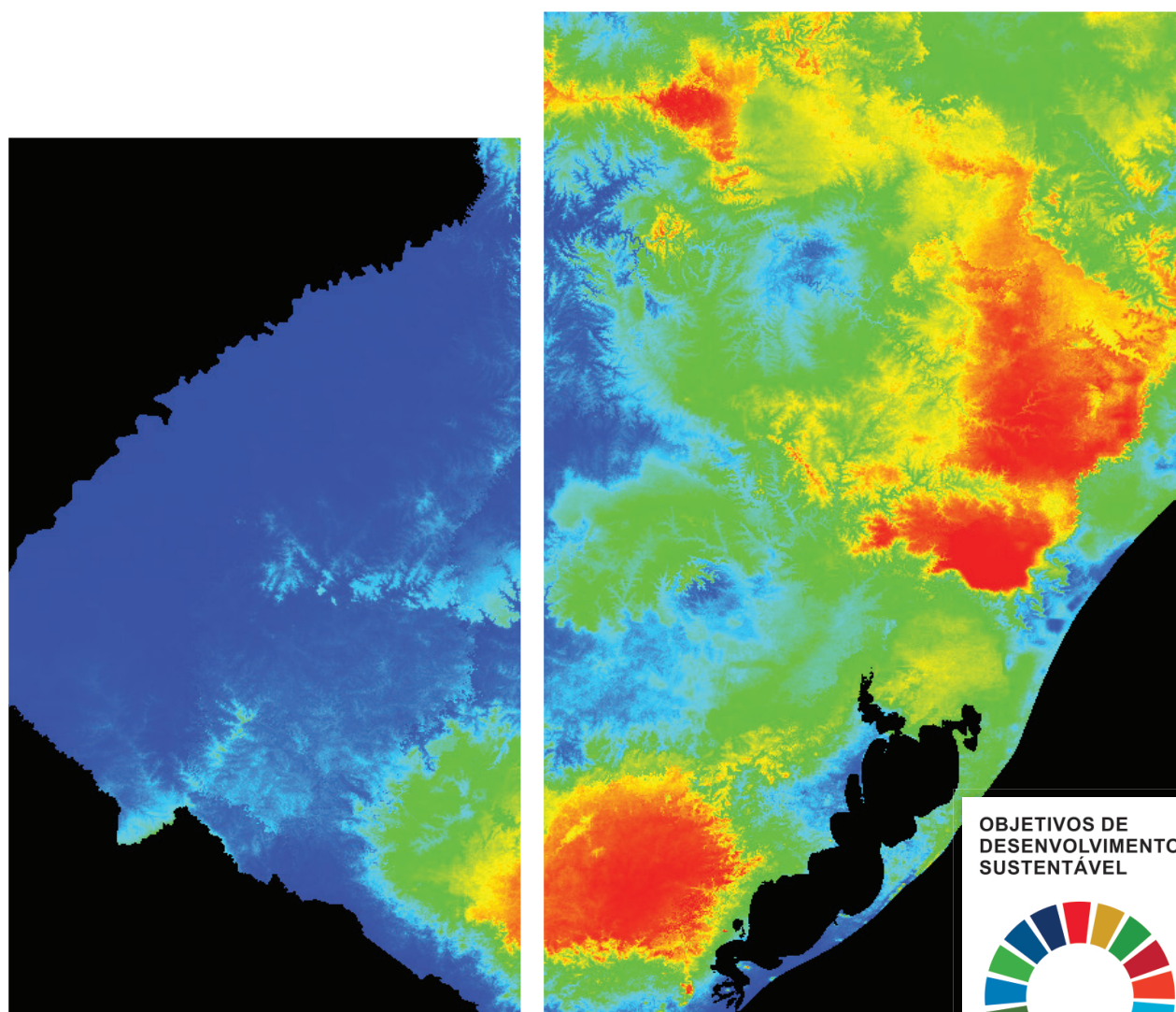


Distribuição Potencial de Espinheira-
santa (*Monteverdia ilicifolia* e *M. aquifolia*)
e sua Relação com os Bancos Ativos
de Germoplasma da Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
328**

**Distribuição Potencial de Espinheira-
santa (*Monteverdia ilicifolia* e *M. aquifolia*)
e sua Relação com os Bancos Ativos
de Germoplasma da Embrapa**

*Ernestino de Souza Gomes Guarino
Artur Ramos Molina
Rosa Lia Barbieri*

**Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2019**

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Luis Antônio Suíta de Castro

Vice-Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto da capa
Ernestino Guarino

1ª edição
Obra digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

G915d Guarino, Ernestino de Souza Gomes
Distribuição potencial de espinheira-santa (*Monteverdia
ilicifolia* e *M. aquifolia*) e sua relação com os bancos ativos
de germoplasma da Embrapa / Ernestino de Souza Gomes
Guarino, Artur Ramos Molina, Rosa Lia Barbieri. - Pelotas:
Embrapa Clima Temperado, 2018.
15 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 328)

1. Planta medicinal. 2. Espinheira santa. 3. Recurso
genético. 4. Distribuição geográfica. I. Molina,
Artur Ramos. II. Barbieri, Rosa Lia. III. Título. IV. Série.

CDD 633.88

Sumário

Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	9
Conclusões.....	10
Referências	14

Distribuição Potencial de Espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia* e *M. aquifolia*) e sua Relação com os Bancos Ativos de Germoplasma da Embrapa

Ernestino de Souza Gomes Guarino¹

Artur Ramos Molina²

Rosa Lia Barbieri³

Resumo - Os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar a distribuição potencial das duas espécies de espinheira-santa no Sul do Brasil (*M. ilicifolia* e *M. aquifolia*); ii) mapear áreas prioritárias para realizar novas coletas de germoplasma para o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de espinheira-santa da Embrapa Clima Temperado. A distribuição potencial das duas espécies foi modelada com base em dados de ocorrência e clima utilizando-se o *software* Maxent 3.4.1 para todas as unidades da federação que compõem a região Sul do Brasil. Os mapas de ocorrência potencial das espécies foram sobrepostos, permitindo a avaliação de áreas de coocorrência, sendo que, posteriormente, os pontos de coleta dos acessos disponíveis no Portal Alelo (<http://alelo.cenargen.embrapa.br/>) foram plotados sobre o mapa de ocorrência potencial das espécies para avaliação de locais com deficiência de acessos nos BAGs da Embrapa. Os modelos gerados para ambas as espécies podem ser classificados como de capacidade mediana de discriminação entre presenças e ausências (média \pm desvio-padrão – AUC_{*Monteverdia ilicifolia*}: $0,775 \pm 0,187$ e AUC_{*Monteverdia aquifolia*}: $0,761 \pm 0,172$), com área estimada de ocorrência para *M. ilicifolia* de 162.190 km² (± 39.797 km²) e para *M. aquifolia* de 195.872 km² (± 21.917 km²). A sobreposição dos mapas de distribuição de *M. ilicifolia* e *M. aquifolia* permitiu visualizar áreas de coocorrência das espécies, onde não existem acessos nos BAGs de espinheira-santa coordenados pela Embrapa, tornando-se áreas prioritárias para expedições de coleta de germoplasma para enriquecimento desses BAGs.

Termos para indexação: modelos de distribuição de espécies, análise de clareiras, conservação *ex situ*.

¹ Engenheiro florestal, doutor em Botânica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Biólogo, bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (DTI-A) do CNPq

³ Bióloga, doutora em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Modeling Potential Distribution of Espinheira-santa (*Monteverdia ilicifolia* and *M. aquifolia*) and its Relationship with Embrapa's Active Germplasm Banks

Abstract - The objectives of this study were: i) to evaluate the potential distribution of the two species of Espinheira-santa Active Germplasm Bank (BAG) in Southern Brazil (*M. ilicifolia* and *M. aquifolia*); and ii) to map priority areas to perform new germplasm collections for the espinheira-santa BAG in Embrapa Temperate Agriculture. The potential distribution of *M. ilicifolia* and *M. aquifolia* were modeled based on occurrence and climate data using Maxent 3.4.1 software for all Federation Units that make up the Southern region of Brazil. The potential occurrence maps of the species were superimposed, allowing the evaluation of areas of co-occurrence. Later the collection points of the accesses available at <http://alelo.cenargen.embrapa.br> were plotted on the potential occurrence map of the species to assess sites with with germplasm collection deficiency. The models generated for both species can be classified as median ability to discriminate between presence and absence (mean \pm standard deviation – AUC_{*Monteverdia ilicifolia*}: 0.775 ± 0.187 e AUC_{*Monteverdia aquifolia*}: 0.761 ± 0.172) with estimated area of occurrence for *M. ilicifolia* of 162.190 km² (± 39.797 km²) and for *M. aquifolia* of 195.872 km² (± 21.917 km²). The overlap of the distribution maps of *M. ilicifolia* and *M. aquifolia* allowed us to visualize areas of species co-occurrence, where there are no accesses in the espinheira-santa BAGs coordinated by Embrapa, becoming priority areas for germplasm collection expeditions to enrich these BAGs.

Index terms: species distribution models, gap analysis, *ex situ* conservation.

Introdução

O gênero *Monteverdia* (Celastraceae) é amplamente distribuído nos neotrópicos e compreende, aproximadamente, 120 espécies (Biral et al., 2017). No Brasil, ocorre naturalmente em todas os biomas, sendo que 35 das 46 espécies nativas são endêmicas do País (Flora do Brasil 2020 em construção, 2019). Recentemente, as espécies *Maytenus aquifolia* Mart. e *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek., conhecidas popularmente como espinheira-santa ou cancorosa, foram renomeadas para *Monteverdia aquifolia* (Mart.) Biral e *Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex Reissek) Biral. As principais características que separam os gêneros são a textura do pericarpo dos seus frutos e a cor do arilo. Enquanto o pericarpo dos frutos das espécies do gênero *Maytenus* são membranáceos e se abrem em duas ou até três válvulas reflexas, expondo sementes cobertas parcial ou totalmente por arilo vermelho ou amarelo, o pericarpo dos frutos de *Monteverdia* são coriáceos e se abrem em duas válvulas reflexas ou, raramente, verticais, expondo sementes cobertas totalmente por um arilo branco (Biral et al., 2017).

A espinheira-santa ou cancorosa é um fitoterápico reconhecido oficialmente pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), sendo tradicionalmente utilizado para o tratamento de doenças gastrointestinais, principalmente dispepsias, gastrite e úlcera gastroduodenal (Brasil, 2014). Devido a sua importância socioeconômica e seu potencial medicinal amplamente reconhecido, a Embrapa conserva acessos de espinheira-santa em dois bancos ativos de germoplasma, um no Rio Grande do Sul e outro no Paraná. A Embrapa Clima Temperado, em parceria com o Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul – Câmpus Visconde da Graça), mantém em Pelotas (RS), desde 2002, o Banco Ativo de Germoplasma de Espinheira-santa, com 137 acessos originários de diferentes regiões do Rio Grande do Sul (Perleberg et al., 2017). Desses, 8 acessos são de *M. aquifolia* e 128 de *M. ilicifolia*. A Embrapa Florestas conserva 44 acessos de espinheira-santa no BAG de Folhosas, em Colombo (PR), sendo exclusivo para acessos de *M. ilicifolia* (Alelo Vegetal, 2019).

A destruição de habitats naturais, devido à expansão de áreas urbanas e áreas agrícolas, e o aumento da área de ocorrência de espécies exóticas invasoras são ameaças prementes para a conservação de recursos genéticos vegetais (Ramírez-Villegas et al., 2010). Diferente do panorama brasileiro, as florestas naturais no Rio Grande do Sul tiveram aumento de área de aproximadamente 6% entre 1985 e 2018; já as formações naturais não florestais (matorrais, campos nativos, banhados, etc.) tiveram redução de área de aproximadamente 22% nesse mesmo período (MapBiomas, 2019). Esses dados reforçam a necessidade da manutenção e ampliação das coleções *ex situ* de plantas nativas de interesse econômico (caso da espinheira-santa) e de plantas cultivadas com importância para a alimentação e agricultura. Nesse contexto, a ampliação das coleções *ex situ* a partir de coletas de novos acessos é um esforço caro, que exige muito tempo, sendo fundamental a aplicação de uma abordagem de planejamento estratégico, capaz de priorizar locais de coleta de novos acessos (Ramírez-Villegas et al., 2010).

Em decorrência de recentes avanços tecnológicos, tanto na estatística espacial, quanto nos processos de generalização de dados, com a disseminação do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), modelos estatísticos que correlacionam a ocorrência de espécies com a distribuição espacial de diferentes características ambientais se tornaram ferramentas fundamentais para o manejo de ecossistemas (Guisan; Zimmermann, 2000). Tais modelos descrevem a relação empírica entre a ocorrência ou abundância de uma espécie, observadas em determinado período de tempo, e variáveis ambientais (Guisan; Zimmermann, 2000; Elith; Leathwick, 2009). Com o aprimoramento de técnicas já consagradas ou com o desenvolvimento de novas técnicas de modelagem (Franklin, 2010), aliados à maior disponibilidade de dados oriundos de coleções de história natural (Graham et al., 2008) e de variáveis ambientais em formato digital – decorrentes de sensoriamento remoto e modelos digitais de elevação – integrados em SIGs (Elith; Leathwick, 2009), a utilização de modelos para a interpretação da distribuição de espécies tem aumentado consideravelmente (Guisan; Zimmermann, 2000; Elith; Leathwick, 2009), tornando-se ferramenta importante para a conservação e manejo adequados dos ecossistemas.

É consenso que os diferentes métodos de modelagem disponíveis apresentam melhor performance quando dispõem de número grande de dados de ocorrência e ausência (Wisz et al., 2008), sem viés de coleta e com a menor quantidade possível de erros (Graham et al., 2008). A fonte mais acessível e verificável de da-

dos de ocorrência são os herbários e museus de história natural, cujos espécimes apresentam etiquetas com identificação da amostra e dados de ocorrência da coleta (Peterson, 2011). Além da possibilidade de acesso às diferentes coleções disponíveis, há fontes de dados on-line, permitindo o acesso remoto a bancos de dados que agregam e disponibilizam as informações de diversas coleções ao redor do globo, como o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (GBIF, 2019). Tais dados normalmente necessitam ser trabalhados para remoção de observações incorretas e de registros duplicados, assim como para obtenção de informações faltantes (Hijmans; Elith, 2017). Os dados de ocorrência utilizados para modelagem de distribuição devem indicar áreas com ambiente favorável à manutenção de populações viáveis das diferentes espécies (Araújo; Guisan, 2006). Os dados de ausência, sempre que possível, devem indicar áreas acessíveis aos propágulos das espécies, porém com restrições ambientais que impeçam a manutenção de populações das mesmas. Porém, de modo geral, são consideradas ausências todas as áreas onde não há registro conhecido da espécie (Peterson, 2011).

Assim, os objetivos deste trabalho foram: i) avaliar a distribuição potencial das duas espécies de espinheira-santa no Sul do Brasil (*M. aquifolia* e *M. ilicifolia*); e ii) mapear áreas prioritárias para realizar novas coletas de germoplasma para o BAG de espinheira-santa da Embrapa Clima Temperado.

Material e Métodos

Área de abrangência: a Embrapa Clima Temperado é uma unidade descentralizada da Embrapa, com atuação em toda a região de clima temperado brasileira (abaixo do Trópico de Capricórnio, 23°26'14"S). Assim, optou-se por utilizar como área de abrangência todas as unidades da federação que compõem a região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), cobrindo mais de 570 mil km².

Dados de ocorrência de *Monteverdia aquifolia* e *M. ilicifolia*: os pontos de ocorrência de *M. aquifolia* e *M. ilicifolia* foram obtidos a partir de dados de coleções científicas disponíveis na base de dados de biodiversidade GBIF (GBIF.org, 2019a, 2019b). Para ambas as espécies, os dados foram filtrados para a região de estudo e revisados. Ao todo foram revisadas 783 ocorrências para *M. aquifolia* e 1.627 pontos de ocorrência para *M. ilicifolia*, resultando em apenas 180 e 269 pontos, respectivamente.

Variáveis ambientais: foram retiradas da base de dados Worldclim (Fick; Hijmans, 2017), que dispõe de 19 variáveis bioclimáticas (Tabela 1) com resolução espacial de 1 km². Igualmente a Ramírez-Villegas et al. (2010), optou-se por não fazer uma seleção prévia das variáveis climáticas.

Modelagem de distribuição potencial: foi utilizado, para geração do modelo de distribuição potencial, o *software* Maxent 3.4.1 (Phillips et al., 2017), por utilizar apenas dados de presença. O algoritmo é capaz de estimar a probabilidade de ocorrência de uma espécie com base na máxima entropia, ou seja, uma distribuição mais próxima de uniforme, apresentando resultados robustos quando aplicados a espécies com poucos pontos de ocorrência (Phillips et al., 2006; Wisz et al., 2008). O tipo de modelo selecionado foi o *Cloglog*, por ser o mais apropriado para estimar a probabilidade de presença, sendo utilizado pelo Maxent como padrão (Phillips et al., 2017). O poder preditivo dos modelos foi avaliado pela técnica de validação cruzada, comumente utilizada. Essa técnica divide os dados de presença em dados de treinamento (usados para ajustar o modelo, para ambas as espécies foram utilizados 30% dos dados de ocorrência) e dados de teste (usados para avaliar as previsões do modelo) (Hijmans, 2012), realizando um total de 100 réplicas. Foram utilizados 10 mil pontos de pseudo-ausência, devido ao tamanho da área de estudo. As demais configurações do Maxent permaneceram nos valores padrão.

Tabela 1. Variáveis bioclimáticas utilizadas para modelar a distribuição potencial de *Monteverdia aquifolia* e *M. ilicifolia*.

Variáveis bioclimáticas
TMA = Temperatura média anual
VDT = Variação diurna média de temperatura
I = Isotermalidade (VDT/VAT)
ST = Sazonalidade de temperatura
TMMQ = Temperatura máxima do mês mais quente
TMMF = Temperatura máxima do mês mais frio
VAT = Variação anual de temperatura (TMMQ – TMMF)
TMTU = Temperatura média do trimestre mais úmido
TMTS = Temperatura média do trimestre mais seco
TMTQ = Temperatura média do trimestre mais quente
TMTF = Temperatura média do trimestre mais frio
PA = Precipitação anual
PMU = Precipitação do mês mais úmido
PMS = Precipitação do mês mais seco
SP = Sazonalidade de precipitação (coeficiente de variação)
PTMU = Precipitação do trimestre mais úmido
PTMS = Precipitação do trimestre mais seco
PTMQ = Precipitação do trimestre mais quente
PTMF = Precipitação do trimestre mais frio

A capacidade de discriminação dos modelos foi avaliada calculando-se a média (± 1 desvio padrão) da área sob a curva característica de operação do receptor (*area under receiver operating characteristic curve* – AUC/ROC). A AUC avalia a capacidade de discriminação entre presenças/ausências dos modelos ajustados, sendo em tese independente de *threshold* (Fielding; Bell, 1997). Seus valores variam entre 0-1, sendo que 0,5 indica que a capacidade de discriminação do modelo não difere de uma predição ao acaso, e valores superiores a 0,5 indicam capacidade de discriminação do modelo superior a uma predição ao acaso (Fielding; Bell, 1997; Franklin, 2010).

A área de ocorrência potencial da espécie foi estimada transformando-se os dados de probabilidade de ocorrência da espécie em cada píxel (0-100%) em dados binários (0/1). Para isso, optamos por usar o método baseado na maximização da soma de sensibilidade e especificidade (Liu et al., 2013). A sensibilidade é a proporção de presenças em reais preditas (Franklin, 2010) e a especificidade é proporção de ausências reais corretamente preditas (Franklin, 2010). Os mapas de ocorrência potencial das espécies foram sobrepostos, permitindo a avaliação de áreas de coocorrência de *M. ilicifolia* e *M. aquifolia*. Posteriormente, os pontos de coleta dos acessos disponíveis no Portal Alelo (<http://alelo.cenargen.embrapa.br/>) foram plotados sobre o mapa de ocorrência potencial das espécies, para avaliação de locais com deficiência de acessos nos BAGs da Embrapa.

Resultados e Discussão

De acordo com Swets (1988), os modelos com valores de AUC entre 0,7 e 0,8 têm razoável capacidade de discriminação entre presenças e ausências. Dessa forma, os modelos gerados para ambas as espécies podem ser classificados como de capacidade mediana de discriminação entre presenças e ausências (média \pm desvio padrão – AUC_{*Monteverdia aquifolia*}: 0,761 \pm 0,172 e AUC_{*Monteverdia ilicifolia*}: 0,775 \pm 0,187). A AUC é uma métrica sintética extensivamente usada como indicador de precisão do modelo de ocorrência pois, diferentemente de outros índices de discriminação comumente usados [teste de concordância de Kappa ou coeficiente de concordância de Kappa; Cohen (1960)], que selecionam subjetivamente o limiar de probabilidade a partir do qual se assume a ocorrência prevista ou a ausência de um organismo, mede a capacidade de um modelo de

discriminar a presença ou ausência de uma maneira não subjetiva (medida independente do limiar (*threshold*) (Fielding; Bell, 1997).

Uma das principais críticas à AUC é a forte relação dessa métrica com a área de distribuição da espécie (Phillips et al., 2006; Jiménez-Valverde, 2012), sendo seu valor máximo, nos casos onde se utilizam dados hipotéticos de ausência (*background data*), inversamente relacionados à área de distribuição da espécie e sempre menores que 1 (Jiménez-Valverde, 2012). Assim, valores medianos de capacidade de discriminação entre presenças e ausências, para modelos construídos com base apenas em dados de ocorrência, não necessariamente indicam modelos com baixa qualidade.

A área estimada de ocorrência de *M. aquifolia* é de 195.872 km² (DP = ± 21.917 km²; Figura 1) e de *M. ilicifolia* é de 162.190 km² (DP = ± 39.797 km²; Figura 2). As variáveis que mais contribuem para a delimitação da área de ocorrência das espécies são sazonalidade de precipitação (52,6%), sazonalidade de temperatura (20,2%) e temperatura média do trimestre mais seco (10,7%), para *M. aquifolia*; e temperatura máxima no mês mais quente (48,5%), temperatura média do trimestre mais úmido (8,8%) e precipitação no trimestre mais úmido (8,3%), para *M. ilicifolia* (Figura 3 e 4). De acordo com Steenbock e Reis (2011), *M. ilicifolia* ocorre em ambientes associados à floresta ombrófila mista (Mazza, 2006), preferencialmente em afloramentos rochosos ou solos rasos na borda de florestas (Klein, 1968; Steenbock 2003; Steenbock; Reis 2011). A área predita de ocorrência para *M. ilicifolia* corrobora tal afirmação, pois a espécie tem maior probabilidade de ocorrência nos Planaltos do Paraná (Maack, 1968), no Planalto Sul-Brasileiro (entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e na Serra do Sudeste (ou Escudo Sul-Rio-Grandense), áreas de predominância de clima Cfa de Köppen (clima subtropical úmido) e onde ocorre originalmente *Araucaria angustifolia*, componente principal da floresta ombrófila mista. De forma oposta, a área de ocorrência de *M. aquifolia* no Sul do Brasil está associada a clima mais úmido e um mais quente do que *M. ilicifolia*, ocorrendo praticamente associada a floresta ombrófila densa ou a floresta estacional do Sul do Brasil.

O BAG de espinheira-santa (*Monteverdia* spp.) da Embrapa Clima Temperado possui, atualmente, o maior número de acessos para ambas as espécies do gênero, sendo o único implantado diretamente em campo. Por se tratar de acessos coletados após o ano 2000, possuem dados de localização com boa precisão, diferentemente dos acessos sob curadoria do BAG de folhosas da Embrapa Florestas (informações públicas disponibilizadas em <http://alelo.cenargen.embrapa.br/AleloConsultas>), os quais apresentam apenas dados do município de coleta do acesso (Figura 5). Com base na localização geográfica dos acessos de ambos os BAGs (Embrapa Clima Temperado e Embrapa Florestas), verifica-se grande lacuna de localidades onde existe potencial de coocorrência das espécies sem acessos nos BAGs sob a curadoria da Embrapa, o que torna essas áreas prioritárias para realização de novas coletas de germoplasma (Figura 5).

Conclusões

Monteverdia ilicifolia ocorre predominantemente nos Planaltos do Paraná (Maack, 1968), no Planalto Sul-Brasileiro (entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e na Serra do Sudeste (ou Escudo Sul-Rio-Grandense), em áreas com predominância de clima Cfa de Köppen (clima subtropical úmido), enquanto *M. aquifolia* está associada a um clima com sazonalidade de temperatura e precipitação pronunciada, ocorrendo praticamente associada à floresta ombrófila densa ou à floresta estacional do Sul do Brasil. A sobreposição dos mapas de distribuição de *Monteverdia ilicifolia* e *M. aquifolia* permitiu visualizar áreas de coocorrência das espécies, onde não existem acessos nos BAGs de espinheira-santa coordenados pela Embrapa, tornando-se áreas indicadas para expedições de coleta de germoplasma visando enriquecimento desses BAGs e favorecendo a conservação *ex situ* da espécie.

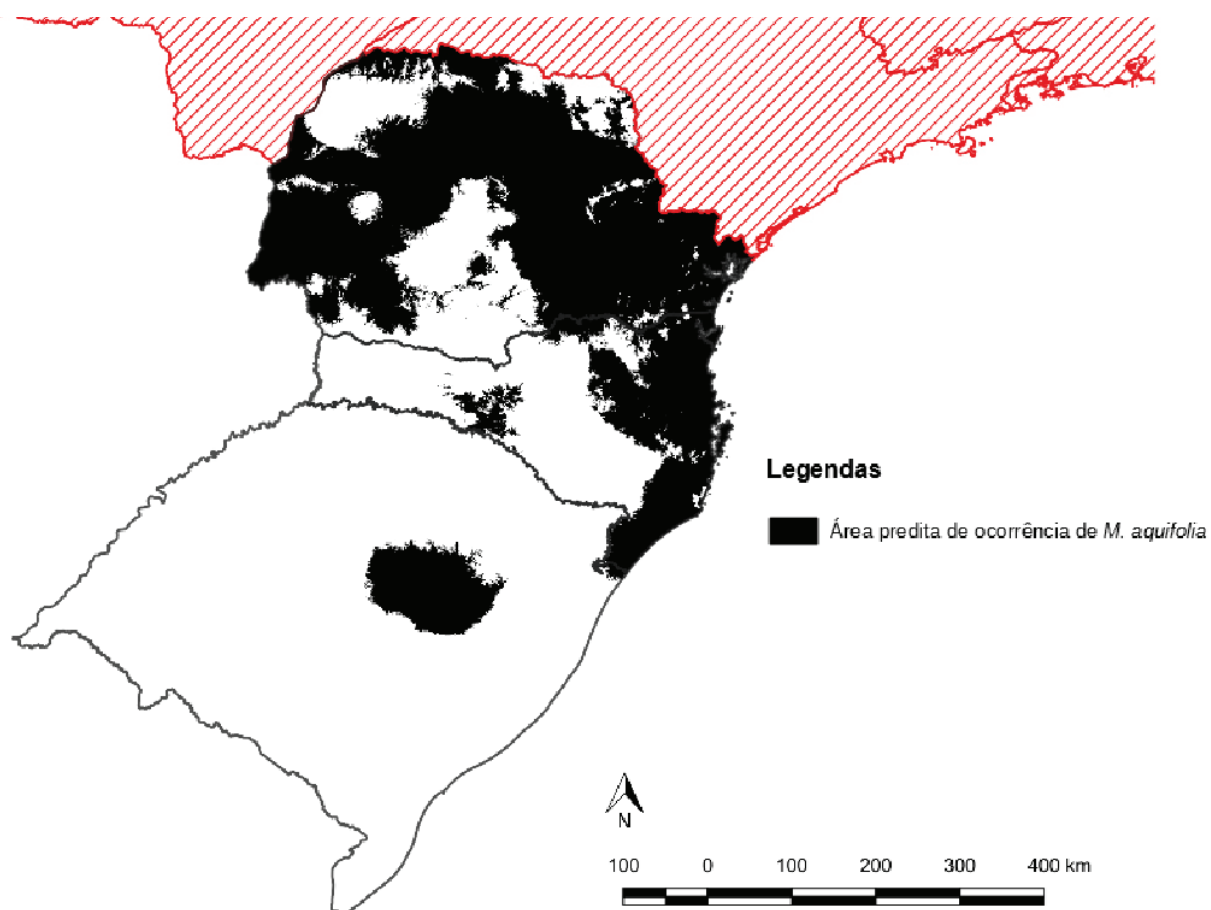


Figura 1. Área de ocorrência de *Monteverdia aquifolia* no Sul do Brasil.

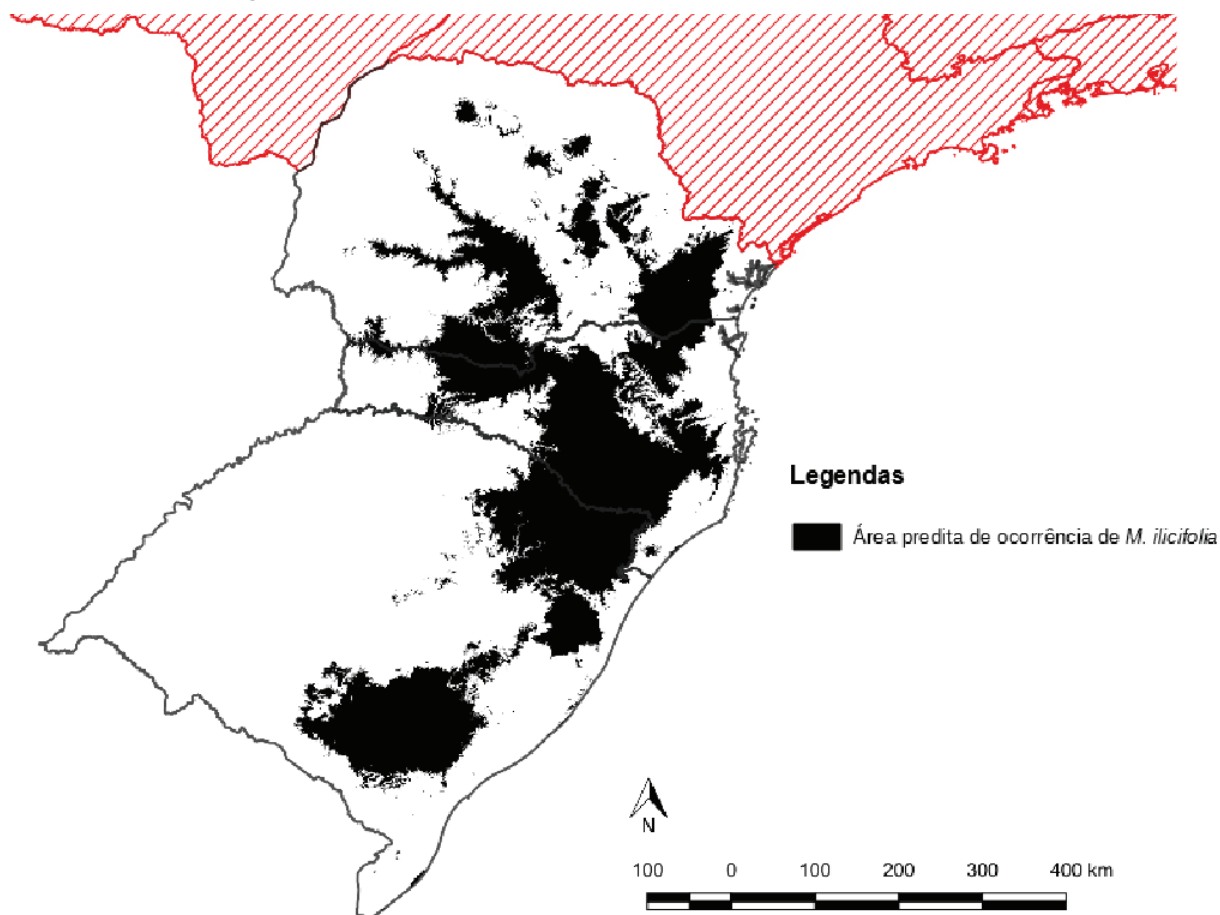


Figura 2. Área de ocorrência de *Monteverdia ilicifolia* no Sul do Brasil.

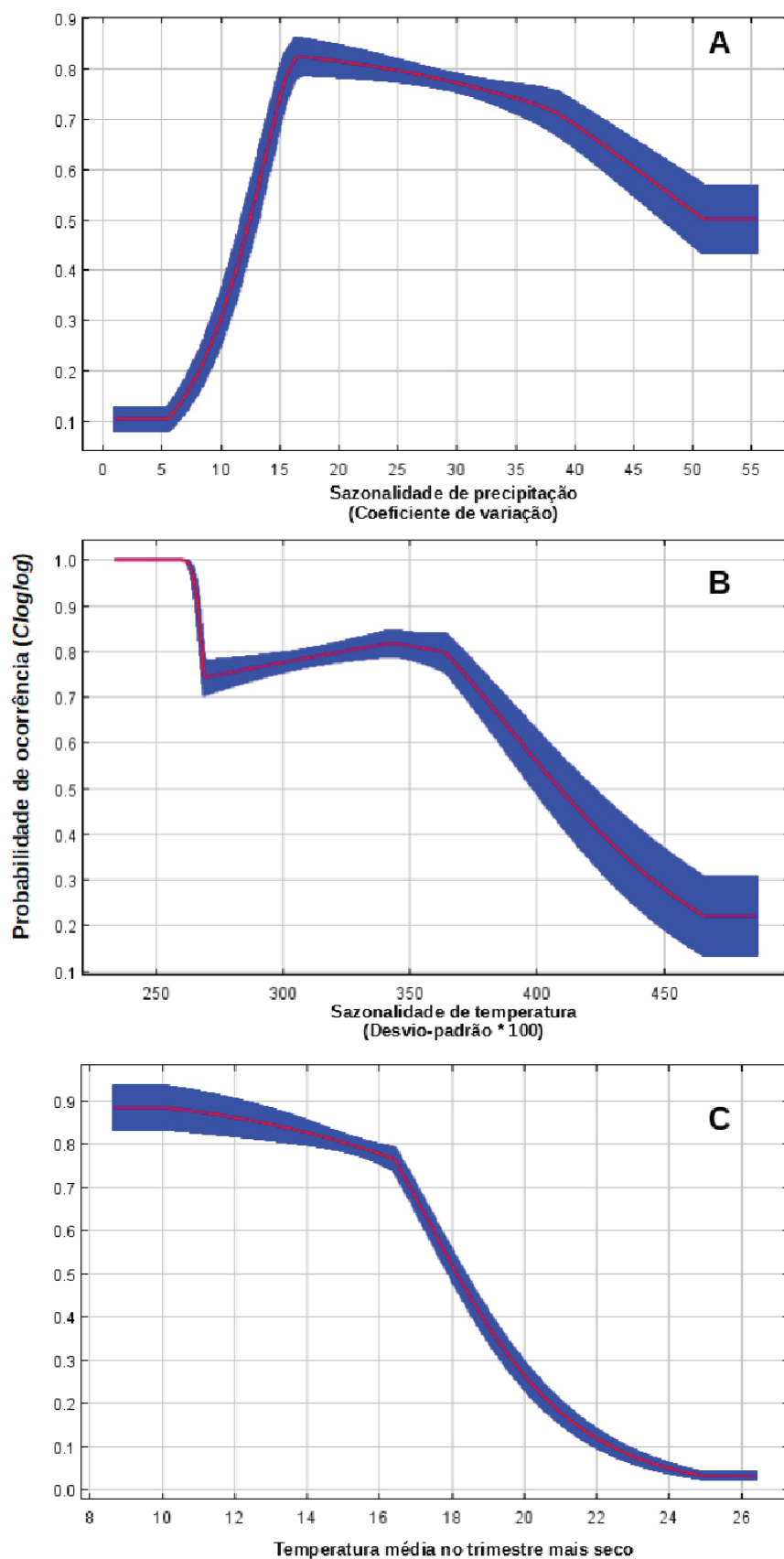


Figura 3. Curvas de resposta de probabilidade de ocorrência de *M. aquifolia* em relação às variáveis ambientais com maior impacto na predição da distribuição da espécie. **A)** Sazonalidade de precipitação; **B)** sazonalidade de temperatura; **C)** temperatura média no trimestre mais seco. A linha vermelha representa a média das réplicas dos modelos gerados no programa Maxent e a linha azul representa ± 1 desvio padrão.

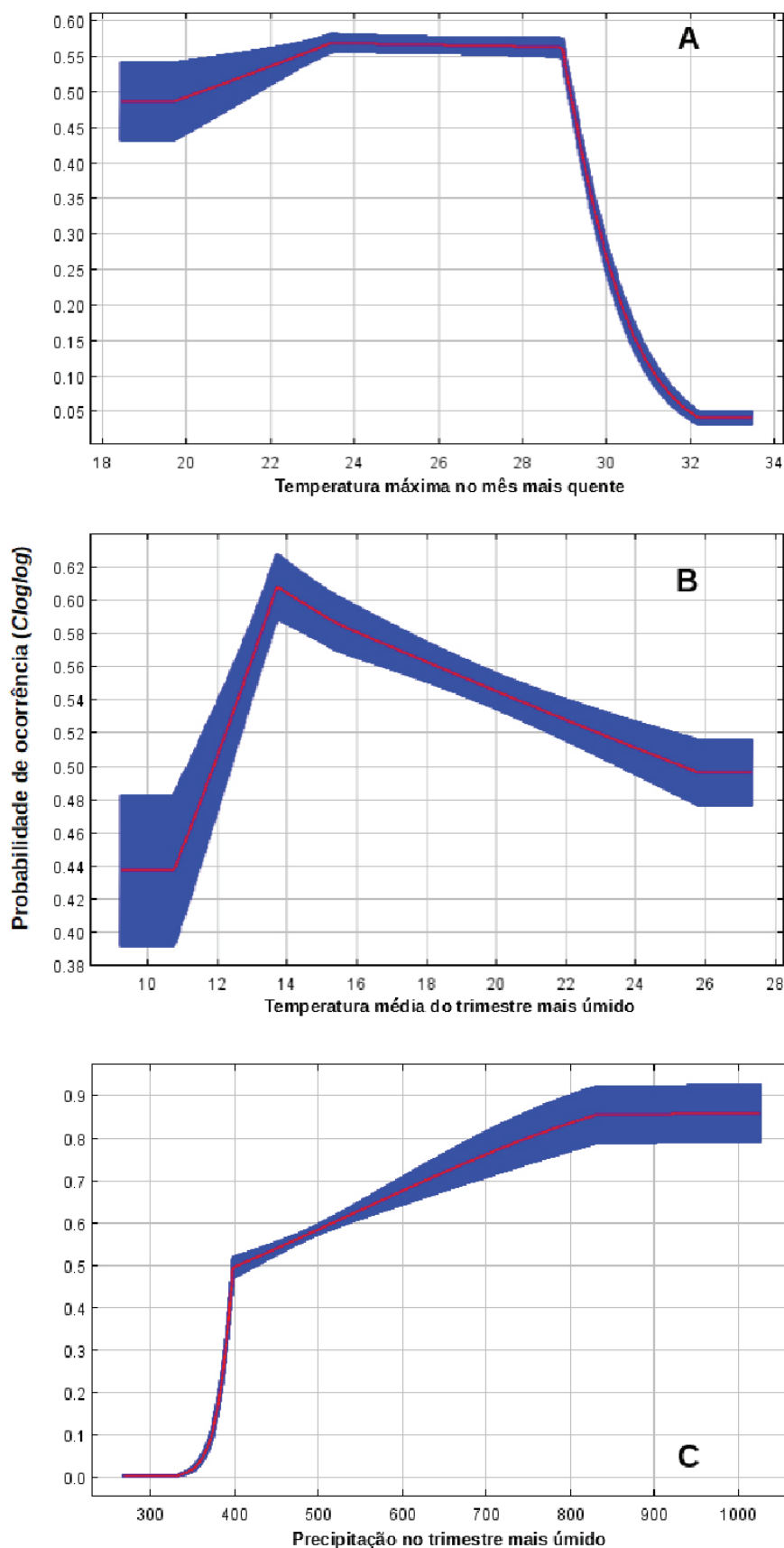


Figura 4. Curvas de resposta de probabilidade de ocorrência de *M. ilicifolia* em relação às variáveis ambientais com maior impacto na predição da distribuição da espécie. **A)** Temperatura máxima no mês mais quente; **B)** temperatura média do trimestre mais úmido; **C)** precipitação no trimestre mais úmido. A linha vermelha representa a média das réplicas dos modelos gerados no programa Maxent e a linha azul representa ± 1 desvio padrão.

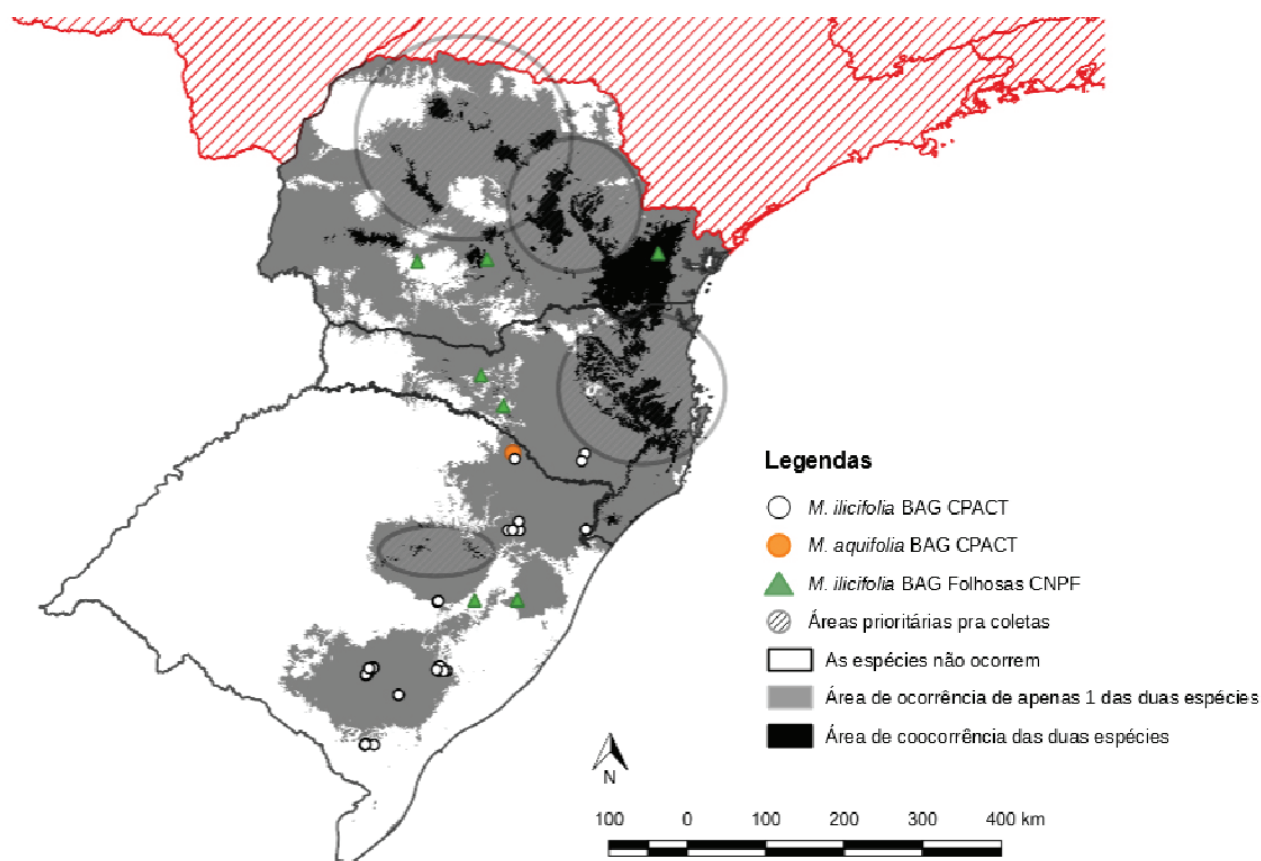


Figura 5. Sobreposição da área de ocorrência predita para *M. aquifolia* e *M. ilicifolia* na região Sul do Brasil e distribuição dos acessos dos Bancos Ativos de Germoplasma da Embrapa: Embrapa Clima Temperado (CPACT) e Embrapa Florestas (CNPF). As áreas hachuradas em cinza indicam locais prioritários para novas coletas de germoplasma das espécies.

Referências

- ALELO VEGETAL. Acessos - Banco Ativo de Germoplasma Espécies Florestais Exóticas e Nativas Alternativas *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek. Disponível em: <http://alelo.cenargen.embrapa.br/AleloConsultas/Passaporte/buscaNcDetalhes.do?idn=3512&idb=527>. Acesso em: 04 out. 2019.
- ARAÚJO, M. B.; GUIBAN, A. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, v. 33, p. 1677-1688, 2006. doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x.
- BIRAL, L.; SIMMONS, M. P.; SMIDT, E. C.; TEMBROCK, L.; BOLSON, M.; ARCHER, R.; LOMBARDI, J. A. Systematics of New World *Maytenus* (Celastraceae) and a new delimitation of the genus. *Systematic Botany*, v. 42, p. 680-693, 2017.
- BRASIL. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Instrução Normativa nº 2, de 13/05/2014. Diário Oficial da União, 14/05/2014. Publica a "Lista de medicamentos fitoterápicos de registro simplificado" e a "Lista de produtos tradicionais fitoterápicos de registro simplificado".
- COHEN, J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960. doi: 10.1177/001316446002000104
- ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 40, p. 677-697, 2009. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>.
- FICK, S. E.; HIJMAN, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37, p. 4302-4315, 2017. doi:10.1002/joc.5086.
- FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, v. 24, p. 38-49, 1997.
- FLORA do Brasil 2020 em construção. *Celastraceae*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB604473>. Acesso em: 01 ago. 2019.
- FRANKLIN, J. *Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. (Ecology, Biodiversity and Conservation). doi:10.1017/CBO9780511810602.
- GBIF.org. GBIF Home Page. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 10 ago. 2019. 2019.
- GBIF.org. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.vrdymy>. 2019a.
- GBIF.org. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.jp7tow>. 2019b.

GRAHAM, C. H.; ELITH, J.; HIJMANS, R. J.; GUIBAN, A.; TOWNSEND PETERSON, A.; LOISELLE, B. A. The influence of spatial errors in species occurrence data used in distribution models. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, p. 239-247, 2008. doi:10.1111/j.1365-2664.2007.01408.x.

GUIBAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, n. 2-3, p. 147-186, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9).

HIJMANS, R. J. Cross-validation of species distribution models: removing spatial sorting bias and calibration with a null model. **Ecology**, v. 93, p. 679-688, 2012. doi:10.1890/11-0826.1.

HIJMANS, R. J.; ELITH, J. Species distribution modeling with R. 2017. CRAN Project. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/SSDM/> Acesso em: 02 out. 2019.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A. Insights into the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) as a discrimination measure in species distribution modelling. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, p. 498-507, 2012. doi:10.1111/j.1466-8238.2011.00683.x.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da mata pluvial da costa atlântica de Santa Catarina. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1968, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1968. p. 65-103.

LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of Biogeography**, v. 40, p. 778-789, 2013. doi:10.1111/jbi.12058.

MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba: IBPT, 1968. 350 p.

MAACK, R. Die Gondwanaschichten in Südbrasilien und ihre Beziehungen zur Kaokoformation Südwest-Afrikas (The Gondwana strata in southern Brazil and its relations with the Kaokoformation South West Africa). **Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin**, 1934, S. 194-222.

MAPBIOMAS. Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <http://plataforma.mapbiomas.org/map#transitions> Acesso em: 07 out. 2019. Projeto MapBiomias é uma iniciativa multi-institucional para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite.

MAZZA, M. C. M. **Conservação in situ de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. (Celastraceae) na Floresta Nacional de Irati – PR**. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PERLEBERG, T. D.; BARBIERI, R. L.; MARIOT, M. P. Conservação *ex situ* de germoplasma de espinheira-santa. **Revista RG News**, v. 3, p. 79-85, 2017.

PETERSON, A. T. Ecological niche conservatism: a time-structured review of evidence. **Journal of Biogeography**, v. 38, p. 817-827, 2011. doi:10.1111/j.1365-2699.2010.02456.x.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E.; BLAIR, M. E. Opening the black box: an open-source release of Maxent. **Ecography**, v. 40, p. 887-893, 2017. doi:10.1111/ecog.03049.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, p. 231-259, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.

RAMÍREZ-VILLEGAS, J.; KHOURY, C.; JARVIS, A.; DEBOUCK, D. G.; GUARINO, L. A Gap Analysis Methodology for Collecting Crop Genepools: A Case Study with Phaseolus Beans. **PLoS ONE**, v. 5, n. 10, e13497. 2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013497>.

STEENBOCK, W. **Fundamentos para o manejo de populações naturais da espinheira-santa**. 2003. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

STEENBOCK, W.; REIS, M. S. *Maytenus ilicifolia*: Espinheira-santa. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - Região Sul. Brasília, DF: MMA, 2011. (Biodiversidade, 40). p. 636-648.

SWETS J. A. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, v. 240, n. 4857, p. 1285-1293, 1988.

WISZ, M. S.; HIJMANS, R. J.; LI, J.; PETERSON, A. T.; GRAHAM, C. H.; GUIBAN, A. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity and Distributions**, v. 14, p. 763-773, 2008.

