

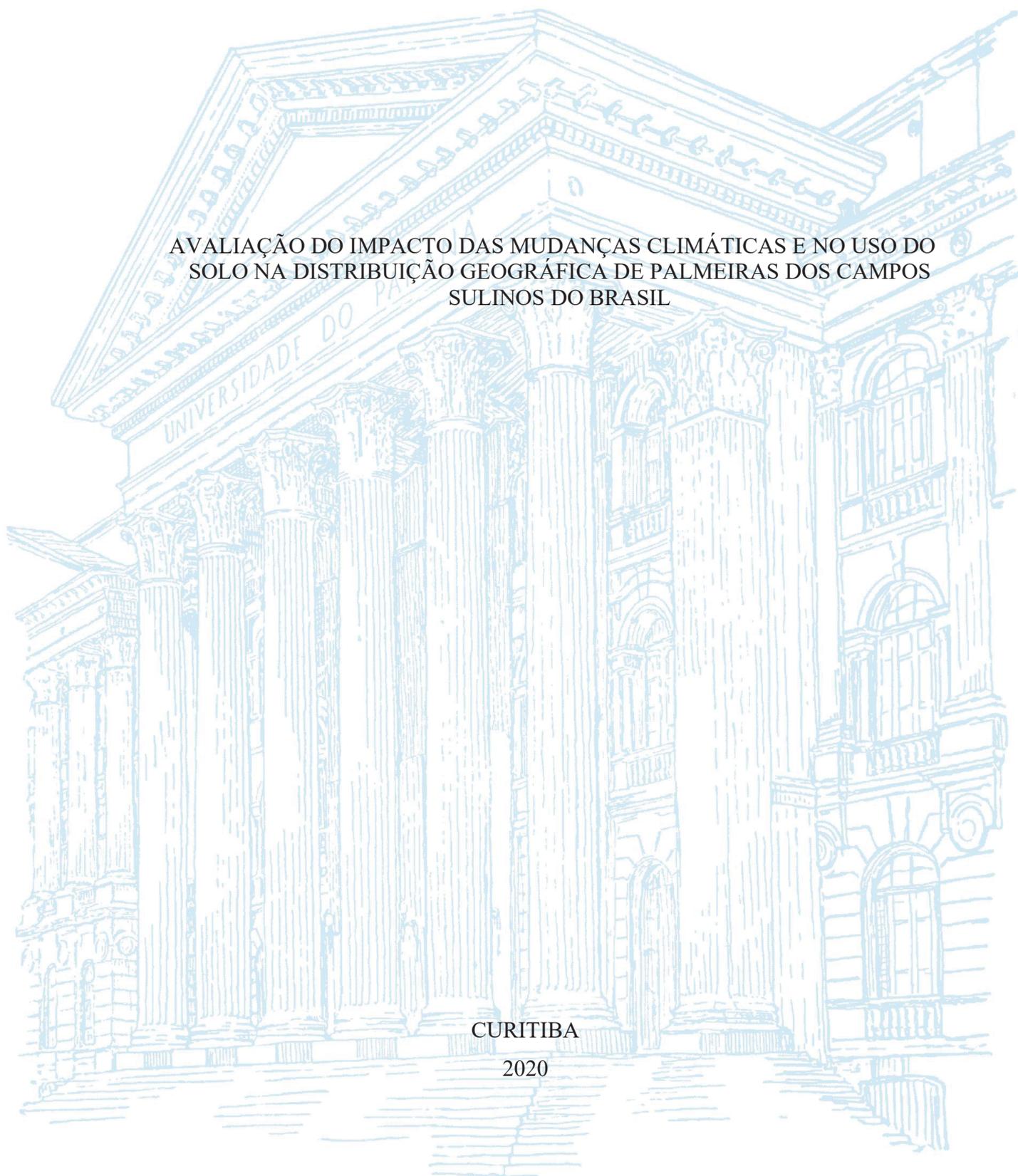
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LICET FERNANDA CALAMBÁS TROCHEZ

AValiação do impacto das mudanças climáticas e no uso do solo na distribuição geográfica de palmeiras dos campos sulinos do Brasil

CURITIBA

2020



LICET FERNANDA CALAMBÁS TROCHEZ

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E NO USO DO
SOLO NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE PALMEIRAS DOS CAMPOS
SULINOS DO BRASIL

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Bergmann Carlucci

Coorientadora: Dra. Fernanda Thiesen Brum

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Trochez, Licet Fernanda Calambás

Avaliação do impacto das mudanças climáticas e no uso do solo na distribuição geográfica de palmeiras dos campos sulinos do Brasil. / Licet Fernanda Calambás Trochez. – Curitiba, 2020.

76 p.: il.

Orientador: Marcos Bergmann Carlucci

Coorientadora: Fernanda Thiesen Brum

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Clima. 2. Nicho (Ecologia). 3. Habitat (Ecologia). I. Título. II. Carlucci, Marcos Bergmann, 1985. III. Brum, Fernanda Thiesen. VI. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (22. ed.) 577.22



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LICET FERNANDA CALAMBAS TROCHEZ** intitulada: **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E NO USO DO SOLO NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE PALMEIRAS DOS CAMPOS SULINOS DO BRASIL**, sob orientação do Prof. Dr. MARCOS BERGMANN CARLUCCI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 06 de Abril de 2020.

Assinatura Eletrônica

07/04/2020 15:22:57.0

MARCOS BERGMANN CARLUCCI

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/04/2020 13:21:43.0

CÍNTIA GOMES DE FREITAS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/04/2020 10:53:47.0

PRISCILA LEMES AZEVEDO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO)

Le dedico este trabajo a mis papás Dora Elci, Marco Antonio, hermanos Jhonier, Enuar, abuelos Flor, Ramiro y tíos porque de ellos aprendí que se debe ser honesto en cada acto realizado, no se debe desistir a pesar de las dificultades, y me apoyaron en todos los momentos de tristeza y felicidad a pesar de la distancia o dificultades que se pudieran presentar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Marcos Carlucci e Dra. Fernanda Thiesen Brum pela orientação, ensino, confiança, e paciência no desenvolvimento da presente pesquisa.

À ONG Sociedade Chauá, Pablo Hoffmann, Elivelton Marcos Gurski e Santiago José Elías Velazco pelo compartilhamento de dados, apoio logístico e intelectual na elaboração do projeto.

À Dra. Cíntia Gomes de Freitas e Dra. Priscila Lemes Azevedo pela avaliação da dissertação e comentários que ajudaram a enriquecer o trabalho.

À Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo financiamento na pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da UFPR pela oportunidade oferecida.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o desenvolvimento do mestrado, pois sem ela não teria sido possível a minha manutenção durante o mestrado.

A minhas companheiras e companheiros do Laboratório de Ecologia Funcional de Comunidades (LABEF) pela companhia ao longo do mestrado.

Aos amigos que me apoiaram para fazer o mestrado e estiveram sempre dispostos a dar uma força nos momentos de caos.

A minha família por acreditar em mim, me apoiar em todo momento e ser minha base emocional.

A Ricardo pela companhia, amor e carinho que sempre esteve disposto a oferecer.

A todas e todos, muito obrigada!

RESUMO

A perda, fragmentação de habitat e as mudanças climáticas são ameaças que colocam em risco a biodiversidade, porque além de causar efeitos individuais, provocam efeitos sinérgicos que amplificam seus prejuízos sobre a mesma. Os Campos Sulinos encontram-se em risco devido a atividades relacionadas com a conversão de áreas naturais em áreas de produção agropecuária, uso inadequado do fogo, erosão e mudanças climáticas, fatores que reduzem área de campo nativo remanescente. Dessa forma, é importante o uso de indicadores do estado de conservação desses ecossistemas que permitam prever qual será o impacto dessas ameaças no futuro. No presente trabalho, as palmeiras foram usadas como indicadoras do estado de conservação dos Campos Sulinos porque elas são adaptadas às particularidades ambientais desse ecossistema, apresentam uma diversidade de flora e fauna associada e se encontram dentro de algum grau de ameaça devido a atividades humanas. A presente dissertação teve como objetivos: I) avaliar o impacto das mudanças climáticas e do uso do solo na distribuição geográfica de espécies de palmeiras dos Campos Sulinos e II) avaliar a efetividade das atuais unidades de conservação (UCs) na atual e futura distribuição das espécies. Foi realizada uma modelagem de distribuição potencial de espécies com variáveis climáticas e edáficas, segundo a metodologia “ensembles of small models” para os cenários 4,5 (“realista”) e 8,5 (“pessimista”) para o ano de 2050 do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. As espécies modeladas foram *Allagoptera campestris*, *Butia eriospatha*, *Butia exilata*, *Butia lallemantii*, *Butia microspadix*, *Butia odorata*, *Butia paraguayensis*, *Butia yatay*, *Trithrinax acanthocoma* e *Trithrinax brasiliensis*. O mapa para cada espécie resultante de cada cenário da modelagem foi sobreposto a um mapa de uso do solo do Brasil (2012-2050) para calcular a área ambientalmente adequada devido a mudanças no uso do solo segundo cenários com e sem dispersão. Para responder ao segundo objetivo, o mapa final de cada espécie que combina mudança climática e uso do solo foi sobreposto ao mapa de áreas protegidas a fim de calcular a porcentagem da área que cada espécie tem e terá dentro de cada UC. Ao combinar as mudanças climáticas com o uso do solo os resultados indicaram que todas as espécies terão uma redução na área de distribuição sob os cenários futuros sem dispersão, e um aumento na área de distribuição sob os cenários com dispersão. Em relação às UCs, os resultados sugerem que as UCs existentes são ineficazes na proteção das palmeiras até 2050. As descobertas desta pesquisa: (1) sugerem fortemente que avaliar a sinergia de mudanças climáticas e uso do solo sob cenários com e sem dispersão é fundamental, pois demonstra resultados que podem ser conflitantes, e que é preciso interpretar os resultados à luz da biologia e estado de conservação atual das espécies, (2) permitem observar que é preciso aumentar a rede atual de áreas protegidas nos Campos Sulinos que priorize as áreas que se mostraram como refúgios estáveis para a distribuição das espécies ou as áreas de maior riqueza de espécies, pois a atual rede de UCs não é eficaz na proteção das palmeiras.

Palavras-chave: Clima. Efeitos sinérgicos. Modelagem de nicho. Perda de habitat.

Fragmentação de habitat.

ABSTRACT

Habitat loss, fragmentation and climate change are threats that put biodiversity at risk because, in addition to causing individual effects, they cause synergistic effects that amplify the losses. *Campos Sulinos* are at risk due to activities related to the conversion of natural areas into areas of agricultural production, inadequate use of fire, erosion and climatic changes, which reduce the area of native grasslands to small remnants. Indicator of the conservation status of *Campos Sulinos* must be accessed in order to predict the future impact of each of those threats. In the present study, palms will be used as a proxy for the conservation status of *Campos Sulinos* because they are adapted to the environmental particularities of this ecosystem, have a diversity of associated flora and fauna and have some degree of threat due to human activities. This dissertation aimed to: I) evaluate the impact of climate change and land use on the geographical distribution of palm species in *Campos Sulinos* and II) evaluate the effectiveness of current protected areas (PA) in the current and future species distribution scenarios. A model of potential distribution of species with climatic and edaphic variables was carried out, according to the “ensembles of small models” methodology for scenarios 4.5 (“realistic”) and 8.5 (“pessimistic”) for the year of 2050 of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The modeled species were *Allagoptera campestris*, *Butia eriospatha*, *Butia exilata*, *Butia lallemantii*, *Butia microspadix*, *Butia odorata*, *Butia paraguayensis*, *Butia yatay*, *Trithrinax acanthocoma* and *Trithrinax brasiliensis*. The map for each species resulting from each modeling scenario was superimposed on a land use map of Brazil (2012-2050) to calculate the environmentally appropriate area that will be lost due to changes in land use under dispersion and non-dispersion scenarios. To answer the second objective, the final map of each species that combines climate change and land use was superimposed on the protected areas map in order to calculate the percentage of the area that each species has and will have within each PA. When combining climate change with land use, the results indicated that all species will have a reduction in the distribution area under future non-dispersion scenarios, and an increase in the distribution area under dispersion scenarios. Regarding PA, the results suggest that existing PA are ineffective in protecting the palm trees' distribution area up to 2050. Our findings : (1) strongly suggest that assessing the synergy of climate change and land use under dispersion and non-dispersion scenarios is fundamental, since both models yield conflicting results, and also it is necessary to interpret each species in light of their biology and conservation status, (2) allow us to conclude that it is necessary to increase the current network of protected areas in *Campos Sulinos* and prioritize the areas that have proved to be stable refuges for the distribution of each species or the areas of greatest species richness, as the current PA network is not effective in protecting palm trees.

Keywords: Climate. Synergistic effects. Niche modeling. Habitat loss. Habitat fragmentation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização dos Campos Sulinos na região Sul do Brasil. Mapa adaptado de (Overbeck et al., 2015). 16
- Figura 2.** Porcentagem da área de distribuição ambientalmente disponível para as espécies típicas e associadas dos Campos Sulinos quando são levadas em consideração as mudanças climáticas e as mudanças no uso do solo sob diferentes cenários de dispersão. Em azul, se indica a área de distribuição para as espécies de palmeiras sob o cenário 4,5_{CD} e 8,5_{CD}. Em cinza, a área de distribuição das espécies sob um cenário 4,5_{SD} e 8,5_{SD}. 23
- Figura 3.** Área de distribuição das espécies de palmeiras típicas dos Campos Sulinos nos diferentes cenários de mudanças climáticas 4,5 “realista” e 8,5 “pessimista” e de uso do solo sob os diferentes cenários de dispersão. As diferentes cores representam as regiões onde a área de distribuição das espécies será perdida (bordô), ficará estável (verde) ou aumentará (laranja). 24
- Figura 4.** Área de distribuição das espécies de palmeiras associadas aos Campos Sulinos nos diferentes cenários de mudanças climáticas 4,5 “realista” e 8,5 “pessimista” e de uso do solo sob os diferentes cenários de dispersão. As diferentes cores representam as regiões onde a área de distribuição das espécies será perdida (bordô), ficará estável (verde) ou aumentará (laranja). 25
- Figura 5.** Riqueza das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos nos diferentes cenários do “presente”, 4,5 “sem dispersão e com dispersão” e 8,5 “sem dispersão e com dispersão”. 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Proporção de área de distribuição das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos que se encontra e se encontrará dentro de Unidades de Conservação. Presente área de proteção integral (PI _{presente}) e de uso sustentável (US _{presente}). Futuro 4,5 “com dispersão” em área de proteção integral (PI _{4,5CD}) e de uso sustentável” (US _{4,5CD}). Futuro 4,5 “sem dispersão” em área de proteção integral (PI _{4,5SD}) e de uso sustentável” (US _{4,5SD}). Futuro 8,5 “com dispersão” em área de proteção integral (PI _{8,5CD}) e de uso sustentável” (US _{8,5CD}). Futuro 8,5 “realista sem dispersão” em área de proteção integral (PI _{8,5SD}) e de uso sustentável” (US _{8,5SD}).	27
--	----

SUMARIO

INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	16
<i>Área de estudo</i>	16
<i>Seleção das espécies</i>	16
<i>Pontos de ocorrência</i>	17
<i>Variáveis ambientais e cenários climáticos</i>	18
<i>Dados do uso do solo</i>	19
<i>Procedimento de Modelagem</i>	19
<i>Mapa de unidades de conservação para área de Campos Sulinos</i>	22
RESULTADOS	23
<i>Efeitos das mudanças climáticas e do uso do solo sob diferentes cenários de dispersão na distribuição das espécies de palmeiras dentro dos Campos Sulinos</i>	23
<i>Mapa de riqueza das espécies de palmeiras nos Campos Sulinos</i>	25
<i>Papel das unidades de conservação na proteção das espécies de palmeiras</i>	26
DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICES	41

INTRODUÇÃO

A biodiversidade está sendo ameaçada pela perda, fragmentação de habitats e mudanças climáticas que, além de terem efeitos individuais, provocam efeitos sinérgicos que amplificam seus prejuízos sobre a mesma (Brook et al., 2008). A perda e fragmentação de habitats, que são resultados de mudanças no uso do solo, restringem a mobilidade dos organismos, produzem mudanças microclimáticas, permitem a sobre-exploração de recursos animais e vegetais e a introdução de espécies exóticas, fatores que levam a reduções na riqueza, densidade de espécies e tamanho das populações (Laurance and Vasconcelos, 2009; Zuidema et al., 1996). A velocidade das mudanças climáticas está levando à extinção espécies que não conseguem modificar sua distribuição espacial, alterar os eventos fenológicos ou ajustar a fisiologia às novas condições ambientais (Bellard et al., 2012; Garcia et al., 2014; Parmesan, 2006; Parmesan and Yohe, 2003). A fragmentação e a perda de habitats deixam mais vulneráveis espécies de requerimentos ecológicos específicos, como as endêmicas, de populações pequenas e de ciclo de vida longo (Brook et al., 2008; Garcia et al., 2014; Parmesan, 2006), bem como alteram o funcionamento dos ecossistemas (Pecl et al., 2017).

A interação da perda e fragmentação de habitat com as mudanças climáticas produz efeitos sinérgicos que ameaçam as espécies, populações e comunidades ecológicas (Brook et al., 2008; Sales et al., 2019). As rápidas taxas de mudanças climáticas dificultam que respostas evolutivas possam se desenvolver em muitos organismos, sendo que a dispersão para outras áreas parece ser o único mecanismo que pode evitar a extinção (Garcia et al., 2014; Parmesan, 2006). Porém, a capacidade dispersiva das espécies em resposta às mudanças climáticas pode ser comprometida pela fragmentação e perda de habitat, que impõem barreiras à dispersão (Brook et al., 2008; Garcia et al., 2014; Sales et al., 2019). No caso das plantas, aquelas que possuem sementes dispersas por agentes abióticos e que estabelecem populações viáveis até sua maturidade reprodutiva num tempo relativamente curto (Cramer et al., 2007; Tabarelli et al., 2002), podem ser capazes de se manter frente a mudanças climáticas e mudanças no uso do solo. Porém, espécies que apresentam sementes e frutos maiores e que precisam da fauna para sua dispersão, possuem taxas de dispersão mais lentas, e assim podem não acompanhar a velocidade das mudanças ambientais, potencialmente levando à sua extinção (Cramer et al., 2007; Tabarelli et al., 2002). Como exemplo destas espécies estão as palmeiras neotropicais que precisam de aves e mamíferos para sua dispersão (Nascimento et

al., 2020). Dessa forma, é necessário usar ferramentas que permitam prever a distribuição das espécies frente à sinergia dessas duas ameaças (Lemes and Loyola, 2015).

Uma das estratégias que tem sido usadas para conservar a biodiversidade é a criação de unidades de conservação (UCs), as quais buscam manter a representatividade de toda a biodiversidade e manter sua persistência (Margules and Pressey, 2000). Atingir esses objetivos frente aos efeitos sinérgicos das mudanças climáticas e do uso do solo requer a inclusão de novos critérios que permitam identificar espacialmente quais são os melhores locais para o estabelecimento das estratégias de conservação (Faleiro et al., 2013; Lemes and Loyola, 2015; Zwiener et al., 2017). Limites fixos das UCs podem não conservar espécies residentes que mudem sua distribuição em resposta às mudanças climáticas (McDonald et al., 2019). Em um país como o Brasil que possui UCs desigualmente distribuídas em seus diferentes biomas (Overbeck et al., 2015b), há uma lacuna de conhecimento sobre a biodiversidade presente nas UCs (Oliveira et al., 2017), que não protegem a totalidade das espécies ameaçadas (Ribeiro et al., 2018). Para lidar com esse desafio, nos últimos anos algumas pesquisas relacionadas à manutenção de biodiversidade vêm analisando de forma integrada a modelagem de distribuição de espécies com mapas de mudanças no uso do solo a fim de avaliar a distribuição de diferentes tipos de organismos frente a esses fatores de ameaça. Exemplos desses trabalhos integrativos para o Brasil são encontrados para plantas (Velazco et al., 2019) e mamíferos do Cerrado (Faleiro et al., 2013), plantas lenhosas da Mata Atlântica (Zwiener et al., 2017), anfíbios (Silva et al., 2018) macacos da Amazônia (Sales et al., 2019).

Os Campos Sulinos, compostos por ecossistemas predominantemente campestres ocorrentes no sul do Brasil, são ameaçados por atividades relacionadas com a perda e fragmentação de habitats (Overbeck et al., 2015a, 2007; Vélez-Martin et al., 2015) e mudanças climáticas (Costa et al., 2018). A perda e fragmentação de habitats nos Campos Sulinos está associada à conversão de vegetação nativa em áreas para produção agrícola, expansão de monoculturas de espécies exóticas, estabelecimento de pastagens para o forrageio, uso inadequado do fogo, erosão, uso de herbicidas e máquinas para lavrar a terra (Vélez-Martin et al., 2015). Frente às mudanças climáticas passadas, estudos palinológicos encontraram evidência de que, no Holoceno médio, a paisagem do sul do Brasil era dominada por uma vegetação de campo em um clima seco e frio, o que no Holoceno tardio (de 15 a 10 mil anos atrás) foi diminuindo como consequência da expansão da Floresta com Araucária sobre as áreas campestres, devido às condições favoráveis de aumento de temperatura e umidade na região (Behling, 2002). Essa tendência de expansão florestal sobre áreas de

campo também foi encontrada ao avaliar a estabilidade dos biomas da América do Sul, onde a Floresta Atlântica se expandiu sobre as áreas de Campo (Costa et al., 2018). A expansão florestal sobre ambientes campestres seria mantida ao longo do século 21 segundo as projeções realizadas para florestas e savanas da América do Sul (Salazar et al., 2007) e para as distribuições das florestas tropicais e subtropicais das Américas em cenários de mudanças climáticas (Anadón et al., 2014), que mostraram que a Mata Atlântica estenderá sua distribuição em direção ao sul do Brasil.

Nos Campos Sulinos, as palmeiras tem um papel ecológico fundamental porque provêm recursos alimentares para a fauna local e fazem parte da vegetação relictual desses ecossistemas (Barbieri, 2015; Becker et al., 2007; Sosinski et al., 2019). A distribuição das palmeiras, plantas monocotiledôneas da família *Arecaceae*, é predominantemente Pantropical e para o Brasil estima-se que há 37 gêneros e 299 espécies (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>; Lorenzi et al., 2010). Embora a maior riqueza de espécies de palmeiras esteja nas regiões tropicais, espécies de gêneros endêmicos austrais como *Allagoptera*, *Butia* e *Trithrinax* (Pintaud et al., 2008), se estabeleceram em ecossistemas campestres do Brasil (Soares et al., 2014). Por esse motivo, se justifica seu uso como indicadores do estado de conservação dos Campos Sulinos pois se estabeleceram em áreas de climas frios e secos (Overbeck et al., 2007; Soares et al., 2014), onde a combinação de fatores climáticos, edáficos (Eiserhardt et al., 2011) e fatores históricos permitiram a diversificação das espécies (Bjorholm et al., 2006). Nesses ecossistemas, as palmeiras também estão ameaças por atividades relacionadas à perda e fragmentação de habitat (CNCFlora, 2019; FZB/RS, 2019), e são usadas como matéria prima para a elaboração de artesanatos, produção de alimento e ornamentação, o que demonstra sua importância econômica (Barbieri, 2015; Büttow et al., 2009; Lorenzi et al., 2010; Sosinski et al., 2019).

Os Campos Sulinos fornecem serviços ecossistêmicos relacionados à regulação hídrica, fornecimento de água, produção de forragem, manutenção de polinizadores, controle de pragas e regulação climática (Pillar et al., 2015). Estes ecossistemas estão ficando reduzidos a remanescentes de áreas de solo raso, pedregoso devido às mudanças no uso do solo (Vélez-Martin et al., 2015) e contam com poucas unidades de conservação (Overbeck et al., 2015b, 2015a). Neste contexto, conhecer como palmeiras responderão no futuro a mudanças climáticas e de uso do solo deve fornecer informações importantes para o entendimento de como seus próprios habitats responderão a essas mudanças. Este estudo teve como objetivos: I) avaliar o impacto das mudanças climáticas e do uso do solo na distribuição

geográfica de espécies de palmeiras dos Campos Sulinos e II) avaliar a efetividade das atuais unidades de conservação na atual e futura distribuição dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado com espécies de palmeiras dos Campos Sulinos (Figura 1), termo utilizado para denominar os ecossistemas campestres nativos dos três Estados do Sul do Brasil: Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR) (Overbeck et al., 2015a). Geograficamente, os Campos Sulinos fazem parte de dois biomas: o bioma Pampa, na metade Sul e Oeste do RS; e bioma Mata Atlântica, no Planalto Sul-Brasileiro e Serra do Mar, na porção norte do RS e nos Estados de SC e PR, respectivamente (Overbeck et al., 2015a). O clima dos Campos Sulinos é caracterizado como subtropical úmido, com verões temperados nos Campos localizados dentro da Mata Atlântica e verões quentes nos Campos do Pampa (Alvares et al., 2013). As características da vegetação dos Campos Sulinos são definidas por fatores climáticos, do solo, relevo e manejo das populações humanas (Overbeck et al., 2015a; Pillar, 2003).

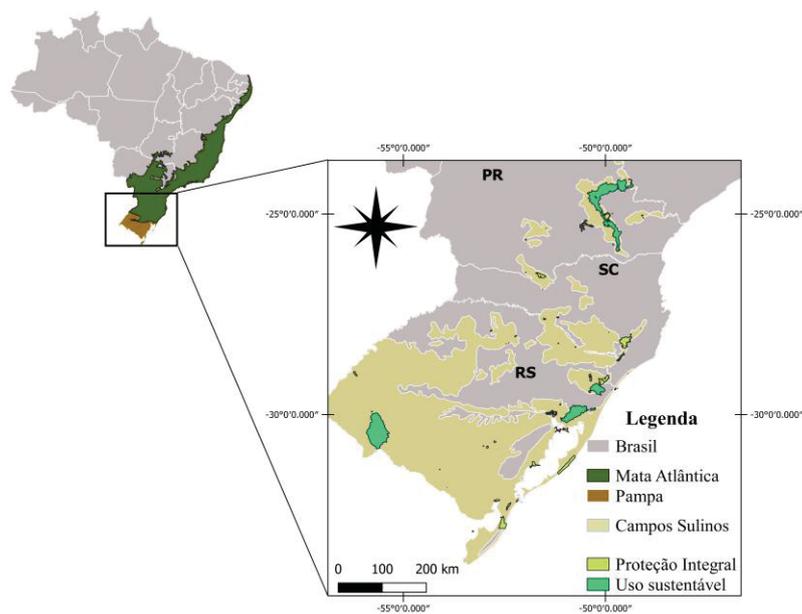


Figura 1. Localização dos Campos Sulinos na região Sul do Brasil e suas Unidades de Conservação. Mapa adaptado de (Overbeck et al., 2015).

Seleção das espécies

Uma lista de espécies de palmeiras dos Campos Sulinos foi obtida da base de dados Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>, para mais informações ver apêndice S1). Foram encontradas 12 espécies de palmeiras dos Campos Sulinos que se dividem em

palmeiras típicas dos Campos, isto é, aquelas cuja distribuição está restrita a ecossistemas campestres predominantemente no Sul do Brasil, e palmeiras associadas aos Campos, ou seja, aquelas que também ocorrem em outros ecossistemas, como florestas no Sul do Brasil, ou predominantemente em áreas abertas de outras regiões (p.ex. Cerrado). Dentre as palmeiras típicas de Campos, encontram-se as espécies *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc, *Butia exilata* Deble & Marchiori, *Butia lallemantii* Deble & Marchiori, *Butia microspadix* Burret, *Butia odorata* (Barb.Rodr.) Noblick, *Butia pubispatha* Noblick & Lorenzi, *Butia witeckii* K. Soares & S. Longhi e *Butia yatay* (Mart.) Becc. Como palmeiras associadas aos Campos, encontram-se: *Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze, que ocorre também no Cerrado (Morais, 1996); *Butia paraguayensis* (Barb.Rodr.), que também pode ser encontrada na vegetação do tipo Cerrado (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>); *Trithrinax acanthocoma* Drude, que também pode ser encontrada na Floresta Ombrófila Mista (Cano and Perret, 2013); e *Trithrinax brasiliensis* Mart, que além de ocorrer em costões rochosos do bioma Pampa, também se distribui na borda de matas ciliares (Cano and Perret, 2013).

Das palmeiras selecionadas também é importante dizer que o Centro Nacional de Conservação da Flora do Brasil (CNCFlora, 2019) categoriza as espécies *B. eriospatha*, *B. microspadix* e *Butia yatay* na categoria de vulnerável, *Butia paraguayensis* na categoria de pouco preocupante e *T. Brasiliensis* como quase ameaçada, e não tem feito avaliações das outras espécies. Por outra parte, ao nível estadual a Fundação Zoobotânica do estado do RS (FZB/RS, 2019) tem categorizado as espécies de *Butia exilata*, *Butia lallemantii*, *Butia odorata* e *B. yatay* como em perigo e as espécies *B. paraguayensis*, *B. witeckii*, *T. acanthocoma* e *T. brasiliensis* como criticamente em perigo. Finalmente é importante dizer que as espécies *A. campestris* e *B. pubispatha* ainda não tem uma avaliação de seu estado de conservação. Veja o apêndice S4 para mais informações sobre o estado de conservação e biologia das espécies de palmeiras.

Pontos de ocorrência

Dados de ocorrência das espécies de palmeiras foram obtidos do REFLORA (<http://reflora.jbrj.gov.br/>), *SpeciesLink* (<http://www.splink.org.br/>), GBIF (<https://www.gbif.org/>), BIEN (<http://bien.nceas.ucsb.edu>), JABOT (<http://rb.jbrj.gov.br/>), além de pontos de ocorrência coletados em campo de um projeto em andamento. Para espécies que tiveram menos de 20 ocorrências, foram incluídas as coordenadas dos municípios, como foi utilizado por Velazco et al., (2019) e ocorrências de sinónimas, o que ocorreu apenas para *Butia lallemantii* e *Trithrinax acanthocoma* (ver Apêndice S2 para mais informações sobre a limpeza dos pontos de ocorrência coletados). Para reduzir a

autocorrelação espacial em relação as variáveis ambientais dos pontos de distribuição coletados, se utilizou uma camada climática de resolução de 2,5 x 2,5 min (aproximadamente 4,5 * 4,5 km ao Equador), que permitiu filtrar os pontos de ocorrência que contém valores diferentes dessa camada (Figura S3).

No total foram usados 579 pontos de ocorrência para as espécies de palmeiras na modelagem (Tabela S1, Figuras S1-S2). Só foi possível desenvolver o modelo de distribuição para dez espécies, porque para as espécies *Butia pubispatha* e *Butia witeckii*, o número de pontos encontrados foi muito baixo (um e dois, respectivamente).

Variáveis ambientais e cenários climáticos

Os modelos de distribuição das espécies foram construídos com variáveis ambientais climáticas e edáficas, porque essas características são muito importantes na distribuição das espécies de palmeiras e de plantas em geral (Eiserhardt et al., 2011; Velazco et al., 2017). Como variáveis climáticas foram usadas as 19 variáveis bioclimáticas disponibilizadas em CHELSA v. 1.2 (Karger et al., 2017) obtidas a uma resolução de 2,5 x 2,5 min (aprox. 4,5 x 4,5 km; <http://www.paleoclim.org/>). Como variáveis edáficas foram usadas as variáveis físicas do solo porque mudanças nas características dessas variáveis com relação ao clima é maior a 1000 anos, o que significa que para o período de tempo estudado não são esperadas modificações nessas características (Karmakar et al., 2016). As variáveis edáficas físicas do solo foram obtidas a uma resolução de 0,75 x 0,75 arcossegundos (aprox. 250 x 250 m) na base de dados Soil Grids (Hengl et al., 2017). Foram incluídas todas as informações de solo até a profundidade de 2 metros. Todas as variáveis edáficas utilizadas tiveram a sua resolução alterada para 2,5 x 2,5 min (aprox. 4,5 x 4,5 km) devido à limitação computacional. No total, entre as variáveis climáticas e edáficas, obtivemos um total de 56 camadas ambientais (Tabela S2, Figura S3).

Projeções futuras do clima para o ano 2050 foram obtidas a partir de sete modelos de circulação global (AOGCMs), CESM1-BGC, CSIRO-ACCESS-1.3, FIO-ESM, GFDL-ESM2G, GISSER, IPSL-CM5A-LR e MOHC-HADGEM2-ES, que se mostraram como os melhores disponíveis para a região da América do Sul (Velazco et al., 2019). Foram analisados os cenários 4,5 (“realista”) e 8,5 (“pessimista”) associados respectivamente com uma média e alta concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, propostos pelo quinto relatório do clima do Painel Intergovernamental de Mudanças climáticas (IPCC, 2014). Os dados climáticos para os diferentes AOGCMs e para os respectivos cenários foram obtidos da base de dados *Global Climate Model* (Navarro-Racines et al., 2020) a uma resolução de 2,5 x 2,5 min (aprox. 4,5 x 4,5 km).

Para evitar problemas associados com a colinearidade entre as variáveis ambientais, foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA) com o fim de sintetizar a variação dos preditores ambientais em eixos ortogonais, pois este procedimento tem se ajustado muito bem a modelagem de distribuição de espécies (Cruz-Cárdenas et al., 2014). A partir desta análise foram selecionados os nove primeiros eixos que foram utilizados como as variáveis preditoras da modelagem, que juntos explicaram aproximadamente 95% da variação ambiental (Tabelas S3, S4). A partir dos dados climáticos para os cenários futuros para cada AOGCMs, juntamente com as variáveis físicas do solo (os mesmos usados para a projeção atual), foram projetados os eixos de PCA para os cenários 4,5 e 8,5 para o ano de 2050.

Dados do uso do solo

As informações do uso do solo para o presente (2012) e o futuro (2050) foram obtidas de (Soares-Filho et al., 2016) a uma resolução de 500 x 500 m. O mapa de uso de solo para 2012 foi elaborado a partir dos dados de remanescentes de vegetação nativa (florestas, campos e savanas), mapas de atividades agrícolas, de aptidão e lucratividade da agricultura. O uso do solo para 2050 foi construído a partir de projeções de expansão agrícola para 2024 e extrapolados para 2050 com base em tendências históricas entre 1994 e 2013 (MAPA, 2014). A alocação espacial de áreas de cultivo foi baseada em informações sobre adequabilidade climática para cada cultura respeitando os limites impostos pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012). A perda de vegetação, que foram estimadas em função dos determinantes espaciais da conversão de habitat, como distância de estradas e áreas previamente convertidas, foi restrita a áreas onde a conversão é legal de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (para mais detalhes, consulte Soares-Filho et al. 2016). Desses mapas, na presente pesquisa, foram considerados como vegetação nativa as informações relacionadas a “Pastagens”, “Pastagens em áreas de proteção”, “Savanas”, e “Savanas em áreas de proteção”.

Procedimento de Modelagem

Na presente pesquisa foi usada uma metodologia denominada modelagem de distribuição, que parte do conceito de nicho ecológico da espécie relacionado a área que a espécie ocupa no espaço geográfico como resultado da ação conjunta de condições abióticas (A), interações bióticas (B) e dispersão (M), frequentemente representados num diagrama de BAM (Lima-Ribeiro and Diniz-Filho, 2013; Pablos et al., 2010; Soberon and Peterson, 2005). As condições abióticas (nicho Grinelliano) fazem referência a características ambientais que atuam em grandes escalas espaciais e afetam a fisiologia de um organismo, o que impede que persista numa determinada área (Lima-Ribeiro and Diniz-Filho, 2013; Pablos et al., 2010;

Soberon and Peterson, 2005). Os fatores bióticos (nicho Eltoniano) são o conjunto de interações com outras espécies que pode modificar a habilidade de manter populações e ocorrer ao nível local (Lima-Ribeiro and Diniz-Filho, 2013; Pablos et al., 2010; Soberon and Peterson, 2005). A dispersão acontece nas regiões que não tem barreiras que impeçam o acesso da espécie. Sendo assim, as premissas da modelagem de distribuição assumem que a espécie se distribui onde as condições abióticas são favoráveis, as interações bióticas são positivas e a espécie se encontra dentro da área na qual consegue se dispersar (Soberon and Peterson, 2005). Na modelagem de distribuição operacionalmente se reduz o conceito de nicho ecológico ao nicho Grinelliano ou nicho fundamental, que serve para identificar as variáveis que definem e limitam o nicho ambiental da espécie que posteriormente é projetado ao espaço geográfico (Colwell and Rangel, 2009). O tipo de modelagem de distribuição usado na presente pesquisa foi do tipo correlativo, no qual diferentes variáveis ambientais foram relacionadas à distribuição da espécie com o fim de identificar os locais adequados para a distribuição de cada espécie (Pablos et al., 2010; Soberon and Peterson, 2005).

Dentro do procedimento de modelagem tem sido difícil modelar espécies raras ou com poucas ocorrências porque, com frequência, existem mais variáveis preditoras do que pontos de ocorrência, o que pode levar a um sobreajuste (*overfitting*) dos modelos construídos, ou seja, um ajuste perfeito entre as variáveis preditoras e os pontos de ocorrência que reduzem a generalidade e restringem a aplicabilidade dos modelos a novos dados (Breiner et al., 2015). A fim de contornar este problema, uma metodologia denominada “*ensembles of small models*” (ESM) foi proposta, consistindo em se produzir uma série de modelos bivariados, testando as diferentes combinações em par dos preditores, que são posteriormente combinados em um modelo consensual, evitando o sobreajuste sem perder a capacidade de estimar o nicho da espécie (Breiner et al., 2015; Lomba et al., 2010).

Seguindo o enfoque ESM, como algoritmo de modelagem foi utilizado *Maximum Entropy* (MAXENT), pois esse algoritmo cria modelos robustos que são transferíveis a outras regiões segundo a metodologia do ESM é são ótimos em relação ao tempo computacional quando comparados a redes neurais artificiais (NNA) e modelos de impulsão generalizada (GBM) (Breiner et al., 2018). Como só dados de presença estavam disponíveis, e o MAXENT precisa de pontos de *background*, foram criados cinco conjuntos de 10000 pontos aleatórios na área acessível de cada espécie. Para definir a área acessível de cada espécie foram usadas regiões bióticas (Barve et al., 2011), aqui identificadas como as províncias biogeográficas propostas por Morrone (Löwenberg-Neto, 2014; Morrone, 2014) em que os pontos de ocorrência de cada espécie se localizaram.

No processo de modelagem, os dados de ocorrência da espécie foram divididos em partições de 70% para treino e 30% para teste, e essa partição em treino/teste foi repetido cinco vezes para cada um dos cinco conjuntos de background, totalizando 25 rodadas de modelagem. Cada modelo bivariado foi avaliado pela área sob a curva (AUC) e índice de Boyce (Breiner et al., 2015), porque são medidas de performance independente de limiar e são complementares, já que a primeira precisa de dados de presença e ausência para avaliar os modelos enquanto que a segunda só precisa de dados de presença (Hirzel et al., 2006). AUC diferencia os locais onde a espécie se encontra presente dos locais em que a espécie está ausente, sendo assim, valores de AUC $<0,5$ indicam que os modelos são piores que modelos produzidos ao acaso, iguais a 0,5 indicam que são modelos aleatórios, e $>0,5$ são modelos que diferenciam as presenças e ausências verdadeiras (Elith and Leathwick, 2007; Hirzel et al., 2006). A partir dos valores de adequabilidade preditos pelo modelo, o Índice de Boyce calcula as frequências preditas e esperadas dos pontos de ocorrência, que posteriormente usa para fazer um coeficiente de correlação de Sperman que varia de -1 a 1 (Cola et al., 2017; Hirzel et al., 2006). Nesse índice, valores positivos indicam um modelo cujas previsões são consistentes com a distribuição das presenças; valores iguais a zero indicam um modelo aleatório, e valores negativos indicam modelos incorretos, que prevêem áreas de baixa qualidade onde as presenças são mais frequentes (Hirzel et al., 2006).

Os modelos selecionados para compor o consenso foram projetados para o presente e para cada AOGCM de cada cenário do futuro (4,5, “realista”, e 8,5, “pessimista”) de mudanças climáticas em 2050. Para a elaboração dos modelos consensuais (*ensemble*) a partir dos modelos bivariados, se usou a métrica de Somers’ D. Essa técnica calcula um índice a partir dos valores de AUC seguindo a seguinte fórmula: $AUC*2-1$, com a qual se construiu uma média ponderada dos modelos bivariados na qual não inclui modelos com valores de Somers’ D <0 , ou seja, AUC $<0,5$ porque são piores que um modelo aleatório (Breiner et al., 2015). Os modelos consensuais foram binarizados usando um limiar de adequabilidade do presente que incluísse 100% dos pontos de ocorrência utilizados na modelagem para as espécies com <50 pontos (também conhecido como *Lowest Presence Threshold*, Pearson et al., 2007) e 80% para as espécies com >50 pontos, para não superestimar a área de distribuição das espécies.

Posteriormente, para delimitar a área atual de distribuição da espécie a partir do modelo binário do presente foi criado um mínimo polígono convexo ao redor dos pontos de ocorrência de cada espécie e um *buffer* de 50 km, para delimitar a área que no presente é ambientalmente adequada para a distribuição da espécie. Essa área foi sobreposta ao mapa do

uso do solo com o fim de extrair as áreas que, além de serem ambientalmente adequadas, atualmente possuem vegetação nativa para a distribuição da espécie. Para a distribuição futura da espécie, foram considerados dois cenários, um sem dispersão e outro com dispersão. No cenário sem dispersão, tomando como base a distribuição atual da espécie, foram extraídas as áreas que não irão conter vegetação nativa em 2050. No cenário com dispersão, a partir da mesma área atual, foi assumida uma taxa de dispersão de 1 km ao ano até o 2050, pois esse é o tempo que foi estimado para a dispersão de palmeiras (Blach-Overgaard et al., 2015). Assim, foi feito um *buffer* de 38 km ao redor da distribuição atual, onde foi contabilizada a área ambientalmente adequada e que terá vegetação nativa em 2050. Em seguida, foi calculada a porcentagem de perda ou ganho de cada cenário a partir da distribuição do presente (100%): “4,5 com dispersão” (4,5_{CD}), “4,5 sem dispersão” (4,5_{SD}), “8,5 com dispersão” (8,5_{CD}) e “8,5 sem dispersão (8,5_{SD})”. Os modelos foram desenvolvidos no programa R (R core Team, 2016) . Mais informações podem ser encontradas no apêndice S3 e Figura S3.

Mapa de unidades de conservação para área de Campos Sulinos

Para avaliar o grau de proteção das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos no presente e nos cenários 4,5 (“realista”) e 8,5 (“pessimista”) com dispersão e sem dispersão, foram levados em consideração os limites das Unidades de Conservação (UCs), que estão dentro dos Campos Sulinos segundo as informações do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2019) do Ministério do Meio Ambiente. Os limites das UCs foram sobrepostos aos dados de distribuição binários de cada espécie nos diferentes cenários de clima, de solo e de dispersão de cada espécie, a fim de contabilizar o quanto da distribuição predita pelos modelos se encontra dentro de UCs. Todas as análises foram realizadas no programa R (R core Team, 2016) . Veja apêndice S3.

RESULTADOS

Efeitos das mudanças climáticas e do uso do solo sob diferentes cenários de dispersão na distribuição das espécies de palmeiras dentro dos Campos Sulinos

Para todos os ESM o valor médio de AUC e índice de Boyce foi de 0,87 e 0,70, respectivamente (Tabela S5). Os resultados da análise de distribuição das espécies de palmeiras, quando analisados em conjunto com as mudanças climáticas e as mudanças no uso do solo, demonstrou que todas as espécies de palmeiras apresentarão uma redução na área de distribuição sob o cenário sem dispersão, mas são as espécies associadas aos Campos as que mais perdem área de distribuição (Figura 2, S4). Por outro lado, quando foi considerado um cenário com dispersão, tanto as palmeiras típicas como as palmeiras associadas tendem a ganhar área de distribuição dentro dos Campos Sulinos (Figuras 2, S4).

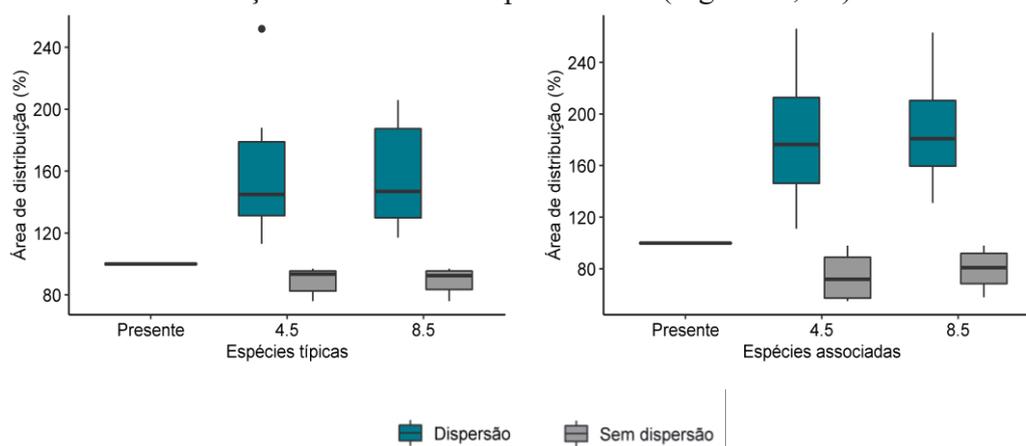


Figura 2. Porcentagem da área de distribuição ambientalmente disponível para as espécies típicas e associadas dos Campos Sulinos quando são levadas em consideração as mudanças climáticas e as mudanças no uso do solo sob diferentes cenários de dispersão. Em azul, se indica a área de distribuição para as espécies de palmeiras sob o cenário 4,5_{CD} e 8,5_{CD}. Em cinza, a área de distribuição das espécies sob um cenário 4,5_{SD} e 8,5_{SD}.

As áreas que ficariam estáveis ao combinar os efeitos de mudanças climáticas e mudanças no uso do solo sob diferentes cenários de dispersão situam-se nos Campos Gerais do PR para a espécie *B. microspadix*; Campos do centro sul do PR, região Serrana de SC e Campos do nordeste e noroeste do RS para *B. eriospatha*; Campos do noroeste do RS para *B. exilata*; Campos do nordeste, centro oeste, sudeste e sudoeste do RS para *B. yatay*; Campos do sudoeste do RS para *B. lallemantii*; e Campos do Sudeste do RS para *B. odorata* (Figura 3). Para as espécies associadas aos Campos, as áreas que ficam estáveis localiza-se nos

Campos Gerais dos PR para *A. campestris*; Campos do centro sul do PR, região Serrana de SC e Campos do nordeste e noroeste do RS para *T. acanthocoma*; Campos do Sudeste do RS para *T. brasiliensis*. Para a espécie *B. paraguayensis* nossos resultados indicam que a espécie perderá sua área de distribuição dentro dos Campos do RS e ganhará um pouco de área nos Campos Gerais do Paraná (Figura 4).

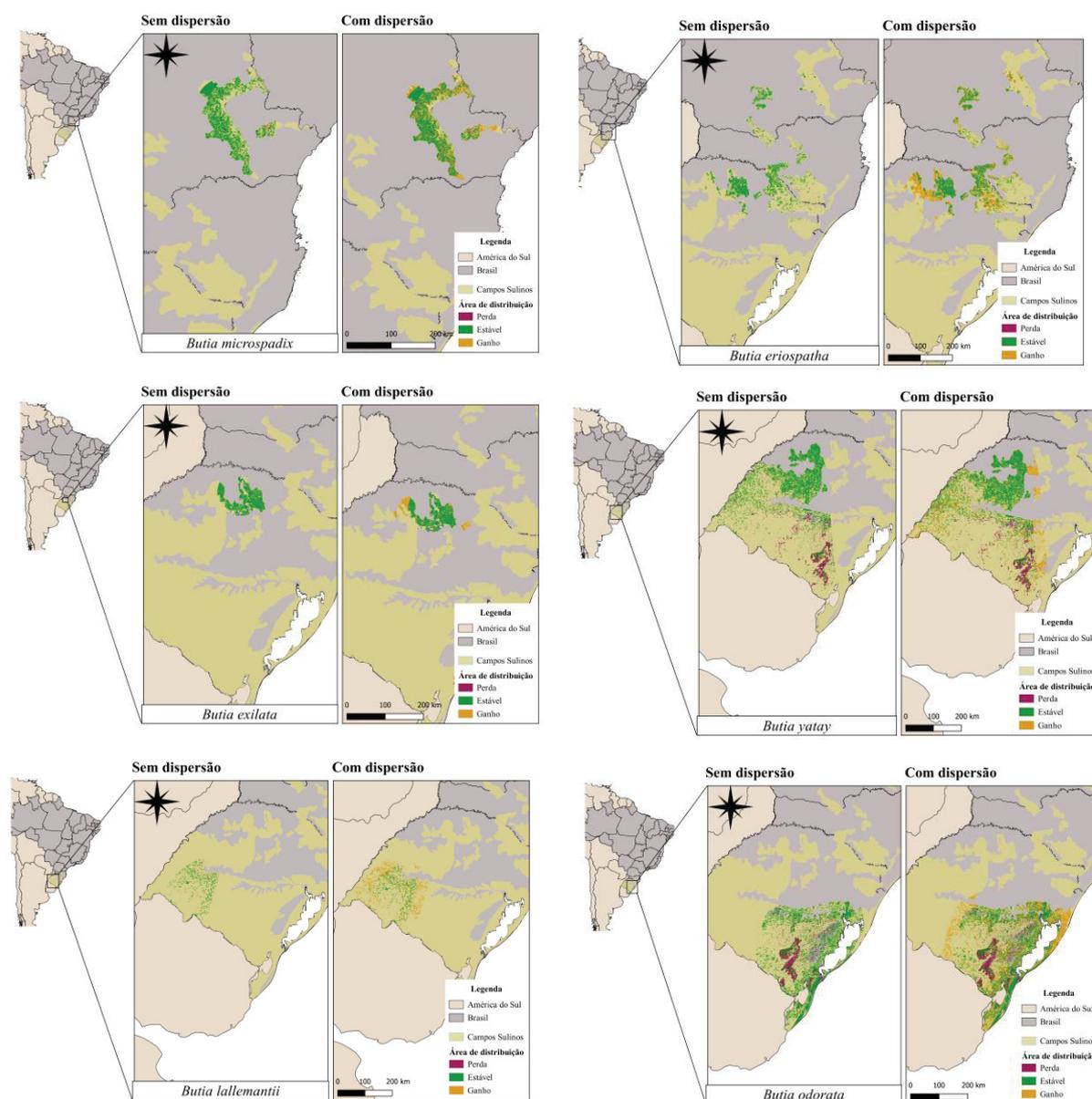


Figura 3. Área de distribuição das espécies de palmeiras típicas dos Campos Sulinos nos diferentes cenários de mudanças climáticas 4, 5 “realista” e 8,5 “pessimista” e de uso do solo sob os diferentes cenários de dispersão. As diferentes cores representam as regiões onde a área de distribuição das espécies será perdida (bordô), ficará estável (verde) ou aumentará (laranja).

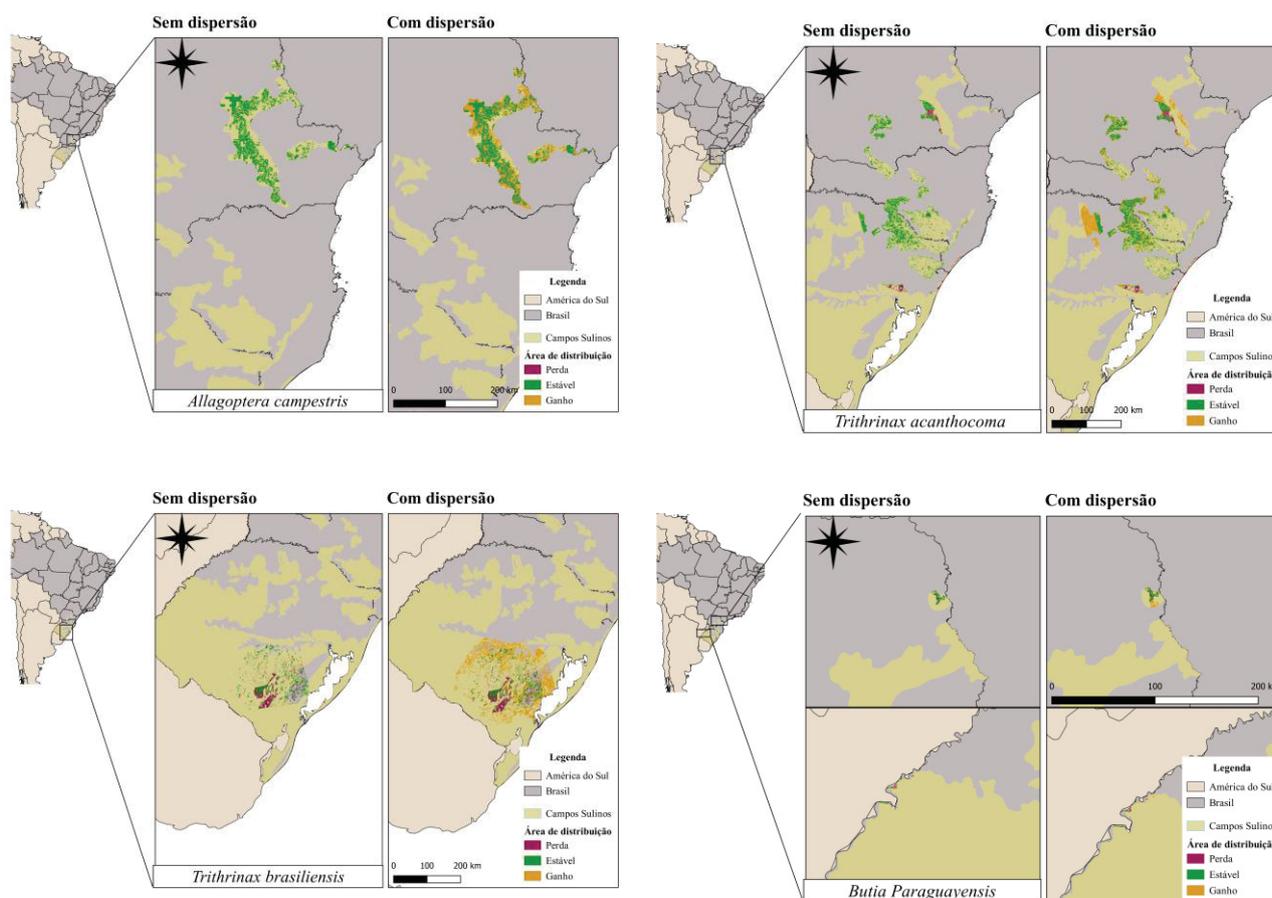


Figura 4. Área de distribuição das espécies de palmeiras associadas aos Campos Sulinos nos diferentes cenários de mudanças climáticas 4,5 “realista” e 8,5 “pessimista” e de uso do solo sob os diferentes cenários de dispersão. As diferentes cores representam as regiões onde a área de distribuição das espécies será perdida (bordô), ficará estável (verde) ou aumentará (laranja).

Mapa de riqueza das espécies de palmeiras nos Campos Sulinos

Sob as condições climáticas e de uso de solo presentes, a maior riqueza de espécies de palmeiras se encontra na região dos Campos Gerais do PR e Campos do nordeste e sudeste do RS. Para o futuro, os cenários sem dispersão levam a uma redução da riqueza de espécies nos locais que hoje apresentam maior riqueza. Por outro lado, no cenário com dispersão, a riqueza de espécies aumenta nesses mesmos locais (Figura 4).

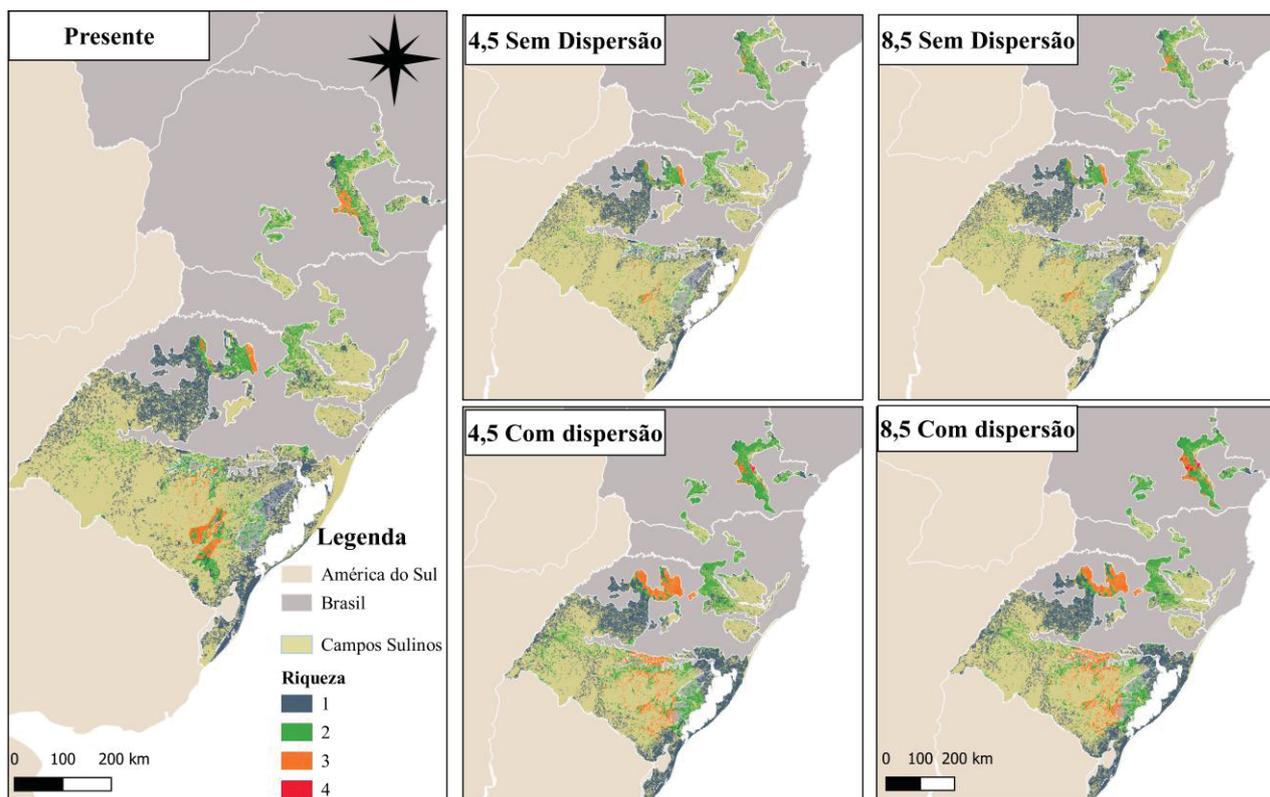


Figura 5. Riqueza das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos nos diferentes cenários do “presente”, 4,5 “sem dispersão e com dispersão” e 8,5 “sem dispersão e com dispersão”.

Papel das unidades de conservação na proteção das espécies de palmeiras

Os resultados indicam que a atual rede de UCs (Figura 1) é ineficaz na proteção da distribuição das espécies de palmeiras, porque existem palmeiras que tem toda sua distribuição fora da rede de UCs (*B. witeckii* e *B. paraguayensis*), e outras cuja distribuição dentro de UCs de proteção integral é <1%, como *B. exilata*. Para as outras espécies de palmeiras, os resultados mostraram que no presente a representatividade das espécies dentro de UCs de proteção integral (PI) é de menos do 2%, padrão que se segue para as UCs de uso sustentável (US) com a exceção de *B. pubispatha*, *A. campestris* e *B. microspadix*, que hoje têm 100%, 25% e 22% de sua distribuição dentro deste tipo de UCs, respectivamente (Tabela 1). Para os cenários futuros com e sem dispersão, se prevê um leve aumento na área de distribuição de *B. microspadix*, *B. odorata* e *T. acanthocoma* dentro das UCs de PI. Mas é nas UCs de uso sustentável onde todas as espécies de palmeiras, com exceção *T. brasiliensis* e *B. yatay* apresentam maior ganho de área, fato que pode levar a um aumento da área de distribuição de mais do 100% com relação a distribuição atual das espécies *A. campestris* e *B. microspadix* dentro de UCs de uso sustentável dentro dos Campos Sulinos (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de área de distribuição das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos que se encontra e se encontrará dentro de Unidades de Conservação. Presente área de proteção integral (PI_{presente}) e de uso sustentável (US_{presente}). Futuro 4,5 “com dispersão” em área de proteção integral (PI_{4,5CD}) e de uso sustentável” (US_{4,5CD}). Futuro 4,5 “sem dispersão” em área de proteção integral (PI_{4,5SD}) e de uso sustentável” (US_{4,5SD}). Futuro 8,5 “com dispersão” em área de proteção integral (PI_{8,5CD}) e de uso sustentável” (US_{8,5CD}). Futuro 8,5 “realista sem dispersão” em área de proteção integral (PI_{8,5SD}) e de uso sustentável” (US_{8,5SD}).

Espécie	PI _{presente}	US _{presente}	PI _{4,5CD}	US _{4,5CD}	PI _{8,5CD}	US _{8,5CD}	PI _{4,5SD}	US _{4,5SD}	PI _{8,5SD}	US _{8,5SD}
<i>Allagoptera campestris</i>	<1%	25%	1%	145%	2%	239%	1%	73%	1%	121%
<i>Butia eriospatha</i>	<1%	<1%	2%	3%	3%	6%	1%	1%	2%	1%
<i>Butia exilata</i>	<1%	0%	<1%	0%	<1%	0%	<1%	0%	<1%	0%
<i>Butia lallemantii</i>	0%	2%	0	9%	0%	16%	0%	6%	0%	9%
<i>Butia microspadix</i>	1%	22%	3%	113%	6%	189%	3%	63%	4%	105%
<i>Butia odorata</i>	2%	1%	7%	7%	12%	12%	5%	2%	8%	4%
<i>Butia paraguayensis</i> **										
<i>Butia pubispatha</i> *		100%								
<i>Butia yatay</i>	<1%	<1%	<1%	1%	1%	1%	<1%	<1%	<1%	1%
<i>Butia witeckii</i> **										
<i>Trithrinax acanthocoma</i>	1%	1%	5%	7%	8%	23%	4%	2%	7%	4%
<i>Trithrinax brasiliensis</i>	<1%	<1%	3%	0%	0%	0%	<1%	0%	<1%	0%

*Apenas um ponto conhecido que se encontra dentro de uma unidade de conservação de Uso Sustentável

** Espécies lacunas, é dizer espécies cuja distribuição não se encontram dentro de nenhuma Unidade de Conservação dos Campos Sulinos.

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que os efeitos sinérgicos das mudanças climáticas e mudanças no uso do solo sob um cenário sem dispersão tem um impacto negativo na distribuição geográfica futura das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos. Esses resultados foram similares aos encontrados para plantas do Cerrado (Velazco et al., 2019), plantas lenhosas da Floresta Atlântica (Zwiener et al., 2017) e Florestas Tropicais Úmidas (Asner et al., 2010), que tiveram uma diminuição na área de distribuição das espécies frente ao efeito sinérgico das mudanças climáticas e mudanças no uso do solo, mas não consideraram a dispersão. Neste resultado, é importante lembrar que a perda de área de distribuição dentro dos Campos Sulinos para as espécies de palmeiras associadas pode não ter um impacto desfavorável, porque elas também se distribuem em outros ecossistemas periféricos aos Campos Sulinos, que não foram contemplados na presente pesquisa. Por outro lado, quando foi considerada a distribuição futura das palmeiras sob um cenário com dispersão, a previsão mudou para ganho de área de distribuição para todas as espécies. Estudos realizados com palmeiras da África (Blach-Overgaard et al., 2015) e macacos da Amazônia (Sales et al., 2019), também mostraram uma maior redução da área de distribuição das espécies sob cenários sem dispersão e expansão da área de distribuição das espécies em cenários de dispersão. Esses resultados são muito importantes porque demonstram a importância de se considerar cenários com e sem dispersão ao analisar o efeito sinérgico das mudanças no clima e no uso do solo de modo a evitar conclusões errôneas. Conclusões errôneas que subestimam as estimativas de perda ou ganho de área de distribuição das espécies, podem ter consequências ao longo prazo nas estratégias de conservação das espécies.

Embora o cenário de ganho de área para as espécies de palmeiras sob o cenário com dispersão pareça otimista, porque promove a expansão da distribuição das espécies a novos territórios, é pouco provável que isso aconteça, pois isto vai depender da biologia da espécie de palmeira, como capacidade de dispersão e adaptação local a condições não climáticas como de relevo, declividade (Corlett, 2016). Além disto, a maioria das espécies aqui estudadas já se encontram ameaçadas principalmente por atividades relacionadas à fragmentação do habitat, extração ilegal e extrativismo de frutos e sementes (CNCFlora, 2019; Elias et al., 2019; FZB/RS, 2019; Lorenzi et al., 2010), atividades que podem comprometer a fecundidade da espécie (Corlett, 2016). Também é importante lembrar que no cenário com dispersão não foi considerada a capacidade dos agentes de polinização e

dispersão de sementes como aves e mamíferos (Nascimento et al., 2020) das palmeiras, de responderem às mudanças climáticas e se moverem na paisagem fragmentada, as interações bióticas negativas que as espécies podem ter nos novos locais e a permeabilidade da paisagem, fatores importantes no processo de dispersão (Corlett, 2016). Tem sido demonstrado que em paisagens fragmentados aumenta a defaunação e diminui o recrutamento e regeneração das populações de palmeiras (Galetti et al., 2006). Por outro lado, este cenário com dispersão requer que as mudanças no uso do solo futuro não sejam diferentes das previsões realizadas por Soares-Filho et al., (2016) o que significaria não fazer mudanças na legislação ambiental brasileira, fato pouco provável segundo as políticas de expansão econômica do Brasil (Loyola, 2014). Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de planos ou políticas de conservação nos locais que se mostraram refúgios para as espécies de palmeiras, pois não estão atualmente protegidos e provavelmente serão os únicos locais em que as espécies poderão se manter.

Em relação às UCs presentes na área de estudo, é possível dizer com base nos resultados encontrados que elas não seriam eficazes na proteção das espécies de palmeiras e dos ecossistemas de Campos Sulinos. Um claro exemplo desta situação é dado pelas espécies *B. witeckii* e *B. paraguayensis* que podem ser consideradas espécies lacunas de conservação por não terem área dentro de UCs (Rodrigues et al., 2004). Outra evidência é dada pela previsão para as outras espécies de palmeiras, que terão <2% de sua distribuição dentro de UCs de proteção integral e <16% dentro de UCs de uso sustentável, com exceção de *B. microspadix*, *A. campestris* e *Butia pubispatha*. É importante ressaltar que UCs de uso sustentável permitem a presença humana e maior interferência. Portanto, a conservação de palmeiras deve ser cuidadosamente analisada nessas UCs. Por exemplo, o manejo com gado em ecossistemas de butiazais parece ter funcionado bem na fazenda São Miguel em Tapes-RS para *B. odorata* onde a pastagem por gado é retirada em alguns meses o que favorece o estabelecimento e crescimento de novas plantas da espécie (Costa et al., 2017; Sosinski et al., 2015, 2019). Por outro lado, há um cenário negativo quando as UCs de uso sustentável não garantem a permanência da biodiversidade e seus processos ecológicos (SNUC, 2019). Foi observado em excursão à campo que o habitat de *B. pubispatha* na Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana, em Jaguaraíva-PR, está rodeado de uma cultura de *Pinus* sp., que pode levar a espécie à extinção se não forem realizadas ações de conservação urgentes. Essas ações podem incluir a formação de bancos de sementes, coleções vivas e até criopreservação da espécie (Corlett, 2016). Assim se demonstra que o potencial de amortecimento das UCs frente aos efeitos sinérgicos de mudanças no clima e solo é parco.

Esses resultados são similares aos encontrados para palmeiras africanas (Blach-Overgaard et al., 2015), plantas do Cerrado (Velazco et al., 2019), como consequência das mudanças climáticas e do uso do solo (Velazco et al., 2019) e anfíbios da Floresta Atlântica ao considerar só as mudanças climáticas (Lemes et al., 2013).

Também é importante considerar que a pouca área de distribuição das espécies de palmeiras dentro das UCs dos Campos Sulinos pode ser simplesmente o resultado da negligência que existe em proteger este tipo de ecossistema (Overbeck et al., 2015a). Estima-se que só 0,5% de toda a área de Campos Sulinos se encontra dentro de UCs (Overbeck et al., 2015a). Somado a isto, a falta de manejo nas poucas UCs existentes nos Campos Sulinos (Overbeck et al., 2007; Pillar and Vélez, 2010) também coloca em risco as espécies de palmeiras, fato observado na visita a campo realizada para a espécie *B. exilata* no RS que se encontra em aparente declínio pelo avanço da floresta sobre área de campo dentro de uma UC de proteção integral (Parque Estadual do Papagaio-Charão, em Sarandi-RS). Este fenômeno de avanço da floresta sobre as áreas campestres tem sido observado nos Campos da Depressão Central (Quadros and Pillar, 2001) e Planalto do norte do RS (Oliveira and Pillar, 2004). Esse fenômeno também foi observado em savanas da África em que encontraram que a intensidade do fogo e a quantidade de chuva mediam a coexistência de gramíneas e árvores (Higgins et al., 2000). Mesmo com essas evidências são necessárias mais pesquisas que permitam entender a relação ecológica dos Campos Sulinos com o fogo e o pastoreio (Overbeck et al., 2018), para poder implementar manejos adequados nas UCs que garantam a permanência das palmeiras e dos ecossistemas campestres do Sul do Brasil (Behling et al., 2012).

CONCLUSÃO

Estudar o efeito sinérgico de mudanças no clima e no uso do solo na distribuição das espécies de palmeiras sob cenários sem e com dispersão foi muito importante porque demonstrou a capacidade de resiliência que as espécies de palmeiras terão no futuro frente a essas ameaças. Assim, foi possível observar que se a espécie consegue dispersar-se é possível que os efeitos sinérgicos das mudanças no clima e no uso do solo não sejam ruins para as palmeiras. Entretanto, como as atuais populações de palmeiras estão sob risco devido principalmente a perda e fragmentação de habitat, são em sua maior parte endêmicas ou de distribuição restrita, e não foram consideradas as respostas dos dispersores, polinizadores, adaptação local a condições não climáticas, é permeabilidade da paisagem, é pouco provável que as palmeiras consigam se dispersar. Por esse motivo, o cenário sem dispersão na qual todas as espécies de palmeiras perdem área parece ser o mais plausível, o que exige a implementação de ações urgentes de conservação, pois além de serem importantes do ponto de vista ecológico, também são importantes economicamente em seus locais de ocorrência o que poderia aumentar a pressão sobre as populações destas espécies. É importante lembrar, que embora as mudanças no uso do solo usadas no presente trabalho sejam projeções, elas indicam tendências de como será a ocupação da terra no Brasil, o que pode ajudar no planejamento de futuras ações de conservação, se a atual legislação ambiental brasileira for mantida. Avaliar a eficácia da rede de UCs na distribuição das espécies foi muito importante porque demonstrou o baixo grau de proteção que estas áreas darão as espécies e mostrou as espécies lacunas de conservação, informações que podem servir de base para a formulação de futuras políticas de conservação e criação de novas UCs nos Campos Sulinos.

Este estudo apresenta uma primeira avaliação sobre o impacto das mudanças climáticas e do uso do solo na distribuição geográfica de palmeiras dos Campos Sulinos. Dada a importância destas espécies como indicadoras do estado de conservação destes ecossistemas, sua relação com a fauna local e as populações humanas, se sugere: I) o desenvolvimento de estudos que visem a ampliar o conhecimento da distribuição e biologia de todas as espécies, especialmente de *B. pubispatha* e *B. witeckii* que por falta de informação geográfica não puderam ser objeto da análise da modelagem de distribuição; II) A incorporação de políticas que visem desacelerar a conversão das paisagens dos Campos Sulinos, e permitam a manutenção dos locais de refúgio para as espécies de palmeiras; III) A expansão da atual rede de UCs nas Campos de SC e RS, que considere os efeitos sinérgicos e

dinâmicos das mudanças climáticas e do uso do solo, incorporem as áreas que se apresentaram como refúgios estáveis para a maioria das espécies ou as áreas de maior riqueza de espécies localizadas na região dos Campos Gerais do PR em que já existe uma UCs de uso sustentável que pode ser ampliada é Campos do nordeste e sudeste do RS que se sobrepõem a locais já demarcados como prioritários para a conservação da biodiversidade, segundo o Ministério do médio ambiente do Brasil; IV) A incorporação de ações de conservação ex-situ, migração assistida, restauração de áreas prioritárias para a conservação das palmeiras e inclusão de planos de manejo nas UCs baseados no conhecimento ecológico das espécies e dos ecossistemas dos Campos Sulinos.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L. de M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711–728.
- Anadón, 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. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12325>
- Asner, G.P., Loarie, S.R., Heyder, U., 2010. Combined effects of climate and land-use change on the future of humid tropical forests. *Conservation Letters* 3, 395–403. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00133.x>
- Barbieri, R.L., 2015. *Vida no Butiazal*. Brasília.
- Barve, N., Barve, V., Jiménez-Valverde, A., Lira-Noriega, A., Maher, S.P., Peterson, A.T., Soberón, J., Villalobos, F., 2011. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Modelling* 222, 1810–1819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011>
- Becker, F., Ramos, R., Moura, L., 2007. *Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul*.
- Behling, H., 2002. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 177, 19–27. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00349-2](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00349-2)
- Behling, H., Jeske-Pieruschka, V., Schüler, L., De Pata Pillar, V., 2012. Dinâmica dos Campos no Sul do Brasil durante o Quaternário Tardio, in: *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável Da Biodiversidade*. Gráfica do Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 13–25.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F., 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity: Biodiversity and climate change. *Ecology Letters* 15, 365–377. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>
- Bjorholm, S., Svenning, J.-C., Baker, W.J., Skov, F., Balslev, H., 2006. Historical legacies in the geographical diversity patterns of New World palm (Arecaceae) subfamilies. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151, 113–125. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2006.00527.x>

- Blach-Overgaard, A., Balslev, H., John, D., Signe, N., Jens-Christian, S., 2015. Global-change vulnerability of a key plant resource, the African palms. *Scientific Reports* 5, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep12611>
- Breiner, F.T., Guisan, A., Bergamini, A., Nobis, M.P., 2015. Overcoming limitations of modelling rare species by using ensembles of small models. *Methods in Ecology and Evolution* 6, 1210–1218. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12403>
- Breiner, F.T., Nobis, M.P., Bergamini, A., Guisan, A., 2018. Optimizing ensembles of small models for predicting the distribution of species with few occurrences. *Methods in Ecology and Evolution* 9, 802–808. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12957>
- Brook, B., Sodhi, N., Bradshaw, C., 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution* 23, 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.03.011>
- Büttow, M.V., Barbieri, R.L., Neitzke, R.S., Heiden, G., 2009. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., arecaceae) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31, 1069–1075. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400021>
- Cano, Á., Perret, M., 2013. A revision of the genus *Trithrinax* (Cryosophileae, Coryphoideae, Arecaceae). *Phytotaxa* 136.
- CNCFlora, 2019. Centro Nacional de Conservação da Flora. URL <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/> (accessed 4.26.19).
- Colwell, R.K., Rangel, T.F., 2009. Hutchinson's duality: The once and future niche. *PNAS* 106, 19651–19658. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901650106>
- Corlett, R.T., 2016. Plant diversity in a changing world: Status, trends, and conservation needs. *Plant Diversity* 38, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2016.01.001>
- Costa, F.A., Barbieri, R.L., Sosinski, E., Heiden, G., 2017. Caracterização e Discriminação Espectral de Butiazeiros (*Butia odorata*, Arecaceae) Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto (Comunicado Técnico No. 355). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul.
- Costa, G.C., Hampe, A., Ledru, M.-P., Martinez, P.A., Mazzochini, G.G., Shepard, D.B., Werneck, F.P., Moritz, C., Carnaval, A.C., 2018. Biome stability in South America over the last 30 kyr: Inferences from long-term vegetation dynamics and habitat modelling. *Global Ecology and Biogeography* 27, 285–297. <https://doi.org/10.1111/geb.12694>
- Cramer, J.M., Mesquita, R.C.G., Bruce Williamson, G., 2007. Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation* 137, 415–423. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.02.019>

- Cruz-Cárdenas, G., López-Mata, L., Villaseñor, J.L., Ortiz, E., 2014. Potential species distribution modeling and the use of principal component analysis as predictor variables. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, 189–199. <https://doi.org/10.7550/rmb.36723>
- Eiserhardt, W.L., Svenning, J.-C., Kissling, W.D., Balslev, H., 2011. Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. *Ann. Bot.* 108, 1391–1416. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr146>
- Elias, G.A., Lima, J.M.T., Santos, R. dos, Elias, G.A., Lima, J.M.T., Santos, R. dos, 2019. Threatened flora from the State of Santa Catarina, Brazil: Arecaceae. *Hoehnea* 46. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-32/2018>
- Elith, J., Leathwick, J., 2007. Predicting species distributions from museum and herbarium records using multiresponse models fitted with multivariate adaptive regression splines. *Diversity and Distributions* 13, 265–275. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00340.x>
- Faleiro, F.V., Machado, R.B., Loyola, R.D., 2013. Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. *Biological Conservation* 158, 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.020>
- Flora do Brasil 2020 [WWW Document], n.d. URL <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do#CondicaoTaxonCP> (accessed 2.7.20).
- FZB/RS, 2019. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. URL <http://www.fzb.rs.gov.br> (accessed 2.18.19).
- Galetti, M., Donatti, C.I., Pires, A.S., Guimarães JR, P. r., Jordano, P., 2006. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141–149.
- Garcia, R.A., Cabeza, M., Rahbek, C., Araujo, M.B., 2014. Multiple Dimensions of Climate Change and Their Implications for Biodiversity. *Science* 344, 1247579–1247579. <https://doi.org/10.1126/science.1247579>
- Hengl, T., Jesus, J.M. de, Heuvelink, G.B.M., Gonzalez, M.R., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M.N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M.A., Vargas, R., MacMillan, R.A., Batjes, N.H., Leenaars, J.G.B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S., Kempen, B., 2017. SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLOS ONE* 12, e0169748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748>
- Higgins, S.I., Bond, W.J., Trollope, W.S.W., 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass–tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology* 88, 213–229. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00435.x>

- Hirzel, A.H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C., Guisan, A., 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological Modelling, Predicting Species Distributions* 199, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.05.017>
- Karger, D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, H.P., Kessler, M., 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Sci Data* 4, 1–20. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Karmakar, R., Das, I., Dutta, D., Rakshit, A., 2016. Potential Effects of Climate Change on Soil Properties: A Review. *Science International* 4, 51–73. <https://doi.org/10.17311/sciintl.2016.51.73>
- Laurance, W.F., Vasconcelos, H.L., 2009. CONSEQUÊNCIAS ECOLÓGICAS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA. *Oecologia Australis* 13, 434–451.
- Lemes, P., Loyola, R.D., 2015. Mudanças climáticas e prioridades para a conservação da biodiversidade - Climate change and priorities for biodiversity conservation. *Revista de Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology* 11, 47–57. <https://doi.org/10.5216/rbn.v11i1.30699>
- Lemes, P., Melo, A.S., Loyola, R.D., 2013. Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0605-2>
- Lima-Ribeiro, M.S., Diniz-Filho, J.A., Felizola, 2013. Modelos Ecológicos e a Extinção da Megafauna: Clima e Homem na América do Su. Cubo, São Carlos, São Paulo.
- Lomba, A., Pellissier, L., Randin, C., Vicente, J., Moreira, F., Honrado, J., Guisan, A., 2010. Overcoming the rare species modelling paradox: A novel hierarchical framework applied to an Iberian endemic plant. *Biological Conservation* 143, 2647–2657. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.007>
- Lorenzi, H., Noblick, L.R., Kahn, F., Ferreira, E., 2010. *Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras)*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, São Paulo, Brasil.
- Löwenberg-Neto, P., 2014. Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *Zootaxa* 3802, 300–300. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3802.2.12>
- Loyola, R., 2014. Brazil cannot risk its environmental leadership. *Diversity and Distributions* 20, 1365–1367. <https://doi.org/10.1111/ddi.12252>
- MAPA, 2014. *Projeções do Agronegócio Brasil - 2013-2014 a 2023-2024*, 5th ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica.
- Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243–253. <https://doi.org/10.1038/35012251>

- McDonald, J., McCormack, P.C., Dunlop, M., Farrier, D., Feehely, J., Gilfedder, L., Hobday, A.J., Reside, A.E., 2019. Adaptation pathways for conservation law and policy. *WIREs Climate Change* 10, e555. <https://doi.org/10.1002/wcc.555>
- Morais, M.R., 1996. Allagoptera (Palmae). *Flora Neotropica* 73, 1–34.
- Morrone, J.J., 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa* 3782, 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>
- Nascimento, L., Guimarães, P., Onstein, R., Kissling, W., Pires, M., 2020. Associated evolution of fruit size, fruit color and spines in Neotropical palms. *Journal of Evolutionary Biology*. <https://doi.org/10.1111/jeb.13619>
- Navarro-Racines, C., Tarapues, J., Thornton, P., Jarvis, A., Ramirez-Villegas, J., 2020. High-resolution and bias-corrected CMIP5 projections for climate change impact assessments. *Scientific Data* 7, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0343-8>
- Oliveira, J.M., Pillar, V.D., 2004. Vegetation dynamics on mosaics of Campos and Araucaria forest between 1974 and 1999 in Southern Brazil. *COMMUNITY ECOLOGY* 5, 197–202. <https://doi.org/10.1556/ComEc.5.2004.2.8>
- Oliveira, U., Soares-Filho, B.S., Paglia, A.P., Brescovit, A.D., de Carvalho, C.J.B., Silva, D.P., Rezende, D.T., Leite, F.S.F., Batista, J.A.N., Barbosa, J.P.P.P., Stehmann, J.R., Ascher, J.S., de Vasconcelos, M.F., De Marco, P., Löwenberg-Neto, P., Ferro, V.G., Santos, A.J., 2017. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. *Sci Rep* 7, 9141. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08707-2>
- Overbeck, G.E., Boldrini, I.I., Barrotto do Carmo, M.R., Nunes Garcia, É., Segecin Moro, R., Pinto, C.E., Trevisan, R., Zannin, A., 2015a. Fisionomia dos Campos, in: *Os Campos Do Sul. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre*, pp. 31–39.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfdenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., Forneck, E.D., 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9, 101–116. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>
- Overbeck, G.E., Scasta, J.D., Furquim, F.F., Boldrini, I.I., Weir, J.R., 2018. The South Brazilian grasslands – A South American tallgrass prairie? Parallels and implications of fire dependency. *Natureza & Conservação* 16, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.jpecon.2017.11.002>
- Overbeck, G.E., Vélez-Martin, E., Scarano, F.R., Lewinsohn, T.M., Fonseca, C.R., Meyer, S.T., Müller, S.C., Ceotto, P., Dadalt, L., Durigan, G., Ganade, G., Gossner, M.M., Guadagnin, D.L., Lorenzen, K., Jacobi, C.M., Weisser, W.W., Pillar, V.D., 2015b. Conservation in Brazil

- needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions* 21, 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Pablos, N.S., Barbosa, A.M., Freiría, F.M., Real, R., 2010. Los modelos de nicho ecológico en la herpetología ibérica: pasado, presente y futuro. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 2–24.
- Parnesan, C., 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37, 637–669. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100>
- Parnesan, C., Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421, 37–42. <https://doi.org/10.1038/nature01286>
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Peterson, A.T., 2007. ORIGINAL ARTICLE: Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34, 102–117. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>
- Pecl, G.T., Araújo, M.B., Bell, J.D., Blanchard, J., Bonebrake, T.C., Chen, I.-C., Clark, T.D., Colwell, R.K., Danielsen, F., Evengård, B., Falconi, L., Ferrier, S., Frusher, S., Garcia, R.A., Griffiths, R.B., Hobday, A.J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M.A., Jennings, S., Lenoir, J., Linnetved, H.I., Martin, V.Y., McCormack, P.C., McDonald, J., Mitchell, N.J., Mustonen, T., Pandolfi, J.M., Pettorelli, N., Popova, E., Robinson, S.A., Scheffers, B.R., Shaw, J.D., Sorte, C.J.B., Strugnell, J.M., Sunday, J.M., Tuanmu, M.-N., Vergés, A., Villanueva, C., Wernberg, T., Wapstra, E., Williams, S.E., 2017. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science* 355. <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>
- Pillar, V. de P., Vélez, E., 2010. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? *Natureza & Conservação* 8, 84–86. <https://doi.org/10.4322/natcon.00801014>
- Pillar, V.D.P., Ott Andrade, B., Dadalt, L., 2015. Serviços Ecológicos, in: *Os Campos Do Sul. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre*, pp. 115–117.
- Pintaud, J.-C., Galeano, G., Balslev, H., Bernal, R., Borchsenius, F., Ferreira, E., de Granville, J.-J., Mejía, K., Millán, B., Moraes, M., Noblick, L., Stauffer, F.W., Kahn, F., 2008. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología* 15, 7–30.
- Quadros, F.L.F. de, Pillar, V.D.P., 2001. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural* 31, 863–868. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000500020>

- R core Team, 2016. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Ribeiro, B.R., Martins, E., Martinelli, G., Loyola, R., Ribeiro, B.R., Martins, E., Martinelli, G., Loyola, R., 2018. The effectiveness of protected areas and indigenous lands in representing threatened plant species in Brazil. *Rodriguésia* 69, 1539–1546. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869404>
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., Da Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Long, J.S., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J., Yan, X., 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428, 640–643. <https://doi.org/10.1038/nature02422>
- Salazar, L.F., Nobre, C.A., Oyama, M.D., 2007. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. *Geophysical Research Letters* 34, 1–6.
- Sales, L.P., Ribeiro, B.R., Pires, M.M., Chapman, C.A., Loyola, R., 2019. Recalculating route: dispersal constraints will drive the redistribution of Amazon primates in the Anthropocene. *Ecography* 42, 1789–1801. <https://doi.org/10.1111/ecog.04499>
- Silva, Y.B. da S. e, Ribeiro, B.R., Brum, F.T., Soares-Filho, B., Loyola, R., Michalski, F., 2018. Combined exposure to hydroelectric expansion, climate change and forest loss jeopardies amphibians in the Brazilian Amazon. *Diversity and Distributions* 24, 1072–1082. <https://doi.org/10.1111/ddi.12745>
- SNUC, A., 2019. Sistema Nacional de Unidades Conservação. URL <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html> (accessed 2.11.19).
- Soares, K.P., Longhi, S.J., Neto, L.W., Assis, L.C. de, 2014. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 65, 113–139–139.
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Merry, F., Rodrigues, H., Davis, J., Lima, L., Macedo, M., Coe, M., Carneiro, A., Santiago, L., 2016. Brazil's Market for Trading Forest Certificates. *PLOS ONE* 11, e0152311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152311>
- Soberon, J., Peterson, A.T., 2005. Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species' Distributional Areas. *Biodiv. Inf.* 2. <https://doi.org/10.17161/bi.v2i0.4>
- Sosinski, E., Hagemann, A., Dutra, F., Mistura, C., Amorim da Costa, F., Barbieri, R.L., 2015. Manejo Conservativo: Bases para a Sustentabilidade dos Butiazais (No. 230), *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul.*
- Sosinski, Ê.E., Urruth, L.M., Barbieri, R.L., Marchi, M.M., Martens, S.G., 2019. On the ecological recognition of Butia palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal

- protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy* 81, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.041>
- Tabarelli, M., de Fatima Marins, J., Da Silva, J.M., 2002. La biodiversidad brasileña, amenazada. *Investigacion y ciencia*.
- Velazco, S.J.E., Galvão, F., Villalobos, F., Júnior, P.D.M., 2017. Using worldwide edaphic data to model plant species niches: An assessment at a continental extent. *PLOS ONE* 12, e0186025. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186025>
- Velazco, S.J.E., Villalobos, F., Galvão, F., De Marco Júnior, P., 2019. A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Divers Distrib* 25, 660–673. <https://doi.org/10.1111/ddi.12886>
- Vélez-Martin, E., Rocha, C.H., Blanco, C., Oliveira Azambuja, B., Hasenack, H., De Pata Pillar, V., 2015. Conversão e Fragmentação, in: *Os Campos Do Sul*. Gráfica da UFRGS, Porto Alegre, pp. 123–129.
- Zuidema, P.A., Sayer, J.A., Dijkman, W., 1996. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation* 23, 290. <https://doi.org/10.1017/S037689290003914X>
- Zwiener, V.P., Padial, A.A., Marques, M.C.M., Faleiro, F.V., Loyola, R., Peterson, A.T., 2017. Planning for conservation and restoration under climate and land use change in the Brazilian Atlantic Forest. *Diversity and Distributions* 23, 955–966. <https://doi.org/10.1111/ddi.12588>

APÊNDICES

Apêndice S1. Seleção das espécies de palmeiras

A lista de espécies de palmeiras dos Campos Sulinos foi obtida com base na Flora do Brasil, um banco de dados online sob supervisão do Jardim Botânico do Rio de Janeiro que contém uma lista das espécies da Flora do Brasil que foi minuciosamente avaliada por especialistas de cada grupo taxonômico (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>). A busca utilizada para a seleção das espécies levou em consideração somente espécies de palmeiras nativas que ocorrem em Campos de Altitude, Campo Limpo e Campo Rupestre associados aos biomas Mata Atlântica e Pampa nos estados do Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Na compilação da lista não foram incluídos híbridos ou táxons abaixo do nível de espécie.

Apêndice S2. Obtenção de pontos para modelagem e limpeza de registros

Dados de ocorrência das espécies de palmeiras foram obtidos dos seguintes bancos; REFLOA do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (<http://reflora.jbrj.gov.br/>); *SpeciesLink*, um sistema de informação que integra dados primários de coleções científicas fornecidos por diferentes instituições do Brasil (<http://splink.cria.org.br/>); GBIF, Sistema Global de Informações sobre biodiversidade (<https://www.gbif.org/>); BIEN, a rede de informação botânica e ecológica (<http://bien.nceas.ucsb.edu/>); e JABOT (<http://rb.jbrj.gov.br/>) o sistema de gerenciamento de coleções botânicas também desenvolvido pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Além das informações de ocorrência disponíveis nestas bases de dados, foram incorporados na elaboração dos modelos dados de ocorrência das espécies de palmeiras coletados em campo.

Como foram usadas diferentes bases de dados, a verificação taxonômica do nome correto da espécie foi realizada com base na Flora do Brasil (<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>). Depois, foram eliminadas coordenadas geográficas duplicadas, que não tinham o nome da espécie, que se localizavam fora do continente, que se encontravam em jardins botânicos ou áreas urbanizadas, e que tinham menos de dois decimais. Para as espécies que tinham menos de 20 ocorrências, foram incluídas coordenadas de municípios e ocorrências de sinônimas, o que ocorreu apenas para *Butia lallemantii* e *Trithrinax acanthocoma*. Posteriormente, para certificar que os pontos coletados correspondem com a distribuição conhecida de cada espécie, os pontos que ficaram dentro do Brasil foram avaliados com base na distribuição apresentada na base de dados da Flora do Brasil (<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br>), no caso dos pontos de distribuição na Argentina e no Paraguai se utilizou a Flora da Argentina (<http://buscador.floraargentina.edu.ar>), a Flora do Cono Sul (<http://www.darwin.edu.ar>), Tropicos (www.tropicos.org) e o livro Flora Brasileira – Arecaceae (Palmeiras) (Lorenzi et al., 2010).

Tabela S1. Pontos de ocorrência coletados para a modelagem das espécies de palmeiras.

Herbários: ALCB: Universidade Federal da Bahia (UFBA)- Instituto de Biologia. ASE: Herbário da Universidade Federal de Sergipe. BAB: Herbário do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, Buenos Aires Argentina. BHCB: Herbário do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. BM: Herbário do Museu Britânico. CEN: Herbário da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. CGMS: Herbário da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. CEPEC: Centro de Pesquisas do Cacau “Andre Mauricio Vieira de Carvalho”. CTES: Herbário do Instituto de Botânica do Nordeste, Misiones Argentina. ECT: Herbário da Embrapa Clima Temperado. ESA: O Herbário ESA, do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz ". EFC: Escola de Florestas Curitiba. FLOR: Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Santa Catarina. FURB: Herbário Dr. Roberto Miguel Klein, Universidade Regional de Blumenau. FTG: Fairchild Tropical Botanic Garden Herbarium. G: Herbário de Geneva. HCF: Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. HTSA: Centro de Pesquisa Agropecuária Trópico Semiárido /EMBRAPA. HDCF: Herbário do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria. HPL: Herbário do Jardim Botânico Plantarum. HUCS: Herbário da Universidade de Caxias do Sul. HRCB: Universidade Estadual Paulista. HEPH: Herbário Ezechias Paulo Heringer, Jardim Botânico de Brasília. HVAT: Herbário do Vale do Taquari, Universidade de Taquari. HUEM: Herbário da Universidade Estadual de Maringá. HUEFS: Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana. ICN: Herbário Universidade Federal do Rio Grande do Sul. IAC: Herbário Fanerogâmico e Criptogâmico do Instituto Agrônomo. IRAI: Herbário do Parque da Ciência Newton Freire Maia. MBM: Museu Botânico Municipal, prefeitura de Curitiba. MBML: Herbário do Museu de Biologia Mello Leitão. MO: Herbário do Jardim Botânico de Missouri. ¶Naturalist projeto que tem como objetivo mapear a biodiversidade de todos o mundo. NYBG: Jardim Botânico de Nova York. PACA: Herbarium Anchieta, Instituto Anchietano de Pesquisas. RB: Jardim botânico Rio de Janeiro. UB: Herbário da Universidade de Brasília. Sinbiota: Herbário da Universidade de São Paulo. SI: Herbário do Instituto de Botânica Darwinion, Buenos Aires Argentina. SPF: Herbário Universidade de São Paulo. UFG: Herbário da Universidade Federal de Goiás. UNOP: Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. UPCB: Universidade Federal do Paraná. US: Herbário do Museu Nacional de História Natural, do Smithsonian Institution. UEC: Herbário da Universidade Estadual de Campinas. **Fonte:** CHAUÁ: ONG voltada à conservação da natureza. BIEN: Botanical Information and Ecology Network. GBIF: Sistema Global de

Informação sobre Biodiversidade. JABOT: Banco de Dados da Flora Brasileira. REFLORA: Herbario Virtual para el Conocimiento y Conservación de la Flora de Brasil. SPECIESLINK: Sistema distribuído de informação que integra dados primários de coleções científicas.

HERBÁRIO	NOME CIENTÍFICO	LATITUDE	LONGITUDE	SINONÍMIA	MUNICÍPIO	FONTE
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,557	-46,449			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,891	-44,274			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,238	-49,723			REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,159	-43,544			REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,228	-43,342			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,876	-43,986			REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,892	-43,806			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,584	-43,054			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,522	-43,048			REFLORA
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,666	-52,852			REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,012	-57,506			REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,961	-43,769			REFLORA
FLOR	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,906	-50,123			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,083	-41,86			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-6,338	-47,399			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,65	-47,792			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,325	-43,69			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,419	-55,793			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,97	-47,98			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,419	-41,77			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,019	-48,065			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,069	-44,496			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,796	-47,563			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,351	-44,962			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,034	-47,602			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,117	-47,582			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,251	-49,706			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,59	-48,05			REFLORA
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,4	-51,75			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,901	-47,945			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,787	-47,575			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,817	-51,767			REFLORA
ASE	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,054	-50,094			REFLORA
ESA	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,57	-41,174			REFLORA
HCF	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,584	-50,261			REFLORA
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,322	-48,987			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,733	-47,68			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,85	-47,817			REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,627	-48,249			REFLORA
HCF	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,185	-49,973			REFLORA

UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,37	-45,332	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,033	-42,533	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,924	-48,809	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,927	-47,432	REFLORA
HCF	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,177	-49,901	REFLORA
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-20,558	-54,398	REFLORA
ESA	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,428	-41,479	REFLORA
RB	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,442	-41,369	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,769	-47,614	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,805	-48,883	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,097	-45,668	REFLORA
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,809	-46,967	REFLORA
US	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,783	-46,317	REFLORA
	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,851	-43,033	JABOT
	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,638	-43,251	JABOT
ESA	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,8	-49,219	GBIF
ESA	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,272	-41,301	GBIF
ESA	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,063	-42,302	GBIF
UEC	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,216	-43,216	GBIF
UEC	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,36	-43,18	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,885	-51,715	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,81	-56,117	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,186	-55,279	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,54	-55,727	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,633	-55,537	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,796	-56,211	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,25	-41,75	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,58	-47,95	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,915	-57,369	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,704	-47,68	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,341	-49,714	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-20,249	-46,366	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,563	-42,89	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,044	-57,011	GBIF
NY	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,072	-47,563	GBIF
UFG	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,971	-52,079	GBIF
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,442	-50,337	GBIF
MBM	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,24	-49,987	GBIF
MPEG	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,213	-53,726	GBIF
BHCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,383	-42,563	GBIF
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-21,27	-54,443	GBIF
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-20,668	-54,427	GBIF
HEPH	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,914	-47,881	GBIF
HEPH	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,79	-49,135	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,296	-53,958	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,257	-54,01	GBIF

UFSJ	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,868	-48,383	GBIF
UFPR	<i>Allagoptera campestris</i>	-17,704	-44,191	GBIF
MO	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,633	-56,067	GBIF
MO	<i>Allagoptera campestris</i>	-27,267	-55,583	GBIF
MO	<i>Allagoptera campestris</i>	-27,317	-55,533	GBIF
MO	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,286	-57,448	GBIF
MO	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,664	-56,322	GBIF
UnB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,97	-47,937	GBIF
UnB	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,715	-42,305	GBIF
UnB	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,222	-48,923	GBIF
UnB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,117	-47,517	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,267	-55,567	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,767	-55,483	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,133	-55,267	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,9	-55,45	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,812	-49,57	GBIF
G	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,433	-56,417	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,01	-48,826	GBIF
UFMT	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,111	-49,582	GBIF
UFMT	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,184	-50,706	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,26	-53,992	GBIF
MBM	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,446	-50,011	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,486	-42,48	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,085	-42,508	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,286	-48,168	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-19,783	-48,933	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,467	-55,783	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,903	-48,016	GBIF
CEN	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,592	-47,708	GBIF
UEFS	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,381	-44,667	GBIF
UEFS	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,467	-41,516	GBIF
UEFS	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,598	-41,063	GBIF
UEFS	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,432	-41,456	GBIF
UEFS	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,763	-37,854	GBIF
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,036	-53,363	GBIF
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,062	-53,389	GBIF
CGMS	<i>Allagoptera campestris</i>	-20,532	-54,406	GBIF
UFG	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,599	-46,125	GBIF
UFG	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,333	-48,967	GBIF
UFG	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,439	-51,995	GBIF
HRCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,659	-41,563	GBIF
USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,264	-43,678	GBIF
USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,449	-41,385	GBIF
USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,346	-45,954	GBIF
USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-16,733	-42,883	GBIF
USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,483	-41,85	GBIF

USP	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,533	-41,967	GBIF
IAC	<i>Allagoptera campestris</i>	-21,555	-47,704	GBIF
CEPEC	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,167	-44,55	GBIF
CEPEC	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,833	-44,467	GBIF
CEPEC	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,633	-41,317	GBIF
PNFM	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,241	-50,002	GBIF
PNFM	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,176	-49,668	GBIF
PNFM	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,241	-50,051	GBIF
BHCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-18,25	-43,65	GBIF
FZB-BH	<i>Allagoptera campestris</i>	-19,049	-43,709	GBIF
UFPE	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,46	-41,483	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-20,217	-47,433	GBIF
IF	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,168	-47,908	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,535	-45,417	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,559	-44,952	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,119	-44,976	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,417	-41,702	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,167	-41,25	GBIF
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,226	-42,833	GBIF
UPCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-24,35	-50,154	GBIF
HCF	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,726	-41,096	GBIF
HCF	<i>Allagoptera campestris</i>	-25,202	-49,946	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,744	-42,572	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,628	-41,001	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,473	-41,473	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-12,459	-37,941	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,359	-42,537	GBIF
ALCB	<i>Allagoptera campestris</i>	-13,322	-41,438	GBIF
SinBiota	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,323	-48,96	BIEN
SinBiota	<i>Allagoptera campestris</i>	-23,371	-48,995	BIEN
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-11,972	-41,278	BIEN
HTSA	<i>Allagoptera campestris</i>	-14,639	-44,861	BIEN
SinBiota	<i>Allagoptera campestris</i>	-21,457	-49,82	BIEN
SinBiota	<i>Allagoptera campestris</i>	-22,355	-49,032	BIEN
UB	<i>Allagoptera campestris</i>	-15,8	-48,824	SPECIESLINK
FURB	<i>Butia eriospatha</i>	-26,47	-52,571	REFLORA
NY	<i>Butia eriospatha</i>	-27,178	-51,504	REFLORA
HCF	<i>Butia eriospatha</i>	-25,054	-50,133	REFLORA
HCF	<i>Butia eriospatha</i>	-24,051	-52,398	REFLORA
	<i>Butia eriospatha</i>	-27,906	-52,828	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-25,352	-51,468	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-27,827	-51,241	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-28,67	-50,941	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-27,571	-51,963	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-28,387	-52,038	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-27,644	-52,205	BIEN

<i>Butia eriopatha</i>	-27,484	-50,38	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,408	-50,686	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,001	-51,932	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,817	-50,125	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-24,251	-49,487	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,37	-51,222	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,514	-51,384	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,464	-52,841	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,191	-50,491	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,807	-51,059	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,241	-52,406	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,907	-51,388	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,373	-50,766	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,358	-52,997	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,836	-50,816	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,635	-52,265	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,221	-50,033	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,383	-51,217	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,481	-51,91	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-29,234	-50,537	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,208	-53,95	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,852	-51,219	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,179	-51,613	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-28,206	-52,476	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,512	-52,549	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-28,438	-49,859	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,194	-50,618	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,901	-50,579	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-24,111	-49,719	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,263	-49,264	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,82	-52,017	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,899	-52,208	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,361	-50,234	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,64	-51,93	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,382	-51,178	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-28,003	-53,52	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-29,023	-51,201	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,953	-51,291	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,193	-51,896	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,95	-51,833	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,853	-52,452	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,27	-51,388	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-27,089	-50,671	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-25,879	-53,343	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-28,041	-52,211	BIEN
<i>Butia eriopatha</i>	-26,196	-53,164	BIEN

	<i>Butia eriospatha</i>	-25,851	-51,991	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-24,75	-49,833	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-25,325	-49,31	BIEN
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,28	-53,64	BIEN
MBM	<i>Butia eriospatha</i>	-26,583	-53,833	SPECIESLINK
MBM	<i>Butia eriospatha</i>	-28,227	-51,618	SPECIESLINK
NY	<i>Butia eriospatha</i>	-25,311	-49,29	SPECIESLINK
ECT	<i>Butia eriospatha</i>	-27,875	-51,172	SPECIESLINK
UB	<i>Butia eriospatha</i>	-28,241	-52,315	SPECIESLINK
HCF	<i>Butia eriospatha</i>	-25,624	-54,477	SPECIESLINK
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,371	-51,67	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,499	-51,503	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,318	-51,503	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-25,397	-52,294	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,407	-51,503	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,265	-51,689	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,429	-51,56	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,401	-51,582	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,411	-51,655	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,372	-51,454	CHAUÁ
	<i>Butia eriospatha</i>	-26,443	-51,504	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,905	-50,439	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,239	-50,463	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,065	-50,427	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,038	-50,427	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-26,996	-50,403	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,134	-50,603	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,258	-50,611	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,222	-50,663	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,207	-50,689	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,198	-50,628	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,147	-50,628	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,096	-50,631	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-27,06	-50,654	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-26,862	-50,83	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-26,86	-50,838	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-26,907	-50,731	CHAUÁ
	<i>Buta eriospatha</i>	-26,896	-50,753	CHAUÁ
RB	<i>Butia exilata</i>	-279,719	-529,058	REFLORA
HDCF	<i>Butia exilata</i>	-2,784	-52,849	SPECIESLINK
HDCF	<i>Butia exilata</i>	-278,288	-528,997	REFLORA
RB	<i>Butia exilata</i>	-278,83	-527,594	REFLORA
ECT	<i>Butia exilata</i>	-28,08	-52,6	SPECIESLINK
UB	<i>Butia exilata</i>	-27,864	-52,768	SPECIESLINK
	<i>Butia exilata</i>	-27,913	-52,813	CHAUÁ
	<i>Butia exilata</i>	-27,925	-52,854	CHAUÁ

	<i>Butia exilata</i>	-27,638	-52,832		CHAUÁ
UNOP	<i>Butia lallemantii</i>	-29,393	-55,073		REFLORA
HVAT	<i>Butia lallemantii</i>	-29,664	-55,396		BIEN
HUCS	<i>Butia lallemantii</i>	-29,564	-55,093		BIEN
HPL	<i>Butia lallemantii</i>	-29,593	-55,37		BIEN
UNOP	<i>Butia lallemantii</i>	-29,659	-55,126		SPECIESLINK
ECT	<i>Butia lallemantii</i>	-29,927	-55,481		SPECIESLINK
UB	<i>Butia lallemantii</i>	-29,595	-55,128		SPECIESLINK
NY	<i>Butia lallemantii</i>	-30,998	-55,661		GBIF
HDCF	<i>Butia lallemantii</i>	-29,55	-55,131	SIM	SPECIESLINK
HDCF	<i>Butia lallemantii</i>	-29,589	-55,483	SIM	SPECIESLINK
ICN	<i>Butia lallemantii</i>	-29,783	-55,792	SIM	SPECIESLINK
PACA	<i>Butia lallemantii</i>	-30,388	-56,451	SIM	SPECIESLINK
NY	<i>Butia microspadix</i>	-25,42	-49,97		REFLORA
HCF	<i>Butia microspadix</i>	-24,581	-50,254		REFLORA
IRAI	<i>Butia microspadix</i>	-25,241	-50,051		BIEN
EFC	<i>Butia microspadix</i>	-25,135	-49,593		BIEN
MBM	<i>Butia microspadix</i>	-25,906	-50,123		BIEN
UPCB	<i>Butia microspadix</i>	-24,238	-49,723		BIEN
	<i>Butia microspadix</i>	-25,191	-50,005		CHAUÁ
NY	<i>Butia microspadix</i>	-24,251	-49,706		REFLORA
NY	<i>Butia microspadix</i>	-25,08	-50,15		REFLORA
NY	<i>Butia microspadix</i>	-24,113	-49,463		BIEN
IRAI	<i>Butia microspadix</i>	-25,241	-50,002		SPECIESLINK
HCF	<i>Butia microspadix</i>	-25,182	-49,974		SPECIESLINK
HUEM	<i>Butia microspadix</i>	-25,231	-49,993		SPECIESLINK
RB	<i>Butia odorata</i>	-30,523	-51,36		REFLORA
	<i>Butia odorata</i>	-31,733	-52,884		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,33	-53,299		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-32,508	-53,049		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-29,929	-51,14		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,539	-52,965		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,289	-54,032		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,436	-51,404		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,265	-51,302		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,491	-52,68		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,62	-53,221		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,531	-52,678		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,338	-51,947		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,448	-52,473		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,659	-52,23		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,064	-51,125		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-32,129	-52,139		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,248	-53,673		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-31,768	-52,472		BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,625	-51,408		BIEN

	<i>Butia odorata</i>	-31,176	-52,466	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-29,702	-52,365	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,708	-52,124	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,815	-53,882	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,102	-52,397	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-32,514	-52,492	BIEN
	<i>Butia odorata</i>	-30,387	-51,045	BIEN
ICN	<i>Butia odorata</i>	-30,326	-51,832	SPECIESLINK
ECT	<i>Butia odorata</i>	-30,545	-51,368	SPECIESLINK
HUCS	<i>Butia odorata</i>	-31,599	-52,291	SPECIESLINK
HUCS	<i>Butia odorata</i>	-33,243	-53,07	SPECIESLINK
HUCS	<i>Butia odorata</i>	-31,568	-53,691	SPECIESLINK
RB	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,842	-56,394	REFLORA
RB	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,973	-52,906	REFLORA
RB	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,796	-56,211	REFLORA
HCF	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,104	-52,327	REFLORA
CGMS	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,588	-56,661	REFLORA
RB	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,184	-55,28	REFLORA
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,976	-56,487	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,321	-57,078	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,81	-56,117	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,632	-56,027	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-26,045	-56,867	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,806	-56,079	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,83	-57,42	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,407	-56,78	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,445	-56,751	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,82	-56,27	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,638	-56,466	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,449	-56,823	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,639	-55,993	GBIF
NY	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,138	-55,424	GBIF
HUEFS	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,613	-56,507	GBIF
CGMS	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,05	-56,839	GBIF
CTES	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,72	-56,73	GBIF
CTES	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,84	-58,68	GBIF
CTES	<i>Butia paraguayensis</i>	-28,43	-58,44	GBIF
CTES	<i>Butia paraguayensis</i>	-28,36	-58,03	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,333	-56,483	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,417	-56,833	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,833	-57,417	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,65	-56,05	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,25	-55,917	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,583	-55,333	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,174	-57,519	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,664	-56,322	GBIF

MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,445	-56,75	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,16	-55,285	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,792	-56,287	GBIF
MO	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,682	-55,998	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,017	-55,933	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,283	-57,567	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,417	-57,483	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,433	-56,417	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,133	-55,517	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,433	-57,433	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,333	-56,333	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,34	-55,81	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,033	-54,3	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,6	-55,867	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,183	-58,367	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,567	-55,95	GBIF
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,917	-56,65	GBIF
MBML	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,469	-48,987	GBIF
HPL	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,679	-54,491	GBIF
CEN	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,75	-57,45	GBIF
HUEFS	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,602	-56,863	GBIF
HUEFS	<i>Butia paraguayensis</i>	-28,583	-58,067	GBIF
SPF	<i>Butia paraguayensis</i>	-19,021	-53,133	GBIF
SPF	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,923	-56,382	GBIF
SPF	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,312	-55,541	GBIF
IAC	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,372	-46,942	GBIF
IAC	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,135	-55,83	GBIF
IF	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,819	-49,218	GBIF
CEN	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,24	-56,449	GBIF
ULM	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,75	-48,417	GBIF
SI	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,27	-55,55	GBIF
CTES	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,44	-55,59	GBIF
	<i>Butia paraguayensis</i>	-26,49	-54,17	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,129	-54,371	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,109	-48,033	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,949	-48,404	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,258	-47,167	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,058	-55,284	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,806	-55,736	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,259	-56,549	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,84	-54,86	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,573	-52,318	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,454	-51,303	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,371	-50,979	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,869	-53,847	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-26,509	-57,938	BIEN

	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,455	-56,88	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,702	-48,389	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,297	-58,279	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,976	-57,274	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,006	-47,359	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,229	-52,229	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,449	-57,914	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,626	-53,596	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,424	-48,329	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,231	-56,786	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,031	-48,551	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-19,201	-52,506	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,254	-47,151	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,836	-56,604	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,558	-50,137	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,448	-53,3	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,788	-56,241	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,142	-55,692	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,15	-47,657	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,411	-55,989	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,376	-54,914	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,372	-52,616	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,749	-50,769	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,62	-55,055	BIEN
BM	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,08	-55,42	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,765	-54,728	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,105	-50,583	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,142	-53,189	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,222	-51,044	BIEN
G	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,217	-57,367	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,603	-50,381	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,077	-52,791	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,187	-47,904	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,111	-51,293	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-26,595	-54,225	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,235	-47,834	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,017	-52,36	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,715	-57,581	BIEN
Herbarium	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,689	-56,007	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,34	-55,19	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,091	-54,279	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-26,528	-57,049	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,36	-51,403	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,111	-56,917	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,273	-57,539	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,371	-48,995	BIEN

	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,371	-54,93	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-19,324	-51,381	BIEN
SinBiota	<i>Butia paraguayensis</i>	-23,353	-48,518	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,546	-50,057	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,273	-53,509	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,359	-56,981	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,123	-57,003	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,432	-55,667	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-25,71	-56,605	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,651	-57,858	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-24,001	-55,479	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,193	-47,423	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,678	-54,642	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,466	-56,519	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-18,809	-52,487	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-19,027	-51,993	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-27,537	-58,648	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,001	-55,939	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-21,627	-47,625	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,266	-48,04	BIEN
	<i>Butia paraguayensis</i>	-20,425	-55,103	BIEN
CGMS	<i>Butia paraguayensis</i>	-22,652	-50,378	SPECIESLINK
UB	<i>Butia paraguayensis</i>	-29,028	-55,331	SPECIESLINK
ICN	<i>Butia witeckii</i>	-29,22	-540,044	REFLORA
HDCF	<i>Butia witeckii</i>	-29,368	-540,125	REFLORA
ECT	<i>Butia yatay</i>	-28,0719	-54,3336	REFLORA
ECT	<i>Butia yatay</i>	-28,0392	-54,3206	REFLORA
	<i>Butia yatay</i>	-28,7367	-55,1522	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-30,4539	-56,3914	BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-30,8655	-53,6199	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,4553	-56,8800	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,7756	-56,0383	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,2583	-53,8711	BIEN
BAB	<i>Butia yatay</i>	-29,5500	-57,3100	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-32,1656	-57,1506	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,2514	-54,1983	BIEN
CTES	<i>Butia yatay</i>	-27,7200	-56,7300	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,7994	-59,3786	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,2272	-53,8819	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,3483	-53,5486	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,3117	-55,5406	BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-30,4017	-56,1850	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-26,2561	-60,0122	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,3119	-55,9889	BIEN
HPL	<i>Butia yatay</i>	-29,3668	-54,0128	BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,9181	-60,6225	BIEN

	<i>Butia yatay</i>	-32,9200	-58,1900		BIEN
CTES	<i>Butia yatay</i>	-27,7700	-57,6300		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,0233	-58,0775		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,8906	-54,5522		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,2667	-55,5500		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,4856	-56,8544		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,2969	-58,2794		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-30,2564	-54,2758		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,6606	-53,6883		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,5489	-55,7853		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,8072	-54,2436		BIEN
¡Naturalist	<i>Butia yatay</i>	-31,8589	-58,2813		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,3678	-54,6733		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,0875	-56,0619		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,6508	-54,4511		BIEN
CTES	<i>Butia yatay</i>	-28,2100	-56,2300		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-32,1592	-53,2233		BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-30,8655	-53,7939		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,0728	-53,8164		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,6514	-54,6389		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-27,5714	-55,8064		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-30,0492	-55,6783		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,9900	-57,4500		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,0997	-56,5936		BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-28,6667	-54,7911		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,7919	-53,9736		BIEN
BAB	<i>Butia yatay</i>	-27,3695	-55,5824		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-26,7758	-59,0181		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-31,2892	-54,0319		BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-30,4233	-56,1864		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-30,0739	-56,8797		BIEN
HUCS	<i>Butia yatay</i>	-28,1205	-54,5577		BIEN
CTES	<i>Butia yatay</i>	-28,1900	-58,5800		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-29,3881	-56,5731		BIEN
SPF	<i>Butia yatay</i>	-27,9867	-57,9622		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,1956	-54,1719		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-28,9422	-54,8794		BIEN
¡Naturalist	<i>Butia yatay</i>	-31,8731	-58,2379		BIEN
SPF	<i>Butia yatay</i>	-28,0978	-58,2867		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-32,1500	-57,4700		BIEN
	<i>Butia yatay</i>	-32,0544	-53,6225		BIEN
MBM	<i>Butia yatay</i>	-28,0333	-54,4167		SPECIESLINK
¡Naturalist	<i>Butia yatay</i>	-31,8776	-58,2606		GBIF
¡Naturalist	<i>Butia yatay</i>	-31,8244	-58,3295		GBIF
HPL	<i>Butia pubispatha</i>	-24,216	-49,65		(SOARES, 2015)
NY	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-25,23	-50,604	SIM	REFLORA

FURB	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,934	-49,364			REFLORA
HCF	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-25,07	-51,573			REFLORA
MBM	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-25,394	-52,301			SPECIESLINK
ICN	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,196	-51,414	SIM		SPECIESLINK
NY	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,668	-50,417		SIM	SPECIESLINK
CEN	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-27,643	-51,311	SIM		SPECIESLINK
CEN	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,289	-50,727	SIM		SPECIESLINK
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,416	-50,563	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,67	-50,941	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,923	-50,288	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,282	-51,377	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,291	-50,082	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,443	-50,007	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,372	-49,862	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,379	-50,781	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,381	-51,104	SIM		BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,023	-51,201			BIEN
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-26,3	-52,306			CHAUÁ
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,701	-51,49			CHAUÁ
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-28,725	-51,574			CHAUÁ
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-26,919	-50,492			CHAUÁ
	<i>Trithrinax acanthocoma</i>	-29,377	-49,76			CHAUÁ
NY	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-30,834	-53,516			REFLORA
	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-31,176	-52,466			BIEN
	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-30,431	-53,378			BIEN
NY	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-31,332	-54,107			BIEN
	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-30,539	-52,965			BIEN
	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-30,491	-52,68			BIEN
HUCS	<i>Trithrinax brasiliensis</i>	-30,866	-53,615			SPECIESLINK

Tabela S2. Variáveis usadas na modelagem de distribuição das palmeiras dos campos sulinos

FONTE	ABREVIATURA	NOME DA VARIÁVEL	UNIDADE DE MEDIDA
SOIL GRIDS	BDTICM_M	Profundidade absoluta da rocha	Centímetro
	BLDFIE_M*	Densidade dos granos (terra fina, terra seca)	Quilograma /metros
	CLYPPT_M*	Teor de argila (0-2 micrômetros) em%	Porcentagem
	CRFVOL_M*	Fragmentos grossos volumétricos em%	Porcentagem
	BDRLOG_M	Probabilidade de ocorrência do horizonte R	Porcentagem
	SNDPPT_M*	Teor de areia (50-2000 micro meter) fração de massa em %	Porcentagem
	SLTPPT_M*	Teor de lodo (2-50 micro metros) fração de massa em%	Porcentagem
CHELSA	BIO1	Temperatura Média Anual	⁰ C/10
	BIO2	Faixa Diurna Média	
	BIO3	Isotermalidade	—
	BIO4	Sazonalidade da temperatura	Desvio padrão
	BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente	⁰ C/10
	BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio	⁰ C/10
	BIO7	Faixa anual de temperatura	⁰ C/10
	BIO8	Temperatura média do trimestre mais úmido	⁰ C/10
	BIO9	Temperatura média do trimestre mais seco	⁰⁰ C/10
	BIO10	Temperatura média do trimestre mais quente	C/10
	BIO11	Temperatura média do trimestre mais frio	⁰ C/10
	BIO12	Precipitação anual	mm/ano
	BIO13	Precipitação do mês mais chuvoso	mm/mês
	BIO14	Precipitação do mês mais seco	mm/mês
	BIO15	Sazonalidade da precipitação	Coefficiente de variação
	BIO16	Precipitação do trimestre mais chuvoso	mm/quarto
	BIO17	Precipitação do trimestre mais seco	mm/quarto
	BIO18	Precipitação do trimestre mais quente	mm/quarto
	BIO19	Precipitação do trimestre mais frio	mm/quarto

*Camada ambiental a sete profundidades diferentes

Tabela S3. Proporção de variância explicada pelos eixos resultantes do PCA usadas na modelagem de distribuição das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos do Brasil.

	PC 1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
Desvio Padrão	4,50	3,53	2,53	2,21	1,67	1,58	1,27	1,10	1,01
Proporção variância	0,36	0,22	0,11	0,08	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02
Proporção variância acumulada	0,36	0,58	0,70	0,78	0,83	0,88	0,91	0,93	0,95

Tabela S4. Correlação entre as variáveis ambientais e os nove eixos componentes principais usados na modelagem de distribuição das espécies de palmeiras dos Campos Sulinos do Brasil. Ver abreviatura de cada variável na tabela S2.

NOME VARIÁVEL	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
BDRLOG	0,05	-0,01	0,19	-0,13	0,28	-0,05	0,22	-0,06	0,21
BDTICM	0,03	-0,12	-0,07	0,19	-0,13	0,07	-0,18	0,06	-0,32
BIO 10	-0,14	-0,01	-0,16	0,14	-0,11	0,06	0,32	0,29	0
BIO 11	-0,18	0,1	-0,04	0,16	0,14	0,07	0,11	0,02	0,05
BIO 12	0,01	0,19	0,06	0,15	0,09	-0,27	-0,2	0,26	-0,09
BIO 13	-0,06	0,16	0,1	0,18	0,14	-0,07	-0,32	0,27	-0,15
BIO 14	0,12	0,12	-0,02	-0,06	0,01	-0,38	0,16	0,12	0,05
BIO 15	-0,13	-0,05	0,06	0,1	0,11	0,37	-0,15	0,07	-0,08
BIO 16	-0,06	0,16	0,1	0,18	0,14	-0,07	-0,32	0,27	-0,15
BIO 17	0,12	0,13	-0,02	-0,06	0,01	-0,38	0,15	0,12	0,06
BIO 18	0,11	0,1	0,1	0,06	0,02	-0,15	-0,24	0,29	0,4
BIO 19	-0,02	0,08	0	0,03	0,08	-0,24	0,34	0,03	-0,65
BIO 1	-0,18	0,07	-0,08	0,17	0,06	0,08	0,19	0,14	0,1
BIO 2	0,04	-0,12	-0,03	-0,17	-0,22	0,18	-0,02	0,33	0,04
BIO 3	-0,14	0,11	0,04	0,09	0,27	0,12	0,01	-0,14	0,08
BIO 4	0,14	-0,14	-0,05	-0,13	-0,25	-0,07	0,06	0,15	-0,06
BIO 5	-0,15	-0,03	-0,15	0,11	-0,11	0,11	0,27	0,3	-0,06
BIO 6	-0,17	0,11	-0,04	0,16	0,15	0,05	0,15	-0,02	0,02
BIO 7	0,12	-0,15	-0,05	-0,14	-0,27	0,01	-0,02	0,23	-0,06
BIO 8	-0,13	-0,02	-0,1	0,16	-0,08	0,16	0,15	0,3	0,29
BIO 9	-0,17	0,11	-0,05	0,13	0,14	0,02	0,2	0,01	0
BLDFIE M SL1	-0,13	-0,1	-0,17	-0,15	0,08	0,12	-0,15	-0,01	-0,16
BLDFIE M SL2	-0,14	-0,09	-0,21	-0,14	0,1	0,06	-0,15	0,03	-0,13
BLDFIE M SL3	-0,13	-0,08	-0,22	-0,16	0,15	0,02	-0,13	0,07	-0,05
BLDFIE M SL4	-0,12	-0,06	-0,23	-0,21	0,18	-0,05	-0,11	0,07	-0,01
BLDFIE M SL5	-0,08	-0,07	-0,25	-0,22	0,19	-0,11	-0,03	0,08	0,04
BLDFIE M SL6	-0,08	-0,06	-0,25	-0,22	0,19	-0,12	-0,01	0,09	0,07
BLDFIE M SL7	-0,08	-0,06	-0,25	-0,22	0,2	-0,13	-0,01	0,08	0,07

NOME VARIÁVEL	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
CLYPPT M SL1	0,11	0,21	0,04	-0,14	-0,01	0,18	0,02	0,1	-0,03
CLYPPT M SL2	0,11	0,21	0,03	-0,14	-0,01	0,18	0,02	0,1	-0,04
CLYPPT M SL3	0,11	0,21	0,03	-0,14	0	0,18	0,01	0,09	-0,03
CLYPPT M SL4	0,12	0,21	-0,01	-0,16	0	0,14	0,03	0,06	-0,05
CLYPPT M SL5	0,08	0,24	-0,02	-0,14	0,04	0,1	0,04	0,01	-0,05
CLYPPT M SL6	0,08	0,24	-0,01	-0,13	0,05	0,1	0,05	0,01	-0,04
CLYPPT M SL7	0,07	0,24	-0,01	-0,13	0,05	0,11	0,04	0	-0,04
CRFVOL M SL1	0,12	-0,19	0,14	-0,01	0,15	0,05	0,07	0,14	-0,05
CRFVOL M SL2	0,12	-0,19	0,14	-0,01	0,15	0,04	0,07	0,14	-0,05
CRFVOL M SL3	0,13	-0,19	0,14	-0,02	0,16	0,04	0,06	0,12	-0,06
CRFVOL M SL4	0,12	-0,18	0,15	-0,02	0,17	0,04	0,06	0,12	-0,04
CRFVOL M SL5	0,12	-0,18	0,16	-0,02	0,19	0,05	0,06	0,1	-0,03
CRFVOL M SL6	0,11	-0,18	0,16	-0,02	0,2	0,06	0,08	0,09	-0,02
CRFVOL M SL7	0,09	-0,17	0,18	-0,02	0,27	0,1	0,08	0,09	-0,02
SLTPPT M SL1	0,17	-0,07	-0,18	0,17	0,05	-0,03	-0,01	-0,06	0,02
SLTPPT M SL2	0,17	-0,07	-0,18	0,16	0,05	-0,03	-0,01	-0,05	0,02
SLTPPT M SL3	0,17	-0,07	-0,18	0,16	0,05	-0,03	-0,01	-0,05	0,02
SLTPPT M SL4	0,17	-0,07	-0,17	0,18	0,06	-0,01	-0,01	-0,04	0,03
SLTPPT M SL5	0,16	-0,09	-0,17	0,18	0,05	0	-0,01	-0,03	0,03
SLTPPT M SL6	0,16	-0,1	-0,17	0,17	0,05	0	-0,02	-0,03	0,02
SLTPPT M SL7	0,16	-0,09	-0,17	0,17	0,05	0	-0,02	-0,04	0,02
SNDPPT M SL1	-0,2	-0,09	0,11	-0,03	-0,04	-0,09	0	-0,02	0,01
SNDPPT M SL2	-0,2	-0,09	0,11	-0,03	-0,03	-0,09	0	-0,03	0,01
SNDPPT M SL3	-0,2	-0,09	0,11	-0,03	-0,04	-0,1	0	-0,02	0
SNDPPT M SL4	-0,2	-0,09	0,12	-0,02	-0,04	-0,09	-0,01	-0,01	0,01
SNDPPT M SL5	-0,18	-0,11	0,14	-0,02	-0,07	-0,08	-0,02	0,02	0,02
SNDPPT M SL6	-0,18	-0,12	0,14	-0,02	-0,07	-0,08	-0,02	0,02	0,01
SNDPPT M SL7	-0,18	-0,12	0,13	-0,03	-0,08	-0,08	-0,02	0,02	0,01

Tabela S5. Média do AUC e “*Somers’D*” dos modelos construídos por espécie de palmeira dos Campos Sulinos do Brasil.

Espécie	AUC	<i>Somers’D</i>	Boyce
<i>Allagoptera campestris</i>	0,87	0,77	0,96
<i>Butia eriospatha</i>	0,96	0,92	0,95
<i>Butia exilata</i>	0,99	0,99	0,70
<i>Butia lallemantii</i>	0,96	0,90	0,79
<i>Butia microspadix</i>	0,94	0,90	0,79
<i>Butia odorata</i>	0,97	0,93	0,80
<i>Butia paraguayensis</i>	0,93	0,86	0,94
<i>Butia yatay</i>	0,92	0,85	0,80
<i>Trithrinax acanthocoma</i>	0,92	0,84	0,71
<i>Trithrinax brasiliensis</i>	0,96	0,94	0,77

Apêndice S3. Programas e pacotes usados na construção dos modelos e análises de dados

O software usado para fazer a limpeza dos registros de ocorrência e construção dos mapas foi Qgis versão 3.4 (<https://www.qgis.org>). Para reduzir a autocorrelação espacial em relação as variáveis ambientais dos pontos de distribuição coletados, analisar o efeito do uso do solo sobre a distribuição das palmeiras e a eficácia das unidades de conservação na distribuição das palmeiras foram usados os pacotes `rgdal` (Bivand et al., 2019), `sp` (Pebesma et al., 2018), `raster` (Hijmans et al., 2019) e `dismo` (Hijmans et al., 2017). Para a construção dos modelos bivariados e a delimitação da área de distribuição da espécie foi usado o programa R (R core Team, 2016) e os pacotes `ecospat` (Cola et al., 2017), `biomod2` (Thuiller et al., 2014), `r-java` (Urbanec, 2019), `pacman` (Rinker et al., 2019) e `tidyverse` (Wickham, 2019)

Referências Bibliográficas

- Bivand, R., Keitt, T., Pebesma, E., Sumner, M., Hijmans, R.J., Rouault, E., Warmerdam, F., Ooms, J., Rundel, C., 2019. Bindings for the Geospatial Data Abstraction Library. Package “`rgdal`”.
- Cola, V.D., Broennimann, O., Petitpierre, B., Breiner, F.T., D’Amen, M., Randin, C., Engler, R., Pottier, J., Pio, D., Dubuis, A., Pellissier, L., Mateo, R.G., Hordijk, W., Salamin, N., Guisan, A., 2017. `ecospat`: an R package to support spatial analyses and modeling of species niches and distributions. *Ecography* 40, 774–787. <https://doi.org/10.1111/ecog.02671>
- Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J., Elith, J., 2017. Species Distribution Modeling. Package “`dismo`”.
- Hijmans, R.J., Sumner, M., Cheng, J., Bevan, A., Busetto, L., Canty, M., Forrest, D., Ghost, A., Golicher, D., Gray, J., Greeberg, J., 2019. Geographic Data Analysis and Modeling. Package “`raster`”.
- R core Team, 2016. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Rinker, T., Kurkiewicz, D., Hughitt, K., Wang, A., Aden-Buie, G., Burk, L., 2019. `pacman`: Package Management Tool.
- Thuiller, W., Georges, D., Engler, R., 2014. `biomod2`: Ensemble platform for species distribution modelling 2.
- Urbanec, S., 2019. Low-Level R to Java Interface. Package “`r-Java`”.
- Wickham, H., 2019. Package ‘`tidyverse`.’

Apêndice S4. Informações biológicas coletadas para cada uma das espécies de palmeira dos Campos Sulinos do Brasil.

***Allagoptera campestris* (Mart.) Kuntze**

Nome comum: Palmeirinha Anã, buti do campo, coco de vassoura, pissandú (Mattozo, Takeda and Farago, 2001), Buri, imburi, pissandó, ariri (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: É nativa mas não endêmica do Brasil e não foi avaliada quanto à ameaça (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Distribuição geográfica: Segundo a Flora do Brasil, a distribuição desta espécie ocorre nos estados da Bahia, Maranhão, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). A espécie também pode ser encontrada no Paraguai e na Argentina (Lorenzi et al., 2010). No caso da Argentina a espécie se apresenta nos estados de Corrientes e Misiones (Flora do Cono Sul), já no caso do Paraguai a espécie tem distribuição nos estados de Amambay, Canindeyú, Cordillera, San Pedro, Itapúa, Paragiari e Concepción (<http://www.darwin.edu.ar>; <https://www.tropicos.org/>)

Vegetação: Encontrasse no Cerrado Central do Brasil, Paraguay e Argentina, também pode ser encontrada em áreas abertas de Campos Sujos, Campos Rupestres e Campos Gerais, em altitudes entre 600 a 1500 m, a espécie também pode ser encontrada em áreas de transição entre a vegetação da Caatinga e Mata de Cipó (Morais, 1996).

Vegetação do Campo Rupestre e Cerrado (latu sensu) (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Ecologia: Espécie tolerante ao fogo, o que permite que seja encontrada em cerrados muito alterados. A germinação desta espécie na natureza é difícil porque seus frutos são atacados por insetos que consomem toda a amêndoa (Lorenzi et al., 2010). A espécie é encontrada geralmente em encostas de solos arenosos e rochosos (Morais, 1996).

Fenologia: A espécie floresce de setembro a novembro (Mattozo, Takeda and Farago, 2001). Os frutos amadurecem entre agosto e novembro (Lorenzi et al., 2010).

Usos: A espécie pode ser usada como ornamental, suas sementes são duras e comestíveis, as folhas são usadas como trançadas e vassouras, a parte carnosa dos frutos é febrífuga e proporciona tinta para roupas, o suco dos frutos imaturos é anti-infeccioso (Mattozo, Takeda and Farago, 2001).

***Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc.**

Nome comum: Butiá, Butiá da serra, butiazeiro, butiá-veludo, butiá-branco, butiá azedo (Lorenzi, 2002; Lorenzi et al., 2010; Reitz, 1974).

Informações gerais: É nativa e endêmica do Brasil e seu estado de conservação é vulnerável (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). O estado vulnerável desta espécie é devido a perda de pastagem natural para cultura de pinheiros exóticos, expansão da agricultura, sobrepastejo e venda ilegal de espécimes (CNCFlora, 2019). No estado de RS a espécie encontra-se em perigo devido a reduções em suas populações (FZB/RS, 2019). Para o estado de SC uma recente revisão das palmeiras ameaçadas do estado sugere que esta espécie seja categorizada em perigo devido ao declínio de sua área de ocupação e níveis elevados de exploração da espécie (Elias et al., 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Populações naturais desta espécie também ocorrem no estado de Misiones na Argentina, lugar em que foi introduzida (<http://www.floraargentina.edu.ar/>).

Vegetação: A Flora do Brasil diz que a espécie é relacionada a vegetação do Campo de Altitude, Campo Limpo e Palmeiral da Floresta Atlântica (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Já outros autores como (Soares, 2015; Soares et al., 2014) diz que a espécie ocorre também no Planalto Meridional, no PR, SC e RS, sempre em vegetação aberta dos campos do planalto médio, nos campos de cima da serra, às vezes em locais associados à Floresta Ombrófila Mista.

Ecologia: Planta perenifólia, heliófila, característica e exclusiva da “zona dos campos” do Planalto Meridional do País, onde ocorre de maneira expressiva, porém descontínua, em algumas regiões do Planalto Catarinense chega a formar agrupamentos homogêneos. Raramente penetra nos capões e submatas de pinhais (Lorenzi, 2002).

Fenologia: Floresce nos meses de outubro e janeiro e os frutos amadurecem de janeiro a março (Lorenzi, 2002).

Usos: Frutos comestíveis apreciados pelas populações locais que os consomem in natura ou fazem, sucos, vinhos, geleias e a usam como tempero para aguardente (Lorenzi, 2002; Lorenzi et al., 2010). Os frutos também são consumidos por várias espécies de vertebrados (Nazareno and Reis, 2012) e pássaros (Lorenzi, 2002). É a amêndoa é usada para fazer óleo; as folhas se usam para fazer chapéus, cestos, cordas e enchimento de colchões; a espécie também é usada na arborização de ruas e praças no Sul do Brasil; a madeira é usada em construções rústicas (Lorenzi, 2002). Os frutos têm alto conteúdo de compostos fenólicos, compostos que têm sido associados com efeitos anticancerígenos (Hoffmann et al., 2017).

Outras informações: É uma espécie altamente dependente de vertebrados para sua dispersão, capacidade que pode ser impedida pelas futuras mudanças no uso do solo. Na presença de ameaças que impeçam a chegada de polinizadores, ela se autofecunda, o que a longo prazo e em populações pequenas leva a problemas relacionados com endogamia e extinção da espécie (Nazareno and Reis, 2012).

***Butia exilata* Deble & Marchiori**

Informações gerais: espécie nativa e endêmica do RS, ao nível nacional não foi avaliada quanto ao seu estado de conservação (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Na flora do RS a espécie encontra-se como criticamente em perigo devido a ter uma distribuição geográfica restrita em habitats altamente fragmentados e de baixa qualidade, tem poucas subpopulações (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie só ocorre no estado de Rio Grande do Sul (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), numa pequena área nas proximidades do Parque Estadual de Rondinha, nos municípios de Rondinha e Ronda Alta (Soares et al., 2014).

Vegetação: Na Flora do Brasil se diz que esta espécie é associada a Campo de Altitude da Floresta Atlântica. Por outro lado, Soares et al., (2014) diz que a palmeira se encontra na vegetação do tipo Savânico, em Campos ou na beira da estrada.

***Butia lallemantii* Deble & Marchiori**

Nome comum: Butiazinho, butiazinho do Campo (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: Espécie nativa que não foi avaliada quanto a seu estado de conservação ao nível nacional (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). No estado do RS a espécie é categorizada como em perigo devido à redução de sua população (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie só ocorre no estado de Rio Grande do Sul (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), nos municípios de Alegrete, Manoel Viana, Quaraí, São Francisco de Assis, Santana do Livramento e Rosário do Sul (Soares et al., 2014). A espécie também pode ser encontrada ao norte do Uruguai (Lorenzi, 2002; Soares et al., 2014).

Vegetação: segundo a Flora do Brasil a espécie é associada a vegetação do tipo Campo Limpo, Campo Rupestre e Palmeiral do Pampa (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). E (Soares et al., 2014), diz que a espécie é associada aos Campos arenosos e elevações areníticas.

Fenologia: Floresce nos meses de primavera e verão e frutifica durante o outono e inverno (Lorenzi et al., 2010).

Usos: Espécie que pode ser usada no paisagismo porque forma grandes colônias hemisféricas (Lorenzi et al., 2010).

***Butia microspadix* Burret**

Nome comum: Butiazinho (Lorenzi et al., 2010; Mattozo, Takeda and Farago, 2001).

Informações gerais: É nativa e endêmica do Brasil e se encontra na categoria de ameaça como vulnerável (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). A vulnerabilidade desta espécie ocorre porque tem uma distribuição geográfica restrita aos campos gerais do Paraná (PR) e São Paulo (SP), lugar que em os remanescentes de campo estão sendo perdidos devido a expansão do agronegócio sobre esta área (CNCFlora, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie só ocorre no estado do Paraná e a região Sul do Estado de São Paulo (Soares, 2015).

Vegetação: No Paraná ocorre na vegetação de remanescente de Cerrado da região de Jaguariaíva e Campo Mourão e Campos Gerais da região de Ponta Grossa (Caxambu et al., 2015).

Ecologia: Os frutos da espécie são usados como fonte de alimento de pequenos roedores (Mattozo, Takeda and Farago, 2001). Os frutos desta espécie podem ser usados como fonte de alimento para *Cerdocyon thous* Linnaeus (cachorro do mato) (Caxambu et al., 2015).

Fenologia: Floresce de setembro a outubro (Mattozo, Takeda and Farago, 2001) e frutifica nos meses de verão (Lorenzi, 2002). Os frutos da espécies são usados como fonte de alimento de pequenos roedores (Mattozo, Takeda and Farago, 2001)

Usos: Planta valiosa para o cultivo paisagístico é construção de pequenos jardins de pedra a pleno sol (Lorenzi et al., 2010).

***Butia odorata* (Barb.Rodr.) Noblick**

Nome comum: Butiá da praia, butiazeiro, butiá, butiá-azedo, butiá-vinagre, butiá-branco, butiá-roxo, butiá-miúdo, butiá-pequeno, butiá-grado (Lorenzi et al., 2010; Reitz, 1974).

Informações gerais: A espécie é nativa, não endêmica do Brasil e ao nível nacional não está avaliada quanto ao seu grau de ameaça (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). No estado do RS a espécie encontra-se na categoria de em perigo devido a uma redução da população.

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre no Rio Grande do Sul (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Vegetação: Campo Limpo e Palmeiras do Pampa e da Mata Atlântica (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Soares et al., (2014), diz que a espécie é associada a Restingas, Campos e Cerros próximos do litoral.

Fenologia: Frutifica no verão.

Usos: Árvore usada na arborização de ruas e praças em todo o Sul do Brasil, seus frutos são consumidos por várias espécies de pássaros (Lorenzi, 2002). As folhas são usadas no artesanato, trançado e para estofaria, o fruto é usado para o preparo de bebidas e geleias, das sementes se extrai óleo, também é usada como planta ornamental (Lorenzi et al., 2010). As folhas também são usadas para coberturas de ranchos, fazer cestos, papel e a crina vegetal para fazer colchões e obras de estofaria (Lorenzi et al., 2010).

***Butia paraguayensis* (Barb.Rodr.) Bailey**

Nome comum: Butiá, butiá do Cerrado, butiazeiro do Cerrado, coco amargoso, coco vassoura (Lorenzi et al., 2010). Informações gerais: A espécie é nativa, não endêmica do Brasil e encontra-se na categoria de ameaça de pouco preocupante (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>) porque tem uma distribuição geográfica relativamente ampla (CNCFlora, 2019). Na flora do RS a espécie encontra-se criticamente em perigo devido a uma distribuição geográfica restrita por causa da fragmentação de habitat e perda da qualidade de habitat (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre no oeste do estado de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Sul (Soares et al., 2014). Na Argentina a espécie se distribui nos estados de Corrientes e Misiones (<http://www.floraargentina.edu.ar/>) e no Paraguai ocorre nos estados de Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Misiones, SanPedro, Alto Paraná, Central, Itapúa, Paraguari (www.tropicos.org), Caazapá, Guairá e Ñeembucú (<http://www.darwin.edu.ar>).

Vegetação: Campo Limpo e Palmeirais do Pampa e da Mata Atlântica (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Também é associada a Cerros e Campos arenosos (Soares et al., 2014)..

Ecologia: Sementes coletadas no campo apresentam predação por insetos (Lorenzi et al., 2010).

Fenologia: Frutifica na primavera e no verão (Lorenzi et al., 2010).

Usos: Os frutos são comestíveis e procurados pela fauna regional, espécie ornamental, usada no paisagismo especialmente de amplos gramados (Lorenzi et al., 2010). O fruto desta espécie tem um alto conteúdo de carotenoides, composto que tem sido relacionado com a produção de vitamina A e diminuição de efeitos anticancerígenos e doenças cardiovasculares (Hoffmann et al., 2017).

***Butia pubispatha* Noblick & Lorenzi**

Nome comum: Butiá vassoura (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: A espécie é nativa e endêmica do Brasil e não encontra-se avaliado em nenhuma categoria de ameaça (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Distribuição: No Brasil a espécie só ocorre no estado de Paraná (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), mas exatamente em uma pequena área nas proximidades do município de Jaguariaíva (Lorenzi et al., 2010; Soares, 2015).

Vegetação: Campo Limpo da Mata Atlântica (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Ecologia: Sementes coletadas no campo apresentam predação por insetos (Lorenzi et al., 2010).

Fenologia: Palmeiras observadas com flores e alguns frutos em novembro, contudo encontrada sem nenhuma estrutura reprodutiva em março (Lorenzi et al., 2010).

***Butia witeckii* K. Soares & S. Longhi**

Informações gerais: A espécie é nativa e endêmica do Brasil e não encontra-se avaliado em nenhuma categoria de ameaça (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). No RS a espécie se encontra na categoria de criticamente em perigo devido a redução da população (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre no Rio Grande do Sul (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), em uma pequena área nos municípios de Quevedos, Júlio de Castilhos, São Pedro do Sul e São Martinho da Serra, em altitudes entre 300 – 370 m (Soares et al., 2014).

Vegetação: Campo Limpo e Palmeiral do Pampa (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), segundo (Soares and Longhi, 2011) foi observado seu crescimento em solo rasos, pedregosos e de vegetação aberta.

***Butia yatay* (Mart.) Becc.**

Nome comum: Butiá, butiá yataí, yataí (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: A espécie é nativa, não endêmica do Brasil e encontra-se na categoria de ameaça de vulnerável (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), pela perda de habitat por atividades agropecuárias e silviculturais (CNCFlora, 2019). No estado do RS, a espécie encontra-se em perigo devido a distribuição geográfica restrita por causa da fragmentação de habitat que diminui a qualidade do habitat e distribuição da espécie (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre no Rio Grande do Sul, mas também pode ser encontrada na Argentina e no Uruguai (Soares, 2015; Soares et al., 2014). Na Argentina a espécie se distribui nos estados de Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Misiones e Santa Fe (<http://www.floraargentina.edu.ar/>). No Uruguai se apresenta nos estados de Paysandú e Rio Negro (<http://www.darwin.edu.ar>).

Vegetação: Campo Limpo e Campo de Altitude do Pampa e da Floresta Atlântica (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>).

Fenologia: Frutifica no verão (Lorenzi et al., 2010).

Usos: Os frutos são comestíveis tanto in natura como na forma de geléias, sucos e sorvetes, a planta é ornamental, com potencial para o cultivo no paisagismo (Lorenzi et al., 2010). Recentemente tem sido descoberto que os frutos da espécie têm um alto conteúdo de compostos fenólicos, que são associados com efeitos anticancerígenos (Hoffmann et al., 2017).

***Trithrinax acanthocoma* Drude**

Nome comum: Carandaí, caraná, carandá, carandá morotí, caranda piranga, carandaúba, buriti, buriti palito (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: A espécie é nativa, não endêmica do Brasil e não foi avaliada quanto ao grau de ameaça em nível nacional (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Na flora do RS a espécie aparece como criticamente em perigo devido a reduções em sua população (FZB/RS, 2019). A recente revisão das palmeiras ameaçadas de SC sugere a inclusão desta espécie na categoria em perigo devido à restrição na área de distribuição como consequência da degradação de habitat (Elias et al., 2019).

Distribuição: No Brasil a distribuição da espécie se dá desde o norte do estado do RS, passa por SC e chega ao PR (Cano and Perret, 2013), a espécie também pode ser encontrada no Paraguai onde acredita-se que foi introduzida (Soares et al., 2014).

Vegetação: Naturalmente a espécies se encontra em regiões campestres ou na Floresta Ombrófila Mista, sempre em elevações que oscilam entre 450 e 950 m (Cano and Perret, 2013).

Fenologia: Produção abundante de frutos entre agosto e fevereiro (Lorenzi et al., 2010).

Usos: Folhas usadas localmente no artesanato do trançada, a palmeira é rara e de grande beleza paisagística, tolerante a seca e ao frio, até o momento tem sido pouco cultivada (Lorenzi et al., 2010).

***Trithrinax brasiliensis* Mart.**

Nome comum: Burití, burití palito, carandaí, carandá (Lorenzi et al., 2010).

Informações gerais: A espécie é nativa e endêmica do Brasil e encontra-se na categoria de quase ameaçada (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>) isto porque, encontra-se em habitats muito degradados como a Floresta de Araucária, que são rapidamente modificados ou pela falta de unidades de conservação no caso dos Campos (CNCFlora, 2019). A espécie

também encontra-se ameaçada pelo pastoreio e fogo (Lorenzi et al., 2010). Segundo a Flora ameaçada do Grande do Sul esta espécie encontra-se na categoria de criticamente em perigo devido a reduções da população (FZB/RS, 2019).

Distribuição: No Brasil a espécie ocorre no centro e sul do RS, sempre em altitudes entre 200 a 400 m (Cano and Perret, 2013), também pode ser encontrada no Uruguai (Soares et al., 2014). A espécie é adaptada a invernos muito frios de até -6 graus, resiste secas e fogos de origem antropogênica (Cano and Perret, 2013; Soares et al., 2014).

Vegetação: Cresce em áreas abertas como campos sujos e borda de matas ciliares (Cano and Perret, 2013).

Fenologia: Produção de frutos de outubro a março (Lorenzi et al., 2010).

Usos: Cultivada como planta ornamental; as folhas se usam para fazer leques, bassouras; a fibra serve para fazer chapéus, os frutos são usados para a fermentação e produção de álcool e as sementes para óleo (Reitz, 1974).

Referências Bibliográficas

- Cano, Á., Perret, M., 2013. A revision of the genus *Trithrinax* (Cryosophileae, Coryphoideae, Arecaceae). *Phytotaxa* 136.
- Caxambu, M.G., Geraldino, H.C.L., Dettke, G.A., Silva, A.R. da, Santos, E.N. dos, 2015. Palmeiras (Arecaceae) nativas no município de Campo Mourão, Paraná, Brasil. *Rodriguésia - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 66, 259-270-270.
- CNCFlora, 2019. Centro Nacional de Conservação da Flora. URL <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/> (accessed 4.26.19).
- Elias, G.A., Lima, J.M.T., Santos, R. dos, Elias, G.A., Lima, J.M.T., Santos, R. dos, 2019. Threatened flora from the State of Santa Catarina, Brazil: Arecaceae. *Hoehnea* 46. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-32/2018>
- FZB/RS, 2019. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. URL <http://www.fzb.rs.gov.br> (accessed 2.18.19).
- Hoffmann, J.F., Carvalho, I.R., Barbieri, R.L., Rombaldi, C.V., Chaves, F.C., 2017. *Butia* spp. (Arecaceae) LC-MS-Based Metabolomics for Species and Geographical Origin Discrimination. *J. Agric. Food Chem.* 65, 523-532. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03203>

- Lorenzi, H., 2002. Árvores brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arboreas Nativas do Brasil, 4th ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, São Paulo, Brasil.
- Lorenzi, H., Noblick, L.R., Kahn, F., Ferreira, E., 2010. Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras). Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, São Paulo, Brasil.
- Mattozo, Takeda, J.I., Farago, P.V., 2001. Vegetação do Parque Estadual de Vila Velha- Guia de Campo. Gráfica Ltda, Curitiba, Brasil.
- Morais, M.R., 1996. Allagoptera (Palmae). Flora Neotropica 73, 1–34.
- Nazareno, A.G., Reis, M.S. dos, 2012. Linking Phenology to Mating System: Exploring the Reproductive Biology of the Threatened Palm Species *Butia eriospatha*. Journal of Heredity 103, 842–852. <https://doi.org/10.1093/jhered/ess070>
- Reitz, R., 1974. Flora Ilustrada Catarinense (Palmeiras).
- Soares, K.P., 2015. Le genre *Butia*. PRINCEPS 10, 12–16.
- Soares, K.P., Longhi, S.J., 2011. Uma nova espécie de *Butia* (Becc.) Becc. (Arecaceae) para o Rio Grande do Sul, Brasil. <https://doi.org/10.5902/198050983223>
- Soares, K.P., Longhi, S.J., Neto, L.W., Assis, L.C. de, 2014. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Rodriguésia - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro 65, 113-139–139.

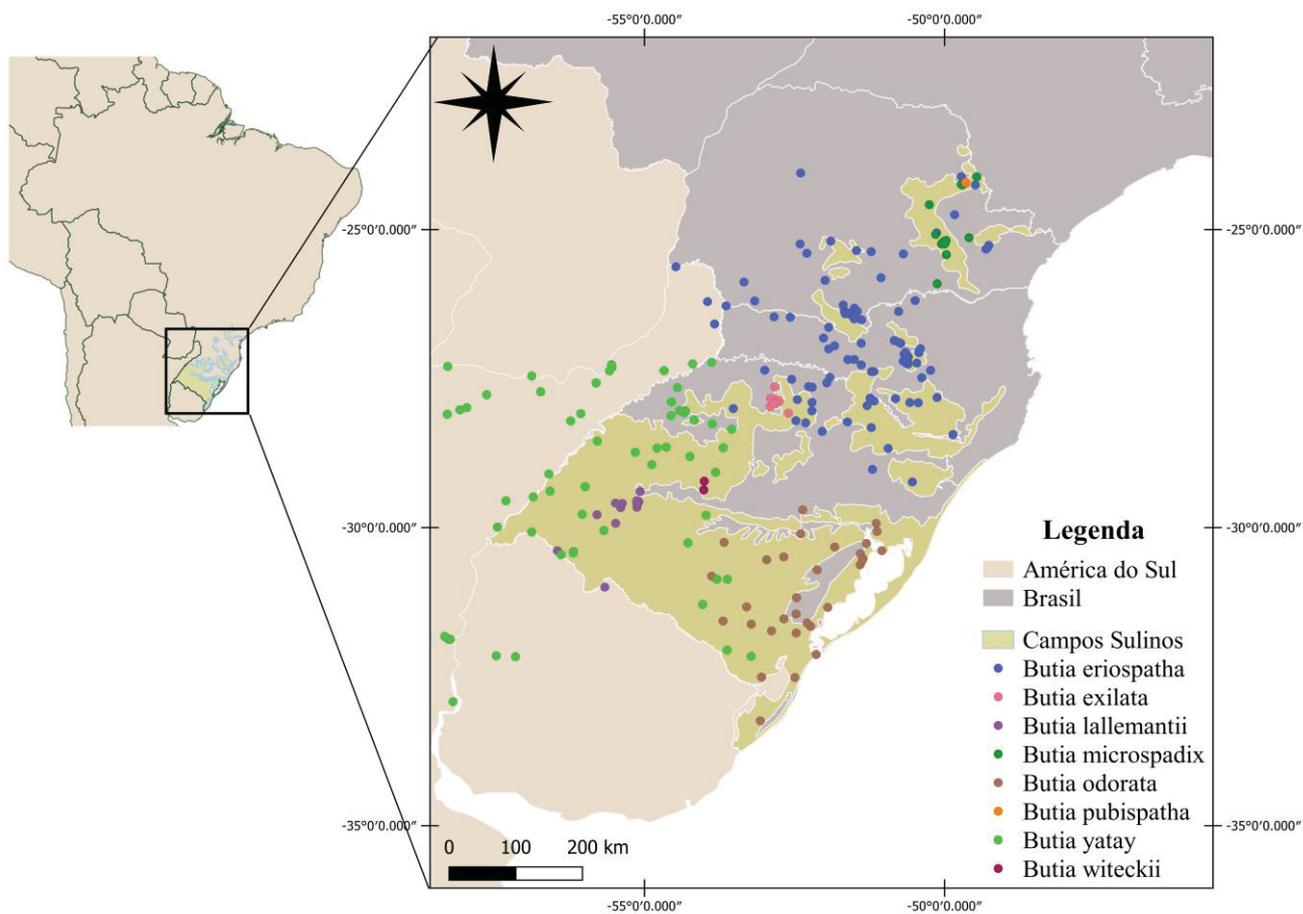


Figura S1. Mapa dos pontos de ocorrência usados na modelagem de distribuição para as espécies típicas dos Campos Sulinos.

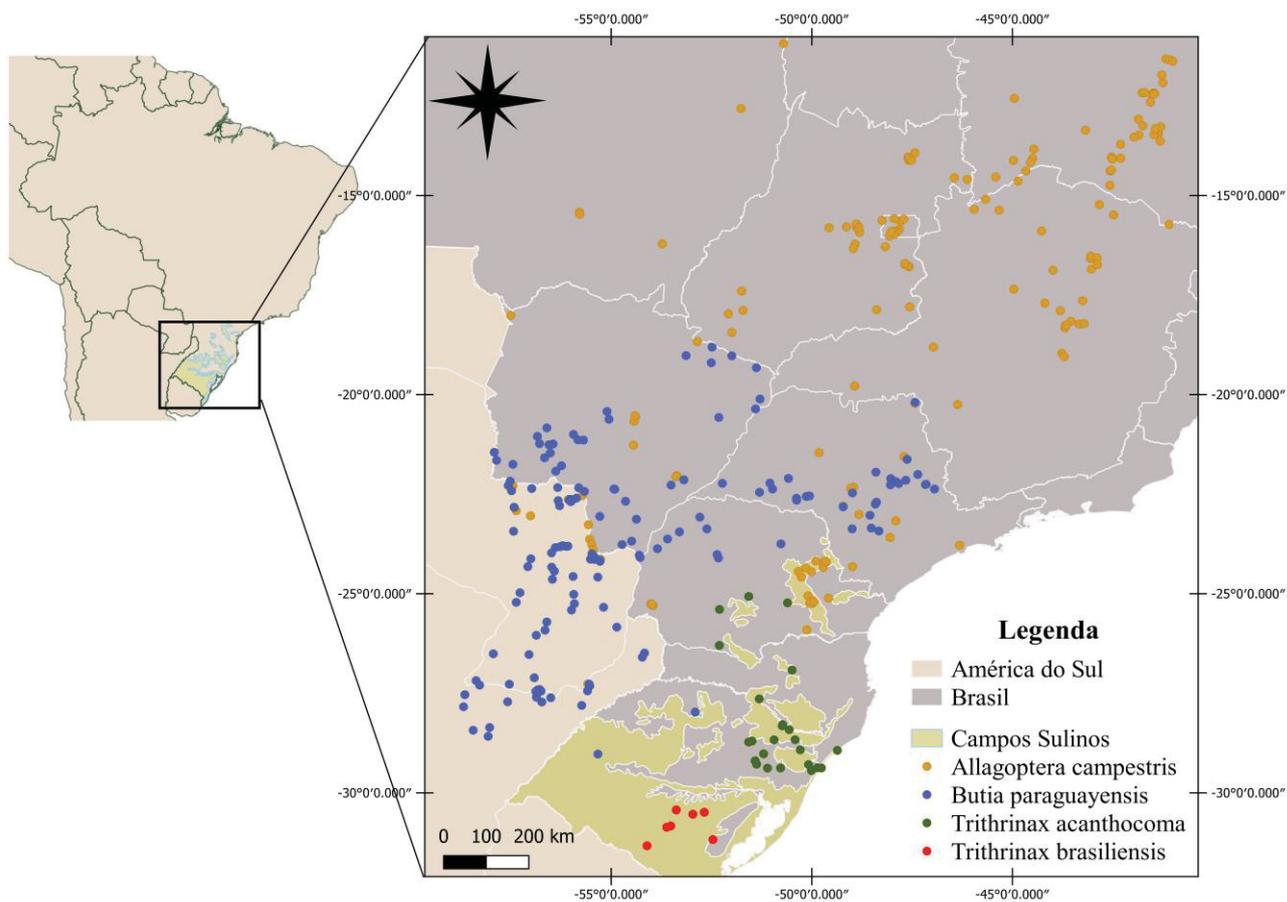


Figura S2. Mapa dos pontos de ocorrência usados na modelagem de distribuição para as espécies associadas dos Campos Sulinos

Figura S3. Fluxograma da metodologia adoptada na presente pesquisa.

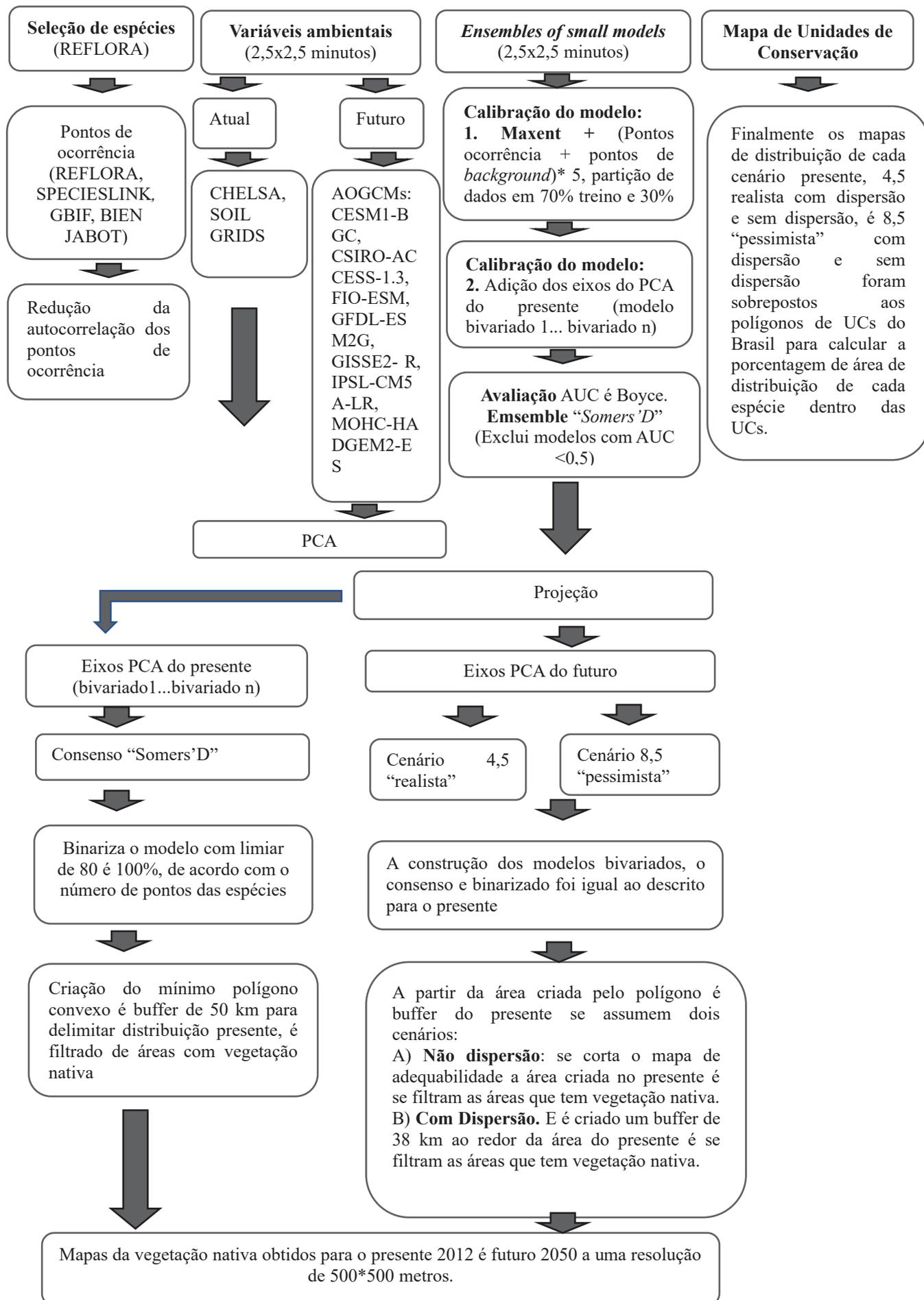


Figura S4. Porcentagem da área de distribuição ambientalmente disponível para as espécies de palmeiras dos Campos Sulinos quando são levadas em consideração as mudanças climáticas e as mudanças no uso do solo sob diferentes cenários de dispersão. Em laranja se apresenta a distribuição do presente. Em azul, se indica a área de distribuição para as espécies de palmeiras sob o cenário 4,5 “com dispersão” e 8,5 “com dispersão”. Em cinza, a área de distribuição das espécies sob um cenário 4,5 “sem dispersão” e 8,5 “sem dispersão”.

