearson, R.G. 2007. Species delimitation applications for ecological niche modeling: A review and empirical evaluation using *Phelsuma* day gecko groups from Madagascar. **Systematic Biology**, 56: 907-23.
- Reitz, R. 1981. **Flora Ilustrada Catarinense**. BURS. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142:1141-1153.
- Rissler, L.J. & Apodaca, J.J. 2007. Adding More Ecology into Species Delimitation: Ecological Niche Models and Phylogeography Help Define Cryptic Species in the Black Salamander (*Aneides flavipunctatus*). **Systematic Biology**, 56: 924-942.
- Ruiz-Sanchez, E. & Sosa, V. 2010. Delimiting species boundaries within the Neotropical bamboo *Otatea* (Poaceae: Bambusoideae) using molecular, morphological and ecological data. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 54: 344-356.
- Santos-Gonçalves, A.P.; Carvalho-Okano, R. M. & Filgueiras, T. S. 2012. A New species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae) from Southeastern Brazil. **Systematic Botany**, 37: 938-940.
- Santos-Gonçalves, A.P. 2000. Bambus (Bambusoideae s. l.: Poaceae) no Parque Estadual do Rio Doce-MG, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa.
- Schwarzbach, L.L.C. & Negrelle, R.R.B. 2007. *Merostachys multiramea* Hackel: Subsídios para potencializar seu uso e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 129-131.
- Sendulsky, T. 1992. *Merostachys burmanii* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae), a New Species from Brazil. **Novon**, 2: 111-113.
- Sendulsky, T. 1997. Twelve new species of *Merostachys* (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae) from Brazil. **Novon**, 7: 285-307.
- Sendulsky, T. 2001. *Merostachys* Spreng. (Poaceae. Bambusoideae. Bambuseae): a new species from Brazil and critical notes on “*group speciosa*”. **Kew Bulletin**, 56: 627-638.

- Shirasuna, R.T. & Filgueiras, T.S. 2013. Bambus nativos (Poaceae, Bambusoideae) no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, 40: 315-359.
- Shirasuna, R.T. ***Merostachys* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13316>>. Acessado em fevereiro de 2015.
- Soderstrom, T.R. & Ellis, R.P. 1987. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In: Soderstrom, T.R.; Hilu, K.W.; Campbell, C.S. & Barkworth, M.E. (eds). **Grass Systematics and Evolution**. Smithsonian Institution Press, Washington DC & London. p.225-238.
- Soderstrom, T.R. & Young, S.M. 1983. A guide to collecting bamboos. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 70: 128-136.
- Stockman, A.K. & Bond, J.E. 2007. Delimiting cohesion species: extreme population structuring and the role of ecological interchangeability. **Molecular Ecology**, 16: 3374-3392.
- Tyrrell, C.D.; Santos-Gonçalves, A.P.; Londoño, X.; Clark, L.G. 2012. Molecular phylogeny of the arthrostylidioid bamboos (Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae) and new genus *Didymogonyx*. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 65: 136-148.
- Wiens, J.J. 2007. Species Delimitation: New Approaches for Discovering Diversity. **Systematic Biology**, 56: 875-878.
- Zachos, F.E. & J.C. Habel. 2011. **Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas**. Springer-Verlag.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1:** Autovetores representando a contribuição de cada descritor para os eixos significativos da PCA.

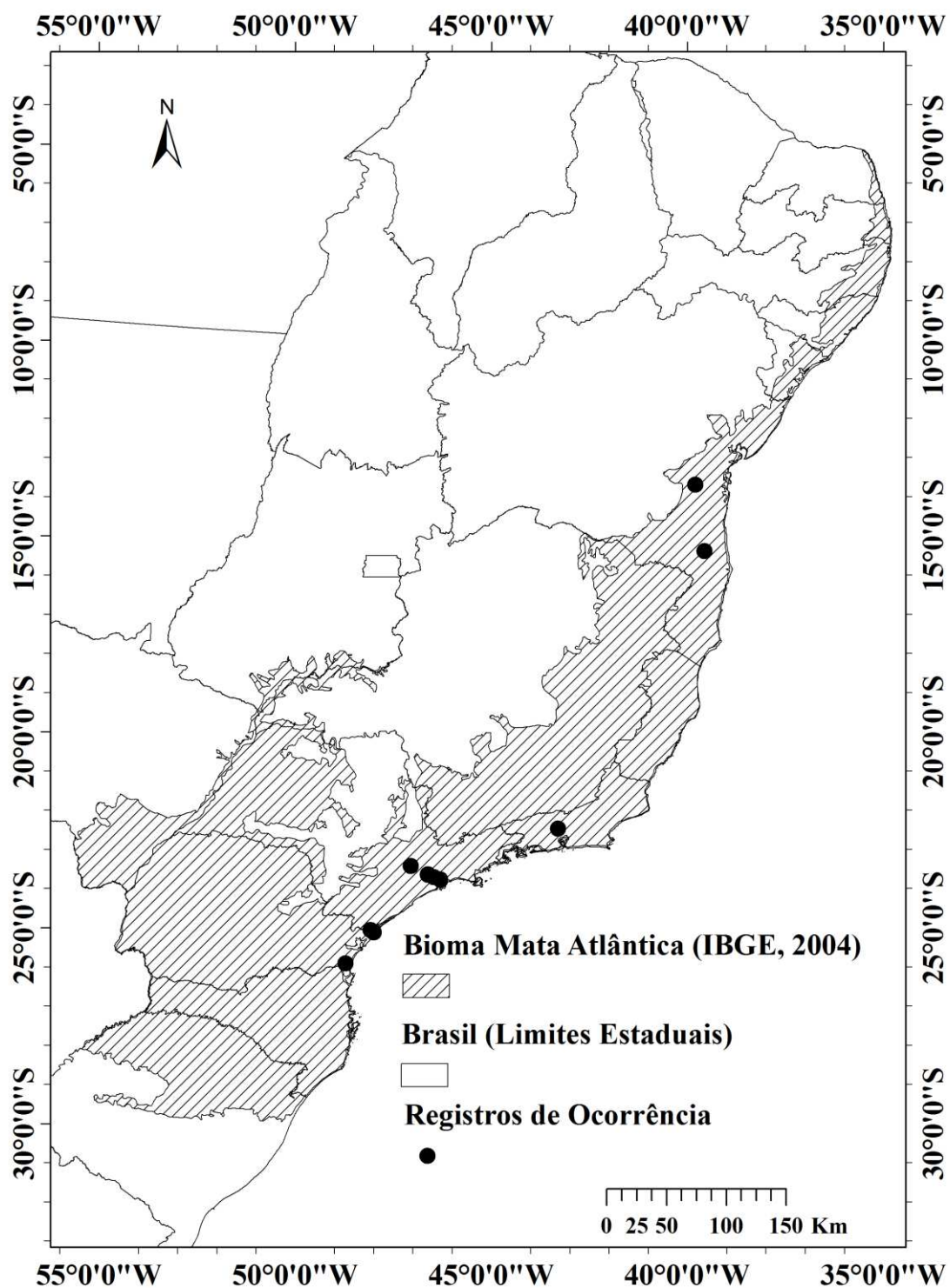
| <b>Descritores</b>                    | <b>Eixo 1</b> | <b>Eixo 2</b> |
|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Temperatura Média Anual               | 0,356         | -0,467        |
| Amplitude de Temperatura Média Diurna | -0,512        | -0,484        |
| Sazonalidade de Temperatura           | -0,474        | 0,324         |
| Precipitação Anual                    | -0,359        | 0,466         |
| Sazonalidade de Precipitação          | -0,506        | -0,473        |

**Tabela 2:** Comparação par a par (teste *a posteriori*) entre as médias dos escores do segundo eixo da PCA para espécies de *Merostachys* Spreng.. Valores-p significativos em negrito.

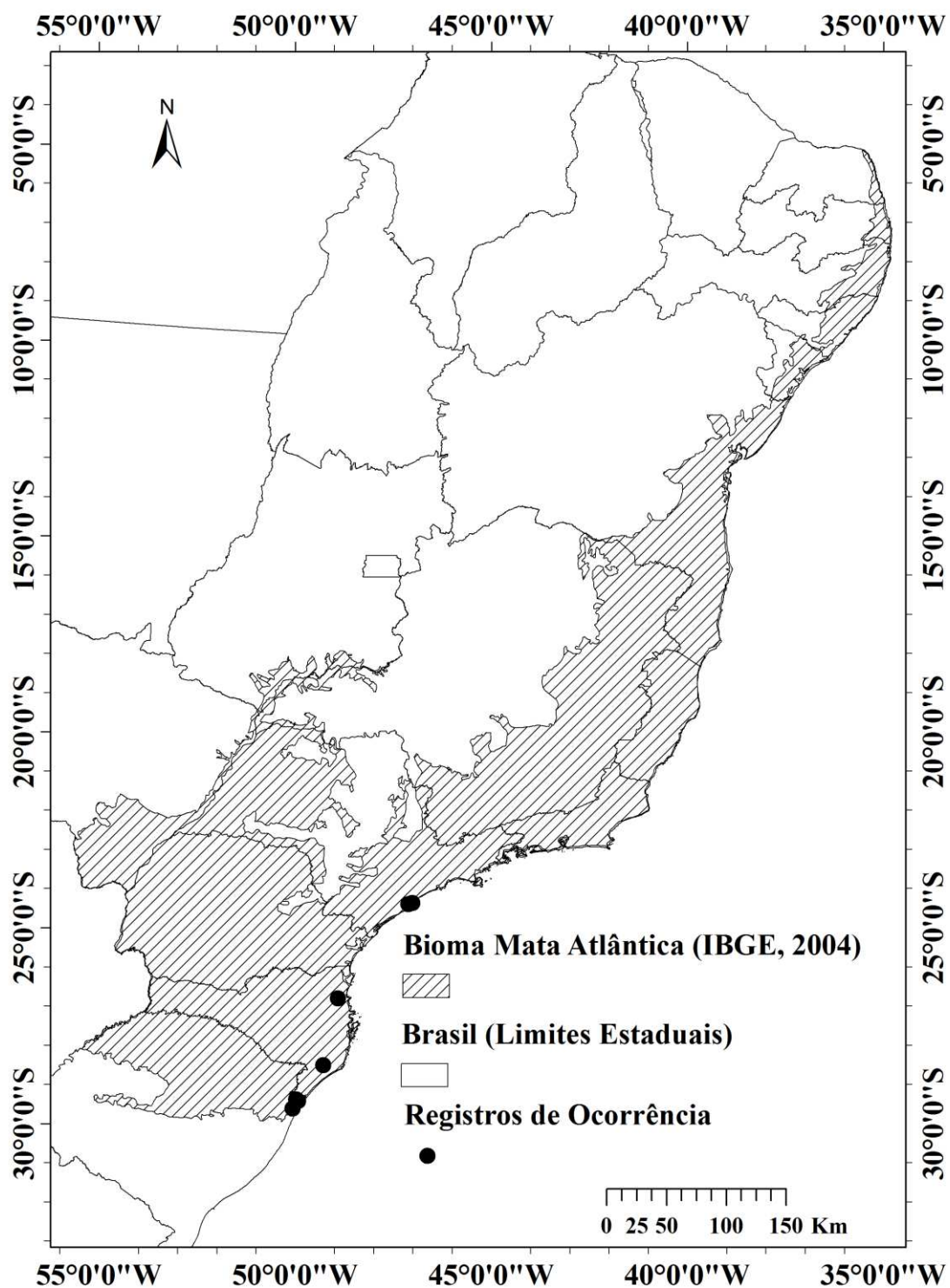
|                    | <i>M. speciosa</i> | <i>M. ternata</i> |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| <i>M. neesii</i>   | 0,2929             | 0,2717            |
| <i>M. speciosa</i> | -                  | <b>0,0142</b>     |

**Tabela 3:** Avaliação dos modelos das espécies de *Merostachys* Spreng. gerados através do algoritmo Maxent. Também são apresentados as métricas de avaliação (AUC e TSS) e o limiar de corte (LPT) utilizado na confecção dos mapas binários.

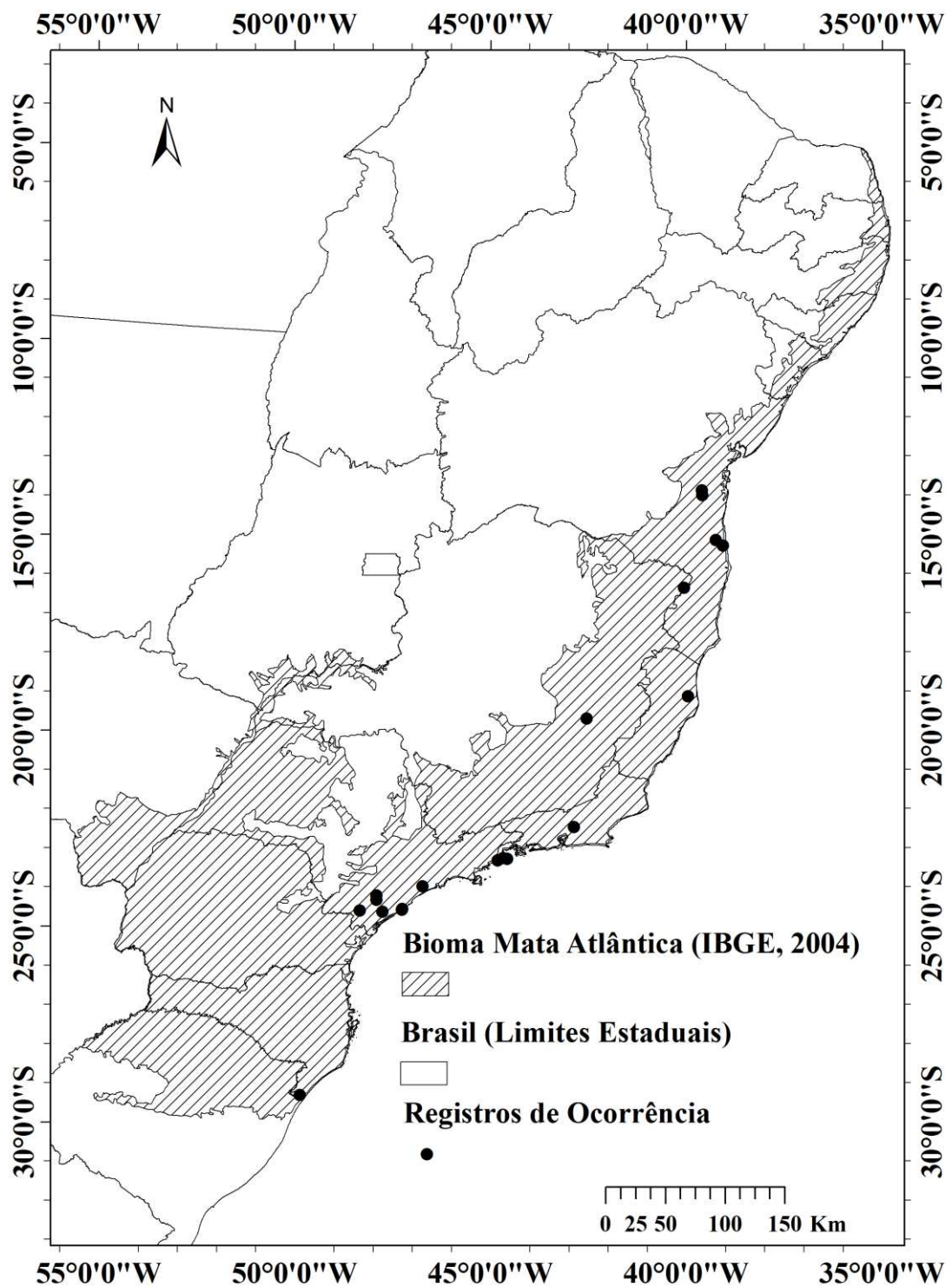
| Espécies           | AUC   | TSS – LPT |                 |
|--------------------|-------|-----------|-----------------|
|                    | Média | Média     | Limiar de Corte |
| <i>M. neesii</i>   | 0.940 | 0.832     | 0.335           |
| <i>M. speciosa</i> | 0.953 | 0.823     | 0.264           |
| <i>M. ternata</i>  | 0.924 | 0.344     | 0.041           |



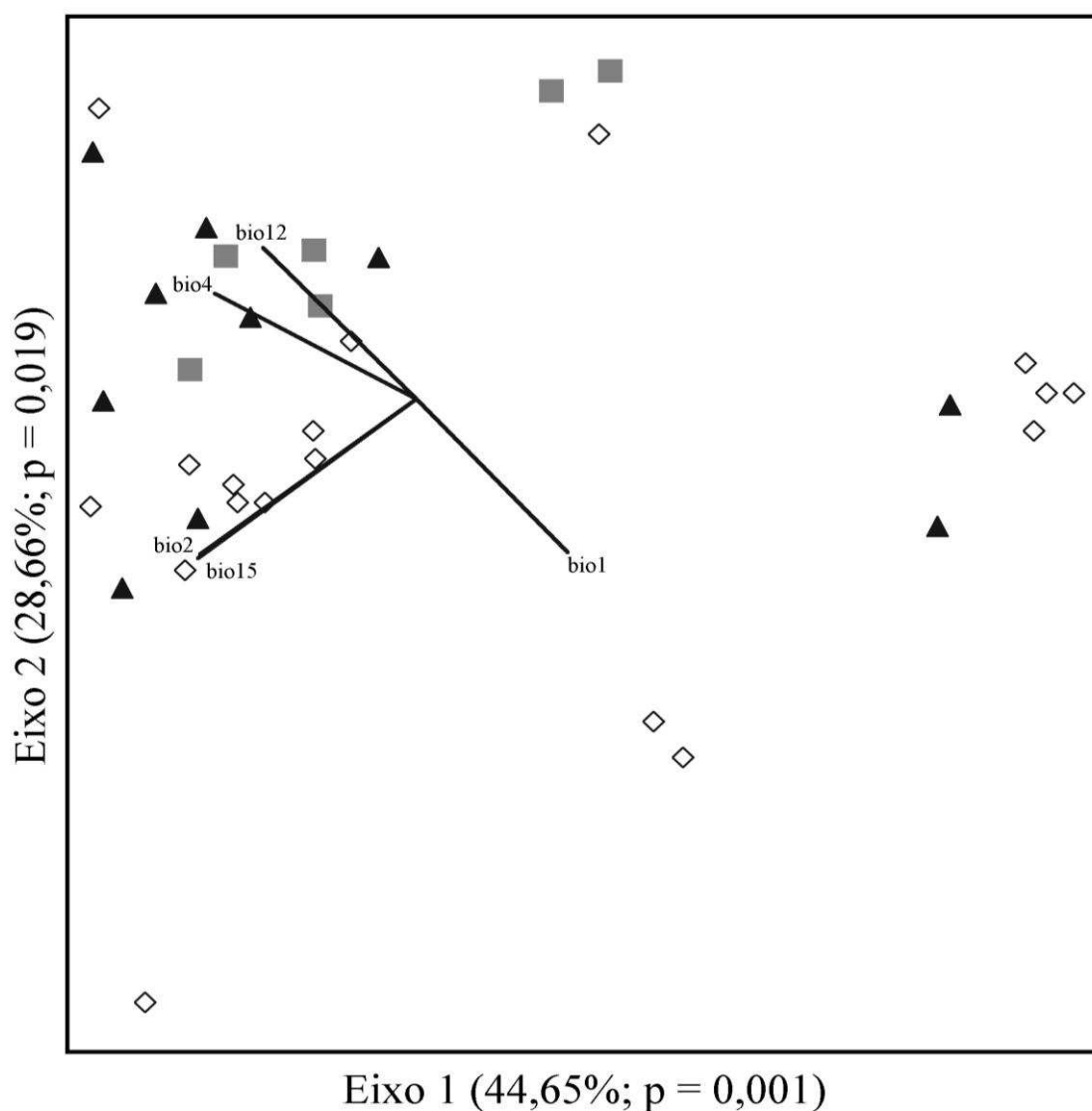
**Figura 1:** Distribuição real de *Merostachys neesii* Rupr. no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004), conforme a compilação realizada no presente estudo.



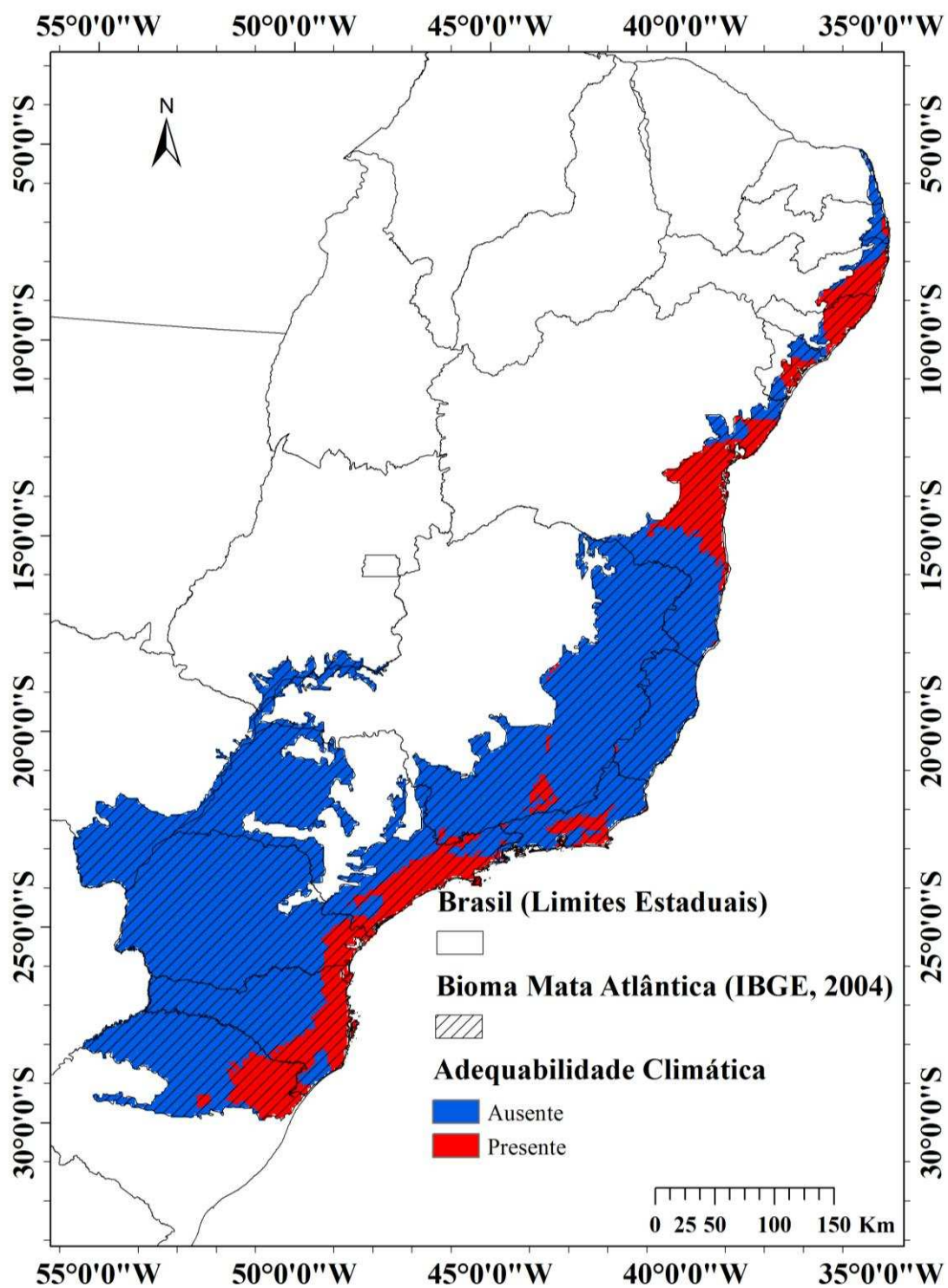
**Figura 2:** Distribuição real de *Merostachys speciosa* Spreng., no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004), conforme a compilação realizada no presente estudo.



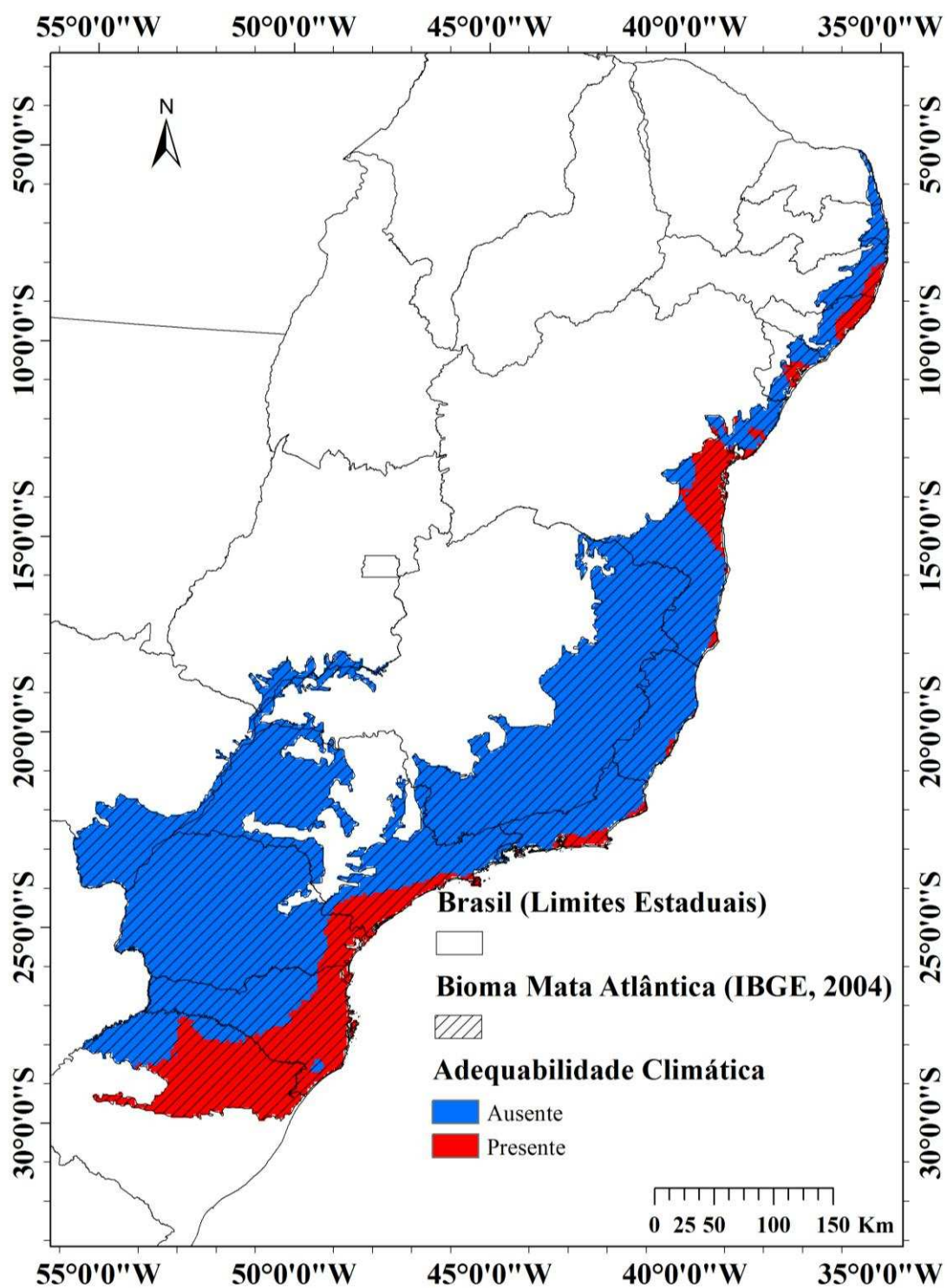
**Figura 3:** Distribuição real de *Merostachys ternata* Nees, no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004), conforme a compilação realizada no presente estudo.



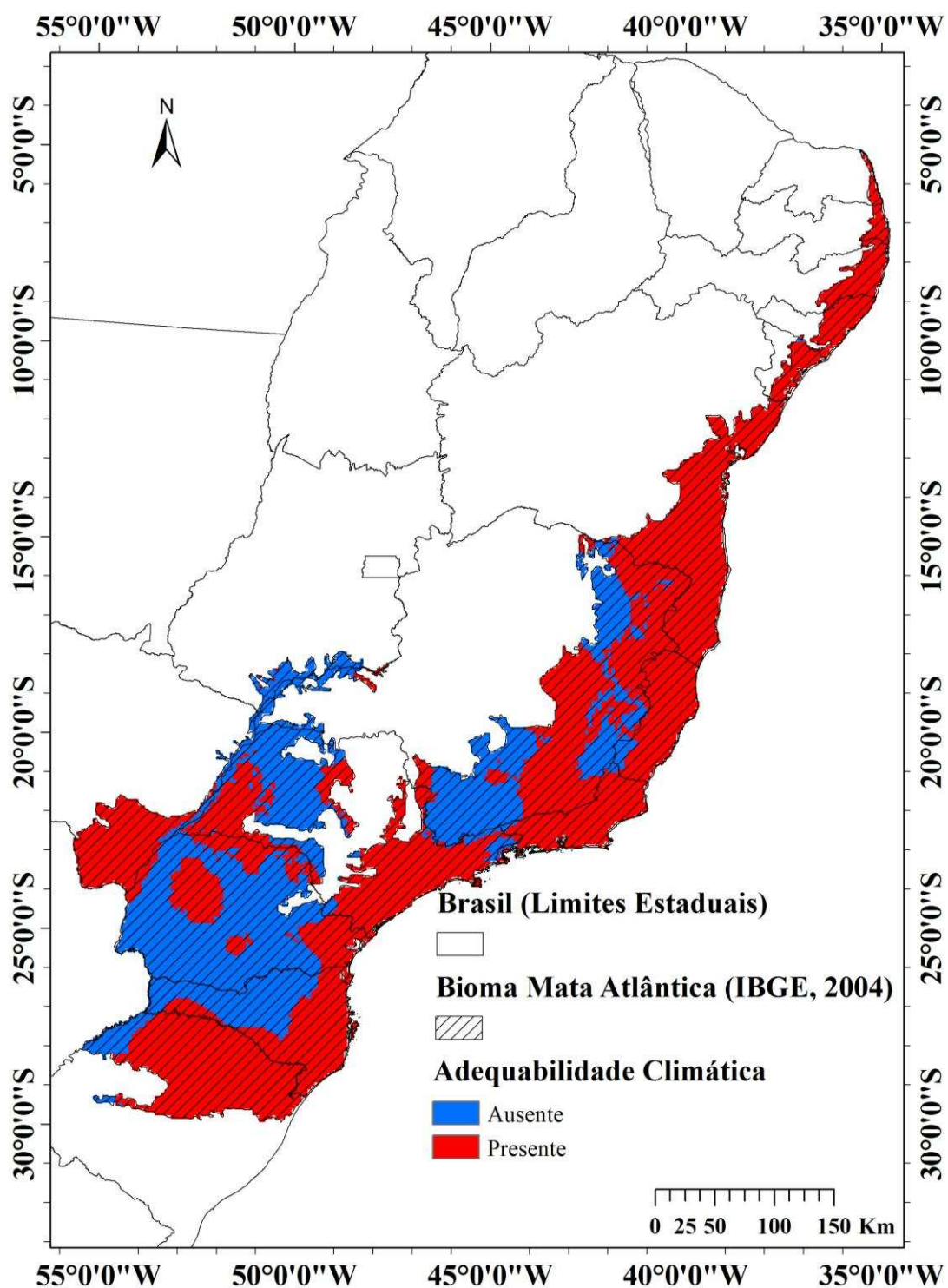
**Figura 4:** Ordenação das espécies de *Merostachys* de acordo com descritores ambientais. Espécies (objetos) — ▲: *M. neesii*; ■: *M. speciosa*; ◇ *M. ternata*. Variáveis ambientais (descritores) — bio1: temperatura média anual; bio2: amplitude de temperatura média diurna; bio4: sazonalidade de temperatura; bio12: precipitação média anual; bio15: sazonalidade de precipitação.



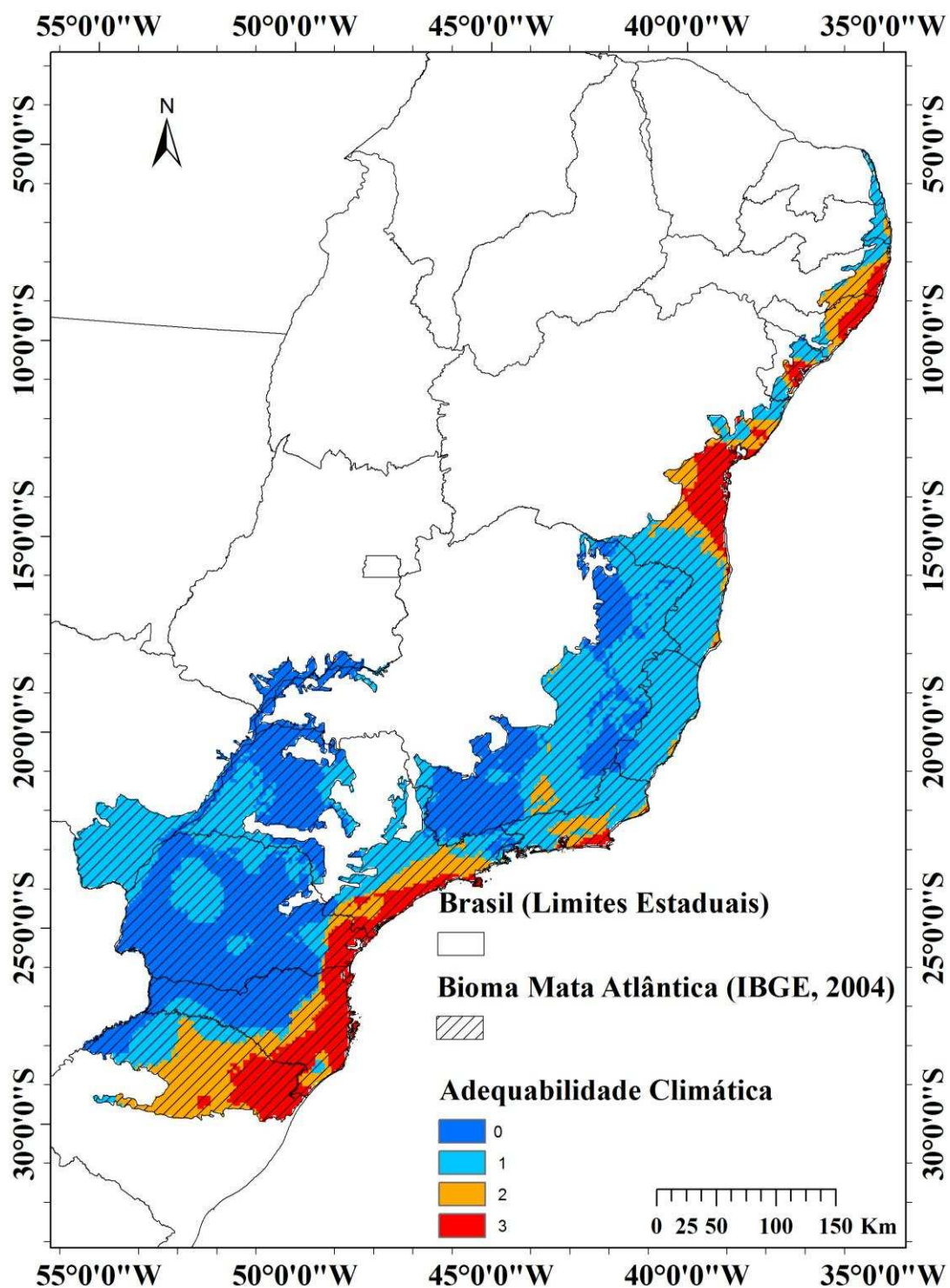
**Figura 5:** Áreas de distribuição potencial sob clima atual para *Merostachys neesii* Rupr. de acordo com o algoritmo Maxent no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004).



**Figura 6:** Áreas de distribuição potencial sob clima atual para *Merostachys speciosa* Spreng. de acordo com o algoritmo Maxent no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004).



**Figura 7:** Áreas de distribuição potencial sob clima atual para *Merostachys ternata* Nees de acordo com o algoritmo Maxent no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004).



**Figura 8:** Mapa de consenso de distribuição potencial sob clima atual para *Merostachys neesii* Rupr., *Merostachys speciosa* Spreng e *Merostachys ternata* Nees de acordo com o algoritmo Maxent no Bioma Mata Atlântica (*sensu* IBGE, 2004).

## APÊNDICE

**Apêndice 1:** 34 registros de ocorrência das espécies de *Merostachys* para o Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004) utilizados nas análises do presente trabalho. sc:sem coletor; sn: sem número.

| Espécie                             | Nome dos Coletores              | Nº de Coleta | Herbário incorporado | Nº de Registro     | Município            | Tipo de Vegetação |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Calderón, C.E. et al.           | 2376         | INPA                 | 105139             | Jaguaquara/BA        | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Forero, E.                      | 8601B        | SP                   | 374192             | Cananéia/SP          | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Kummrow, R.                     | 1372         | US                   | 2953858            | Guaratuba/PR         | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Lopes, M.M.M. et al.            | 412          | SP                   | 384767             | Camacan/BA           | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Shirasuna, R.T. et al.          | 2230         | SP                   | 412184             | Santo André/SP       | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Shirasuna, R.T.                 | 2881         | SP                   | 420492             | São Paulo/SP         | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Shirasuna, R.T.                 | 2926         | SP                   | 429650             | São Paulo/SP         | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | s/c                             | sn           | SP                   | 373354             | Araçariguama/SP      | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Shirasuna, R.T. et al.          | 1775         | SP                   | 406458             | São Paulo/SP         | FOD               |
| <i>Merostachys neesii</i> Rupr.     | Zuloaga, F.O. et al.            | 2394         | RB                   | 270970             | Petrópolis/RJ        | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Felitto, G; Petean, M.          | 178          | FURB                 | 40908              | Urussanga/ SC        | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Padgurschi, M.C.G.              | 1853         | UEC                  | 179696             | Peruíbe/SP           | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Reitz, R.                       | 7911         | CRI                  | 2480               | Ilhota/SC            | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Tyeno                           | sn           | ESA/HUEFS/FUEL       | 10642/162573/47442 | Iguape/SP            | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Verdi, M.                       | 6050         | FURB                 | 37498              | Morrinhos do Sul/ RS | FOD/FOM           |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Waechter                        | 1427         | ICN                  | 46530              | Terra de Areia, RS   | FOD               |
| <i>Merostachys speciosa</i> Spreng. | Zanette, V.C.                   | 374          | ICN                  | 46452              | Três Cachoeiras/ RS  | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Borges, R.                      | 59           | RB                   | 440579             | Paraty/RJ            | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Calderón, C.E. & Pinheiro, R.S. | 2260         | MO                   | 1298773/1298774    | Ibiritia/BA          | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Calderón, C.E. et al.           | 2406         | INPA                 | 105165             | Una/BA               | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Calderón, C.E. et al.           | 2358         | MOBOT-BR             | 2955894            | Ubirataia/BA         | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Clark, L. & Oliveira, W.        | 1023         | SP                   | 367215             | Sete Barras/SP       | FOD               |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees     | Clark, L. & Windisch, P.        | 723          | SP/RB                | 238244/411575      | Sete Barras/SP       | FOD               |

| <b>Espécie</b>                  | <b>Nome dos Coletores</b>     | <b>Nº de Coleta</b> | <b>Herbário incorporado</b> | <b>Nº de Registro</b>  | <b>Município</b>           | <b>Tipo de Vegetação</b> |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Klink, C.A.                   | 17753               | UEC                         | 45314                  | Iguape/SP                  | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Penedo, A. et al.             | 13                  | RB                          | 299769                 | Paraty/RJ                  | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Santos, A.G.                  | 360                 | UEC                         | 171805                 | Embu-<br>Guaçu/Mongaguá/SP | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Santos, A.G. & Matsemoto, K.  | 400                 | VIC                         | sn                     | Ubatuba/SP                 | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Santos-Gonçalves, A.P. et al. | 119                 | VIC                         | 25334                  | Marliéria/MG               | FES                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Schmidt, R.                   | 1500                | ICN                         | 153600                 | Torres/RS                  | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Silva, R.V. et al.            | 30                  | VIC                         | sn                     | Sta Maria do Salto/MG      | FES/FOD                  |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Soderstrom, T.S. et al.       | 2230                | SP/NY/P                     | 249462/651131/02663046 | Una/BA                     | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Souza, V.C. et al.            | 9169                | ESA/ICN                     | 24816/132988           | Eldorado/SP                | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Suemitsu, C.                  | 14                  | ESA                         | 12995                  | Iguape/SP                  | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Sylvestres, L.                | 770                 | RB                          | 429374                 | Magé/RJ                    | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Sztutman, M.                  | 2                   | ESA                         | 73249                  | Pariquera-Açu/SP           | FOD                      |
| <i>Merostachys ternata</i> Nees | Viana, P.L.                   | 2615                | CVRD                        | 12660                  | Linhares/ES                | FOD                      |

## CONCLUSÕES GERAIS

- As espécies de *Merostachys* tenderão a sofrer redução em sua área de ocorrência com as mudanças climáticas na Brasil Central, Amazônia, América Central e sul do México.
- Demonstramos a consistência da separação de algumas espécies de *Merostachys*, usando clima e espaço como descritores, e fornecemos mais evidências sobre a não ocorrência de *M. speciosa* em Minas Gerais.
- Por fim, apontamos áreas nas quais as espécies poderão ser amostradas a fim de ampliar o conhecimento sobre esse importante gênero de bambus lenhosos neotropicais.