

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGROECOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



Gabriela Maria Cota dos Santos

**AMEAÇAS À CONSERVAÇÃO BIOCULTURAL DE *Psidium guineense* Sw. EM
ALAGOAS: UM OLHAR PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E USOS LOCAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de
Gabriela Maria Cota dos Santos, estudante do
Curso de Bacharelado em Agroecologia.

Rio Largo
2023

GABRIELA MARIA COTA DOS SANTOS

**AMEAÇAS À CONSERVAÇÃO BIOCULTURAL DE *Psidium guineense* Sw. EM
ALAGOAS: UM OLHAR PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E USOS LOCAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Gabriela Maria Cota dos Santos, estudante do Curso de Agroecologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do grau de Bacharela em Agroecologia.

Orientadora: Profª Patrícia Muniz de
Medeiros

Rio Largo
2023

Catlogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S237a Santos, Gabriela Maria Cota dos.

Ameaças à conservação biocultural de *Psidium guineense* Sw. em Alagoas: um olhar para as mudanças climáticas e usos locais. / Gabriela Maria Cota dos Santos. – 2023.

69f.: il.

Orientador(a): Patrícia Muniz de Medeiros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agroecologia) – Graduação em Agroecologia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Biocultura. 2. Modelagem de distribuição de espécie. 3. Estrutura populacional. 4. Araçá. 5. Produto florestal não madeireiro. I. Título.

CDU: 631.95

Folha de Aprovação

GABRIELA MARIA COTA DOS SANTOS

Ameaças à conservação biocultural de *Psidium guineense* Sw. em Alagoas: um olhar para as mudanças climáticas e usos locais

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharela em Agroecologia pelo Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, e aprovada em 22 de Setembro de 2023.



Documento assinado digitalmente

PATRICIA MUNIZ DE MEDEIROS

Data: 20/10/2023 14:04:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Patrícia Muniz de Medeiros
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Campus de Engenharias e de Ciências Agrárias
(Orientadora)

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente

DANUBIA LINS GOMES

Data: 17/10/2023 21:36:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr.^a Danúbia Lins Gomes
Universidade Federal de Alagoas - UFAL



Documento assinado digitalmente

ELIDA MONIQUE DA COSTA SANTOS CARDOSO

Data: 17/10/2023 22:12:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Élide Monique da Costa Santos Cardoso
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Instituto de Ciências Biológicas - ICBS

Dedico este trabalho à minha família, tanto a de sangue quanto a que a vida acadêmica e a do *underground* me deram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José Carlos e Genézia, à minha irmã, Rafinha, e à minha avó, Iza, por terem sido a minha casa por 23 anos e por terem acreditado na minha escolha profissional.

Ao meu primo, meu irmão, meu confidente, meu ombro amigo de todas as horas, boas e ruins, Luiz Felipe. Aos meus amigos e amigas, amores da minha vida, que mesmo sem a obrigação de me aguentarem, me dão muito carinho e força para continuar, e que tanto me “acodem”: Déborah Monteiro, Samyra Martins, Edinir Aprígio, Ary Michel, Clyton Cristiano, Nath Ursa. E também àqueles que, pelas correrias e complicações da vida, não vejo com a frequência que eu gostaria, mas que não saem do meu coração: Júlia Góes, Josefa Pereira (minha querida vizinha de Maribondo), Thiago Dantas, Miguel Leão (meu padrinho da agroecologia), Isa Mendonça, Maicon Caatingueiro, Humberto Lima e Clemens Schrage.

À amiga e mãe-PANC, Domênica Didier, ao Grupo Agroecológico Craibeiras (GAC), ao Movimento de Mulheres Camponesas (MMC) - em especial, à camponesa Irmã Rita - e ao Centro Acadêmico de Agroecologia, gestão Urucum: Construção e Resistência, por terem me dado luz desde o início da minha caminhada na agroecologia.

Não menos importante, agradeço também às famílias que a graduação me trouxe: a) Turma do Bacharelado em Agroecologia pelo Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (Prонера); b) o Laboratório de Ecologia, Conservação e Evolução Biocultural (LECEB), principalmente nas pessoas dos meus queridos e inesquecíveis orientadores, Patrícia Medeiros (que tanto me acolheu, me ouviu e me orientou, tanto para questões acadêmicas, quanto para os desdobros da vida) e Rafael Vasconcelos (que para além da etnobiologia, me apresentou outro lado de Chico Science).

Ainda do LECEB, aos meus amigos e amigas de atividades de campo, com quem viajei por todo o Nordeste e com quem dividi perrengues e aventuras históricas (de mordida de caçarema à andar de carroça pela Marituba do Peixe): Déborah Monteiro, César Andrade, Élide Monique, Danúbia Lins, Roberta Caetano, Ramon Salgueiro, Edgar Caliento, Alexsander Araújo, Liss Moreira, Jônatas Marciano, Jonathan Garcia, Ricardo Lima, Fernando Colin, Emily Guedes, Italo José e Jonas Henrique. Um agradecimento especial no meio do LECEB para Maria do Bosque, por tantos ensinamentos passados, e ao casal Rita Ferreira e Jorge Izidro, de quem não me desgrudarei nem tão cedo. E também à Amanda da Silva, sem ela este trabalho não teria saído.

Às comunidades extrativistas de Piaçabuçu.

Por fim, agradeço ao corpo docente do curso de Agroecologia, na pessoa do grande, querido e ainda presente, eterno professor Rafael Navas, e do nosso atual coordenador de curso, professor José Roberto, um grande mestre e amigo.

RESUMO

O araçá, *Psidium guineense* Sw., se enquadra na acepção de planta alimentícia não convencional (PANC), cujo fruto, um produto florestal não madeireiro (PFNM), pertence ao repertório local de comunidades extrativistas do município de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. Em virtude de sua distribuição neotropical, de seu potencial alimentício e dos riscos eminentes das mudanças climáticas aos sistemas socioecológicos, esse estudo buscou investigar as ameaças ligadas à conservação biológica e também cultural do araçá, à luz: (i) da modelagem de distribuição de espécie (SDM) atual e em cenários bioclimáticos futuros ao longo do neotrópico, com recorte para Alagoas e Piaçabuçu; (ii) da análise de estrutura populacional do araçá; (iii) de oficina participativa com extrativistas locais. Assim, observou-se que as mudanças climáticas diminuirão a distribuição do araçá no neotrópico, tanto em cenários mais otimistas quanto em cenários mais pessimistas, em Alagoas também, mas em menor intensidade, sendo a região de Piaçabuçu uma das menos afetadas no estado, o que a faz ambiente-chave para a perpetuação da espécie. Dado reforçado pela indicação de adequabilidade da estrutura populacional do araçá em uma área de coleta. Apesar disso, os relatos de extrativistas locais indicaram o desaparecimento da PANC em virtude de práticas de desmatamento e queimadas às quais estão sujeitas as áreas de coleta, que em geral, são propriedades particulares. Nesse sentido, recomenda-se que trabalhos futuros possam monitorar de maneira contínua a dinâmica populacional do araçá para as outras áreas de extrativismo e de forma a responder se a intervenção antrópica nessas propriedades interferem no status de conservação da espécie. E ainda, que políticas públicas de reforma agrária na região considerem a implementação de planos de manejo, a incluir a perspectiva local e os principais caminhos rumo ao extrativismo sustentável do araçá e demais PFNM.

Palavras-chave: biocultura; modelagem de distribuição de espécie; estrutura populacional; produto florestal não madeireiro; araçá.

ABSTRACT

Araçá, *Psidium guineense* Sw., fits the meaning of unconventional food plant (UFP), whose fruit, a non-timber forest product (NTFP), belongs to the local repertoire of extractive communities in the municipality of Piaçabuçu, Alagoas, Brazil. Due to its neotropical distribution, its food potential and the imminent risks of climate change to socioecological systems, this study sought to investigate the threats linked to the biological and also cultural conservation of the araçá, in light of: (i) species distribution modelling (SDM), for current and future bioclimatic scenarios throughout the Neotropics, focusing on Alagoas and Piaçabuçu; (ii) analysis of the araçá population structure; (iii) participatory workshop with local extractivists. Thus, it was observed that climate changes will reduce the distribution of araçá in the Neotropics, over optimistic and pessimistic scenarios, in Alagoas as well, but to a lesser extent, with the region of Piaçabuçu being one of the least affected in the state, what makes it a key environment for the species perpetuation. This data is reinforced by the indication of araçá's population structure suitability in a harvesting area. Despite this, reports from local extractivists indicated the UFP disappearance due to deforestation and burning practices on harvesting areas, which are generally private properties. In this sense, it is recommended that future works continuously monitor the araçá's population dynamics in other areas of extractivism, and in order to answer if anthropic intervention in these properties interferes in the species conservation status. And yet, that public policies for agrarian reform in the region consider the implementation of management plans, including the local perspective and the main paths towards the sustainable extraction of araçá and other NTFP.

Keywords: bioculture; species distribution modelling; population structure; non-timber forest product; araçá.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Mudanças climáticas.....	12
2.2 Impactos socioecológicos das mudanças no clima.....	13
2.2.1 PANC é <i>punk</i> : o potencial de subversão de hábitos alimentares globalizados para dietas diversificadas sob risco climático.....	13
2.3 Impactos da extração de produtos florestais não madeireiros (PFNM).....	15
2.4 O uso da Modelagem de Distribuição de Espécies (SDM).....	16
2.5 A importância das projeções de ordem climática para o estado de Alagoas.....	18
2.6 Potencialidades e riscos à conservação da PANC <i>Psidium guineense</i> Sw., o araçá.....	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 Análises de estrutura do araça.....	22
3.1.1 Caracterização da área de estudo, Piaçabuçu.....	22
3.1.2 Práticas em campo.....	24
3.2 Modelagem de distribuição de espécie (SDM).....	25
3.2.1 Cálculo de área de distribuição.....	26
3.2.2 Cálculo de adequabilidade.....	27
3.3 Oficina participativa com extrativistas	27
4 RESULTADOS	29
4.1 Análises de estrutura do araça.....	29
4.1.1 Aspectos das parcelas (área de coleta de araça, em Piaçabuçu).....	29
4.1.2 Estrutura (horizontal e vertical) do araça.....	30
4.2 Modelagem de distribuição de espécie (SDM).....	31
4.2.1 Análise de área de ocorrência do araça para o neotrópico e Alagoas.....	37
4.2.2 Análise de adequabilidade para ocorrência do araça no neotrópico e em Alagoas.....	41
4.2.3 Área e adequabilidade do araça para o município de Piaçabuçu.....	45
4.3 Oficina participativa.....	47
4 DISCUSSÕES	50
4.1 Reflexões sobre o uso da terra na conservação biocultural	51
4.2 Limitações.....	52
5 CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
APÊNDICE A - Lista completa de variáveis bioclimáticas e pedológicas.....	69

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais amostras da pegada ecológica humana na Terra tem sido observar as mudanças no clima. Através de notícias, como o dia mais quente já registrado na história (PODER360, 2023) e a ultrapassagem de 6 dos 9 limites planetários em 2023 (Richardson *et al.*, 2023), adverte-se sobre a dimensão que as alterações no clima têm tomado. Ao mesmo tempo em que a urgência da temática, não tratada mais de forma isolada e como um problema das futuras gerações, têm mobilizado medidas de combate a nível multiescalar: a) internacionalmente, com a criação de grupos como o IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança no Clima; b) nacionalmente, como com a modificação do Ministério do Meio Ambiente para Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima; c) estadual/municipalmente, com a criação de setores específicos dentro das secretarias estaduais e municipais para tratar de medidas mitigadoras e adaptativas às mudanças climáticas.

Entre as estratégias adaptativas tidas por populações humanas se encontra o uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) por comunidades tradicionais, uma vez que muitas dessas plantas são recorridas em épocas de escassez ou períodos climaticamente atípicos. Todavia, em virtude do aumento da frequência e da agressividade de fenômenos climáticos extremos, o tempo de resposta adaptativa pode não acompanhar a urgência para lidar com esses desafios socioambientais, que podem alterar o comportamento das espécies alimentícias e o ambiente onde estas ocorrem. A gerar, assim, um contexto de insegurança biocultural, que pode ser fortalecida através do sinergismo entre fenômenos climáticos e outros riscos, como a extração predatória de produtos florestais não madeireiros (PFNM) e a expansão da fronteira agrícola e pecuária.

Nesse sentido, é importante investigar o status de conservação atual e futuro de espécies potenciais, como as PANC, sob a compreensão de que abordar a interação ser humano e biota envolve considerar tanto aspectos de abrangência local (conhecimento e usos de recursos naturais por populações humanas), quanto aspectos de abrangência global (como as mudanças climáticas). Dessa maneira, multiescalar, se pode melhor compreender as dinâmicas, potencialidades e riscos ligados a contextos socioecológicos, o que favorece a prospecção sobre as melhores maneiras de manter os diferentes vínculos ser humano-natureza saudáveis e sustentáveis ao longo do tempo e do espaço.

Assim, este estudo buscou investigar as possíveis ameaças à conservação biocultural do araçá, *Psidium guineense* Sw., espécie PANC de interesse extrativista alimentício em área

de ecótono alagoano, sob diferentes níveis: das alterações climáticas aos usos atribuídos localmente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mudanças climáticas

São inúmeros e inquestionáveis os exemplos de instabilidade climática ao redor do globo. Sob a forma de fenômenos climáticos extremos, como enchentes, tornados, furacões, secas severas, tal instabilidade tem sido acompanhada por projeções científicas que indicam maior agressividade e maior frequência de acontecimentos do gênero (Liu *et al.*, 2023; Tamm *et al.*, 2023). Os efeitos destes eventos são percebidos tanto na dimensão ecológica (McCarty, 2001), quanto na econômica (Tol, 2018) e social (Markkanen & Anger-Kraavi, 2019; Reckien *et al.*, 2018). Assim, as medidas de combate às mudanças climáticas devem ocorrer de maneira interdisciplinar e multiescala, de forma que os diferentes níveis governamentais se comprometam com a agenda climática e com os NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas) - metas e compromissos assumidos pelas nações do globo como enfrentamento às mudanças climáticas, a partir do Acordo de Paris (King & Van Der Bergh, 2019; UNFCCC, 2015).

Porém, para implementação da ação climática é preciso compreender a dinâmica que envolve as causas das mudanças climáticas. Assim, a Organização Meteorológica Mundial (WMO) aponta a temperatura global (via modelos de circulação gerais, GCM), taxas de CO₂, precipitação, oceano, aumento do nível do oceano (que considera derretimento de geleiras e aquecimento do oceano), acidez dos oceanos e gelo no mar como os principais indicadores climáticos para aferição de padrões e alterações no clima. Com base nestes, o último relatório anual do status do clima global (State of the Global Climate in 2022) realizado pela WMO aponta o período de 2015 a 2022 como o mais quente já registrado, e o derretimento de geleiras e aumento do nível do oceano a atingir recordes (WMO, 2023).

Neste contexto, representados pelo dióxido de carbono (CO₂), os gases do efeito estufa (GEE) são indicados como os principais causadores das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo em que o efeito estufa permitiu e permite a perpetuação da vida como se conhece, por adequar a temperatura do globo a níveis toleráveis à biota (caso contrário, o globo terrestre seria tomado por baixíssimas temperaturas), também é capaz de desfavorecer a manutenção de ecossistemas atuais, quando em estado de grande concentração na atmosfera, superaquecendo o globo terrestre (Raval & Ramanathan, 1989). Esse fenômeno se dá através do balanço energético de radiação solar que entra e que sai da Terra, com nuvens, pequenas partículas na atmosfera, superfície terrestre, neve, gelo e desertos agindo como meios de interceptação, reflexão e reemissão de energia solar à superfície terrestre.

2.2 Impactos socioecológicos das mudanças no clima

A relação atmosfera-biosfera se complexifica a partir da inclusão do ser humano como pertencente a este sistema, para além do papel ativo como causador das alterações no clima, enquanto também porção biótica passiva de seus efeitos. Entre estes, o IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, destaca a insegurança hídrica e alimentar, além do aumento de epidemias para o continente sulamericano (2023). Apesar disso, são poucas as implementações práticas sobre os impactos das mudanças climáticas em sistemas socioecológicos (a contemplar a esfera social e biocultural da interação ser humano-biota, que é mais evidente em contextos socioambientais tradicionais), mesmo diante do forte potencial destes para indicação de estratégias adaptativas frente às transformações no clima (Salgueiro-Otero & Ojea, 2020; Viñals *et al.*, 2023).

Isso se deve ao fato de que as investigações relacionadas a desastres se concentram nos efeitos em grandes centros urbanos ou em países industrializados, assim, negligenciar tais aspectos em comunidades tradicionais ou em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos é negligenciar os grupos que mais sofrem com os impactos de desastres naturais, o que não seria diferente sob cenário de mudanças climáticas (IPCC, 2023; McGreevy & Adrien, 2023).

Nesse sentido, o aumento de frequência e intensidade dos desastres faz com que o tempo de resposta, através da construção de estratégias de adaptação a estes eventos, seja menor, o que influencia a ocorrência de situações de insegurança biocultural (McGreevy & Adrien, 2023). Ou seja, lidar com fenômenos naturais dessa maneira, em função da variabilidade climática, pode colocar em risco a dinâmica entre conhecimento e prática tradicionais de comunidades dependentes da natureza (Savo; Lepofsky; Lertzman, 2018). Esse cenário se intensifica quando há a sinergia entre os fenômenos climáticos e outros riscos já pré-existentes na manutenção de sistemas socioecológicos, como pressões relacionadas ao uso agropecuário da terra (Malhi *et al.*, 2008).

2.2.1 PANC é *punk*: o potencial da subversão de hábitos alimentares globalizados para dietas diversificadas sob risco climático

Associados às dinâmicas de sistema socioecológicos complexos, se encontram os estudos de ordem etnobotânica, que buscam investigar as diversas relações existentes entre pessoas e plantas, levando em consideração usos, significados e práticas imbricadas bioculturalmente (Albuquerque, 2017). As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)

são conhecidas como “da mata”, ou “daninhas”, associadas à história de comunidades tradicionais, e desconhecidas pelos grandes mercados, constituindo assim uma categoria de plantas que além de uso alimentício leva consigo alguns fatores que fazem das mesmas pouco conhecidas ou pouco consumidas por grande parte das sociedades humanas (Kinupp & Lorenzi, 2014), sendo assim, fonte de estudo para pesquisas etnobotânicas (Jacob, 2021).

A atribuição “não convencional” a esses recursos têm sido alvo de críticas em virtude da familiaridade que as populações detentoras de seu conhecimento e uso possuem com tais plantas. Nesse sentido, ao não ser “não convencional” para todas as populações humanas, é pertinente adequar o aspecto contextual e da realidade socioecológica local ao se fazer uso deste termo, de forma a deixar claro para quais populações esses alimentos seriam atípicos.

Apesar disso, as PANC são recursos importantes para comunidades locais visto que além de intrínseco valor enquanto conhecimento tradicional, algumas destas plantas também são tidas como emergenciais, alternativas de alimento para povos tradicionais em períodos atípicos climaticamente, como em épocas de estiagem, economicamente, como em períodos de baixa renda familiar, entre outros (Nascimento *et al.*, 2012). Inserir as PANC em um estudo etnobotânico agrega às linhas de pesquisa desse cunho mais uma categoria de uso botânico (a de “alimento atípico”) que possui singular relacionamento com comunidades tradicionais, sendo, portanto, um potencial objeto de estudo. Vale ressaltar que estudos etnobotânicos costumam focar nos critérios de seleção de outros recursos, como por exemplo, plantas medicinais (Santos *et al.*, 2018), a deixar secundarizadas as relações entre pessoas e recursos vegetais comestíveis. Para fortalecer a importância investigativa das PANC, pode-se mencionar o potencial que essas plantas possuem para subverter a então conjuntura de dietas homogeneizadas para dietas diversificadas.

Santos *et al.* (2020) elencam algumas dessas vantagens, como o potencial de enriquecimento nutricional das dietas, a adequabilidade para a incorporação em sistemas agroecológicos, e portanto, diversificados, de produção de alimentos - em virtude da rusticidade às condições edafoclimáticas locais, o que favorece seu manejo - e para a manutenção do repertório genético local, a contribuir para o equilíbrio ecossistêmico das regiões em que as agricultoras e agricultores optem pela sua exploração. Além disso, algumas plantas alimentícias silvestres (PAS) - espécies nativas comestíveis presentes no repertório de comunidades tradicionais, que se diferenciam de PANC à medida em que não agregam plantas de uso convencional e/ou exóticas - são utilizadas para mais de uma função por populações locais, em destaque, o uso medicinal (Medeiros *et al.*, 2021b).

Dessa maneira, vê-se a importância do conhecimento tradicional sobre plantas nativas com potencial alimentício já que estas podem ajudar a conservar a biodiversidade regional, além de garantir alternativas medicinais e também nutricionais mais viáveis em comunidades tradicionais, aumentando sua variabilidade alimentar (Perez *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2012). Ademais, o interesse pelas PANC vem aumentando, o que pode colaborar com sua popularização. E uma vez popularizadas e incorporadas às dietas humanas, pode-se reverter o atual cenário de insegurança alimentar que a população brasileira vem passando.

Todavia, mesmo diante de tal potencialidade, as PANC, por estarem associadas ao patrimônio cultural imaterial (herança biocultural) de muitas comunidades tradicionais, e de maneiras diferentes, também estão na mira dos riscos climáticos. Seja através da migração de populações que as manejam e que detém conhecimento sobre elas, seja através da mudança em mecanismos de transmissão de conhecimento tradicionais em virtude de alterações de paisagem ou do comportamento das espécies alimentícias, os fenômenos climáticos podem impactar a relação entre estes recursos e as populações humanas (Dembedza *et al.*, 2022).

Para contornar tais desafios, é importante identificar PANC com maiores potenciais de popularização e investir em sua conservação. Nesse sentido, dentro do escopo de PANC se encontram as PAFF (plantas alimentícias frutíferas florestais - que, por sua vez, integram o grupo das PAS - plantas alimentícias silvestres), cabendo a estas a atribuição de mais saborosas (Gomes *et al.*, 2020), informação de interesse para a popularização de PANC. Nessa perspectiva se encontra o araquá, *Psidium guineense* Sw., cuja aceitação sensorial por potenciais consumidores (Santos *et al.*, 2020) e indicação local com potencial à popularização (Medeiros, 2021a) - inclusive sob contexto de cultura alternativa frente o declínio de monocultivos de cana-de-açúcar (Lederman *et al.*, 1996) - foram apontadas na literatura.

2.3 Impactos da extração de produtos florestais não madeireiros (PFNM)

Para além do risco climático e suas implicações socioecológicas e bioculturais, ameaças à conservação de espécies e populações vegetais também se relacionam com distúrbios antropogênicos em grau sinérgico, de maneira que uma série de situações, umas mais facilmente detectadas - inclusive via georreferenciamento - como mudanças no uso da terra e o desmatamento, outras menos facilmente detectadas, como o extrativismo predatório de produtos florestais não madeireiros (PFNM), atuam em conjunto a pôr em xeque a biodiversidade de florestas tropicais (Peres; Barlow; Laurence, 2006).

A extração de PFNM - tais como frutos, resinas, sementes, flores, raízes, cascas, entre outros - é uma atividade que muito contribui para a geração de renda e à subsistência de famílias no meio rural, inclusive indicada como *safety nets*, sendo os PFNM recursos de apoio para épocas de escassez agrícola (Albers & Robinson, 2013). Mesmo assim, tal atividade pode estar relacionada a padrões de degradação florestal, fortalecidos pela tendência de mudança de práticas de colheita conservacionistas para práticas destrutivas quando há o aumento da demanda pelo produto florestal (Vasquez & Gentry, 1989; Menton, 2003). Ou então, em casos de corte de ramos ou colheitas que levam à morte dos indivíduos em virtude de sua extração integral, por facilidade e economia de tempo de trabalho, sendo esse tipo de extração relacionada com menores taxas de colheita sustentável (Ticktin, 2004).

Por outro lado, a atividade extrativista pode também contribuir à perpetuação de espécies vegetais, principalmente quando alinhada a políticas públicas, ao regular a superexploração através do manejo racional e sustentável, com práticas de baixa intensidade, poupança de indivíduos, restrição de tamanho, entre outras (Milheiras & Mace, 2019; Joyal, 1996). Nessa perspectiva, o extrativismo de PFNM a partir de frutos e sementes é indicado como sendo o de maiores limites de colheita sustentável (Ticktin, 2004), por não afetarem a perpetuação dos indivíduos como via extração integral, sendo os frutos silvestres um dos PFNM mais extraídos da natureza por comunidades rurais (Derebe *et al.*, 2023).

Dessa maneira, vincular os relatos de uso e de partes aproveitadas e colhidas de espécies provedoras de PFNM com análises de estrutura populacional é importante para observar possíveis relações entre o status local da espécie, seu manejo no território e seu comportamento frente às pressões existentes na região (Ahossou *et al.*, 2017).

1.4 O uso da Modelagem de Distribuição de Espécies (SDM)

Para avaliar se existe alguma perspectiva de mudança de espécies que se enquadrem como PANC e PFNM, em cenários climáticos futuros, pode-se fazer uso da modelagem de distribuição de espécies (Species Distribution Modelling, SDM), ou de nicho ecológico (Ecological Niche Modelling, ENM, que se diferencia do SDM por levar em consideração mais variáveis relacionadas à ocorrência da espécie, além do aspecto bioclimático, mas são iguais com relação à construção dos modelos).

A SDM pode ser realizada sob duas perspectivas, a correlativa ou a mecanicista. Na primeira, há a correlação entre a ocorrência da espécie e as condições ambientais sob as quais

ela ocorre, já na segunda, há a introdução de aspectos morfológicos, fisiológicos, comportamentais, a conferir maior complexidade aos modelos (Kearney, 2006; Miller, 2010). Dessa maneira, sua aplicação para análises de mudanças climáticas faz uso de informações de distribuição geográfica e de camadas bioclimáticas para projeção da distribuição da espécie em cenários futuros.

Estes cenários futuros, por sua vez, são divididos de acordo com as tomadas de decisão, a nível global, com relação a políticas públicas de ação climática em mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas na socioeconomia, considerando emissões de GEE e condições socioeconômicas. Assim, os cenários SSP (Shared Socioeconomic Pathways) se diferenciam, do mais otimista para o mais pessimista, em: i) SSP 1 - sociedades com poucos desafios relacionados à mitigação e adaptação, através da implementação do desenvolvimento sustentável e de baixas emissões de GEE, além da diminuição de desigualdades sociais; ii) SSP 2 - sociedades enfrentam desafios moderados, é um cenário intermediário entre o SSP 1 e o SSP3; iii) SSP 3 - sociedades com grandes desafios de mitigação e adaptação por não terem conseguido diminuir as emissões de GEE, com alta desigualdade social (rivalidade entre as nações), alta vulnerabilidade climática e baixa capacidade adaptativa; iv) SSP 4 - cenário de “mundo misto”, onde regiões com maior capacidade adaptativa desenvolvem-se para mitigar emissões de GEE e regiões com menor capacidade adaptativa potencializam-se em um isolamento econômico; v) SSP 5 - sociedades com ausência de políticas climáticas, o que leva ao contínuo desenvolvimento econômico, mas às custas de combustíveis fósseis e de altas emissões de GEE (O'Neill *et al.*, 2016; Kriegler *et al.*, 2012; IPCC, 2023).

Através de uma série de modificações com vistas a contemplar lacunas nos cenários de modelagem anteriores (RCPs, Representative Concentration Pathways; SPAs, Shared climate Policy Assumptions; SREs, Special Report on Emissions Scenarios), o último relatório do IPCC (2023) faz uso de 4 cenários que combinam as emissões de GEE (ou forças climáticas) e mudanças de uso da terra, com questões socioeconômicas explicitadas pelos caminhos, ou “pathways” para o período de 2100 (O'Neill *et al.*, 2014; O'Neill *et al.*, 2016):

a) SSP126 - cenário mais otimista, com medidas de proteção climática sendo bem adotadas, com desenvolvimento compatível com a meta de aquecimento global abaixo de 2 °C prevista pelo Acordo de Paris (UNFCCC, 2021);

b) SSP245 - caminho médio das emissões de GEE, com políticas climáticas sendo adotadas;

c) SSP370 - cenário intermediário entre o SSP245 e o SSP585;

d) SSP585 - cenário mais pessimista, com as maiores emissões (G/t ao ano) e concentração (ppm) de GEE.

Estes 4 cenários são utilizados junto a variáveis bioclimáticas e pedológicas para a construção das camadas ambientais relacionadas à ocorrência de espécies. Sendo usualmente utilizadas 19 variáveis bioclimáticas disponíveis em alta resolução no Worldclim, que estão relacionadas a temperatura e precipitação, podendo ser utilizadas para ambos os hemisférios do globo (Booth, 2022). Tais variáveis futuras foram processadas para diferentes GCMs (Modelos climáticos globais, que simulam o sistema climático da terra em grade tridimensional) e para os 4 SSP (126, 245, 370 e 585) reduzidas do CMIP 6 (O'Neill *et al.*, 2016; WorldClim, 2022). E, por fim, apesar dos desafios da descontinuidade dos solos ao longo do globo, 13 variáveis pedológicas de projeções de propriedades-padrão do solo em 7 profundidades-padrão são disponibilizadas pelo International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Booth (2018).

A fim de aglutinar tais informações em camadas ambientais a serem modeladas, pode-se utilizar um dos algoritmos mais recorridos em SDM e ENM: o Maxent (Maximum Entropy), tanto para espécies endêmicas ou raras, quanto para espécies mais distribuídas geograficamente (Lima *et al.*, 2023). Este algoritmo trata os dados de ocorrência da espécie como verdade, com o propósito de projetar a distribuição de espécie através de informações incompletas, por apenas considerar informações de presença (Phillips; Anderson; Schapire, 2006).

1.5 A importância das projeções de ordem climática para o estado de Alagoas

O estado de Alagoas se encontra em condições nítidas de vulnerabilidade socioambiental, cuja estrutura fundiária e social desde a colonização imperialista se deu através de monocultivos de cana-de-açúcar e da exploração da classe trabalhadora (Carvalho, 2015). Tal dinâmica refletiu diretamente na ocupação de terrenos impróprios para habitação ao longo de todo o estado e na degradação de suas áreas de vegetação natural, o que contribui para o aumento da situação de risco da população (humana e da biota de maneira geral) frente a eventos climáticos extremos (Freire; Bonfim; Natenzon, 2014).

Segundo a Superintendência de Prevenção em Desastres Naturais da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH, 2023), dentro do histórico de eventos climáticos extremos em Alagoas, os períodos de secas severas e chuvas intensas se destacam.

E entre os principais e mais recentes desastres relacionados ao regime de chuvas e à seca estão:

- a) Cheias de 2010 - com chuvas de mais de 238mm, tendo como região afetada principalmente as Bacias Hidrográficas Paraíba e Mundaú em cerca de 95 municípios, onde foram registrados 46 óbitos, 32.851 casas destruídas ou danificadas e cerca de 157.124 pessoas afetadas;
- b) Seca de 2016/2017 - em estado de emergência com 77 dos 102 municípios alagoanos em situação de seca, Alagoas entrou em seca extrema na porção leste e em seca excepcional na porção agreste e sertaneja (a mais grave categoria na Tabela de Classificação de Severidade da Seca, adaptada pelo Monitor de Secas a partir do National Drought Mitigation Center);
- c) Cheias de 2017 - em função da elevação do Rio Paraíba do Meio, da Laguna Mangaba e do Rio Sumaúma, junto às grandes marés registradas no Oceano Atlântico;
- d) Seca de 2018/2019 - a porção sertaneja do estado ficou em situação de seca extrema, a porção agreste se dividiu entre seca moderada e grave, enquanto que a porção leste, em seca fraca;
- e) Cheias de 2020 - cujos Rio Ipanema e o Riacho Camoxinga, também na região sertaneja alagoana, chegaram a níveis altos;
- f) Cheias de 2022 - período indicado como o de maior intensidade pluviométrica do estado, com chuvas com cerca de 922 mm, a atingir de maneira mais grave a parte litorânea de Alagoas.

Com o intervalo menor entre os eventos elencados, Alagoas se enquadra nas tendências de aumento de frequência e intensidade de fenômeno meteorológico severo. Soma-se a isso, os possíveis efeitos de seca severa que o estado pode passar através da chegada do El Niño em 2023 (NOAA, 2023). E ainda, diante da vulnerabilidade de *hotspots* de biodiversidade às mudanças do clima (Bellard *et al.*, 2014), Alagoas se enquadraria como vulnerável também neste sentido, por possuir fragmentos do bioma mata atlântica, e também por possuir áreas de ecótono (transição entre os biomas caatinga e mata atlântica/ecossistema costeiro-marinho), como a região da Foz do Rio São Francisco, em Piaçabuçu, que tem sofrido grande pressão de uso (Myers *et al.*, 2000; ICMBio, 2010; Lopes *et al.*, 2022).

Sendo assim, é importante compreender os impactos da alteração climática ao longo do contexto alagoano, que mesmo em meio a vulnerabilidade socioambiental, em trabalhos, como os de Gomes *et al.* (2020), é indicado como sendo favorável à incorporação de espécies

alimentícias PANC nas cadeias produtivas locais, tais como o araçá (*Psidium guineense* Sw.). Sendo medidas como essa fundamentais para o fortalecimento da capacidade adaptativa dos territórios, inclusive de comunidades tradicionais e/ou periféricas, frente às mudanças do clima (Powell *et al.*, 2023).

1.6 Potencialidades e riscos à conservação da PANC *Psidium guineense* Sw., o araçá

O araçá, também chamado de araçá-mirim, araçá-azedo, araçá-comum, araçá-da-praia, araçá do campo, araçá verdadeiro, araçá do mato, ou goiabinha, é uma espécie nativa brasileira, de alta distribuição pelo território nacional, encontrada nos biomas da amazônia, caatinga, mata atlântica e cerrado, não endêmica, de hábito arbustivo-arbóreo, podendo chegar a 6 metros de comprimento (Proença; Costa; Tuler, 2023; Bezerra; Da Silva; De Lira, 2018). De propagação principalmente sexuada e germinação de sementes a uma temperatura ideal entre 20 e 25°C (Santos, 2015), possui floração contínua e padrão foliar perenifólio (Kill, 2022).

As condições pedológicas para a ocorrência do araçá estão relacionadas a solos pobres, ácidos e arenosos (Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018). Com relação à sua frutificação, de produção subanual (Kill, 2022), a época de colheita se relaciona à distribuição das chuvas ao longo do ano, a se destacar os períodos de Fevereiro-Março e Agosto-Setembro à região costeira do Nordeste (Lederman *et al.*, 1996).

O uso do araçá é feito essencialmente através do consumo de seus frutos, *in natura* ou processado - como através de sucos e do preparo da “araçazada” -, sendo fonte de minerais (Caldeira *et al.*, 2004; Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018) e óleos essenciais (Peralta-Bohórquez *et al.*, 2010). Além disso, o uso medicinal da espécie se dá a partir de suas folhas (no controle da diarreia) e de suas raízes (diuréticas e antidiarreicas); o uso tecnológico, através da casca para o curtimento de peles e das folhas para tingimento; o uso madeireiro para lenha, carvão, caibros, mourões, ferramentas agrícolas e para móveis de pequeno porte; e outros usos, como à recuperação de áreas degradadas e à ornamentação, também são atribuídos ao araçá (Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018). Entretanto, é um vegetal não explorado agronomicamente, sendo mais associado ao extrativismo em populações naturais (Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018), ainda assim, possui recomendações para inclusão em práticas agroflorestais (Pott & Pott, 2003; Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018).

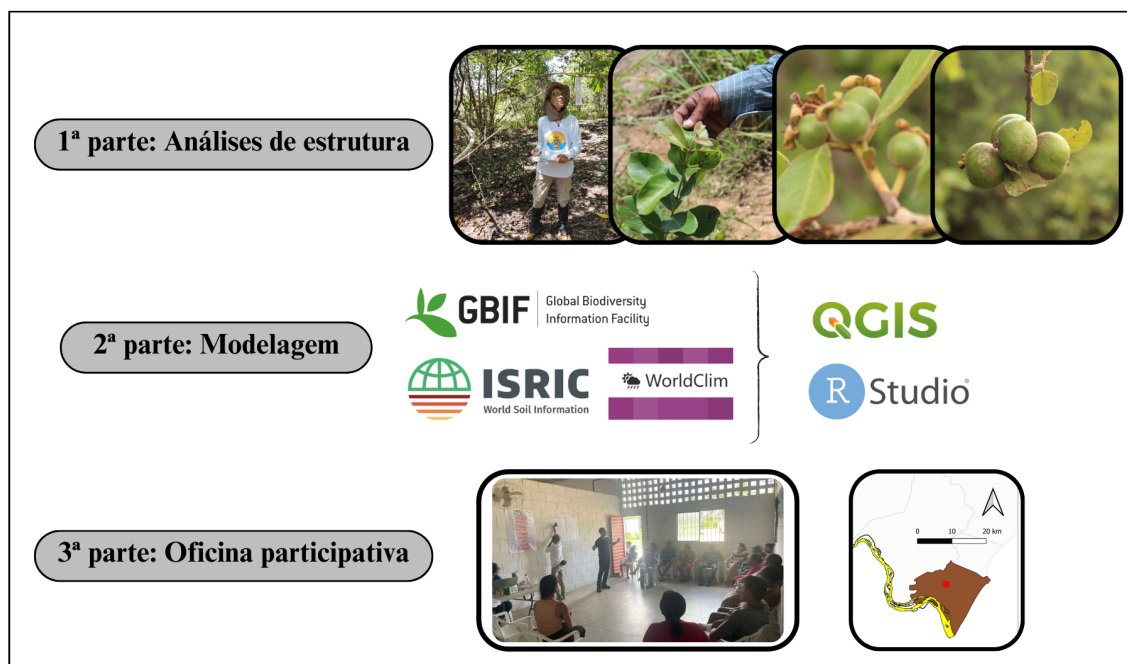
Diante do potencial relacionado ao araçá, resta observar se o uso alimentício em si, seus usos adicionais e outros fatores antrópicos, como as mudanças climáticas e demais pressões atuais relacionadas à conservação do araçá, além do risco associado à fragmentação de habitats (Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018), têm atuado em sinergismo rumo ao comprometimento da estrutura da espécie.

Nesse sentido, sabendo que: (i) as predições do IPCC indicam alterações das dinâmicas de clima para os próximos anos, e que isso pode interferir na perpetuação de diversas espécies e (agro)ecossistemas ao redor do mundo; (ii) o araçá se destaca em estudos de critérios de seleção de PANC (forte potencial para popularização a partir de perspectiva local) e de avaliação sensorial (boa aceitabilidade pelo público consumidor), o que configura forte aptidão para introdução do araçá na cadeia produtiva alagoana; (iii) essa introdução em cadeia produtiva implica em observar as melhores condições climáticas para a conservação da espécie, o presente trabalho buscou responder às seguintes perguntas em perspectiva multiescalar: a) Em escala de ocorrência e em escala estadual, podem as mudanças climáticas afetar a distribuição de *Psidium guineense* Sw.? b) Em um contexto local alagoano, em área de *hotspot* de biodiversidade no município de Piaçabuçu, quais as ameaças adicionais relacionadas à conservação biocultural de *Psidium guineense* Sw. podem ser encontradas?

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para responder às perguntas investigativas, foram realizadas 3 frentes de trabalho (modelagem de distribuição de espécie, análises de estrutura do araçá e oficina participativa), sintetizadas na Figura 1:

Figura 1. Frentes de trabalho



Fonte: Autora (2023)

3.1 Análises de estrutura do araçá

3.1.1 Caracterização da área de estudo, Piaçabuçu

O estudo de estrutura do araçá foi realizado no município de Piaçabuçu, cujo nome advém da época do povoamento da região do baixo São Francisco e deriva de “piaçava”, palmeira abundante na região (IBGE, 2022b). Com população de cerca de 15.897 pessoas e extensão territorial com cerca de 243,7 km² (IBGE, 2022c), a extração vegetal alimentícia na cidade ocupa o 4º lugar em quantidade produzida no ranking estadual (IBGE, 2021). Além disso, o município possui duas importantes áreas protegidas, uma de gestão federal, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Piaçabuçu, e outra de gestão estadual, a APA da Marituba do Peixe, que é compartilhada com outros dois municípios, Penedo e Feliz Deserto.

Para o exercício de análise de estrutura populacional vegetal foi disposta uma parcela com 5 subparcelas ao longo do território de observação de ocorrência (Figura 2), a partir da indicação de um mateiro e extrativista local. Tais áreas, no município de Piaçabuçu, se caracterizam por:

- a) *Geologia*: a área das subparcelas se encontra na unidade geológica dos Aluviões Fluvio-lacustres Holocênicos, cujo tempo geológico inicial e final durante o Fanerozoico Cenozoica Quaternário Holoceno fez gerar região de areias e cascalhos acumulados por sedimentação fluvial, e argilas e silte por via lacustre, essencialmente. São, assim, áreas predominantemente argilo-siltosos ricos em matéria orgânica, com a presença de material carbonoso (IBGE, 2022a).
- b) *Geomorfologia*: no domínio geomórfológico dos Depósitos Sedimentares Quaternários e na região das Planícies Deltáicas, Estuarinas e Praiais, a unidade geomorfológica do Delta do São Francisco possui categoria de planície com acumulação fluviomarinha, altimetria máxima de 30 metros (BGE, 2022a).
- c) *Pedologia*: entre as parcelas 1 e 3 se encontram Gleissolos Háplicos Ta Distróficos, ou seja, massa de solo pastosa, que conotam excesso de água, gleização (saída de componentes ferrosos, levando a solos de cor acinzentada, Embrapa, 2021a) e sem distinção nas classes (horizontes) precedentes, além disso, possuem atividade de argila alta e saturação por bases menor que 50% (solos de baixa fertilidade), IBGE, 2022. Já entre as parcelas 3 e 5, se encontram Neossolos Flúvicos Tb Distróficos, ou seja, solos jovens, em início de formação, com atividade de argila baixa e saturação por bases menor que 50% (IBGE, 2022a), com alta variabilidade de características físicas, químicas e morfológicas (Embrapa, 2021b).
- d) *Vegetação*: o tipo de formação vegetal do território, de bioma mata atlântica, se caracteriza como Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre, ou seja, vegetação que reflete os efeitos das cheias dos rios em épocas chuvosas, além da detecção de vegetação de uso agropecuário (IBGE, 2022a).
- e) *Recursos hídricos*: A cerca de 0,41 km da área de coleta (P1), se situa o Rio Piauí, um dos principais corpos hídricos da Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual da Marituba do Peixe, unidade de conservação de uso sustentável que caracteriza a zona limítrofe oeste entre os municípios de Piaçabuçu e Penedo. Além disso, a cerca de 10 metros da última parcela (P5), e a circundar a área total de parcelas, há um afluente do Rio Piauí, que no período de estudo (primeiro bimestre de 2023) se encontrava seco.

Figura 2. Parcelas na área de coleta de araçá espaçadas entre si por 50 metros



Fonte: Autora (2023)

3.1.2 Práticas em campo

Através de uma oficina participativa prévia com extrativistas piaçabuenses as principais áreas de coleta do araçá foram identificadas (Ponta Morfina, Embrapa, Meirelles, Ilha do Gazo e Ponta da Ilha), no geral, propriedades particulares com mais de um dono e que necessitam de permissão para acesso. Entre elas, uma propriedade particular de acesso a barco conhecida como “Meirelles” foi utilizada para estudos fitossociológicos do grupo de pesquisa. Para tal, foram lançadas 5 parcelas de 1000m² (20x50m), totalizando 0,5 hectare (Figura 2). Cada parcela foi dividida em 10 subparcelas de 10x10m, onde cada indivíduo de araçá foi identificado e caracterizado com relação a: i) circunferência à altura do solo (CAS), a 10cm do solo; ii) altura da copa; iii) altura do indivíduo; iv) raio maior; v) raio menor; vi) circunferência à altura do peito (CAP), quando aplicável - em indivíduos maiores que 1,30m; vii) quantidade de frutos no pé e ao chão, quando aplicável; viii) estágio ontogenético (se plântulas, jovens ou adultos).

As áreas das subparcelas foram caracterizadas em teor geológico, geomorfológico, pedológico e hídrico a partir de informações coletadas do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. E além disso, cada subparcela foi caracterizada com relação a: a) temperatura do solo; b) temperatura do ar; c) umidade do ar; d) luminosidade (1 - baixa, 2 - média, 3 - alta); e) nebulosidade (de 0 a 10, sendo 0 sem nuvens e 10 céu 100% fechado); f) textura do solo; g) uso da terra; h) distúrbios antrópicos; i) presença de animais.

Por fim, foi utilizada estatística descritiva para observar o comportamento dos dados com relação à estrutura populacional do araçá (em estágio ontogenético, altura e classe diamétrica). E ainda, o cálculo do coeficiente de assimetria (gI) - utilizado como medida de desigualdade entre indivíduos de uma população (Bendel *et al.*, 1989) - para altura, adaptado de seu uso mais comum (o diamétrico) em virtude do araçá ser uma espécie com pouco crescimento horizontal (espessura), a se optar pelo crescimento vertical (altura).

3. 2 Modelagem de distribuição de espécie (SDM)

Os modelos de distribuição atual e futuros do araçá foram feitos com o uso de dados: i) de ocorrência de *Psidium guineense* Sw. - a partir de 1970 -, baixados na plataforma GBif (GBIF, 2023); ii) das 19 variáveis bioclimáticas com 22 modelos globais de circulação (GCM, período 2021-2040) disponíveis no WorldClim em resolução espacial de 2.5 minutos (WORLDCLIM, 2023a e 2023b); ii) das 11 variáveis de solo em 6 profundidades (0-5cm, 5-15cm, 15-30cm, 30-60cm, 60-100cm, 100-200cm) disponíveis na plataforma ISRIC - World Soil Information (ISRIC, 2023). Através destes, foi feito um recorte das camadas para a modelagem em extensão neotropical, pois se trata da ocorrência natural do araçá. O sistema de referência de coordenadas utilizado foi o datum global WGS 84. O processamento da extensão foi realizado no *software* QGIS versão 3.22.9, já a seleção de variáveis e a modelagem, no *software* R studio versão 4.1.2.

Uma vez preparados os dados de camadas ambientais cortadas pela extensão espacial, foi feita a seleção de variáveis para construção dos modelos via PCA (Análise de componentes principais), sendo considerados os componentes que representaram 90% da variação para clima e 70% da variação para solo (Evangelista-Vale, 2021), a fim de se constatar a não colinearidade entre as variáveis bioclimáticas. Para confirmar a não correlação entre as camadas restantes, uma nova seleção foi feita através do indicador VIF (Variance Inflation Factor) a partir do limiar de menor ou igual a 3 para a extensão encontrada. Por fim, foi feito um teste de correlação de Pearson entre variáveis relacionadas ao araçá especificamente, com retirada de registros de ocorrência duplicados, sendo retiradas as variáveis que obtiverem relação maior que 0,7.

Salvas as variáveis selecionadas e recortadas para a extensão neotropical do araçá, os modelos foram construídos e projetados no R studio com o uso do algoritmo Maxent, a partir do pacote *maxnet* (Phillips, 2021), sendo o período de projeção o de 2021 a 2040. Para

avaliação dos modelos a fim de se identificar o melhor entre eles foi utilizado o pacote *ENMeval* (Kass *et al.*, 2021), persistindo o modelo de menor AICc e razoável AUC. E para a construção do modelo futuro médio, utilizou-se para cada cenário as médias e coeficientes de variação de todos os GCMs (como forma de diminuir as incertezas dos modelos futuros), resultando em 4 raster médios para o futuro.

O dado contínuo (de 0 a 1) foi binarizado (para 0 ou 1) a partir de um limiar (especificidade e sensibilidade), detectando as presenças que foram encontradas corretamente. Assim, cada espécie tem um limiar diferente, a depender do modelo construído com base no resultado do Maxent, a partir do dado de *maximum training sensitivity plus specificity* (limiar bastante indicado para investigar a adequabilidade), sendo selecionado o que for maior ou igual ao limiar indicado (acima do limiar = 1, abaixo do limiar = 0) (Lima *et al.*, 2022; Bean; Stafford; Brashares, 2012).

No total, 5 modelos foram utilizados para análises pós-modelagem, sendo um atual e 4 futuros.

3.2.1 Cálculo de área de distribuição

Os mapas binários foram transformados em vetor *shapefile*, tanto para extensão neotropical quanto para o estado de Alagoas e para o município de Piaçabuçu. A avaliação da área é feita através da observação do quanto ganhou, perdeu e manteve de ocorrência. Para isso, os valores dos rasters de futuro foram subtraídos do atual, de maneira que resultados -1 = perdeu área, 0 = manteve a área, 1 = ganhou área. Além da quantificação da área de cada cenário foram calculadas para cada cenário futuro com relação ao atual, via fórmulas demonstradas segundo Pinto *et al.* (2023):

- i) a intersecção relativa (área de intersecção do cenário dividido pela área atual);
- ii) a perda relativa (área atual menos a área de intersecção do cenário, dividida pela área atual);
- iii) o ganho relativo (área do cenário menos a intersecção do cenário, dividida pela área atual);
- iv) a variação total (perdas somadas aos ganhos);
- v) o balanço (perdas subtraídas dos ganhos - cujo saldo positivo demonstra que a espécie ganhou mais área do que perdeu, e cujo saldo negativo indica que a espécie perdeu mais área do que ganhou).

3.2.2 Cálculo de adequabilidade

Os valores de adequabilidade foram extraídos dos rasters e testados através da análise de Friedman para observação da quantificação e da significância da variação da adequabilidade de habitat.

Teste de Friedman entre os cenários: variação da ANOVA em blocos para dados de distribuição não normal (avalia em bloco, ou seja, pega o mesmo pixel do cenário atual e compara com o mesmo pixel do cenário futuro - avaliação pareada). Para teste de normalidade utilizou-se o método Shapiro-Wilk, plot de densidade e QQplot. O teste a posteriori, o de Nemenyi-Wilcoxon, também foi feito, este compara a significância entre os cenários através do valor de p. Para tais testes, foram utilizados os pacotes *rstatix* (Kassambara, 2023) e *PMCMRplus* (Pohlert, 2022).

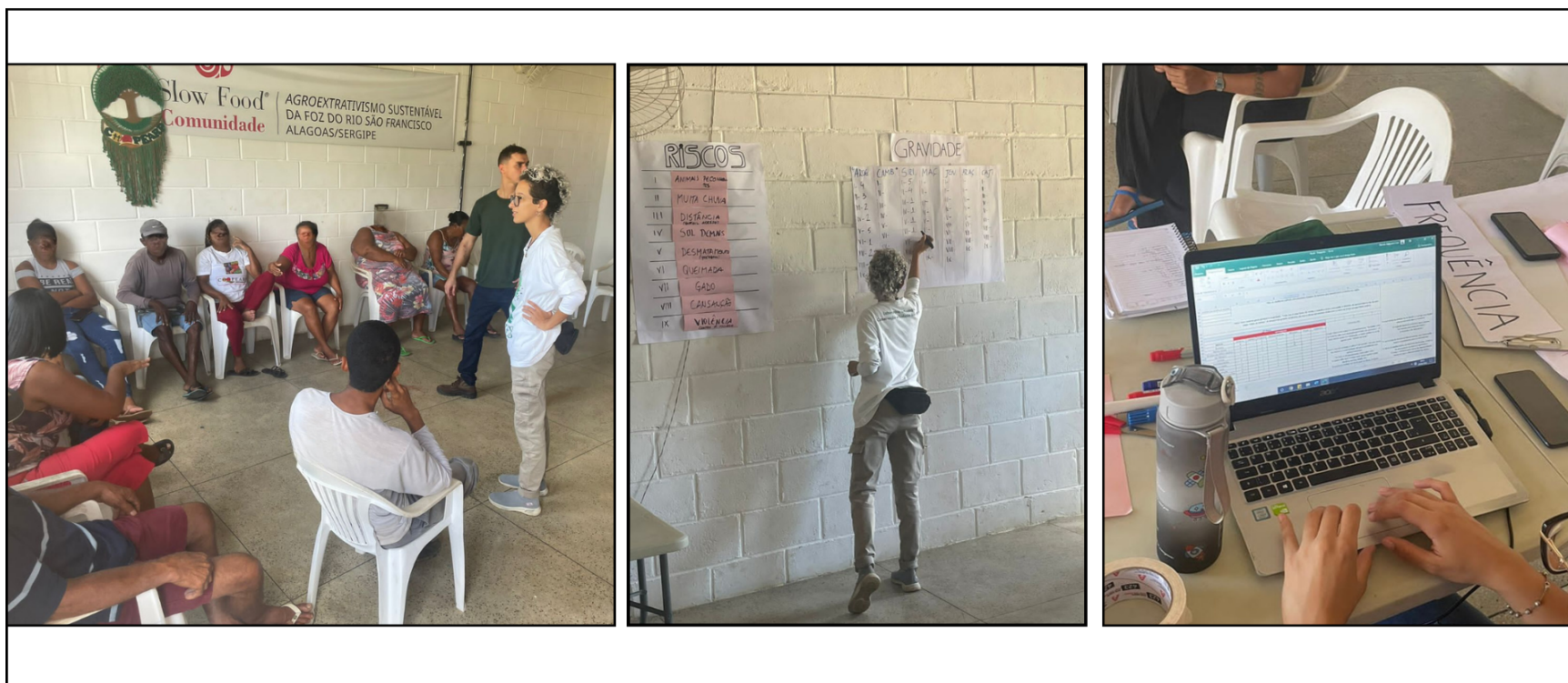
3.3 Oficina participativa com extrativistas

Realizada na Associação Aroeira/Cooperativa Ecoagroextrativista Aroeira de Piaçabuçu (Figura 3), a oficina reuniu 15 extrativistas piaçabuçuenses e buscou identificar quais os riscos e estratégias associadas ao extrativismo de espécies nativas da região, entre estas, o araquá. Através de uma lista livre, os riscos foram pontuados em gravidade (via exercício de pontuação de 1 a 5, sendo 1 - nada grave e 5 - muito grave) e frequência (via exercício de pontuação de 1 a 5, sendo 1 - nunca ocorre e 5 - ocorre sempre), e depois, as estratégias para lidar com os riscos foram elencados junto à eficiência (via exercício de pontuação de 1 a 5, sendo 1 - nada eficiente e 5 - muito eficiente) de cada atitude. Além disso, foi perguntado aos extrativistas sobre a perspectiva futura das áreas de coleta do araquá.

Todas informações foram expostas em cartolina na parede, gravadas e tabuladas digitalmente em planilha.

Além da oficina, cabe mencionar que o município de Piaçabuçu tem sido objeto de estudo do LECEB há alguns anos, dessa maneira, além do uso de entrevistas e oficinas, as muitas visitas à região permitiram o uso da observação direta com relação à dinâmica do uso da terra e da inserção do araquá neste contexto.

Figura 3. Oficina participativa com extrativistas de Piaçabuçu



Fonte: Autora (2023)

4. RESULTADOS

4.1 Análises de estrutura do araça

4.1.1 Caracterização das parcelas (área de coleta de araça, em Piaçabuçu)

Quadro 1. Caracterização média da área de estudo

Aspecto da área	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5
Temperatura do solo (°C)	28,2	26,5	27,05	26,49	27,04
Temperatura do ar (°C)	34	32	32,5	30,7	30
Umidade do ar (%)	52	53	50,1	60	64,3
Luminosidade*	3	1	2	1,6	1,7
Nebulosidade**	0	0	0	4,9	7,5
Distúrbios antrópicos	Há sinais de rebrota, talvez por corte.	Dois galhos de Cruiri cortados	Não se aplicou	Lixo plástico em uma subparcela e ruído sonoro (música)	Corte em alguns indivíduos lenhosos de uma subparcela

* 3 - luz direta/alta luminosidade, 2 - média luminosidade, 1- luz indireta/baixa luminosidade

** De 0 a 10, sendo 0 céu 100% limpo/sem nuvens e 10, 100% nublado.

Fonte: Autora (2023)

O uso da terra foi identificado como sendo dedicado ao extrativismo e à pecuária. Com relação ao solo, grande parte das parcelas apresentou textura de caráter argilosa, compactado pelo gado. Também se observou frutos, como os do cruiri ao chão, além de esterco - ora fresco, ora curtido - e serrapilheira superficial, de cerca de 2 cm, nas subparcelas interiores (porção ao norte das parcelas). Nas subparcelas de borda, se observou que os indivíduos ali presentes eram mais arbustivos que os das subparcelas interiores, e que estes se encontravam espaçados entre si por 1,5-2 metros, além de haver uma ocupação majoritária de *Poaceae* forrageira e de espécies espontâneas, como o “calumbi”, a “xanana”, e “cyperus”.

Sobre a presença de animais, ao longo do dia se observou a presença do gado apenas na área de entorno das parcelas, mas a presença de clareiras, fezes bovinas e de ossos ao longo das parcelas atestou a habitação do gado na área. Se observou a presença de formigas (caçaremas), aranhas, mosquitos, marimbondos, pássaros (como o “pica-pau” e o “bem-te-vi”), abelhas, cupins, borboletas, cigarras e libélulas.

4.1.2 Estrutura (horizontal e vertical) do arará

Foram amostrados 85 indivíduos de arará nas parcelas indicadas da área Meirelles, sendo 39 deles com CAP (circunferência à altura do peito) acima de 1,30 metros. Para estes, a média da transformação diamétrica foi de $1,42 \pm 0,71$. O que demonstra relativa dispersão dos dados (coeficiente de variação de 50%).

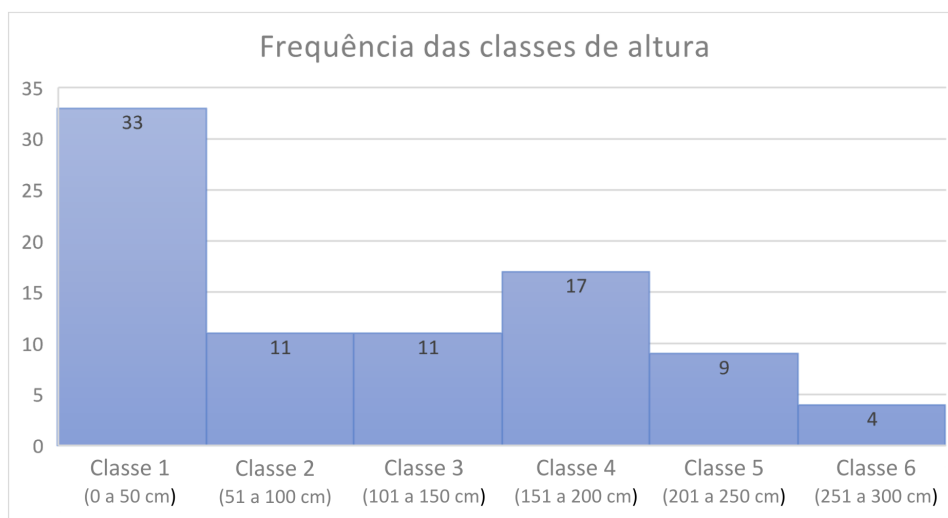
Com base na transformação de circunferência para diâmetro, todos os indivíduos se encontraram em uma classe diamétrica (entre 0 e 5cm), o que impossibilita a realização de gráfico de J invertido e cálculo de assimetria para espessura. Esse resultado pode se dar muito em função do regime observado de intolerância com relação à presença da espécie, que acaba sendo frequentemente roçada das propriedades.

Com relação ao estágio, para 3 dos 85 indivíduos não foi possível registrar estágio ontogenético, assim, estes foram retirados da análise de estágio. E dos 82 indivíduos registrados, foram encontrados 45 jovens e 37 adultos. Assim, a quantidade de jovens maior que a de adultos pode indicar a forte propagação da espécie da região, e ainda, sinal de recuperação da espécie pós-perturbação, se for levado em consideração que a área é frequentada pelo gado.

Com relação à distribuição de altura, os valores de média ($1,12 \pm 0,89$ - com coeficiente de variação de 79%) indicam forte dispersão dos dados. Com as alturas dos indivíduos variando muito entre si, foi feito um histograma para identificação de frequência de classe de altura (sendo 6 classes de altura, com intervalo de 50 cm cada), sendo a classe 1, a de indivíduos entre 0 e 50 cm de altura, aquela em que houve maior frequência (Figura 4). Isso indica que um número considerável de indivíduos foram recrutados à população local do arará.

Além disso, o coeficiente de assimetria para altura deu - 0,75 ($g1 < 0$) o que fortalece o contexto de maior número de indivíduos pequenos e menor quantidade de indivíduos maiores contribuir para o aumento da população ao longo do tempo (Varghese *et al.*, 2015; Feeley *et al.*, 2007).

Figura 4. Frequência das classes de altura do araquá

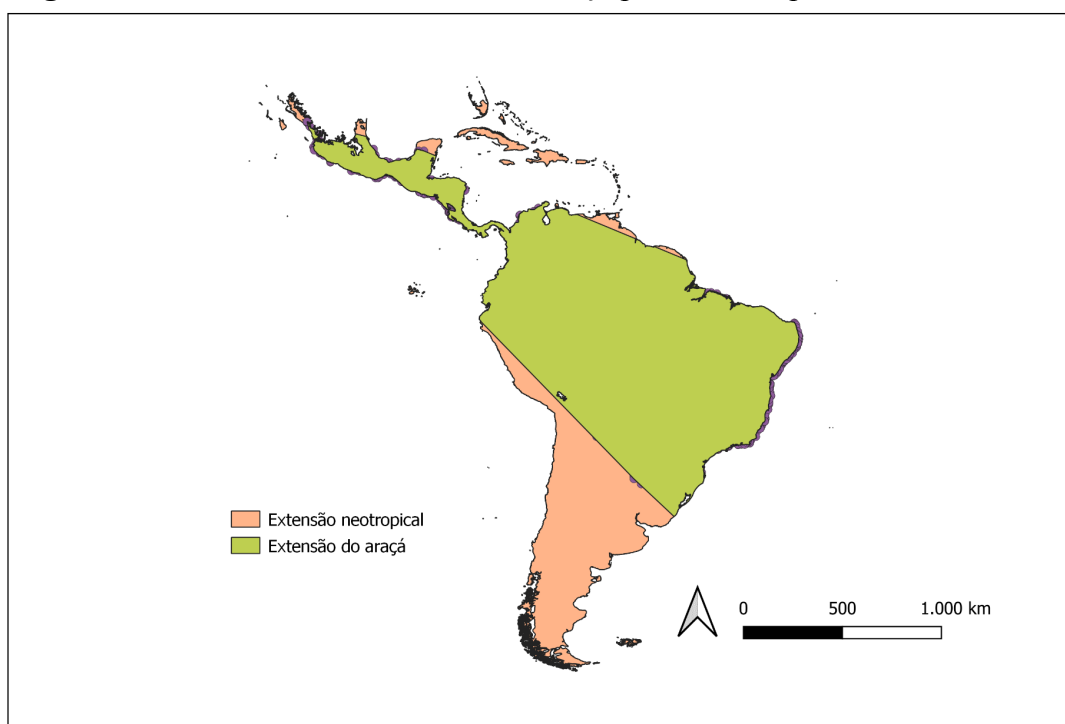


Fonte: Autora (2023)

4.2 Modelagem de distribuição de espécie (SDM)

O processamento da extensão do araquá, que possui ocorrência ao longo do neotrópico, está representado na Figura 5.

Figura 5. Processamento da extensão do araquá para o neotrópico



Fonte: Autora (2023)

Durante a seleção de variáveis, as análises de PCA e VIF (Figuras 4 e 5) indicaram as variáveis climáticas: a) Gama anual de temperatura - BIO 7; b) Média de temperatura do trimestre mais úmido - BIO 8; c) Precipitação do mês mais úmido - BIO 13; d) Precipitação do mês mais seco - BIO 14; e variáveis de solo: a) Densidade aparente, de 0 a 5 cm; b) Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em pH 7, de 100 a 200 cm ; c) Nitrogênio, de 100 a 200cm; d) Areia de 100 a 200cm; e) Silte, de 60 a 100cm; f) Teor de carbono orgânico no solo, de 5 a 15cm. Nas Figuras 6a e 7a pode-se observar que os 4 primeiros eixos para a PCA de clima e os 3 primeiros para o de solo foram aqueles que mais representaram a variação dos dados. Já em 6b e 7b, todas as variáveis acima da linha de corte tiveram importante contribuição para formação do eixo da PCA, logo, são as variáveis que estão menos correlacionadas.

Após a realização do teste de correlação de Pearson aplicado às áreas de ocorrência do araquá, o componente “Teor de carbono orgânico no solo de 5 a 15cm” foi retirado, pois se mostrou bastante correlacionado com outras duas variáveis (Densidade aparente, -0,82, e nitrogênio, 0,74 - Figura 8) restando um total de 9 variáveis para construção da modelagem.

Entre as variáveis pedológicas, se percebe que a maioria das que permaneceram no modelo final dizem respeito à profundidade de 100 a 200 cm. Tal resultado indica que explorar esta porção do solo é importante para garantir a ocorrência do araquá. Além disso, a permanência de variáveis pedológicas de textura como areia e silte, e da CTC demonstram a importância do caráter textural - sendo este relevante ao CTC em pH 7, que por sua vez, está relacionado à fertilidade e à capacidade de disponibilização de nutrientes às plantas - para ocorrência do araquá.

As camadas das 9 variáveis foram selecionadas tanto para os dados do presente quanto para os do futuro e mascaradas para a extensão recortada do araquá. Assim, os registros de ocorrência foram unidos às camadas elegidas.

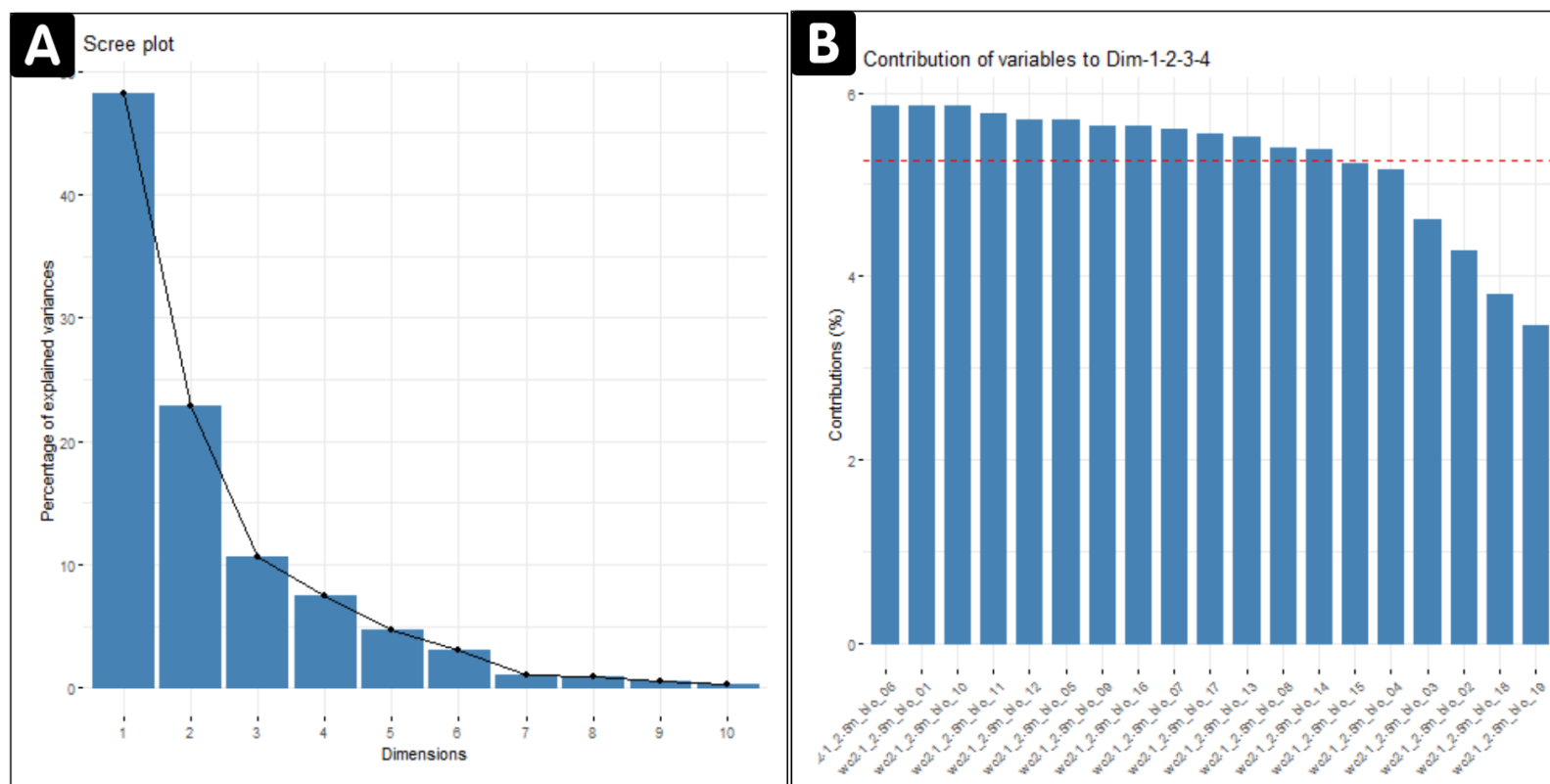
A partir dos resultados do Maxent, dos 60 modelos gerados, o melhor modelo obteve AUC de 0,7963 - o que é um bom resultado para o Maxent, não necessitando ficar próximo a 1, apenas ser maior que 0,7 (Hosmer; Lemeshow; Studirvant; 2013 *apud* Silva Neto, 2020). Assim, os parâmetros para esse modelo selecionado indicaram o limiar utilizado para a binarização da ocorrência do araquá (Maximum training sensitivity plus specificity), sendo ele o de 0,4809.

Interessantemente, as variáveis de maior contribuição para o modelo foram: (i) média de temperatura do trimestre mais úmido; (ii) capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7, de

100 a 200 cm; (iii) precipitação do mês mais seco (Quadro 2), a somarem 52% das contribuições. Isso indica que a ocorrência do araçá é favorecida, bioclimaticamente, por teores mais altos de umidade e pela presença de chuvas. Assim, em lugares de menor disponibilidade hídrica (como o semiárido) ou em épocas de menor disponibilidade hídrica (secas), a ocorrência do araçá seria desvalorizada. Com relação à variável pedológica de maior impacto à presença do araçá, a CTC, indica que o quão capaz que o solo local é para disponibilizar nutrientes ao vegetal na profundidade indicada (100 a 200 m) é fundamental para observar a presença do araçá na região.

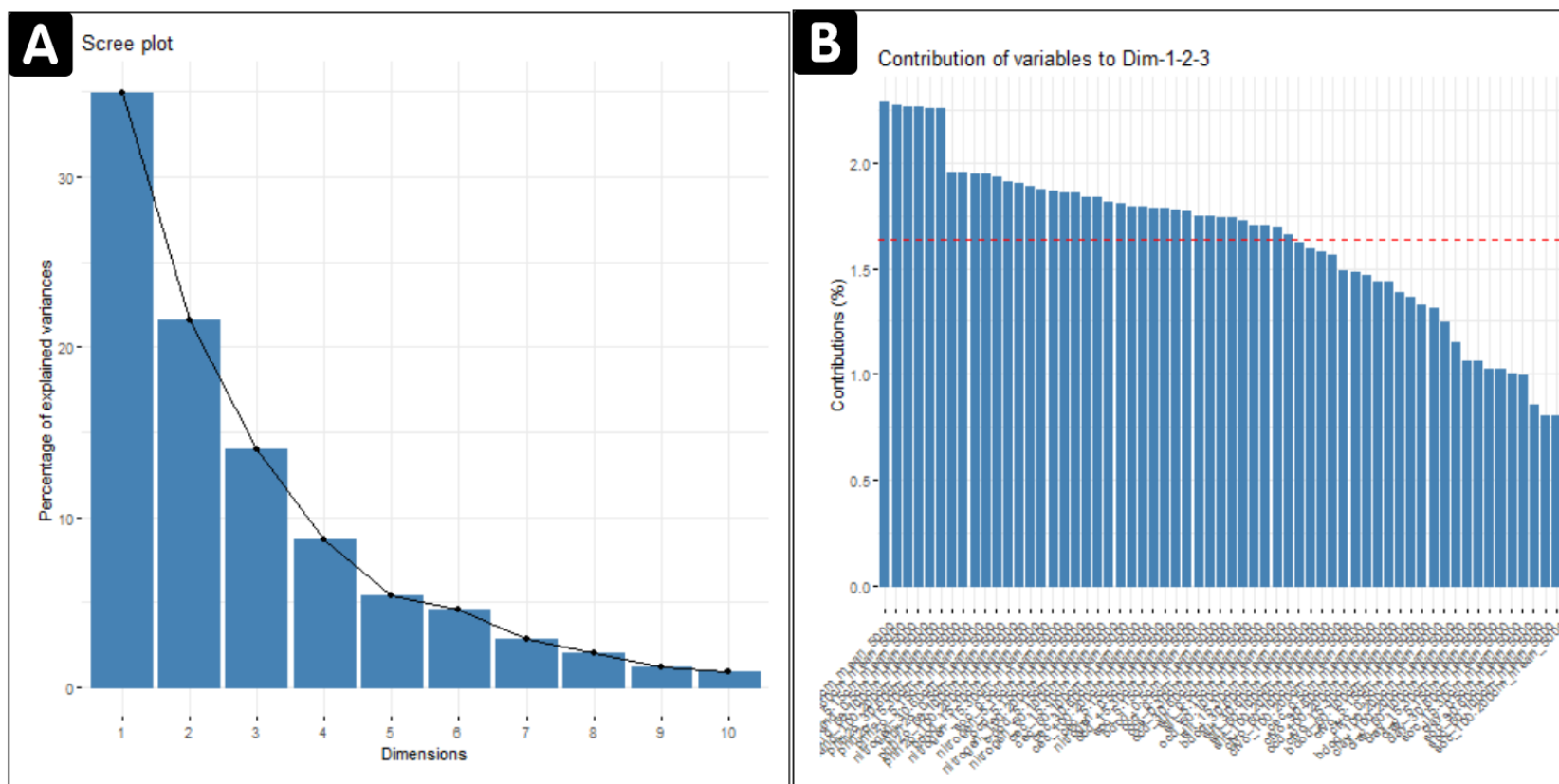
Estes resultados reforçam os aspectos encontrados na literatura a respeito da caracterização do araçá, associado a terrenos arenosos e com a frutificação para épocas de chuva (Bezerra; Silva Júnior; Lira Júnior, 2018; Lederman *et al*, 1996).

Figura 6. Gráficos de contribuição dos componentes, ou variáveis, bioclimáticos com mais de 90% de variação



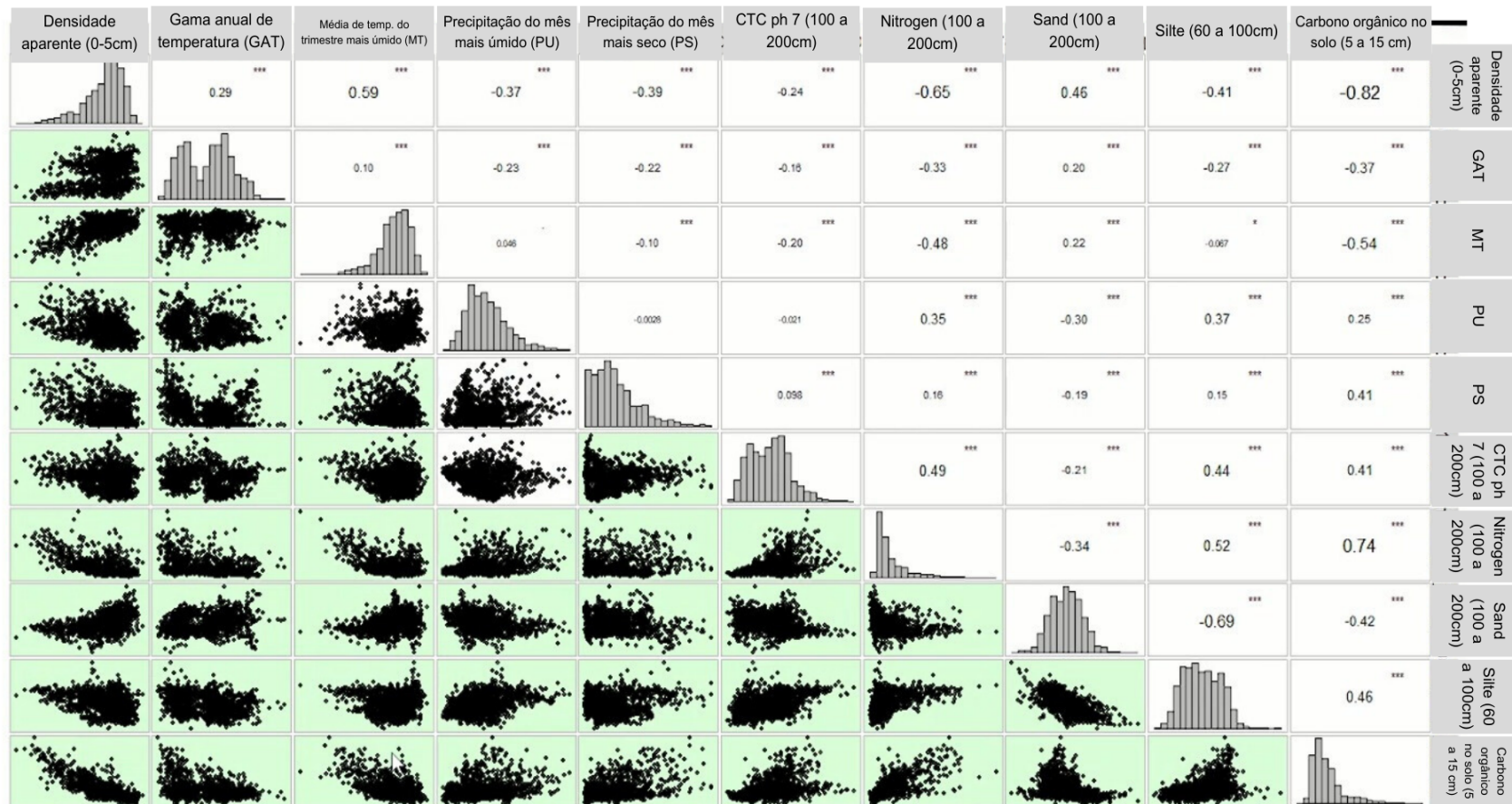
Fonte: Autora (2023)

Figura 7. Gráficos de contribuição dos componentes, ou variáveis, de solo com mais de 70% de variação



Fonte: Autora (2023)

Figura 8. Tabela de correlação de Pearson com as variáveis (não correlacionadas entre si) selecionadas para a modelagem



Fonte: Autora (2023)

Quadro 2. Contribuição das variáveis bioclimáticas e de solo para o modelo final

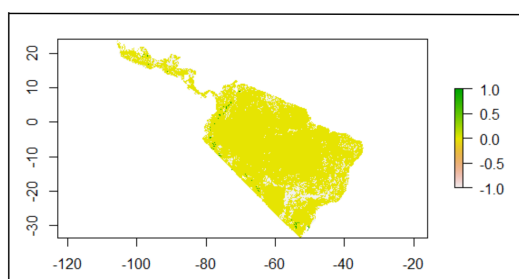
Variável	Percentual de contribuição (%)	Importância de permutação (%)
Média de temperatura do trimestre mais úmido (Bio 8)	37.7	23.4
Capacidade de troca catiônica a pH 7, de 100 a 200 cm	15.6	18.9
Precipitação do mês mais seco (Bio 14)	13.4	15.8
Densidade aparente, de 0 a 5 cm	8.4	7.8
Areia, de 100 a 200 cm	7.9	10.2
Precipitação do mês mais úmido (Bio 13)	6.8	10.8
Nitrogênio, de 100 a 200 cm	6	7.8
Gama anual de temperatura (Bio 7)	3.7	3.8
Silte, de 60 a 100 cm	0.4	1.5

Fonte: Autora (2023)

4.2.1 Análise de área de ocorrência do arará para o neotrópico e Alagoas

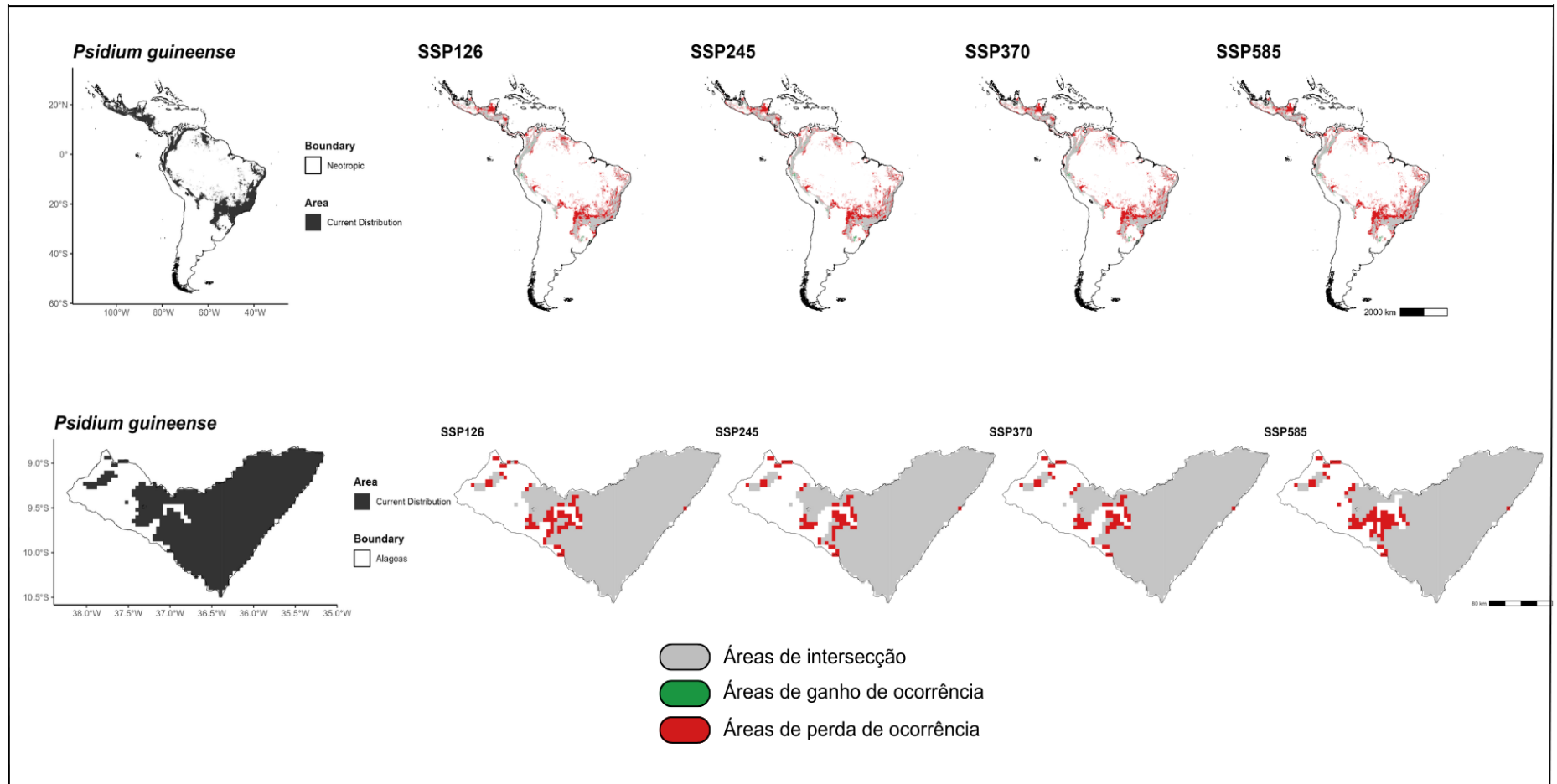
Os rasters de diferença de área retornaram um plot com grande extensão de áreas mantidas (0 de diferença), o que significa que além de mantidas as áreas adequadas, também se mantiveram as áreas que já eram inadequadas no cenário atual (Figura 9). Para observar o que se manteve de área tem-se a diferença entre rasters transformada em vetor (polígonos) via intersecção e filtragem das células com valor 1, tanto para a extensão neotropical quanto para a extensão alagoana. Dessa maneira, pode-se observar os resultados das áreas ganhas, perdidas e de intersecção (áreas que tanto continuarão sem ocorrência ou quanto continuarão com a presença do arará) graficamente na Figura 10, e quantitativamente nos Quadros 3 a 6.

Figura 9. Plot cenário SSP585 com áreas majoritariamente de manutenção do arará - extensão neotropical



Fonte: Autora (2023)

Figura 10. Áreas de intersecção, ganho e perda de ocorrência de *Psidium guineense* sob extensão neotropical e alagoana



Fonte: Autora (2023)

Quadro 3. Área de ocorrência neotropical de *Psidium guineense* Sw. (Km²) a partir da modelagem

Área de ocorrência neotropical de <i>Psidium guineense</i> Sw. (Km ²)	
Área atual	3.829.694,12
Área cenário SSP126	2.420.911,14
Área cenário SSP245	2.383.887,84
Área cenário SSP370	2.388.223,52
Área cenário SSP585	2.281.848,56

Fonte: Autora (2023)

Quadro 4. Cálculos de áreas de intersecção, perda e ganho relativos, variação e balanço relacionados à ocorrência de *Psidium guineense* Sw. no neotrópico (a partir de Pinto *et al.*, 2023)

Cálculos de área (extensão neotropical) de intersecção, perda e ganho relativos, variação e balanço de ocorrência de <i>Psidium guineense</i> Sw.				
Tipo de cálculo	Cenário SSP126	Cenário SSP245	Cenário SSP370	Cenário SSP585
Intersecção relativa (%)	61,45	60,79	60,94	58,09
Perda relativa (%)	38,54	39,20	39,05	41,90
Ganho relativo (%)	1,76	1,45	1,42	1,48
Variação total (%)	40,30	40,65	40,48	43,39
Balanço (%)	-36,78	-37,75	-37,63	-40,41

Fonte: Autora (2023)

Quadro 5. Área de ocorrência de *Psidium guineense* Sw. em Alagoas (Km²) a partir da modelagem

Área de ocorrência de <i>Psidium guineense</i> Sw. em Alagoas (Km ²)	
Área atual	21.993,60
Área cenário SSP126	20.363,53
Área cenário SSP245	20.215,40
Área cenário SSP370	20.215,29
Área cenário SSP585	19.834,37

Fonte: Autora (2023)

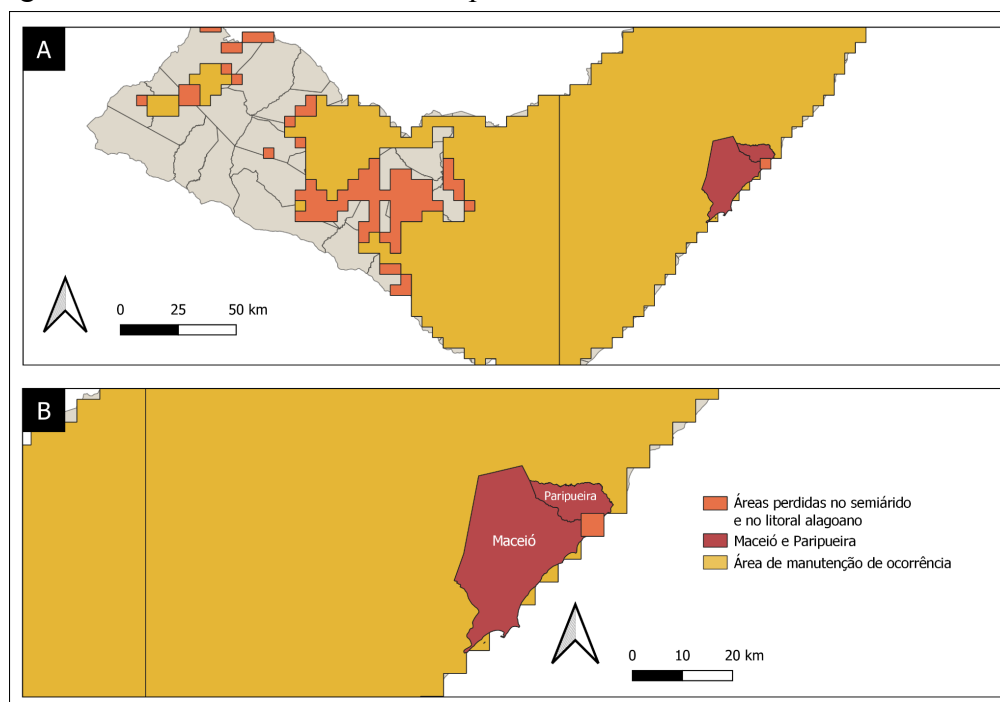
Quadro 6. Cálculos de áreas de intersecção, perda e ganho relativos, variação e balanço relacionados à ocorrência de *Psidium guineense* Sw. em Alagoas (a partir de Pinto *et al.*, 2023)

Cálculos de área (extensão alagoana) de intersecção, perda e ganho relativos, variação e balanço de ocorrência de <i>Psidium guineense</i> Sw.				
Tipo de cálculo	Cenário SSP126	Cenário SSP245	Cenário SSP370	Cenário SSP585
Intersecção relativa (%)	92,58	91,91	91,91	90,18
Perda relativa (%)	7,41	8,08	8,08	9,81
Ganho relativo (%)	0	0	0	0
Variação total (%)	7,41	8,08	8,08	9,81
Balanço (%)	-7,41	-8,08	-8,08	-9,81

Fonte: Autora (2023)

De acordo com as projeções, a interferência negativa do clima à área alagoana se dará na região semiárida e também em um ponto entre os municípios de Maceió e Paripueira para os 4 cenários futuros (Figura 11). O ponto de perda de ocorrência projetado para a porção litoral de Alagoas pode demonstrar um *outlier*, por ter sido o único ponto - pixel - da região.

Figura 11. Áreas perdidas de araçá, com destaque para o contexto dos municípios alagoanos litorâneos de Maceió e Paripueira

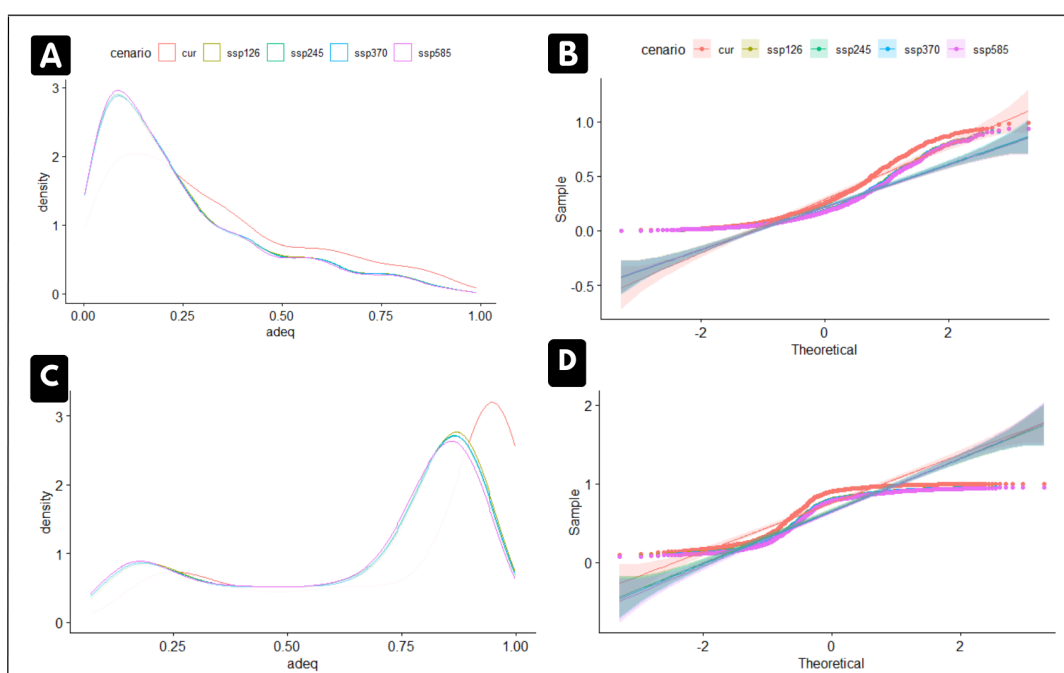


Fonte: Autora (2023)

4.2.2 Análise de adequabilidade para ocorrência do arará no neotrópico e em Alagoas

A não normalidade dos dados, tanto para a adequabilidade em extensão neotropical, quanto para extensão alagoana foi observada através do teste de Shapiro-Wilk (Figura 12). Assim, foi rodado o teste de Friedman, adequado para dados não normais.

Figura 12. Resultado gráfico dos testes de normalidade para os dados de adequabilidade para o neotrópico (A e B) e para Alagoas (C e D).

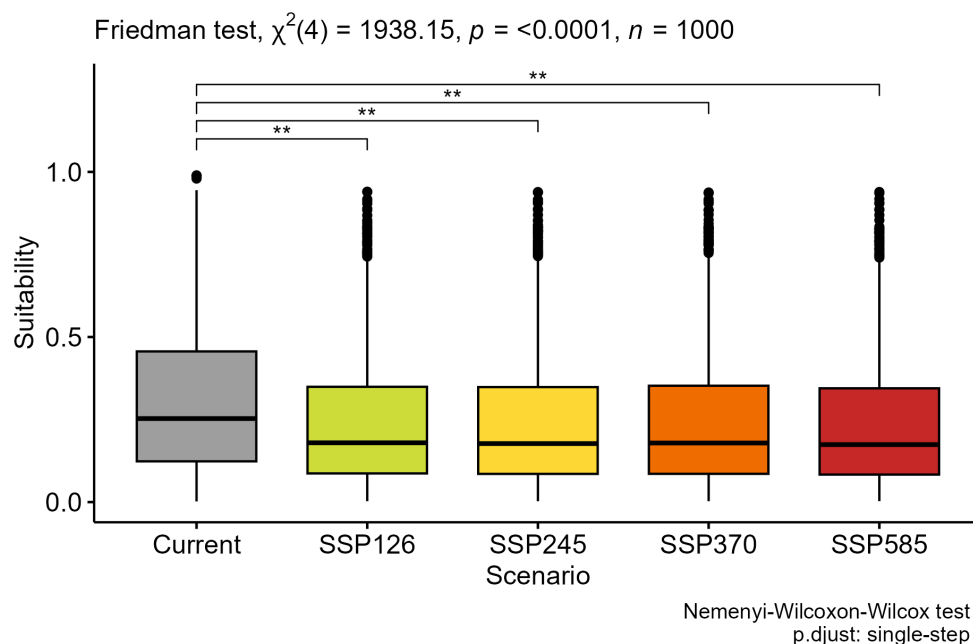


Fonte: Autora (2023)

De maneira geral, tanto para o neotrópico, quanto para Alagoas, pode-se perceber que a adequabilidade atual é maior que as do futuro (Figuras 13 e 14). O valor de p obtido do teste de Friedman foi 0, indicando significância, e o tamanho do efeito, representado pelo coeficiente w de Kendall - que pode assumir valores entre 0 e 1 (Tomczak & Tomczak, 2014) e usa as diretrizes de Cohen para o tamanho de efeito (Cohen, 2013) -, foi de 0,48, a indicar efeito moderado, para o neotrópico, e 0,856, a indicar grande efeito, para Alagoas.

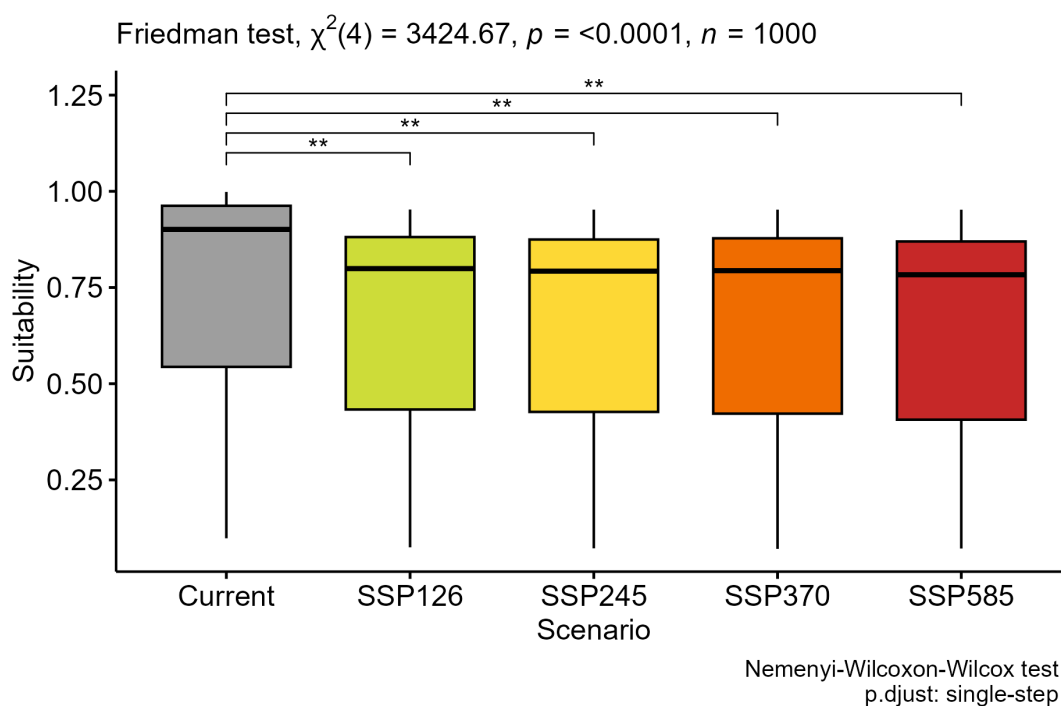
O teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon (Figura 13 e 14) obteve relações significativas de diferença entre os cenários, principalmente do cenário atual com relação aos do futuro, cujos valores representados pelos asteriscos se encontram nos Quadros 7 e 8. Por outro lado, não houve relações significativas de diferença entre os cenários SSP245 e o SSP370 (Quadro 7 e 8).

Figura 13. Resultado do teste de Friedman e do teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon para a adequabilidade de *Psidium guineense* Sw. sob contexto neotropical



Fonte: Autora (2023)

Figura 14. Resultado do teste de Friedman e do teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon para a adequabilidade de *Psidium guineense* Sw. sob contexto alagoano



Fonte: Autora (2023)

Quadro 7. Relações de significância entre os cenários segundo teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon para a extensão neotropical

Comparação	Valor de p
SSP126 - atual = 0	0
SSP245 - atual = 0	0
SSP370 - atual = 0	0
SSP585 - atual = 0	0
SSP245 - SSP126 = 0	3.65E-12
SSP370 - SSP126 = 0	3.45E-05
SSP585 - SSP126 = 0	0
SSP370 - SSP245 = 0	0.065
SSP585 - SSP245 = 0	0
SSP585 - SSP370 = 0	0

Fonte: Autora (2023)

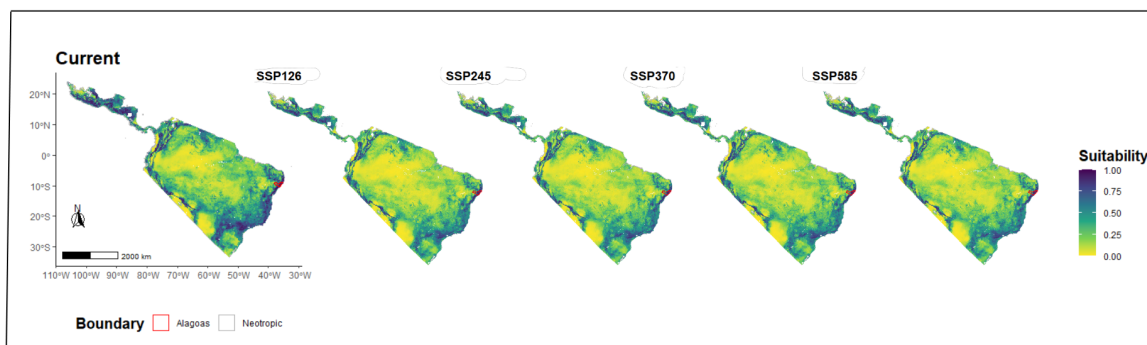
Quadro 8. Relações de significância entre os cenários segundo teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon para a extensão alagoana

Comparação	Valor de p
SSP126 - atual = 0	0
SSP245 - atual = 0	0
SSP370 - atual = 0	0
SSP585 - atual = 0	0
SSP245 - SSP126 = 0	0
SSP370 - SSP126 = 0	0
SSP585 - SSP126 = 0	0
SSP370 - SSP245 = 0	0.554
SSP585 - SSP245 = 0	0
SSP585 - SSP370 = 0	0

Fonte: Autora (2023)

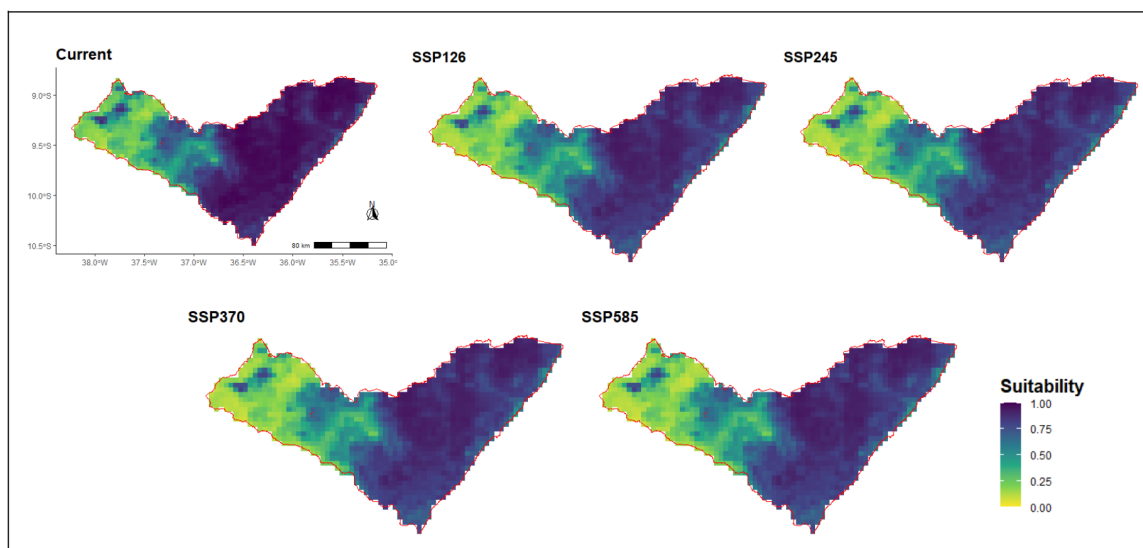
A nível neotropical, as áreas de maior adequabilidade foram as que correspondem à sua extensão atual (Figura 15). Já a nível alagoano, as áreas de maior adequabilidade se concentraram em parte do agreste e na região do leste alagoano (Figura 16).

Figura 15. Adequabilidade em extensão neotropical de *Psidium guineense* Sw.



Fonte: Autora (2023)

Figura 16. Adequabilidade em extensão alagoana de *Psidium guineense* Sw.



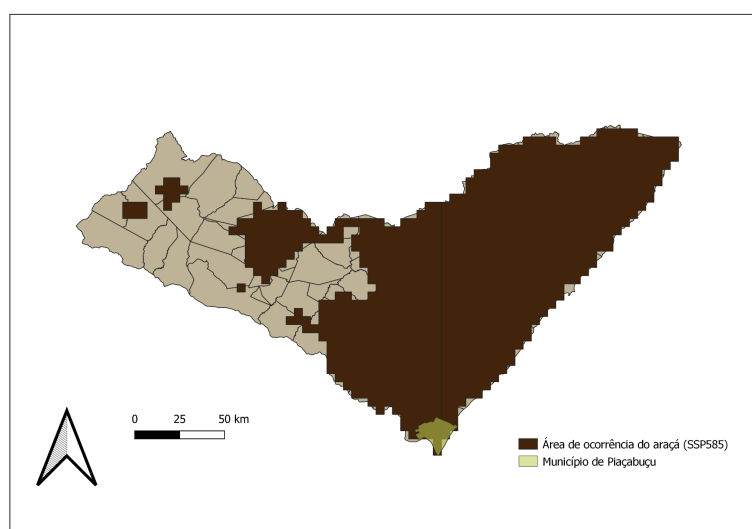
Fonte: Autora (2023)

Percebe-se que a adequabilidade da área alagoana é maior do que a da extensão neotropical, porém, é notável que há diminuição da mesma ao longo dos cenários para Alagoas.

4.2.3 Área e adequabilidade do arará para o município de Piaçabuçu

As áreas mantidas são importantes para a perpetuação da espécie, e através das análises pós-modelagem, se percebe que a adequabilidade do arará para a região da Foz do São Francisco, em Piaçabuçu (região sul do estado na Figura 17), se manterá alta. E que até no mais pessimista dos cenários (SSP 585) a área de ocorrência para o arará também possui projeção de ser mantida (Figura 15).

Figura 17. Mapa de localização do município de Piaçabuçu nas áreas de ocorrência do arará em Alagoas, sob o cenário SSP 585 - o arquivo de área está em formato raster, assim, as brechas entre este e o arquivo vetorial, do estado e do município, não indicam áreas de ausência

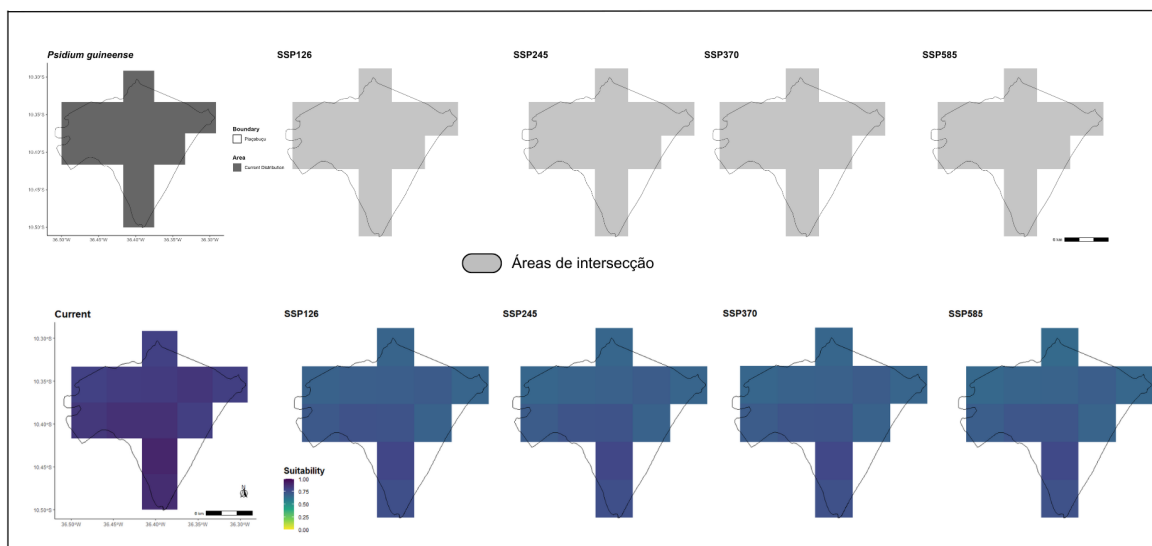


Fonte: Autora (2023)

Com base no recorte alagoano, já se pôde observar que não haveria mudanças significativas para a região do município de Piaçabuçu. Assim, os resultados para a área, cujo cálculo de polígono se avalia possíveis ganhos, perdas ou manutenção de área foi o de manutenção de 253,3734 km² para todos os cenários (Figura 18). Já para adequabilidade, onde há a valoração de pixels, com tamanho da extensão de 12 pixels, apesar do território municipal permanecer adequado à ocorrência do arará (com valores acima de 0,65 de adequabilidade), houve mudanças nos valores dos pixels ao longo dos cenários, principalmente entre o atual e os futuros (Figura 18). A Figura 19 também indica essa diminuição de adequabilidade entre o cenário atual e os futuros, a indicar junto a não normalidade dos dados, a maior adequabilidade da região se comparada à extensão alagoana e

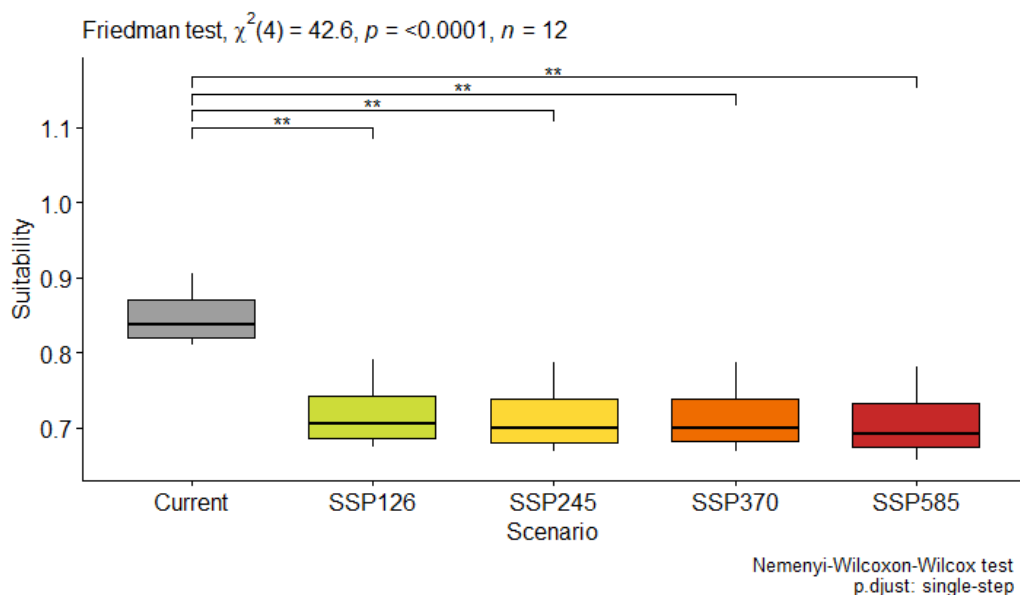
a neotropical, e a menor diferenciação entre os cenários futuros (atentando-se para escala diferente entre os Boxplots).

Figura 18. Área (em cinza) e adequabilidade (em roxo/azul) do araçá sob o recorte do município de Piaçabuçu



Fonte: Autora (2023)

Figura 19. Resultado do teste de Friedman e do teste a posteriori de Nemenyi-Wilcoxon para a adequabilidade de *Psidium guineense* Sw. sob contexto de Piaçabuçu



Fonte: Autora (2023)

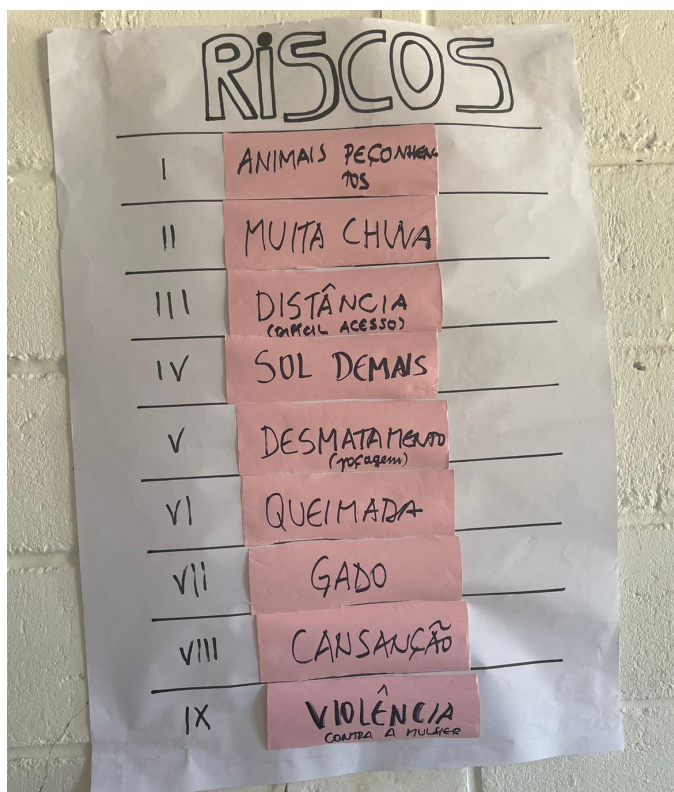
Apesar da variação na adequabilidade atual para as dos cenários futuros, a região da Foz do Rio São Francisco (Piaçabuçu) se manterá adequada para a ocorrência do araçá. Diferentemente do cálculo da área, em que há a construção de polígono para o cálculo de

perdas e ganhos de território ocupado, para a adequabilidade o que ocorre é a vinculação de pixels a valores. Assim sendo, no cruzamento entre a área das parcelas com o *shapefile* das áreas de intersecção modeladas para os 4 cenários futuros, a adequabilidade se mantém.

4.3 Oficina participativa

Durante a oficina, os participantes indicaram 9 riscos associados à prática extrativista (Figura 20). Tais riscos foram reagrupados de maneira que foram retirados das análises os riscos não relacionados à produção dos indivíduos, assim, se tem: I) Alta precipitação; II) Difícil acesso; III) Intensidade solar; IV) Desmatamento; V) Queimadas; VI) Gado. Animais peçonhentos, “cansação” (tipo de urtiga) e violência contra a mulher são aspectos que dificultam sim o trabalho extrativista, mas que não interferem diretamente na produção das espécies de interesse extrativista, ao contrário de elementos como fortes chuvas ou pastoreio de animais de criação.

Figura 20. Riscos elencados pelos participantes da oficina como elementos que interferem na atividade extrativista



RISCOS	
I	ANIMAIS PEÇONHENTOS
II	MUITA CHUVA
III	DISTÂNCIA (DIFÍCIL ACESSO)
IV	SOL DEMAIS
V	DESMATAMENTO (POCAGEM)
VI	QUEIMADA
VII	GADO
VIII	CANSANÇA
IX	VIOLÊNCIA CONTRA A MULHER

Fonte: Autora (2023)

Com relação ao araquá, os riscos foram pontuados em gravidade e em frequência, bem como indicadas as estratégias e seu grau de eficiência, conforme o Quadro 9. E alguns relatos dos extrativistas sobre a ocorrência do araquá foram listados no Quadro 10.

Quadro 9. Percepção de riscos e estratégias relacionadas ao extrativismo de araquá segundo a perspectiva de extrativistas piaçabuquenses

Percepção de extrativistas sobre o risco associado à coleta de araquá				
Risco percebido	Pontuação para gravidade do risco	Pontuação para frequência do risco	Estratégia utilizada para lidar com o risco	Eficiência da estratégia utilizada
Alta precipitação	4 (muita chuva apodrece)	3 (relativamente frequente)	Não coletam o araquá	5
Difícil acesso	4 (não tem, e quando tem é muito longe)	5 (sempre está longe)	Utilizam transporte	5
Alta incidência solar	3 (frutos racham)	3 (relativamente frequente)	Não tem estratégia	-
Desmatamento	5 (muito grave)	5 (acontece muito)	Plantio de novos indivíduos (reflorestamento)	3
Queimadas	5 (coivara é muito utilizada)	5 (acontece muito)	Conscientização dos donos de terra*	3
Gado	3 (relativamente grave)	3 (relativamente frequente)	-	-

*Indicou um desejo dos extrativistas sobre o que poderia ser feito, e não sobre o que fazem para lidar com as queimadas exatamente

Fonte: Autora (2023)

Quadro 10. Relatos dos extrativistas sobre o araquá durante oficina participativa

Relatos dos extrativistas durante oficina participativa	
Tipo de relato	Relato
Sobre a ocorrência do araquá	“O araquá quase que não tem mais”, “está extinto”.
Reação do araquá a risco relacionado ao tempo meteorológico	“Muita chuva para o araquá é muito grave, o araquá cai”
Reação do araquá a risco relacionado à queima	“O araquá é mais sensível que a goiabeira, se queimar, ele não vai rebrotar como a aroeira”.

Fonte: Autora (2023)

Diferentes aparições ou variedades do araçá na região foram também relatadas, como “Araçá pedra” ou “Araçá caroço”, indicada pelos extrativistas como uma outra “raça” de araçá. O aspecto de “pedra” das sementes diferenciaria a característica comum do fruto do araçá, em ser do tipo baga, para o tipo drupa (com caroço). Assim, tal informação pode ser melhor investigada futuramente com relação às variedades locais de araçá ou sobre o que estaria por trás das anomalias desses frutos.

Segundo os participantes da oficina, a área em que foi feito o estudo de estrutura não possui mais araçá. Nesse sentido, sobre a perspectiva futura para o araçá, foi mencionado que ele sofre sério risco de não ser encontrado, principalmente se os donos das áreas de coleta não preservarem os indivíduos, já que a espécie é facilmente roçada para abertura de áreas de pasto.

Tal situação de intolerância com a presença do araçá se repete fora das ilhas, nos demais lugares de ocorrência da espécie. Diferentemente do que ocorre com outras plantas alimentícias silvestres, como o jenipapo e o cambuí. Isso traz certa insegurança para os extrativistas no que diz respeito a encontrar o araçá para coleta. Tal contexto foi reforçado, através da observação direta, com os relatos de muitos coletores de araçá da região.

5. DISCUSSÕES

O arará, enquanto espécie, não está fortemente sob risco de desaparecimento em virtude de sua grande distribuição pelo neotrópico. A nível de estado, a pressão climática se fará presente de maneira menor do que à média neotropical para perda relativa de área. Mas, de qualquer maneira, haverá diminuição de área de ocorrência, esta que pode impactar (socioambientalmente) de forma que, por um lado, as populações humanas deixem de interagir com a espécie localmente - como através da atividade extrativista. E, por outro lado, as populações da espécie tenham seus habitats cada vez mais fragmentados, o que aumenta as chances de diminuição de distribuição geográfica futura, abrindo espaço para nichos vazios e ocupação destes por espécies invasoras (Guo *et al.*, 2022).

Todavia, o recorte para a região da Foz do Rio São Francisco mostrou que, de acordo com o alto valor de adequabilidade, o município de Piaçabuçu atua enquanto refúgio para o arará no futuro. Esse resultado é positivo, ainda mais se for levado em consideração que a ocorrência projetada para uma série de espécies alimentícias silvestres tem sido de diminuição de área, ou seja, com menor adequabilidade climática (Tagliari *et al.*, 2023; Lima *et al.*, 2022).

Além disso, as informações de análise de estrutura do arará ao se adequarem ao esperado: a) com a observação de mais indivíduos jovens do que adultos; b) com a aparência de “J invertido” do gráfico de frequência de altura; c) coeficiente de assimetria a indicar a perpetuação da população local; exigem encontrar outras respostas para explicar a diminuição da ocorrência do arará, relatada pelos moradores locais, em território piaçabuçuense.

Assim, através dos relatos dos extrativistas e do exercício de riscos - em gravidade, frequência, estratégias e eficiência das estratégias -, o aspecto de “difícil acesso” pode servir como um indicador da baixa distribuição do arará ao longo do município. Além disso, o arará passa por uma série de ameaças além das de ordem meteorológica (alta precipitação e alta incidência solar). Sendo as de ordem antrópica (como desmatamento e queimadas) as indicadas como as mais graves, o que é piorado pela alta frequência de acontecimento e por possíveis conflitos envolvendo os proprietários das terras e extrativistas - diante da conscientização dos donos de terra com relação à importância de não desmatar para manutenção da atividade extrativista ter sido mencionada.

Com isso, pode-se inferir que, sob contexto extrativista, mais do que este fator, a supressão vegetal (seja via desmatamento, seja via queimadas - para inserção de pasto ou para construções/benfeitorias) possa ser o principal distúrbio antrópico relacionado aos riscos de

recrutamento do arará. Assim, considerar este elemento nas modelagens de distribuição de espécies traz maior robustez aos cenários futuros projetados, sob a compreensão de que clima e uso da terra interagem sinergicamente para determinar a ocorrência de espécies (Carvalho Teixeira, 2022).

Tal ampliação dos tipos de variáveis consideradas se relaciona com a modelagem do processo que interfere na distribuição da espécie, e, conseqüentemente, incluir aspectos da ecologia da espécie no estudo muda a nomenclatura da análise de “modelagem de distribuição de espécie” para “modelagem de nicho ecológico” (Peterson & Soberón, 2012).

5.1 Reflexões sobre o uso da terra na conservação biocultural

A expansão da fronteira agropecuária associada à posse particular da terra submete os recursos naturais locais à lógica de mercado e especulação fundiária (Abreu; Ávila; Gonçalves, 2014). Assim, as propriedades particulares tendem a operar segundo interesses econômicos regidos pelos impérios agroalimentares, que consideram o gado e monoculturas com maior valor comercial do que a exploração das formações florestais pré-existentes nas propriedades, o que favorece o uso de práticas como queimadas e desmatamento para a retirada dessa vegetação, inclusive o arará.

Por outro lado, a posse coletiva da terra tende a se basear na exploração da biodiversidade local e na preocupação com a continuidade desta ao longo do tempo e do espaço, em função da percepção de que os recursos são esgotáveis e fundamentais para a geração de renda das famílias (ecologia da sobrevivência) (Alier, 2020). Além disso, a organização popular, junto a implementação de políticas públicas socioambientais, como via planos de manejo, fortalecem o cenário de emancipação socioeconômica de comunidades extrativistas junto à manutenção dos recursos naturais existentes e compartilhados pela rede comunitária (Silva *et al.*, 2019; Euler *et al.*, 2021; Carvalho *et al.*, 2019).

Nessa perspectiva, entendendo que o arará faz parte do repertório local das comunidades extrativistas de Piaçabuçu, o caminho à conservação biocultural da espécie frente seus riscos implica no seu manejo sustentável. Assim, invocar a hipótese de que a comercialização pode contribuir à sua conservação é destacar o vínculo da perpetuação da ocorrência da espécie com a sua exploração comercial a partir do extrativismo de baixo impacto, e pode ser melhor considerada e testada em trabalhos futuros. Ainda mais em função da promoção comercial e, logo, da inclusão de PFNM não convencionais, como o arará, em

cadeias produtivas locais tender a depender principalmente da disponibilidade espacial da espécie (Gomes *et al.*, 2020).

Com isso, vê-se a importância de investir na conservação biológica e biocultural do araçá alinhadas ao aspecto fundiário, já que a posse da terra acaba sendo a base para caracterizar seu uso. Se, por um lado, no contexto de áreas particulares o araçá se encontra sujeito à especulação fundiária, por outro lado, no contexto de comunidades e organizações tradicionais, projetos de promoção da biodiversidade local possuem bons resultados à conservação de espécies, a exemplo da Associação Aroeira/Cooperativa Ecoagroextrativista Aroeira de Piaçabuçu (em Alagoas), que vem propagando espécies nativas da restinga alagoana. Tanto em outros contextos ambientais, como na caatinga (Silva, 2016), na floresta amazônica (Silva *et al.*, 2019; Machado & Kinupp, 2020), quanto em outros contextos institucionais de pesquisa científica (Burle, 2019), se reproduz a importância de organizações tradicionais, como associações, para a conservação de recursos genéticos alimentícios.

Assim, faz-se importante a promoção de políticas de reforma agrária junto ao estímulo de iniciativas de base popular, como a elaboração de planos de manejo participativos de PFTM, de maneira que entidades estaduais, acadêmicas e organizações populares vinculadas ao território - e, logo, aos seus recursos naturais - possam indicar e implementar as melhores práticas rumo à conservação biocultural de espécies do repertório extrativista local.

5.2 Limitações

Com relação à modelagem, é preciso mencionar o déficit wallaceano. Este diz respeito às lacunas sobre a distribuição geográfica adequada das espécies, o que pode levar a um esforço amostral ao invés de representação geográfica do nicho realizado da espécie projetada (Whittaker *et al.*, 2005; Lemes *et al.*, 2011).

Nesse sentido, uma limitação deste estudo se refere ao uso do próprio algoritmo Maxent, que apesar de ser uma ferramenta bastante utilizada em investigações com modelagem de distribuição de espécies e modelagem de nicho ecológico, há críticas quanto ao seu uso não levar em consideração a pseudo-ausência. Dessa maneira, o uso de dados de presença por si só refletiriam o esforço amostral da ocorrência da espécie, e não necessariamente sua ocorrência absoluta (Yackulic *et al.*, 2013), o que se relaciona com o déficit wallaceano.

Além disso, quanto ao uso das variáveis bioclimáticas do WorldClim, há críticas sobre a falta de utilização de dados biológicos, como os de caráter fisiológico, e ainda, sobre a redundância que algumas das 19 variáveis trazem aos modelos, o que pode acabar por diminuir a robustez das projeções (Xiaojun & Shirong, 2011). Uma alternativa para contornar tais limitações seria um entendimento maior a respeito da ecofisiologia da espécie tratada e usar as variáveis que mais se encaixem na dinâmica deste aspecto (Xiaojun & Shirong, 2011).

Outras limitações versam sobre: a) a análise de estrutura, que foi realizada com base em dados de indivíduos de apenas uma área de coleta, sendo importante avaliar outras populações da região; b) a oficina, onde apenas 3 extrativistas se identificaram como coletores de arará, ainda que outras pessoas tenham se colocado a respeito de seus riscos, sendo relevante registrar a percepção de mais extrativistas, de maneira a complementar o que já foi possível de ser percebido via observação direta.

6. CONCLUSÕES

De maneira geral, as características ambientais (pedológicas e bioclimáticas) para a ocorrência do araçá tenderam para camadas de solo mais profundas (como o silte de 60 a 100 cm e nitrogênio, areia e CTC em pH 7 de 100 a 200 cm) e para o regime bioclimático das mesorregiões do agreste e do leste alagoano. Porém, tais informações sobre para quais condições o araçá está mais ajustado encontram-se escassas na literatura, cabendo aos estudos relacionados à fenologia e ao desenvolvimento da espécie buscarem explorar e confirmar tal adequabilidade ambiental para o araçá.

Além disso, a partir das projeções, se tem a região da Foz do Rio São Francisco, Piaçabuçu, como uma das interface-chave para que o araçá seja conservado no território alagoano. Pois, não haverá perda significativa de área nem de adequabilidade na região, mesmo em cenários futuros mais pessimistas de mudança climática. É interessante avaliar a adequabilidade para outras espécies alimentícias silvestres, na tentativa de identificar se a região de Piaçabuçu é estratégica também para outro conjunto de espécies alimentícias.

Todavia, através da perspectivaêmica dos extrativistas locais, o uso da terra reverbera na população de araçá. Dessa maneira, se observa a forte pressão que a espécie vem passando para se perpetuar localmente, refletida na percepção dos extrativistas sobre o futuro do araçá, de que a espécie será cada vez menos encontrada, visto que sua presença nas áreas de coleta (propriedades privadas) não é bem vista ou tolerada pelos proprietários.

Apesar desses desafios, da forma como o araçá é manejado localmente, esta é uma espécie que facilmente ocorre na região, o que é reforçado nos estudos de estrutura, que identificaram a estabilidade estrutural do araçá mesmo em áreas sob pressão. Porém, para confirmar a estabilidade populacional do araçá é importante a realização de estudos de dinâmica populacional de maneira contínua e nas demais áreas de coleta do fruto, que busquem identificar se o status da estrutura da espécie permanece adequado ao longo da região e ao longo do tempo. E ainda, que busquem relacionar de fato os distúrbios antropogênicos (como queimadas/desmatamento, presença do gado e o próprio extrativismo) identificados no território com a situação populacional do araçá. Sendo importante incorporar tais variáveis às modelagens, o que conferirá maior robustez à projeção de distribuição do araçá.

Além disso, outros estudos realizados pelo Laboratório de Ecologia, Conservação e Evolução Biocultural (LECEB/UFAL) já têm encontrado no araçá aceitação sensorial por potenciais consumidores. Tais aspectos, de estrutura e de aceitabilidade por público

consumidor, demonstram o potencial de ampliação das cadeias produtivas locais através da inclusão do araçá.

Não havendo a pressão climática, pode-se trabalhar com o aspecto territorial numa tentativa de indicar modelos (potenciais) de conservação biocultural do araçá com base nos territórios de organizações populares. Com isso, políticas de reforma agrária na região com foco no uso sustentável da terra, junto a políticas de assistência técnica e extensão rural, podem auxiliar as comunidades que utilizam o araçá na região a mantê-la ocorrendo, sabendo que é uma espécie estratégica. Dessa maneira, uma vez resolvidos os desafios da conservação associados à dinâmica de manejo da espécie pelos fazendeiros locais e à questão de uso da terra, o araçá acaba por ser uma espécie com alto potencial para a região e para as demais regiões onde as condições de ocorrência se mantêm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU Y.V., ÁVILA R.G., GONÇALVES T.S. The buriti agro extractivism: an alternative for the development of the Brazilian Amazon Region. **International Journal of Social Sciences and Entrepreneurship**. 2014;1(10):189-97.

ALBERS, H. J.; ROBINSON, E. J. Z. A review of the spatial economics of non-timber forest product extraction: Implications for policy. **Ecological Economics**, v. 92, p. 87-95, 2013.

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino et al. Ethnobotany for beginners. **Springer International Publishing**, 2017.

ALIER, Joan Martinez. O ecologismo dos pobres. Editora Terra Sem Amos: Brasil, p. 10, 2020.

AHOSSOU, Oscar D. et al. Extraction of timber and non-timber products from the swamp forest of Lokoli (Benin): use patterns, harvesting impacts and management options. **International Forestry Review**, v. 19, n. 2, p. 133-144, 2017.

BEAN, William T.; STAFFORD, Robert; BRASHARES, Justin S. The effects of small sample size and sample bias on threshold selection and accuracy assessment of species distribution models. **Ecography**, v. 35, n. 3, p. 250-258, 2012.

BELLARD, Céline et al. Vulnerability of biodiversity hotspots to global change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 12, p. 1376-1386, 2014.

BENDEL, R. B. et al. Comparison of skewness coefficient, coefficient of variation, and Gini coefficient as inequality measures within populations. **Oecologia**, v. 78, p. 394-400, 1989.

BEZERRA, J. E. F.; SILVA JUNIOR, J. F.; LIRA JUNIOR, J. S. Plantas para o futuro - Região Nordeste. *Psidium guineense*: araçá. 2018.

BOOTH, Trevor H. Checking bioclimatic variables that combine temperature and precipitation data before their use in species distribution models. **Austral Ecology**, v. 47, n. 7, p. 1506-1514, 2022.

BOOTH, Trevor H. Why understanding the pioneering and continuing contributions of BIOCLIM to species distribution modelling is important. **Austral ecology**, v. 43, n. 8, p. 852-860, 2018.

BURLE, Marília Lobo. Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa—histórico e perspectivas futuras. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2019.

CALDEIRA, Sandriani Darine et al. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* Sw.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, 2004.

CAO, Long. The effects of solar radiation management on the carbon cycle. **Current Climate Change Reports**, v. 4, p. 41-50, 2018.

CARVALHO, Cícero Péricles de. Formação histórica de Alagoas. Maceió: **Edufal**, 2015.

CARVALHO, Paula Roberto de et al. Associação Aroeira, Piaçabuçu-Alagoas: um olhar a partir da economia solidária. 2019.

CARVALHO TEIXEIRA, Cássia et al. Synergistic effects of climate and landscape change on the conservation of Amazonian lizards. **PeerJ**, v. 10, p. e13028, 2022.

CASTLE, Jennifer L. et al. Climate econometrics: An overview. **Foundations and trends in econometrics**, v. 10, n. 3-4, p. 145-322, 2020.

COHEN, Jacob. Statistical power analysis for the behavioral sciences. **Academic press**, 2013.

DEMBEDZA, Vimbainashe Prisca et al. Impact of climate change-induced natural disasters on intangible cultural heritage related to food: a review. **Journal of Ethnic Foods**, v. 9, n. 1, p. 32, 2022.

DEREBE, Binega et al. Contribution of Nontimber Forest Products Earn to Livelihood in Rural Households and the Type of Use: A Systematic Review. **International Journal of Forestry Research**, v. 2023, 2023.

EMBRAPA. Gleissolos. 2021a. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/gleissolos#:~:text=O%20processo%20de%20gleiza%C3%A7%C3%A3o%20implica,a%20precipita%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20ferrosos>. Acesso em 8 de Agosto de 2023.

EMBRAPA. Neossolos Flúvicos. 2021b. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/neossolos-fluvicos>. Acesso em 8 de Agosto de 2023.

EULER, Ana Margarida Castro et al. Reservas Extrativistas. Espaços especialmente protegidos e o Direito Ambiental. Brasília, DF: **Embrapa**, p. 756-770, 2021.

FARRELLY, Damien J. et al. Carbon sequestration and the role of biological carbon mitigation: a review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 21, p. 712-727, 2013.

FEELEY, Kenneth J. et al. Do current stem size distributions predict future population changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. **Journal of Tropical Ecology**, v. 23, n. 2, p. 191-198, 2007.

FREIRE, Neison Cabral Ferreira; BONFIM, Cristine Vieira do; NATENZON, Claudia Eleonor. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 3755-3762, 2014.

GBIF.org (06 March 2023) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.77xyka> (disponível até 6 de setembro/23); <https://www.gbif.org/occurrence/download/0045285-230224095556074>. Acesso em: 6 de março de 2023.

GOMES, Danúbia Lins et al. Local criteria for the selection of wild food plants for consumption and sale: A case study in rural settlements in Alagoas, Brazil. **Ethnobiology and Conservation**, v. 9, 2020.

GUO, Yanlong et al. Climate change may cause distribution area loss for tree species in southern China. **Forest Ecology and Management**, v. 511, p. 120134, 2022.

HOSMER JR, David W.; LEMESHOW, Stanley; STURDIVANT, Rodney X. Applied logistic regression. **John Wiley & Sons**, 2013.

HURYNA, Hanna; POKORNÝ, Jan. The role of water and vegetation in the distribution of solar energy and local climate: a review. **Folia Geobotanica**, v. 51, p. 191-208, 2016.

IBGE. Banco de Dados de Informações Ambientais. 2022a. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em 08 de Agosto de 2023.

IBGE. Cidades@: Histórico, Piaçabuçu. 2022b . Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/piacabucu/historico>. Acesso em 26 de Agosto de 2023.

IBGE. Cidades@: Panorama, Piaçabuçu. 2022c. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/piacabucu/panorama>. Acesso em 26 de Agosto de 2023.

IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2021. Rio de Janeiro: IBGE.

ICMBio, INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Plano de Manejo da APA de Piaçabuçu. 2010. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-de-piacabucu/arquivos/apa_piacabucu.pdf. Acesso em 17 de Agosto de 2023.

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, (in press)

ISRIC. SoilGrids (ISRIC - World Soil Information). 2023. Disponível em:
https://files.isric.org/soilgrids/latest/data_aggregated/5000m/

JACOB, Michelle Cristine Medeiros. Local Food Plants of Brazil, Ed: **Springer**, 2021.

JOYAL, E. The palm has its time: an Ethnoecology of *Sabal uresana* in Sonora, Mexico. **Economic Botany** 50, 446–462 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF02866527>

KASS, J. M., Muscarella, R., Galante, P. J., Bohl, C. L., Pinilla-Buitrago, G. E., Boria, R. A., Soley-Guardia, M., and R. P. Anderson (2021). ENMeval 2.0: Redesigned for customizable and reproducible modeling of species' niches and distributions. **Methods in Ecology and Evolution**. 12(9), 1602-1608. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13628>

KASSAMBARA, Alboukadel (2023). rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests. R package version 0.7.2. <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>

KEARNEY, Michael. Habitat, environment and niche: what are we modelling?. **Oikos**, v. 115, n. 1, p. 186-191, 2006.

KILL, LHP. Fenologia de *Psidium guineense* SW.(Myrtaceae) em cultivo irrigado na região de Petrolina, PE. 2022.

KING, Lewis C.; VAN DEN BERGH, Jeroen CJM. Normalisation of Paris agreement NDCs to enhance transparency and ambition. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 8, p. 084008, 2019.

KINUPP, Valdely Ferreira; LORENZI, Harri J. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda**, 2014.

KRIEGLER, Elmar et al. The need for and use of socio-economic scenarios for climate change analysis: a new approach based on shared socio-economic pathways. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 4, p. 807-822, 2012.

LEDERMAN, I. et al. Selection of superior genotypes of Brazilian guava (*Psidium guineense*, Swartz) in the coastal wood forest region of Northeast Brazil. In: **International Symposium on Myrtaceae** 452. 1996. p. 95-100.

LEMES et al. Refinando Dados Espaciais para a Conservação da Biodiversidade. **Brazilian Journal of Nature Conservation**. 2011. p. 240.

LIMA, José Ribamar Farias et al. Can the traditional use of native plant species in rural communities in the Brazilian semi-arid region be affected by global warming?. **Ethnobiology and Conservation**, v. 12, 2023.

LIMA, Valdeir Pereira et al. Climate change and distribution of useful native plant species in Brazil. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/235835>. Acesso em 17 de Agosto de 2023.

LIMA, Valdeir Pereira et al. Climate change threatens native potential agroforestry plant species in Brazil. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 2267, 2022.

LIU, Wen et al. A probabilistic assessment of urban flood risk and impacts of future climate change. **Journal of Hydrology**, v. 618, p. 129267, 2023.

LOPES, Rosy Valéria da Rocha et al. Supressão e fragilidade de remanescentes florestais em uma Unidade de Conservação, na região sul de Alagoas, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 1479-1499, 2022.

MACHADO, Clara de Carvalho; KINUPP, Valdely Ferreira. Plantas alimentícias na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, Amazônia Central. **Rodriguésia**, v. 71, p. e02332018, 2020.

MALHI, Yadvinder et al. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MARKKANEN, Sanna; ANGER-KRAAVI, Annela. Social impacts of climate change mitigation policies and their implications for inequality. **Climate Policy**, v. 19, n. 7, p. 827-844, 2019.

MCCARTY, John P. Ecological consequences of recent climate change. **Conservation biology**, v. 15, n. 2, p. 320-331, 2001.

MCGREEVY, John Ryan; ADRIEN, Elisson. Second impact syndrome: The influence of climate change and increased disaster frequency on livelihoods and adaptive capacity in rural Haiti. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 85, p. 103509, 2023.

MEDEIROS, Patrícia Muniz et al. Local knowledge as a tool for prospecting wild food plants: experiences in northeastern Brazil. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 594, 2021a.

MEDEIROS, Patrícia Muniz et al. Wild plants and the food-medicine continuum—an ethnobotanical survey in Chapada Diamantina (Northeastern Brazil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2021b.

MENTON, M. C. Effects of logging on non-timber forest product extraction in the Brazilian Amazon: community perceptions of change. **International Forestry Review**, v. 5, n. 2, p. 97-105, 2003.

MILHEIRAS, Sérgio G.; MACE, Georgina M. Assessing ecosystem service provision in a tropical region with high forest cover: Spatial overlap and the impact of land use change in Amapá, Brazil. **Ecological Indicators**, v. 99, p. 12-18, 2019.

MILLER, Jennifer. Species distribution modeling. **Geography Compass**, v. 4, n. 6, p. 490-509, 2010.

MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NANDA, Sonil et al. The progressive routes for carbon capture and sequestration. **Energy Science & Engineering**, v. 4, n. 2, p. 99-122, 2016.

NASCIMENTO, Viviany Teixeira et al. Famine foods of Brazil's seasonal dry forests: ethnobotanical and nutritional aspects. **Economic botany**, v. 66, p. 22-34, 2012.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. May 2023 ENSO update: El Niño knocking on the door. 2023. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/may-2023-enso-update-el-ni%C3%B1o-knocking-door>. Acessado em 16 de Agosto de 2023.

O'NEILL, Brian C. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. **Climatic change**, v. 122, p. 387-400, 2014.

O'NEILL, Brian C. et al. The scenario model intercomparison project (ScenarioMIP) for CMIP6. **Geoscientific Model Development**, v. 9, n. 9, p. 3461-3482, 2016.

PERALTA-BOHÓRQUEZO, A. F. et al. Analysis of volatile compounds of sour guava (*Psidium guineense* Swartz) fruit. **Journal of Essential Oil Research**, v. 22, n. 6, p. 493-498, 2010.

PERES, Carlos A.; BARLOW, Jos; LAURANCE, William F. Detecting anthropogenic disturbance in tropical forests. **Trends in ecology & evolution**, v. 21, n. 5, p. 227-229, 2006.

PEREZ, Aniceto Martínez; LOPEZ, Pedro Antonio; MUNOZ, Abel Gil; SANCHEZ, Jesús Axayácatl Cuevas. Plantas Silvestres Útiles Y Prioritárias Identificadas Em La Mixteca Poblana, México. **Acta Botânica Mexicana**, v.1, p.73-98, 2012.

PETERSON, A. Townsend; SOBERÓN, Jorge. Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, p. 102-107, 2012.

PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

PHILLIPS, Steven (2021). maxnet: Fitting 'Maxent' Species Distribution Models with 'glmnet'. R package version 0.1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=maxnet>

PINTO, Míriam Plaza et al. Primates facing climate crisis in a tropical forest hotspot will lose climatic suitable geographical range. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2023.

PODER360. 4 de julho foi o dia mais quente já registrado no planeta. Poder 360. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/meio-ambiente/4-de-julho-foi-o-dia-mais-quente-ja-registra-do-no-planeta/>. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

POHLERT, Thorsten (2022). PMCMRplus: Calculate Pairwise Multiple Comparisons of Mean Rank Sums Extended. R package version 1.9.6. <https://CRAN.R-project.org/package=PMCMRplus>

POWELL, Bronwen et al. The need to include wild foods in climate change adaptation strategies. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 63, p. 101302, 2023.

PROENÇA, C.E.B.; COSTA, I.R.; TULER, A.C *Psidium in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10867>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

RAVAL, Ameet; RAMANATHAN, Veerabhadran. Observational determination of the greenhouse effect. **Nature**, v. 342, n. 6251, p. 758-761, 1989.

RECKIEN, D. et al. Equity, Environmental Justice, and Urban Climate Change. Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. 2018.

RICHARDSON, Katherine et al. Earth beyond six of nine planetary boundaries. **Science Advances**, v. 9, n. 37, p. eadh2458, 2023.

SALGUEIRO-OTERO, Diego; OJEA, Elena. A better understanding of social-ecological systems is needed for adapting fisheries to climate change. **Marine Policy**, v. 122, p. 104123, 2020.

SANTOS, Gabriela Maria Cota et al. Experiências de popularização de plantas alimentícias não convencionais no Estado de Alagoas, Brasil. **Ethnoscience-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 5, n. 1, 2020.

SANTOS, Márcia Adriana Carvalho dos et al. Seed germination of Brazilian guava (*Psidium guineense* Swartz.). **Journal of Seed Science**, v. 37, p. 214-221, 2015.

SANTOS, Carina Silva et al. What matters when prioritizing a medicinal plant? A study of local criteria for their differential use. **Acta Botanica Brasilica**, n. AHEAD, p. 0-0, 2018.

SAVO, Valentina; LEPOFSKY, D.; LERTZMAN, K. Impacts of climate change on subsistence-oriented communities. 2018.

SEMARH, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Sala de Alerta. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/tempo-e-clima/sala-de-alerta>. Acesso em 17 de Agosto de 2023.

SILVA, L. de J. et al. O cooperativismo como instrumento para a autonomia de comunidades rurais da Amazônia: a experiência dos agricultores extrativistas do município de Lábrea, AM. 2019.

SILVA, Débora Rodrigues da. Redes de economia solidária e comércio justo: o caso da Cooperativa Agropecuária Familiar, Uauá e Curaça (COOPERCUC) no semi árido baiano. 2016.

SILVA NETO, Zeferino Gomes da. Curva ROC para comparação de modelos de predição para variáveis dicotômicas. 2020.

SOUZA, A.E.F.; NASCIMENTO, H.H.L.; MAYER, K.D.G.; GOMES, M.K.O. Etnobotânica: Importância do conhecimento popular nas indicações de plantas medicinais para tratamento de enfermidades de animais de companhia. **Revista Biologia e Farmácia**, v.7, p.66-73, 2012.

STOY, Paul C. et al. Biosphere-atmosphere exchange of CO₂ in relation to climate: a cross-biome analysis across multiple time scales. **Biogeosciences**, v. 6, n. 10, p. 2297-2312, 2009.

TAGLIARI, Mario M. et al. Disrupting a socio-ecological system: could traditional ecological knowledge be the key to preserving the Araucaria Forest in Brazil under climate change?. **Climatic Change**, v. 176, n. 2, p. 2, 2023.

TAMM, Ottar et al. The intensification of short-duration rainfall extremes due to climate change—Need for a frequent update of intensity–duration–frequency curves. **Climate Services**, v. 30, p. 100349, 2023.

TICKTIN, Tamara. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 1, p. 11-21, 2004.

TOL, Richard SJ. The economic impacts of climate change. **Review of environmental economics and policy**, 2018.

TOMCZAK, Maciej; TOMCZAK, Ewa. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. 2014.

UNFCCC. Adoption of the Paris Agreement. 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Acesso em 17 de Agosto de 2023.

UNFCCC. Climate change: From Learning to Action. 2014. Disponível em: <https://unccelearn.org/course/view.php?id=48&page=overview>. Acesso em 2 de Maio de 2023.

UNFCCC, C. Nationally determined contributions under the Paris agreement. **Synthesis report by the secretariat**, 2021.

VARGHESE, Anita et al. Assessing the effects of multiple stressors on the recruitment of fruit harvested trees in a tropical dry forest, Western Ghats, India. **PLoS One**, v. 10, n. 3, p. e0119634, 2015

VASQUEZ, Rodolfo; GENTRY, Alwyn H. Use and misuse of forest-harvested fruits in the Iquitos area. **Conservation biology**, v. 3, n. 4, p. 350-361, 1989.

VIÑALS, Esteve et al. Reviewing social-ecological resilience for agroforestry systems under climate change conditions. **Science of the total environment**, v. 869, p. 161763, 2023.

WHITTAKER, Robert J. et al. Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and distributions**, v. 11, n. 1, p. 3-23, 2005.

WMO, World Meteorological Organization. State of the Global Climate 2022. 2023. Acesso em 26 de Abril de 2023. Disponível em:
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11593

WORLDCLIM. Future climate data. 2022. Disponível em:
<https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6climate.html>. Acesso em 16 de Agosto de 2023.

WORLDCLIM. Historical Climate Data (Bioclim variables 2.5 min). 2023a. Disponível em:
<https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>. Acesso em 27 de Fevereiro de 2023.

WORLDCLIM. GCM's from Future Climate Data (2021-2040 period). 2023. Disponível em:
https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim2.5m.html. Acesso em 27 de Fevereiro de 2023.

XIAOJUN, Kou; QIN, Li; SHIRONG, Liu. High-resolution bioclimatic dataset derived from future climate projections for plant species distribution modeling. **Ecological Informatics**, v. 6, n. 3-4, p. 196-204, 2011.

YACKULIC, Charles B. et al. Presence-only modelling using MAXENT: when can we trust the inferences?. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 3, p. 236-243, 2013.

APÊNDICE A - Lista completa de variáveis bioclimáticas e pedológicas

Como apresentado na plataforma (WorldClim)	Variáveis bioclimáticas
BIO1 = Annual Mean Temperature BIO2 = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp)) BIO3 = Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100) BIO4 = Temperature Seasonality (standard deviation *100) BIO5 = Max Temperature of Warmest Month BIO6 = Min Temperature of Coldest Month BIO7 = Temperature Annual Range (BIO5-BIO6) BIO8 = Mean Temperature of Wettest Quarter BIO9 = Mean Temperature of Driest Quarter BIO10 = Mean Temperature of Warmest Quarter BIO11 = Mean Temperature of Coldest Quarter BIO12 = Annual Precipitation BIO13 = Precipitation of Wettest Month BIO14 = Precipitation of Driest Month BIO15 = Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation) BIO16 = Precipitation of Wettest Quarter BIO17 = Precipitation of Driest Quarter BIO18 = Precipitation of Warmest Quarter BIO19 = Precipitation of Coldest Quarter	BIO1 = Temperatura Média Anual BIO2 = Intervalo Diário Médio (Média mensal (temperatura máxima - temperatura mínima)) BIO3 = Isotermidade (BIO2/BIO7) (* 100) BIO4 = Sazonalidade de Temperatura (desvio padrão *100) BIO5 = Temperatura Máxima do Mês Mais Quente BIO6 = Temperatura Mínima do Mês Mais Frio BIO7 = Faixa Anual de Temperatura (BIO5-BIO6) BIO8 = Temperatura Média do Trimestre Mais Úmido BIO9 = Temperatura Média do Trimestre Mais Seco BIO10 = Temperatura Média do Trimestre Mais Quente BIO11 = Temperatura Média do Trimestre Mais Frio BIO12 = Precipitação Anual BIO13 = Precipitação do Mês Mais Chuvoso BIO14 = Precipitação do Mês Mais Seco BIO15 = Sazonalidade da Precipitação (Coeficiente de Variação) BIO16 = Precipitação do Trimestre Mais úmido BIO17 = Precipitação do Trimestre Mais Seco BIO18 = Precipitação do Trimestre Mais Quente BIO19 = Precipitação do Trimestre Mais Frio
Como apresentado na plataforma (ISRIC)	Variáveis pedológicas*
bdod (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Densidade aparente para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
cec (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Capacidade de troca catiônica (CTC) em pH 7 para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
cfvo (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Fragmentos grosseiros volumétricos para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
clay (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Conteúdo de argila para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
ocs (0-30cm)	Estoque de carbono orgânico no solo para 1 profundidade (0-30cm)
phh2o (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	pH do solo em H ₂ O para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
sand (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Conteúdo de areia para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
silt (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Conteúdo de silte para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)

soc (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)	Conteúdo de carbono orgânico no solo para para 6 profundidades (0-5cm, 100-200cm, 15-30cm, 30-60cm, 5-15cm, 60-100cm)
--	---

*Cada profundidade dos componentes corresponde a uma variável, assim, 49 variáveis pedológicas foram rodadas.