

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**Caracterização e funcionalidades de recursos genéticos de butiá
(Arecaceae)**

JULIA GOETTEN WAGNER

Pelotas, 2024

Julia Goetten Wagner

Caracterização e funcionalidades de recursos genéticos de butiá (Arecaceae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências (área do conhecimento: Fitomelhoramento).

Orientadora: Rosa Lía Barbieri, Dr^a. – Embrapa Clima Temperado
Co-orientadores: Márcia Vizzotto, Dr^a. – Embrapa Clima Temperado
Gustavo Heiden, Dr. – Embrapa Clima Temperado

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

W132c Wagner, Julia Goetten

Caracterização e funcionalidades de recursos genéticos de butiá (Arecaceae) [recurso eletrônico] / Julia Goetten Wagner ; Rosa Lía Barbieri, orientadora ; Marcia Vizzotto, Gustavo Heiden, coorientadores. — Pelotas, 2024.
162 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. *Butia catarinensis*. 2. *Butia eriospatha*. 3. *Butia odorata*. 4. etnobotânica. 5. Caracterização nutricional. I. Barbieri, Rosa Lía, orient. II. Vizzotto, Marcia, coorient. III. Heiden, Gustavo, coorient. IV. Título.

CDD 634.4

Julia Goetten Wagner

Caracterização e funcionalidades de recursos genéticos de butiá (Arecaceae)

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27 de fevereiro de 2024

Banca examinadora:

.....
Dr^a Rosa Lía Barbieri (Orientadora)
Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Dr^a Mercedes Rivas
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Dr^a Caroline Marques Castro
Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

.....
Prof. Dr Leonardo Nora
Doutor em Biologia Molecular de Plantas pela University of East Anglia

**Dedico esse trabalho àqueles que sempre me
incentivaram, acreditaram, e se orgulharam das
minhas conquistas: minha família**

Agradecimentos

Levei um tempo para me dar conta que na verdade a pós-graduação é como um esporte coletivo. No resultado final, na tese, dissertação, vai o nosso nome, mas o número de pessoas que tornam esse trabalho possível é imenso.

Teve pai, percorrendo 2200 km pra coletar o material das análises laboratoriais. Teve carona de pai no interior, para fazer as entrevistas etnobotânicas. Teve carona de mãe (a pé mesmo ou de “uber” - no interior, oficialmente, ainda não existem essas coisas) para me auxiliar nas entrevistas.

Teve irmão, namorado, amigo, subindo perau, fazendo trilha, em lugares de difícil acesso em pleno verão, para me ajudar a fazer coletas para produção de exsiccatas. Teve colega de laboratório em desespero (junto comigo!) na semana que eu cheguei na Embrapa com uma camionete carregada com 22 cachos de butiá, com dezenas de medições e análises para fazer com o material in natura (obrigada Núbia! Obrigada Ju!).

Teve colega que passou os meses de menor luminosidade do ano no escuro comigo (expostos a reagentes perigosos!) me ajudando nas análises de compostos bioativos (obrigada Bianca, Alexandre, Ju!). Teve parceria de pesquisadores (as vezes de outros centros e instituições), que possibilitaram que eu expandisse minha pesquisa, que dedicaram do seu próprio tempo para me ensinar novas técnicas, e que confiaram no meu trabalho pra manusear equipamentos caríssimos, com os quais aprendi tanto (obrigada professor Cristian Soldi, Dr. Cantillano, Marjana, Taiane!).

Teve gente que me salvou aos 45 do segundo tempo (em mais de uma ocasião) nas análises estatísticas (obrigada Ikram Bashir!). Teve agregação de colega novo, cheio de gás e energia pra trabalhar em parceria (obrigada Carlos!) e também colegas antigos, sempre dispostos a ajudar no trabalho em equipe, dias de campo e coleta de material (obrigada Clau pela ajuda de sempre!). Teve 40 pessoas que me receberam, de braços abertos, dispostas a trocar vivências e conhecimentos comigo, permitindo que eu pudesse aprender tanto, e escrever um trabalho do qual me orgulho.

E claro, “teve” também as ausências. E também a compreensão das pessoas que são importantes de que nesse período estar presente não era possível. Perdemos muitas pessoas importantes, e eu não pude estar presente na maioria dessas ocasiões. Não acompanhei meus sobrinhos crescendo, e posso contar nos dedos as vezes que estive com cada pessoa da minha família nesses anos de Mestrado/Doutorado. Natais, anos novos, e outras datas comemorativas, escrevendo, às vezes sozinha, às vezes com a família. Os amigos também se acostumaram as minhas ausências, em especial nos últimos anos. Às vezes quando eu me deparo com a síndrome do impostor eu me lembro de quanto abdiquei para chegar até aqui, e o quanto coloquei meu coração em cada pequena coisa que fiz. E no cômputo final, somando todas as coisas, não me arrependo de nada. Faria tudo de novo. E de novo. E de novo.

Agradeço os meus orientadores por todos os ensinamentos, puxões de orelha, conselhos, pela compreensão com as minhas “esquisitices”, por confiar no meu trabalho, e sempre destacar meus pontos positivos. Vocês são parte da minha trajetória, e há um pouco de cada um de vocês na pessoa e profissional que me tornei.

Não posso deixar de agradecer aos órgãos de fomento, que tornam possível o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada no Brasil, contribuindo para o progresso humano, científico e tecnológico do país. Agradeço à Capes por seu papel fundamental no Sistema Nacional de Pós-graduação do Brasil e ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) pelo apoio financeiro para a realização das atividades.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa que me foi concedida, no processo 140811/2020-6, também à da minha orientadora Dr^a Rosa Lía Barbieri (processo 441493/2017). Gostaria de fazer um agradecimento especial à concessão da Taxa de Bancada, uma verba que foi fundamental para todo meu projeto de pesquisa, desde o custeio das saídas de campo e coleta de material, até a fase final de pesquisa: divulgação dos resultados em congressos, seminários e publicação de artigos científicos.

Os resultados apresentados fazem parte do projeto Rota dos Butiazais: fortalecimento da cadeia produtiva do butiá associada à recuperação da vegetação

nativa na região do Parque Estadual do Podocarpus (Encruzilhada do Sul, RS), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) no âmbito do Projeto Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal (GEF Terrestre), que é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudanças do Clima (MMA) e tem o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) como agência implementadora, e o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) como agência executora.

Por fim,

A todos, pela contribuição inestimável,

Pela torcida e compreensão,

Agradeço!

*“[...] You only live twice or so it seems
One life for yourself and one for your dreams [...]”*
(Nancy Sinatra)

Resumo

WAGNER, Julia G. **Caracterização e funcionalidades de recursos genéticos de butiá (Arecaceae)**. 2024. 162 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2024.

O gênero *Butia* (Arecaceae) é composto por 24 espécies distribuídas no Uruguai, Paraguai, Argentina e Brasil. Os butiazeiros podem formar populações, denominadas butiazais. As espécies de *Butia* são subutilizadas, e suas populações enfrentam ameaças de extinção. A caracterização desses recursos e das suas formas de uso contribui para a conservação e uso sustentável. Com o objetivo de caracterizar o perfil nutricional e nutracêutico de frutos de *Butia odorata*, *Butia catarinensis* e *Butia eriospatha* de populações do Sul do Brasil, e investigar as dimensões socioculturais atreladas ao uso do *B. eriospatha*, foram realizadas atividades de pesquisa no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Foram realizadas caracterizações físico-químicas, morfométricas, químicas centesimais, bioativas e colorimétricas em frutos de populações de *B. catarinensis* de Imbituba/SC, Laguna/SC, Torres/RS, de *B. eriospatha* de Rio das Antas/SC e Ponte Alta do Norte/SC, e *B. odorata* de Encruzilhada do Sul/RS. Os genótipos de *B. odorata* tiveram maior rendimento de polpa, diâmetro e altura de fruto. Os genótipos de *B. catarinensis* apresentaram os maiores valores de pH, cromas (intensidade de coloração), matéria seca, fibra bruta e lipídios. *Butia eriospatha* se destacou pelo maior teor de compostos fenólicos totais. Foi investigado o potencial antioxidante, anti-hiperglicêmico e o perfil fenólico de extratos dos frutos ao longo do processo de digestão in vitro. Houve diferenças no perfil fenólico das amostras e na estabilidade dos compostos na digestão in vitro. Foi observada atividade antioxidante e anti-hiperglicêmica em todas as amostras. Os frutos de Encruzilhada do Sul, Torres e Imbituba tiveram a maior capacidade de eliminação do radical óxido nítrico, e os de Laguna tiveram maior neutralização do radical hidroxila. A amostra de Rio das Antas se sobressaiu com as maiores concentrações do álcool 2-(4-hidroxifenil), composto reportado pela primeira vez no gênero. Foi realizado levantamento etnobotânico sobre o uso de *B. eriospatha* no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Foram entrevistadas 36 pessoas de sete municípios, com idades entre 28 e 85 anos. Foram mencionadas 41 formas de uso, as principais foram o consumo dos frutos in natura (n=36), amêndoas in natura (n=26), licor (n=16) e infusão na cachaça (n=15). A folha foi a parte da planta com mais formas de uso diferentes (n=16), e seu uso foi destacado em festividades e celebrações religiosas. Foi possível identificar o butiá-da-serra como elemento presente em dimensões simbólicas e afetivas, ajudando a construir a visão de pertencimento e a construção social do território. *Butia odorata*, *B. catarinensis* e *B. eriospatha* apresentam atividade antioxidante e anti-hiperglicêmica, havendo variabilidade para caracteres de fruto entre diferentes espécies e populações. *Butia eriospatha* é um recurso versátil, com mais de 40 formas de uso, para alimentação, produção de bebidas, utilitários, celebrações, finalidades medicinais, paisagísticas e artesanais, que incluem oito partes da planta.

Palavras-chave: *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha*, *Butia odorata*, etnobotânica; caracterização nutricional

Abstract

WAGNER, Julia G. **Characterization and functionality of butiá (Arecaceae) genetic resources**. 2024. 162 p. Thesis (Doctorate degree) – Graduate in Agronomy Program. Federal University of Pelotas, Pelotas - RS, 2024.

The *Butia* genus (Arecaceae) comprises 24 species of palms native in Uruguay, Paraguay, Argentina and Brazil. *Butia* palms can form populations known as “butiazais”. Despite their potential, *Butia* face threats of extinction. Characterizing these resources and their usages can contribute to their conservation. To characterize the nutritional and nutraceutical profile of the fruits of *Butia odorata*, *Butia catarinensis* and *Butia eriospatha* from populations in southern Brazil, and to study the socio-cultural dimensions associated with the use of *B. eriospatha*, research activities were conducted in Rio Grande do Sul and Santa Catarina. Physicochemical, morphometric, chemical-centesimal, bioactive and colorimetric characterizations were conducted out on *Butia* fruits from populations of *B. catarinensis* from Imbituba/SC, Laguna/SC, Torres/RS, *B. eriospatha* from Rio das Antas/SC and Ponte Alta do Norte/SC, and *B. odorata* from Encruzilhada do Sul/RS. The genotypes of *B. odorata* showed higher pulp yield, fruit diameter and height. The genotypes of *B. catarinensis* had the highest pH, chroma, dry matter, crude fiber and lipid values. Meanwhile, *Butia eriospatha* stood out for its higher content of total phenolic compounds. The antioxidant and anti hyperglycemic potential and the phenolic profile of the fruit extracts were studied during in vitro digestion process. Differences in the phenolic profile of the samples and in the stability of the compounds were observed during the digestion. Antioxidant and anti hyperglycemic activities were detected in all samples. The fruits from Encruzilhada do Sul, Torres and Imbituba exhibited the highest capacity to eliminate nitric oxide radicals, and those from Laguna had the greatest neutralization of hydroxyl radicals. The Rio das Antas sample stood out with the highest concentrations of 2-(4-hydroxyphenyl) alcohol, a compound that was reported for the first time in the genus. An ethnobotanical survey was conducted to investigate the use of *B. eriospatha* in Rio Grande do Sul and Santa Catarina. Thirty-six individuals aged between 28 and 85 years from seven municipalities were interviewed. Forty-one forms of use were reported, with the main ones being consumption of the fresh fruit (n=36), fresh almonds (n=26), liqueur (n=16) and infused in cachaça (n=15). The leaf was the most versatile part of the plant, with 16 different uses. The butiá-da-serra was identified as a symbol with emotional significance, contributing to the sense of belonging and social identity of the region. *Butia odorata*, *B. catarinensis*, and *B. eriospatha* exhibit antioxidant and anti hyperglycemic activity. There is variability in fruit characteristics among different species and populations. *B. eriospatha* is a versatile resource with over 40 uses, including food, drink production, utilities, celebrations, medicinal, landscaping, and craft purposes, which encompass eight parts of the plant.

Keywords: *Butia catarinensis*; *Butia eriospatha*; *Butia odorata*; ethnobotany; nutritional characterization

Lista de figuras

Figura 1	Variabilidade morfológica em frutos de <i>Butia catarinensis</i> de diferentes plantas de três populações do Sul do Brasil: Laguna/SC (Praia do Gravatá), Imbituba/SC (Areais da Ribanceira) e Torres/RS (propriedade privada).....	25
Figura 2	A) Butiá da serra (<i>Butia eriospatha</i>) nos Campos de Cima da Serra – Curitibanos/SC (Brasil). B) Palmar de <i>Butia odorata</i> em Rocha (Uruguai).....	26
Figura 3	Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais para genótipos de <i>Butia</i> de diferentes populações do sul do Brasil....	74
Figura 4	Plotagem dos genótipos em espaço bidimensional, e formação dos clusters correspondente.....	75
Figura 5	Locais de coleta de frutos de populações de <i>Butia</i> , para análises de perfil fenólico, potencial anti-hiperglicêmico e atividade antioxidante, sob influência de digestão simulada.....	81
Figura 6	Identificação e quantificação de compostos fenólicos de frutos de <i>Butia</i> de diferentes populações durante digestão in vitro, por HPLC-DAD. As letras sobrescritas indicam diferença significativa, segundo o teste de Sidak a 5% de probabilidade...	94
Figura 7	Identificação e quantificação de compostos fenólicos de frutos de <i>Butia</i> de diferentes populações durante digestão in vitro, por HPLC-DAD. As letras sobrescritas indicam diferença significativa, segundo o teste de Sidak a 5% de probabilidade...	95
Figura 8	A) Performance das seis amostras de <i>Butia</i> de diferentes populações para a captura do radical hidroxila (OH) e óxido nítrico (ON), durante a simulação da digestão in vitro. B)	

	Capacidade geral de eliminação dos radicais hidroxila e óxido nítrico observada em diferentes fases da digestão, em extratos de <i>Butia</i> submetidos a digestão in vitro.....	101
Figura 9	A) Performance das seis populações de <i>Butia</i> para inibição das enzimas α -glicosidase e α -amilase ao longo da digestão simulada. B) Capacidade geral de inibição da α -glicosidase e α -amilase em extratos de <i>Butia</i> , observados em diferentes fases da digestão in vitro.....	105
Figura 10	Localidades incluídas no levantamento etnobotânico sobre butiá-da-serra (<i>Butia eriospatha</i>), e registro de ocorrência da espécie - indicado pelos ícones de palmeiras no mapa.....	111
Figura 11	Formas de uso de <i>Butia eriospatha</i> (butiá-da-serra) levantadas em estudo etnobotânico no Sul do Brasil, categorizados por parte da planta.....	115
Figura 12	Agrupamento dos participantes do estudo etnobotânico conduzido no Sul do Brasil, baseado no Valor de Diversidade do Informante, de acordo com as categorias de uso de <i>Butia eriospatha</i> : “Alimentação”, “Bebidas”, “Artesanato”, “Paisagismo”, “Utilitários”, “Celebrações” e “Medicinal”, utilizando algoritmo Kmeans.....	121
Figura 13	Registro de visita etnobotânica em propriedade rural no município de Rio das Antas (SC), com participante do estudo mostrando a produtividade em uma planta de <i>Butia eriospatha</i> (cerca de 12 anos). A reprodução da foto foi autorizada pela participante.....	127

Lista de Tabelas

Tabela 1	Identificação dos locais de coleta de genótipos de butiá avaliados em estudo do potencial alimentar de frutos, junto do número de depósito do voucher em herbário.....	57
Tabela 2	Atributos morfométricos avaliados em frutos de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> , e <i>Butia odorata</i> de populações do Sul do Brasil.....	63
Tabela 3	Atributos físico-químicos avaliados em frutos de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> , e <i>Butia odorata</i> de populações do Sul do Brasil.....	66
Tabela 4	Composição centesimal química em frutos de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> e <i>Butia odorata</i> de populações do Sul do Brasil.....	69
Tabela 5	Compostos bioativos em frutos de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> e <i>Butia odorata</i> de populações do Sul do Brasil.....	71
Tabela 6	Parâmetros cromáticos em frutos de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> e <i>Butia odorata</i> de populações do Sul do Brasil.....	72
Tabela 7	Identificação das amostras de <i>Butia</i> coletadas em março de 2022 para análises de perfil fenólico, atividade antioxidante e atividade anti-hiperglicêmica, sob efeito de digestão in vitro.....	82
Tabela 8	Condições instrumentais empregadas na análise de compostos fenólicos em extratos de <i>Butia</i> submetidos a digestão simulada, em equipamento HPLC-DAD. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda (λ), equação de regressão, coeficiente de	

	determinação (r^2), limite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ) dos padrões utilizados.....	86
Tabela 9	Atividade antioxidante observada em extratos de <i>Butia</i> antes e durante os processos da digestão in vitro, expressa em percentual de captura dos radicais avaliados.....	97
Tabela 10	Capacidade inibitória das enzimas α -glicosidase e α -amilase em extratos de <i>Butia</i> submetidos a digestão in vitro, com potencial expresso em percentual.....	102
Tabela 11	Caracterização dos participantes do estudo etnobotânico desenvolvido no Sul do Brasil com <i>Butia eriospatha</i>	114
Tabela 12	Panorama dos usos, e respectivas categorias estabelecidas com o Valor de Diversidade de Uso, levantados no estudo etnobotânico conduzido no Sul do Brasil com butiá-da-serra (<i>Butia eriospatha</i>).....	116

Sumário

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1	Biodiversidade sob ameaça e o Brasil nesse cenário.....	19
2.2	Segurança alimentar em risco: plantas nativas como alternativa?.....	21
2.3	O gênero <i>Butia</i>	23
2.3.1	Butiazeiros e butiazais: patrimônio da sociobiodiversidade sob ameaça.....	27
2.3.2	<i>Butia eriospatha</i> : o butiá-da-serra.....	28
2.3.3	<i>Butia catarinensis</i> : o butiá-da-praia.....	30
2.3.4	<i>Butia odorata</i>	32
2.4	Etnobotânica: uma via para a valorização da diversidade biocultural.....	34
2.5	Análise de alimentos: ferramenta para promoção de frutos nativos.....	36
2.5.1	Caracterização morfométrica.....	37
2.5.2	Físico-química.....	38
2.5.3	Composição centesimal química.....	40
2.5.4	Colorimetria.....	43
2.5.5	Compostos Fenólicos.....	44
2.5.5.1	Bioatividade dos compostos fenólicos: atividade antioxidante.....	47
2.5.5.2	Bioatividade dos compostos fenólicos: atividade anti-hiperglicêmica.....	49
2.5.5.3	Metabolismo de compostos fenólicos no trato digestivo humano.....	50
3	CAPÍTULO 1 - Explorando o potencial alimentar em butiazais: caracterização de <i>Butia catarinensis</i> , <i>Butia eriospatha</i> e <i>Butia odorata</i> com abordagens multivariadas.....	53
3.1	Introdução.....	54

3.2	Material e métodos.....	56
3.2.1	Coleta das amostras.....	56
3.2.2	Análises morfométricas.....	58
3.2.3	Análises físico-químicas.....	59
3.2.4	Composição centesimal química.....	59
3.2.5	Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	60
3.2.6	Análises colorimétricas.....	61
3.2.7	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	62
3.3	Resultados e discussão.....	62
3.3.1	Análises morfométricas.....	62
3.3.2	Análises físico-químicas.....	65
3.3.3	Composição centesimal química.....	68
3.3.4	Compostos bioativos.....	69
3.3.5	Análises colorimétricas.....	72
3.3.6	Ordenação dos genótipos através de PCA e análise de Cluster	73
3.4	Conclusões.....	77
4	CAPÍTULO 2 - Propriedades fenólicas, antioxidantes e anti-hiperglicêmicas de butiá (<i>Butia odorata</i>, <i>Butia eriospatha</i> e <i>Butia catarinensis</i>) submetido à digestão in vitro.....	78
4.1	Introdução.....	79
4.2	Material e métodos.....	81
4.2.1	Coleta das amostras e preparo dos extratos.....	81
4.2.2	Simulação da digestão biológica.....	83
4.2.2.1	Preparo das amostras	83
4.2.2.2	Digestão bucal.....	83
4.2.2.3	Digestão estomacal.....	84
4.2.2.4	Digestão intestinal.....	84
4.2.3	Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD).....	84
4.2.4	Atividade antioxidante.....	87
4.2.4.1	Radical hidroxila.....	87
4.2.4.2	Radical óxido nítrico.....	87
4.2.5	Atividade anti-hiperglicemiante.....	88

4.2.5.1	Inibição da enzima α -amilase.....	88
4.2.5.2	Inibição da enzima α -glicosidase.....	88
4.2.6	Análise estatística.....	89
4.3	Resultados e discussões.....	89
4.3.1	Perfil fenólico.....	89
4.3.2	Atividade antioxidante.....	96
4.3.3	Atividade anti-hiperglicêmica.....	102
4.4	Conclusões.....	106
5	CAPÍTULO 3 - Herança cultural: Usos de <i>Butia eriospatha</i> nos Campos de Cima da serra na Região Sul do Brasil.....	107
5.1	Introdução.....	108
5.2	Material e Métodos.....	110
5.2.1	Área do estudo.....	110
5.2.2	Levantamento etnobotânico.....	111
5.2.3	Abordagem e análise dos dados.....	112
5.3	Resultados e discussão.....	113
5.3.1	Os entrevistados.....	113
5.3.2	Formas de uso de <i>Butia eriospatha</i>	115
5.3.3	Relevância econômica.....	121
5.3.4	<i>Butia eriospatha</i> na memória afetiva.....	124
5.3.5	<i>Butia eriospatha</i> nas dimensões simbólicas e imateriais nos Campos de Cima da Serra do Sul do Brasil.....	125
5.4	Conclusões.....	131
6	Considerações finais.....	132
	Referências.....	134
	Anexos.....	159

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos países mais biodiversos do mundo, onde ocorrem diversas espécies da flora nativa que ainda são negligenciadas ou subutilizadas. Embora algumas tenham extenso histórico de uso e domesticação pelos povos e comunidades tradicionais, ainda há pouco reconhecimento e informação sistematizada sobre o uso e potencial desses recursos (DUTRA et al., 2021).

Entre a riqueza de espécies nativas na América do Sul, *Butia* (Arecaceae) é um gênero de ampla distribuição no Brasil que encontra-se ameaçado. O gênero *Butia* também ocorre no Uruguai, Paraguai e na Argentina (SOSINSKI et al., 2019), mas o Brasil representa o maior centro de riqueza, onde 21 espécies (de 24 descritas no gênero) podem ser encontradas (SANT'ANNA-SANTOS, 2023; SANT'ANNA-SANTOS, 2021; DEBLE et al., 2017; FLORA DO BRASIL, 2020).

Os butiazeiros produzem frutos suculentos e saborosos, que são consumidos pelas populações humanas e fauna silvestre. Além dos frutos, as amêndoas também podem ser consumidas, e as brácteas, endocarpos, folhas e fibras podem ser empregadas em artesanato. O butiazeiro é utilizado para paisagismo e recuperação de áreas degradadas, há potencial de extração de óleos das folhas e frutos, além de inúmeros potenciais farmacológicos e industriais ainda pouco explorados (DABEZIES; RIVAS, 2020; HOFFMANN et al., 2014). O butiá é considerado patrimônio da sociobiodiversidade cujo histórico de uso remonta aos povos indígenas, e se perpetua ainda hoje como um elemento presente na alimentação e na cultura das comunidades que vivem em suas áreas de ocorrência (RIVAS et al., 2020).

Na natureza os butiazeiros podem formar populações, conhecidas como butiazais, que podem conter de centenas a milhares de indivíduos, abrigando também uma vastidão de outras espécies vegetais, fungos, animais e microrganismos (RIVAS et al., 2020). No Brasil as espécies do gênero *Butia* se encontram ameaçadas de extinção, devido às mudanças no uso do solo,

principalmente em decorrência da expansão da agricultura e áreas urbanas (SOSINSKI et al., 2019).

Existem muitas lacunas nos conhecimentos das diferentes espécies de *Butia*. Há escassez de informação sobre características de qualidade e potencial nutricional dos frutos, das propriedades funcionais existentes e as implicações para a saúde humana, bem como do conhecimento associado ao uso desses recursos. A caracterização dos recursos genéticos, de suas formas de uso e potencial nutracêutico, são passos fundamentais para promover o uso sustentável e conservação das espécies de butiá e dos ecossistemas de butiazal (BARBIERI et al., 2015; GEYMONAT; ROCHA, 2009).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o perfil nutricional e nutracêutico de frutos de *Butia odorata*, *Butia catarinensis* e *Butia eriospatha* de populações do Sul do Brasil, através de análises físico-químicas, morfométricas, centesimais, bioativas e colorimétricas de genótipos de butiá; investigar o potencial anti-hiperglicêmico, antioxidante, perfil fenólico e influência da digestão simulada sobre a bioatividade e a bioacessibilidade dos compostos fenólicos em extratos de butiá de diferentes populações; e resgatar informações sobre o uso de *Butia eriospatha* na região dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Biodiversidade sob ameaça e o Brasil nesse cenário

Os recursos genéticos são definidos como as espécies com valor econômico, social, científico ou ambiental, relevantes para as gerações atuais ou futuras (SOSINSKI et al., 2022; GUERRA et al., 1998). Essas espécies são a base do desenvolvimento das sociedades humanas, servindo de alimento, fonte de energia, água potável, abrigo, fármacos, vestuário, entre outros (OLDFIELD 1984).

Estes recursos são frequentemente negligenciados, culminando em risco de extinção de diversas espécies, muitas das quais com potencial ainda desconhecido de aplicação em diversos setores da indústria (HUNTER et al., 2019). Da mesma forma, se encontram ameaçados genes de interesse (ligados à resistência/tolerância a fatores bióticos e abióticos, por exemplo) com potencial de introgressão em espécies cultivadas (CARVALHO et al., 2009; BEGNA et al., 2021).

A conservação dos recursos genéticos é um ponto chave para a resiliência dos ecossistemas: quanto maior a biodiversidade, maior a capacidade de restabelecimento dos ecossistemas e serviços ambientais após a ocorrência de distúrbios (FOLKE et al., 2004). Tal princípio é muito enfatizado face às dificuldades enfrentadas no Antropoceno, fase geológica onde a brusca mudança climática e biológica do planeta têm sido, em grande parte, vinculada à ação humana (DÍAZ et al., 2019).

Fatores como o desmatamento, o avanço dos monocultivos, a expansão imobiliária, a pecuária, a fragmentação dos remanescentes florestais e incêndios criminosos, são algumas das ações que resultam na fragilização dos ecossistemas (DÍAZ et al., 2019). A supressão da vegetação nativa leva a um balanço desfavorável de emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para o cenário de aumento das temperaturas globais (DUTRA; FEARNSSIDE, 2022). Os efeitos se

sentem também sobre a disponibilidade de nitrogênio, ciclo do carbono e da água (PORTNER et al., 2021), com implicações diversas sobre a produção de alimentos (DUTRA; FEARNSSIDE, 2022).

O reconhecimento dos recursos genéticos como ponto chave para a resiliência dos ecossistemas é recente. Foi através da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) de 92 que se estabeleceu a importância da conservação e uso sustentável dos recursos genéticos, bem como a repartição justa e equitativa dos benefícios associados, para garantia da persistência dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos (RAUSTIALA; VICTOR, 1996).

Aliado a CDB, o reconhecimento dos recursos genéticos vegetais no desenvolvimento e sustentabilidade de agricultura resultou no Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (TIRFAA), que dispõe sobre o uso sustentável da biodiversidade para garantia da segurança alimentar. Para alcançar os objetivos do tratado, destacam-se as ações de avaliação e caracterização dos recursos fitogenéticos, a fim de facilitar seu uso (FAO, 1996; FAO, 2002).

Cento e cinquenta e seis países são signatários do TIRFAA, dentre os quais o Brasil (FAO, 2023), reconhecido hotspot da biodiversidade mundial. O Brasil é responsável por abrigar mais de 40 mil espécies vegetais, muitas das quais endêmicas (OLIVEIRA et al., 2012; HUNTER et al., 2019). Embora existam esforços para a conservação da biodiversidade brasileira (ABREU et al., 2022), esta se encontra ameaçada pelas crescentes taxas de desmatamento e redução das vegetações campestres nativas. Nos últimos anos, as políticas ambientais adotadas no país estiveram na contramão das agendas internacionais que estabelecem a conservação dos ecossistemas e biodiversidade como enfoque prioritário para atingir o desenvolvimento sustentável até 2030 (REYERS; SELIG, 2020). Esse processo iniciou em 2011 com o afrouxamento de leis ambientais, e se consolidou nos anos subsequentes com o desmantelamento dos órgãos ambientais e fiscalizadores, suspensão de acordos internacionais, e supressão dos direitos indígenas (DUTRA; FEARNSSIDE, 2022; CROUZEILLES et al., 2017).

No ritmo atual, estima-se a extinção de até 50% das espécies nos próximos 100 anos, um evento comparável às cinco grandes extinções que ocorreram no

planeta (ABREU et al., 2022). Dessa forma, se ressalta a importância de investigar, divulgar e estimular o uso sustentável e a conservação dos recursos genéticos, como condição que possibilita a sobrevivência humana (STUART-SMITH et al.; GUERRA et al., 2020; CONCEIÇÃO et al., 2022; LIMA et al., 2020).

2.2 Segurança alimentar em risco: plantas nativas como alternativa?

A alimentação global se baseia em um número reduzido de espécies, em sistemas de produção que demandam grande dispêndio de insumos e de energia para alcançar os mercados consumidores (SHELEF et al., 2017). Estima-se que 50% das calorias consumidas mundialmente provêm de apenas três espécies cultivadas: arroz, milho e trigo (HUNTER et al., 2019). Os programas de melhoramento têm tido êxito ao enfrentar a crescente demanda de alimentos através do aumento da produtividade (VERMEULEN et al., 2012). O contraponto, entretanto, é o estreitamento genético decorrente da homogeneização dos cultivos (CARVALHO et al., 2009; BEGNA, 2021) com perda de cerca de 75% da diversidade genética em culturas de relevância econômica, desde 1900 (FAO, 2018)

O estreitamento da base alimentar leva também a um cenário de déficit nutricional: dietas desbalanceadas que não contemplam a diversidade nutricional necessária para o bom funcionamento do organismo (FAO, 2017). A dependência de um número limitado de espécies, acrescida do estreitamento genético observado, constitui um cenário de perigo, devido à susceptibilidade a condições bióticas e abióticas adversas, que podem levar a catástrofes humanitárias (SHELEF et al., 2017). Em especial, a rápida alteração climática em curso sinalizou a frágil estrutura dos sistemas agroalimentares (HUNTER et al., 2019).

Mesmo frente as projeções mais otimistas, que limitam o aumento global da temperatura em 2° C até 2100, prevê-se desestabilização dos sistemas agrícolas, uma vez que com o aumento da temperatura a ocorrência de eventos extremos se torna mais frequente (VERMEULEN et al., 2012). Além dos eventos climáticos extremos, o aumento da temperatura desencadeia aumento das taxas de

decomposição da matéria orgânica afetando a fertilidade do solo, o encurtamento do ciclo das plantas, e a expansão da área de ocorrência de algumas pragas. Também o aumento da radiação ultravioleta leva à redução da produtividade agrícola (REDDY, 2014).

Face ao crescimento populacional, o aumento do consumo, e os desafios ambientais projetados (LI; SIDDIQUE, 2020), diferentes estratégias têm sido discutidas para garantir a oferta de alimentos. Entre as propostas estão o desenvolvimento de pacotes tecnológicos de monitoramento de informações climáticas, cultivares adaptadas, políticas de incentivo, expansão das áreas cultivadas, e também a diversificação dos sistemas agroalimentares (REDDY, 2014; VERMEULEN et al., 2012).

A agricultura é um dos principais fatores afetando a estrutura da paisagem e a biodiversidade, de forma que o fortalecimento de sistemas agroalimentares sustentáveis é imprescindível (FAO, 2018). A diversificação dos sistemas agroalimentares pode se dar através do desenvolvimento de novas culturas (SHELEF; WEISBERG; PROVENZA, 2017; SHELEF et al. 2017), e investigação do potencial desconhecido de plantas nativas, uma via que contribui para a conservação através do uso sustentável (FAO, 2018).

Estima-se que entre 10 a 20% das espécies que existem no mundo têm potencial alimentar (BRACK et al., 2016). Esse potencial, entretanto, é ainda pouco conhecido e explorado (BRACK et al., 2020; KINUPP; BARROS, 2008). Essas plantas são conhecidas como “Plantas Alimentícias Não-Convencionais” (PANC’s) ou no acrônimo em inglês “NUS” que significa “Neglected and Underutilized Species” (LI; SIDDIQUE, 2020; KINUPP 2021).

O interesse nessas espécies nativas têm crescido no cenário de aceleração da mudança climática, face a maior resiliência que apresentam, devido a adaptação local conferir melhor resposta aos estressores ambientais (SHELEF; WEISBERG; PROVENZA, 2017; SHELEF et al., 2017; FAO, 2018). Além do aumento da resiliência agrícola, as plantas alimentícias não convencionais podem emergir como alternativa para geração de renda alternativa, enriquecimento da alimentação, e fortalecimento de cadeias curtas de comercialização (XI; SIDDIQUE, 2020).

2.3 O gênero *Butia*

A família Arecaceae é representada por mais de 2600 espécies de palmeiras que, à exceção da Antártida, se distribuem no mundo todo (DRANSFIELD et al., 2014). Essas monocotiledôneas apresentam grande diversidade morfológica, importância ecológica e econômica (ELIAS et al., 2018; SOARES et al., 2014).

No Brasil ocorrem 39 gêneros de palmeiras. Os gêneros *Syagrus* Mart. (46 spp.), *Bactris* Jacq. Ex Scop (45 spp.), *Attalea* Kunth (33 spp.), *Geonoma* Willd (11 spp.), e *Astrocaryum* G. Mey. (21 spp.) foram identificados por Scariot (2015) como os gêneros com maior número de espécies ocorrendo no Brasil. À época do levantamento, o gênero *Butia*, um gênero de destaque no país, contava com registro de ocorrência natural de apenas 16 espécies. Devido a novas descobertas de estudos taxonômicos, atualmente no Brasil são reconhecidas 21 espécies de *Butia* ocorrendo nos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (SANT'ANNA-SANTOS 2023; SANT'ANNA-SANTOS 2021; DEBLE et al., 2017; FLORA DO BRASIL 2020).

Além do Brasil, o gênero *Butia* se distribui no Paraguai, Uruguai e Argentina. O gênero *Butia* é um gênero diverso e complexo, com espécies de difícil delimitação (GAIERO et al., 2011). Nos últimos anos três novas espécies foram descritas (ou revalidadas) no gênero: *Butia poni* (DEBLE et al., 2017), *Butia buenopolensis* (SANT'ANNA-SANTOS, 2021) e *Butia sofiae* (SANT'ANNA-SANTOS, 2023). Entretanto, não há consenso entre taxonomistas sobre o número de espécies aceitas, sendo possível encontrar na literatura registros que variam de 20 a 24 espécies reconhecidas (SANT'ANNA-SANTOS, 2021; FLORA DO BRASIL 2020).

Os butiazeiros produzem frutos carnosos e suculentos do tipo drupa, chamados de butiás ou coquinho-azedo, que são apreciados para consumo in natura e para preparo de receitas diversas. As sementes contidas no interior dos endocarpos (amêndoas), também são utilizadas como alimento e inseridas em preparos culinários (DUTRA et al., 2021; SOARES, 2014). Dentre os usos mais tradicionais dos frutos, destacam-se a “cachaça com butiá”, licor, geleia, sorvetes, picolés e doces (BARBIERI et al., 2015).

Os butiazeiros podem ter hábito solitário ou cespitoso, e apresentam como característica o caule do tipo estipe, coberto por cicatrizes foliares (LORENZI, 2010). A altura dessas plantas varia de acordo com a espécie, e idade da planta, mas algumas podem atingir mais de 12 m de estatura. As folhas são pinadas, com uma ráquis central onde se inserem folíolos em disposição simétrica, formando o característico formato de “v” em seção transversal (LORENZI, 2010).

As inflorescências são constituídas de flores femininas e masculinas, cujo comportamento protândrico favorece a fecundação cruzada (WOLFF; WEGNER; HEIDEN, 2016). As flores se dispõem em cachos de ráquias, onde na parte superior de cada ráquila se concentram flores masculinas, e na parte inferior tríades compostas por uma flor feminina central ladeada por flores masculinas. As ráquias podem apresentar de 10 cm até mais de 1 m de comprimento, variando de acordo com a espécie (LORENZI, 2010). A inflorescência se forma no interior de uma bráctea, a espata, popularmente conhecida como “canao”, que pode apresentar indumento piloso ou glabro (LORENZI, 2010; RIVAS; BARBIERI, 2014)

O início da produção de frutos ocorre em plantas com idade entre 6 até 15 anos de idade. A produção é anual, ocorrendo no período do verão e do outono, onde o volume de produção vai depender de fatores ambientais e fisiológicos (RIVAS; BARBIERI, 2014). Os frutos apresentam diversidade de cores, formatos e características nutricionais (Figura 1) (BÜTTOW et al., 2009 et al., 2009; KUMAGAI; HANAZAKI, 2013a).



Figura 1 – Variabilidade morfológica em frutos de *Butia catarinensis* de diferentes plantas de três populações do Sul do Brasil: Laguna/SC (Praia do Gravatá), Imbituba/SC (Areais da Ribanceira) e Torres/RS (propriedade privada).

Na natureza os butiazeiros formam populações, que podem ser constituídas de centenas a milhares de indivíduos, que predominam na vegetação campestre e savânica (BARBIERI et al., 2016). Nesses ecossistemas, chamados de butiazais (ou palmares), ocorre grande diversidade de espécies animais, vegetais, fungos e microrganismos (MARCHI et al., 2018; SOSINSKI et al., 2019). Palmares de *Butia* ocorrem em ambientes contrastantes, desde locais de clima tropical quente e seco até regiões de clima subtropical e temperado (Figura 2) (GEYMONAT; ROCHA, 2009; SOARES et al., 2014).



Figura 2 – A) Butiá da serra (*Butia eriospatha*) nos Campos de Cima da Serra – Curitibanos/SC (Brasil). Fonte: Augusto Marques. B) Palmar de butiá (*Butia odorata*) em Rocha (Uruguai). Fonte: turismorocha.gub.uy.

Os butiazais prestam serviços ambientais, como a preservação dos recursos hídricos, complexas dinâmicas de ciclagem de nutrientes e fluxos de energia (BATISTA et al., 2014; BARBIERI et al., 2016). Esses ecossistemas são fonte de abrigo e alimento para animais frugívoros e polinizadores (BARBIERI et al., 2015; MARCHI et al., 2018; SOSINSKI et al., 2019). Quando associados à produção pecuária extensiva e sustentável, os butiazeiros ajudam a promover o conforto térmico dos animais, e o consumo dos frutos é uma possibilidade de enriquecimento nutricional (RIVAS; BARBIERI, 2014; SOSINSKI et al., 2015; BARBIERI, 2015).

Atualmente as espécies de *Butia* encontram-se na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2022), em grande parte devido à atividade antrópica, que tem levado a exploração irracional e ao avanço das monoculturas e áreas urbanas sobre as áreas de ocorrência das espécies de *Butia*, e fragmentação dos remanescentes de butiazais, resultando em erosão genética (SOSINSKI et al., 2019). São observadas baixas taxas de recrutamento de novas plantas em butiazais, fator que ameaça a regeneração das populações (SOSINSKI et al., 2019). Outro desafio para o gênero são as dificuldades encontradas para a multiplicação comercial dos butiazeiros, que apresentam baixo poder germinativo, germinação irregular e lenta, mesmo sob condições controladas (PADILHA et al., 2016).

2.3.1 Butiazeiros e butiazais: patrimônio da sociobiodiversidade sob ameaça

O gênero *Butia* está atrelado a construção histórica dos povos originários do sul da América do Sul, que, além do consumo dos frutos e amêndoas, faziam uso das folhas para confecção de artefatos, como cestas, bolsas, armadilhas de caça e pesca, e até cobertura de cabanas (SILVA JUNIOR, 2005; SCHMITZ; NAUE; BECKER, 2006; GEYMONAT; ROCHA; 2009; LÓPEZ MAZZ, 2013). Mais recentemente, no século passado, o uso da fibra das folhas na indústria de estofamentos foi uma importante atividade econômica (ROSSATO; BARBIERI, 2007; DABEZIES; RIVAS, 2020).

O consumo dos frutos e amêndoas se mantém até hoje, representando um hábito alimentar que se perpetuou na cultura das pessoas que vivem em áreas de ocorrência dos butiazeiros. Isso se deve à versatilidade e palatabilidade desses alimentos, que possibilita a produção de receitas doces, salgadas e bebidas diversas, com destaque para cachaça de butiá, cujo consumo como aperiente ou digestivo é um hábito tradicional no Sul do Brasil (DUTRA et al., 2021; BÜTTOW et al., 2009). Além do apelo sensorial, esses recursos são também reconhecidos por sua contribuição na promoção da saúde, em especial, relacionados as altas concentrações de vitamina C, potássio, fibras e antioxidantes nos frutos, e lipídios nas amêndoas (PORTELINHA et al., 2021; CROSA et al., 2014).

Outra prática que permanece na formação cultural das comunidades é a confecção de artesanatos a partir das folhas, brácteas e endocarpos (KROB, 2016; KUMAGAI; HANAZAKI, 2013). As plantas são também empregadas para ornamentação e paisagismo (BARBIERI et al., 2016; MANDÓN; CAMPAGNA, 2023). Existem também relações socioeconômicas permeando o gênero, tanto no Brasil como no Uruguai. Produtos elaborados a partir de diferentes partes do butiá constituem parte da renda de extrativistas, artesãos e pequenas agroindústrias (BARBIERI et al., 2015; DABEZIES; RIVAS, 2020).

Os butiazais têm sido manejados de forma a gerar renda, por extrativistas que comercializam frutos, artesãos que utilizam as folhas, produtores pecuários, e

iniciativas que promovem o ecoturismo nessas áreas (SILVEIRA et al., 2022). O manejo das populações de *Butia* pode resultar em uma relação positiva das comunidades com esses recursos, oportunizando a geração de renda em consonância com a conservação da biodiversidade (BRACK 2020; BARBIERI et al., 2015).

A relevância do butiá para as comunidades se expressa também através de referências artísticas diversas, como na literatura e na música (GEYMONAT; ROCHA, 2009). O butiá está presente no escudo e hino do Departamento de Rocha, no Uruguai, diversos nomes de municípios gaúchos fazem referência ao butiá (como Butiá, São Pedro do Butiá, Santa Vitória do Palmar, Palmares do Sul, etc), e está presente também em expressões populares (“*me caiu os butiás do bolso!*”) (RIVAS; BARBIERI 2014; BARBIERI et al., 2022). Dessa forma, a preocupação com o estado de conservação das espécies de butiá se estende também à continuidade das dimensões histórico-culturais, representadas por tradições, hábitos, e simbolismos associados ao uso e manejo do butiá (GEYMONAT; ROCHA, 2009).

2.3.2. *Butia eriospatha*: o butiá-da-serra

Entre as espécies de butiá, *Butia eriospatha*, também conhecido como butiá-da-serra, é uma espécie que ocorre nos planaltos serranos do Sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (ESLABÃO et al., 2016; RIBEIRO, 2017). É possível encontrar populações de *B. eriospatha* nos campos de altitude, um subtipo de vegetação campestre que faz parte do domínio da Floresta Atlântica (NAZARENO, 2013), e também podem ser encontrados entremeados à floresta com araucárias (*Araucaria angustifolia*) (RIBEIRO, 2017).

A região dos campos de altitude, local de maior distribuição de *B. eriospatha*, é também conhecida como Planalto Serrano ou Campos de Cima da Serra. Tem como característica a presença de regiões úmidas, os chamados banhados, ocasionais manchas da floresta de araucárias (*A. angustifolia*), com formações

onduladas em altitudes acima de 800 m (REPPENING; ROVEDDER; FONTANA, 2010).

Uma característica morfológica que auxilia na identificação do *B. eriospatha* é o perfil lanuginoso persistente das brácteas (SOARES et al., 2014). Esse carácter é responsável pelo nome atribuído à espécie: “*eriospatha*” que deriva do grego, faz alusão ao perfil de lanugem castanha que ocorre na parte externa das espatas (RIBEIRO, 2017).

Butia eriospatha apresenta como características: estipe de 3 a 6 metros de altura, frutos de formato globoso com coloração amarelada, de cerca de 2 cm de diâmetro (LORENZI et al., 2010). A espécie apresenta folhas que atingem mais de um metro de comprimento, as brácteas podem atingir um metro, em suas inflorescências se dispõem flores masculinas, de cerca de 5 mm e flores femininas que tem cerca de 9 mm de comprimento, cuja floração se dá entre novembro e dezembro (RIBEIRO, 2017).

Os frutos de *Butia eriospatha* são apreciados na região serrana catarinense para consumo in natura ou para fabricação de geleias, doces, sucos e licores (BOURSCHEID, 2011). Entretanto, *B. eriospatha* se encontra ameaçado de extinção devido à redução das populações que sofrem com a exploração irracional, com o desmatamento e fragmentação dos habitats, além do comércio ilegal de plantas adultas para o mercado local e internacional (ELIAS et al., 2019). Essas plantas comercializadas ilegalmente são utilizadas em paisagismo e ornamentação (NAZARENO, 2013).

Em estudo de Nazareno (2013), onde foi estimada a composição estrutural de populações de *Butia eriospatha*, verificou-se a predominância de apenas dois estádios ontogenéticos nas populações, que eram representadas apenas por indivíduos centenários e pequenas plântulas em processo de regeneração. Outros fatores que sinalizam o grau de ameaça foram as altas taxas de mortalidade entre os indivíduos adultos remanescentes, bem como as baixas taxas regenerativas, tanto em áreas de campo aberto quanto em áreas de floresta. A partir dessas projeções foi possível inferir a redução drástica e o risco de desaparecimento dessas populações nas próximas décadas (NAZARENO; REIS, 2013).

Butia eriospatha foi classificada como “vulnerável” na lista da International Union for Conservation (IUCN, 2020) e também no Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2020). A espécie aparece na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), e também se apresenta em categorias de ameaça segundo decretos estaduais. No estado do Rio Grande do Sul *B. eriospatha* integra o decreto 42.099/2002 como uma espécie em alto risco de extinção (SEMA, 2002), e em Santa Catarina faz parte da lista de espécies ameaçadas segundo a resolução n. 51/2014 (CONSEMA, 2014).

2.3.3. *Butia catarinensis*: o butiá-da-praia

Conhecido como butiá da praia, *Butia catarinensis*, é uma espécie que ocorre na região costeira dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, exclusivamente em ambiente de restinga (LORENZI et al., 2010; ESLABÃO et al., 2016). O ecossistema de restinga apresenta terrenos predominantemente arenosos e solos pouco desenvolvidos, onde os butiazeiros podem ocorrer em fitofisionomia arbustiva primária e também em estágio avançado de regeneração (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013a; FOGAÇA, 2017).

Butia catarinensis, que ocorre principalmente em áreas com altitude entre 3 e 30 m acima do nível do mar (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013a), também pode formar butiazais, que são conhecidos pelo nome indígena “butiatuba” (KUMAGAI; PERONI; HANAZAKI, 2011). Essas palmeiras podem atingir 2 metros de altura, os frutos têm formato ovóide e podem apresentar coloração amarelada, alaranjada, ou avermelhada. Os eventos reprodutivos de floração e frutificação ocorrem entre julho a fevereiro, e novembro a maio, respectivamente (LORENZI et al., 2010).

A espécie tem histórico de uso tradicional: os indígenas da etnia Guarani, habitantes das regiões de restinga de 200 a 600 anos atrás, faziam uso do *Butia catarinensis* para confecção de cestos, cobertura de cabanas e confecção de armas, como flechas e arcos (PEREIRA et al., 2016). A utilização das folhas para cobertura

das casas foi um emprego muito difundido de *B. catarinensis* até a década de 50 (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013b).

As comunidades que atualmente vivem no ambiente de restinga mantêm o vínculo com a espécie, utilizando principalmente os frutos com os quais produzem geleias, picolés, sorvetes e cachaça aromatizada. Também são utilizadas as folhas para confecção de chapéus, vassouras, cobertura de propriedades rurais, redes de pesca, entre outros utilitários (ROSSATO et al., 2019). O uso da espécie não se limita ao vínculo cultural ou consumo de subsistência, para muitas famílias *B. catarinensis* é matéria prima para a produção de sorvetes, atividade que representa uma importante fonte de renda para diversas famílias da região de Imbituba (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013a).

Existem registros de ocorrência de butiazais densos de *B. catarinensis* desde o século XIX (FOGAÇA, 2017). Os principais remanescentes de butiazal de *B. catarinensis* se situam nos municípios de Palhoça, Imbituba, Laguna (SC) e Torres (RS). Um dos maiores butiazais de *B. catarinensis* se encontra nos Areais da Ribanceira, no município de Imbituba, compreendendo cerca de 400 hectares (COSTA et al., 2022). Nessa área as comunidades locais, compostas de pescadores artesanais e agricultores tradicionais, organizaram um sistema de uso comum dos recursos, a Associação Comunitária Rural de Imbituba (ACORDI). As comunidades locais têm um extenso histórico de uso desses ecossistemas onde são realizadas atividades agrícolas diversas, além de extrativismo de frutos de butiá (FOGAÇA, 2017). A renovação do campo nativo através de queimadas era uma prática frequente nessas áreas, e supõe-se que pode ter contribuído para aumentar a densidade das populações de butiá (FOGAÇA, 2017).

Essa área, entretanto, é alvo de especulação imobiliária, turística e comercial, e vê-se exposta a várias ameaças. Atentados recorrentes, como queimadas criminosas, são executadas na tentativa de suprimir a vegetação local e possibilitar a exploração econômica desse ecossistema (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013b; COSTA et al., 2022).

O cenário de ameaça não se limita ao butiazal dos Areais da Ribanceira, mas a todas as áreas de ocorrência da espécie, uma vez que a expansão urbana, industrial e portuária têm levado a fragmentação e supressão da vegetação nas

áreas de restinga (ELIAS; LIMA; SANTOS, 2018; COSTA et al., 2022). Nesse sentido, atualmente a espécie faz parte da lista oficial de espécies ameaçadas de Santa Catarina (CONSEMA, 2014), e também da Lista de Espécies Ameaçadas do Rio Grande do Sul, onde se encontra classificada na categoria “criticamente em perigo” (FZB, 2020).

2.3.4 *Butia odorata*

Butia odorata é descrita como uma das espécies de palmeiras mais tolerantes ao frio (LORENZI et al., 2010), cuja ocorrência se dá no estado do Rio Grande do Sul no Brasil, e ao leste do Uruguai (ESLABÃO et al., 2016). Grande variabilidade foi identificada na espécie, que não se restringem às características de fruto, mas também à disposição e coloração das folhas e ráquias, número e disposição dos cachos, entre outras (MISTURA et al., 2015).

A espécie passou por diversas revisões taxonômicas desde sua primeira descrição em 1826 (à época: *Cocos capitata* Mart.). Em 1963 passou a se chamar *Butia capitata*, denominação que a partir de 2010 passou a ser empregada somente a uma espécie do Cerrado brasileiro, enquanto a espécie de ocorrência no Pampa passou a se chamar *Butia odorata* (SOARES, 2015).

Extensos palmares de *Butia odorata* podem ser encontrados em áreas próximas a grandes lagoas, ambientes de restinga, em solos arenosos no Brasil (BARBIERI et al., 2022) e também solos argilosos como gleissolos e planossolos no Uruguai (JAURENA; RIVAS, 2005). Os maiores butiazais de *B. odorata* se localizam no Uruguai, nos municípios de San Luís e Castillos, com área de aproximadamente 70 mil hectares, e densidade de até 500 palmeiras por hectare (RIVAS et al., 2023). Na Fazenda São Miguel no município de Tapes (RS) se situa um dos butiazais de *B. odorata* mais conservados e estudados do Brasil (TOZETTI et al., 2022), o qual se estende por 840 hectares, com estimativa de mais de 70 mil palmeiras adultas de butiá (COSTA et al., 2017). Outros remanescentes expressivos foram identificados

também em Viamão, na área de proteção ambiental Coxilha das Lombas, e no distrito de Butiatuva em Palmares do Sul (BARBIERI et al., 2016).

A espécie é fonte de renda para artesãos e pequenas agroindústrias de municípios do Rio Grande do Sul, como Santa Vitória do Palmar, Pelotas e São Lourenço do Sul (BARBIERI et al., 2015). Büttow et al. (2009) e Dabezies & Rivas (2020) levantaram informações etnobotânicas sobre *B. odorata* no Brasil e Uruguai, e além dos usos diversos (que chegaram a 45 diferentes usos, no Uruguai) identificaram a relevância da espécie para a formação da identidade cultural. Apesar de sua importância, *B. odorata* integra o Decreto Estadual 52.109/2014 (Rio Grande do Sul, 2014), sendo classificado como “em perigo” de extinção no Brasil. As principais ameaças às populações de *B. odorata* são a expansão das atividades agrícolas, das áreas urbanas, e o efeito do manejo pecuário inadequado que impossibilita a restauração dessas áreas (BARBIERI et al., 2016).

De todas as espécies de palmeiras do gênero, *B. odorata* é a com maior número de artigos científicos publicados, segundo o levantamento de Zanoni et al. (2023), constituindo 36% de todo o conhecimento do gênero *Butia* publicado em periódicos. Isso se deve aos esforços integrados de instituições como a Embrapa, a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (que foi descontinuada em 2020), a Universidade Federal de Pelotas, a Universidad de La República no Uruguai, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, entre outros (BARBIERI et al., 2015; TOZETTI et al., 2022).

Esse grande volume de pesquisas possibilitou que soluções fossem propostas para os cenários de ameaça enfrentados, dentre as quais destaca-se o manejo conservativo na produção pecuária. A produção pecuária extensiva é uma atividade tradicionalmente explorada no Bioma Pampa, que pode ser encontrada com frequência em ecossistemas de butiazal. Entretanto, o manejo inadequado pode acarretar em pisoteio e predação de mudas, afetando a regeneração dos butiazais. Dessa forma, as estratégias de manejo desenvolvidas (como períodos de exclusão de pastejo, pastejo rotacionado e redução da carga-animal), têm viabilizado o consórcio da produção pecuária com a restauração dos butiazais (SOSINSKI et al., 2019; RIVAS; BARBIERI, 2014).

2.4 Etnobotânica: uma via para a valorização da diversidade biocultural

O uso das espécies vegetais foi o alicerce para o desenvolvimento das sociedades humanas. As plantas representam recursos alimentares e farmacológicos, reserva de água potável, além de fornecer subsídio para produção de utilitários, abrigo e vestimentas (PANIGRAHI et al., 2021). Além disso, as plantas estão no cerne de diversos comportamentos sociais, práticas e simbolismos (JOLY et al., 2011; WINTER; McCLATCHEY, 2008).

As relações que estabelecemos com o meio, em especial com as espécies vegetais, influem em nossos sistemas de organização, de crença, e de manifestação cultural (TOLEDO, 1988; GOMES et al., 2014). A interação continuada com os recursos naturais propicia acúmulo de observação e compreensão do mundo natural, gerando conhecimentos valiosos (TOLEDO, 1988; GOMES et al., 2014).

Nesse sentido insere-se a Etnobotânica, uma ciência que investiga a relação das pessoas com as plantas. Essa disciplina permite o resgate das relações históricas, culturais e ecológicas, ajudando a entender a forma como esses vínculos foram moldados ao longo das gerações (ALBUQUERQUE et al., 2023). Essas informações ajudam a compreender como se estabelecem processos históricos-regionais, além de oportunizar o desenvolvimento de soluções diversas (farmacológicas, tecnológicas, entre outras) (GEYMONAT & ROCHA 2009).

Em especial, em cenários de ameaça, a etnobotânica permite entender a nossa interação com a biodiversidade, e as formas como afetamos e somos afetados por ela. A diversidade biológica está entremeada a tradições culturais (JOLY et al., 2011), de tal forma que a diversidade cultural pode favorecer a resiliência dos ecossistemas e a conservação das espécies (JOLY et al., 2011; WINTER; McCLATCHEY, 2008).

A investigação dos vínculos estabelecidos com as espécies ajuda a promover a conservação de uma perspectiva de valorização da história, da cultura e das tradições, através da documentação e identificação desses conhecimentos, que se encontram também ameaçados de desaparecimento (PANIGRAHI et al., 2021).

Além disso, oportuniza envolver as comunidades nos processos de manejo, tomada de decisão, e estruturação de planos para conservação (KUMAGAI, 2011).

Os conhecimentos etnobotânicos podem ser levantados através da realização de entrevistas, diário de campo, turnê guiada, observação participante, observação não-participante, grupos focais, entre outros (ALBUQUERQUE et al., 2010).

A realização de entrevistas é uma das formas mais utilizadas, e embora possa parecer um método simples, exige diversos cuidados para não comprometer a integridade das informações, bem como para garantir um ambiente acolhedor, respeitoso e aberto à expressão das individualidades. Os principais cuidados devem ser para a adequada formulação e aplicação das perguntas (para evitar vieses), a adequação da forma de comunicação acordo com o contexto, a redução de ruídos (como por exemplo, a presença de outra pessoa pode afetar as respostas do entrevistado), e principalmente a interpretação de resultados deve ser livre de interferência cultural (distorções dos dados causadas pela interpretação equivocada). O formato da entrevista pode ser estruturado, semi-estruturado, não-estruturado ou informal (ALBUQUERQUE et al., 2010).

A observação participante é uma ferramenta que permite uma análise de dentro da realidade observada através do contato direto do pesquisador com o fenômeno em estudo. Essa é uma técnica importante, que possibilita adquirir informações sobre a estrutura social, práticas cotidianas, situações e fenômenos que não podem ser obtidas através de perguntas. Uma das abordagens, se dá pela observação plena, que se caracteriza pela inserção do pesquisador nas dinâmicas observadas, ou pode se adotar a observação não-participante, que se caracteriza pelo distanciamento, onde se prioriza somente a observação (MINAYO et al., 2002; ALBUQUERQUE et al., 2010).

Para análise dos dados podem ser empregadas metodologias qualitativas e quantitativas. Para análise quantitativa, são calculados índices que estimam a importância relativa de plantas, o consenso dos informantes, valor de diversidade de usos (multiplicidade de usos), diversidade total de espécies, entre outros, dependendo da pergunta que se deseja responder (ALBUQUERQUE et al., 2010). A análise de conteúdo é a técnica mais utilizada para análise de dados qualitativos, a qual compreende um conjunto de técnicas, que através da ordenação dos dados,

classificação dos dados e análise final, permite a investigação dos significados das ações e relações humanas (MINAYO et al., 2002)

2.5 Análise de alimentos: ferramenta para promoção de frutos nativos

A análise de alimentos é uma área ampla, que inclui instrumentação e técnicas analíticas que permitem atestar a qualidade dos alimentos, entre as quais são avaliados índices físico-químicos, características sensoriais e aspectos nutricionais (GONÇALVES, 2012; CECCHI, 2012). A qualidade dos frutos resulta de inúmeros processos bioquímicos que geram perfis distintos de sabor, aroma, textura, aparência (tamanho, cor, formato, etc), além de propriedades nutricionais. Essas características apresentam grande variação em função da variabilidade genética e morfológica, e por sua vez, a expressão dessa variabilidade tem efeito sobre a aceitabilidade e os padrões de consumo e compra (BIANCHI et al., 2016).

O consumo de alimentos ultraprocessados, com alta densidade energética, ricos em gorduras (principalmente gorduras saturadas) e pobres em fibras e carboidratos refinados é uma tendência crescente (MARTINS et al., 2013). Esse padrão alimentar têm resultado em aumento da obesidade, e também no fenômeno conhecido como “fome oculta”, que diferentemente da desnutrição proteico-calórica, resulta da ingestão insuficiente de micronutrientes (MELLO et al., 2020; WEFFORT; LAMOUNIER, 2023). A alimentação desbalanceada, junto do sedentarismo característico do estilo de vida moderno, desencadeia um efeito ambiental significativo para o desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis, como *Diabetes mellitus*, doenças cardiovasculares, hipertensão, entre outras (WHO, 2003; BAILEY; STOVER, 2023).

Nesse sentido, investigar e divulgar o potencial nutricional dos alimentos frescos vem ao encontro da Política Nacional de Alimentos e Nutrição (GONÇALVES, 2012), pois permite desenvolver a autonomia da população (na escolha consciente do que compõe sua dieta), além de democratizar um conhecimento que têm implicações sobre o Sistema Nacional de Saúde (BRAZIL,

2014; BAILEY; STOVER, 2023). Além disso, ajuda a divulgar o potencial de frutas, verduras e hortaliças nativas, contribuindo para valorização da biodiversidade, e para promoção da saúde (CECCHI, 2012; BRACK et al., 2020).

2.5.1 Caracterização morfométrica

A caracterização morfométrica é uma ferramenta que auxilia na avaliação da qualidade dos frutos, e também pode fornecer informações importantes para a caracterização e diferenciação de espécies e detecção de variabilidade genética dentro de populações (ABUD et al., 2018; TREVISAN et al., 2006). O tamanho e formato de frutos são aspectos físicos que podem afetar a escolha dos consumidores (TREVISAN et al., 2006), e características como peso e diâmetro estão relacionadas ao rendimento de polpa (PINTO et al., 2003). Em frutos do tipo drupa, o rendimento vai depender da relação entre polpa (epicarpo e mesocarpo) e caroço (endocarpo) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Diferenças no tamanho, altura e peso do fruto podem ser observadas entre espécies de *Butia*, e também dentro de populações. Faixa de altura entre 15,65 mm e 31,25 mm e diâmetro de 18,20 mm e 41,35 mm foram obtidas em frutos de *B. odorata*. Para peso de fruto e rendimento de polpa, foram observadas faixas entre 5,7 g - 27,61 g, e 66% até 85,33% (BARILANI 2002; RIVAS; BARILANI, 2004; SCHWARTZ et al., 2010; PIZZANELLI; XAVIER, 2013; WAGNER et al., 2022). Em *B. eriospatha* e *B. catarinensis* foi observado diâmetro de fruto variando entre 20,9–26,86 mm e 16,3-19,8 mm, altura entre 18,4-28,4 mm e 17,70-21,4 mm, e peso de fruto entre 5,43 - 12,71 g e 2,46 - 4,11 g, respectivamente (ROCKETT et al., 2020).

2.5.2 Físico-química

Os parâmetros físico-químicos são um dos principais indicadores da qualidade dos alimentos. A quantificação do pH, acidez titulável, e sólidos solúveis totais são algumas das principais determinações empregadas para atestar o padrão de qualidade de produtos vegetais, como frutas e hortaliças (GONÇALVES, 2012).

Os sólidos solúveis totais são indicativos do grau de maturação e do sabor, e são determinados pelo índice de refração da amostra expresso em graus Brix (° brix). Apesar de indicarem todos os sólidos solúveis contidos na amostra, é comum associar o valor de ° brix à concentração de açúcar, porque os outros compostos têm contribuição muito pequena. A medida da refração é feita em aparelhos refratômetros, onde a amostra é alocada sobre um prisma, que determina o teor de sólidos solúveis a partir do limite da faixa clara (luz refratada) e escura (não refração ou reflexão total da luz) (ZAMBIAZI, 2010).

O pH corresponde a quantidade de íons hidrogênio dissociados na solução, e é um indicador da acidez natural dos alimentos, sendo um importante indicativo de atividade enzimática, estabilidade de componentes, estado de maturação de frutos, e conservação dos alimentos. A avaliação do pH se dá através de métodos colorimétricos ou eletrométricos. Nos métodos colorimétricos são utilizados indicadores, que alteram a coloração das soluções quando atingem concentrações específicas de íons hidrogênio. No método eletrométrico (ou potenciométrico) se utiliza um pHmetro onde, através da leitura efetuada pelo eletrodo, o pH é quantificado em uma escala entre 1 e 14 (ZAMBIAZI, 2010).

Na acidez total titulável se determina, através de métodos titulométricos, o teor de ácidos orgânicos presente numa amostra. Essa é uma estimativa relevante, que indica o estado de conservação dos alimentos, pois os ácidos orgânicos influenciam o sabor, odor, cor e estabilidade dos alimentos. A determinação se baseia na reação dos ácidos da amostra com soluções alcalinas, cujo ponto de viragem pode ser indicado através de alteração na coloração, ou com auxílio de pHmetro (ZAMBIAZI, 2010).

A vitamina C é um importante nutriente que é encontrado em abundância em *Butia*. Esse é um nutriente essencial que só é obtido via suplementação, responsável por fortalecer o sistema imune, atuar na síntese de colágeno e como antioxidante (MANELA-AZULAY et al., 2003). Em *B. odorata* métodos titulométricos têm sido empregados para quantificação da vitamina C, com faixa de variação entre 32 mg de ácido ascórbico em 100 g de fruto até 63,84 mg (PEREIRA et al., 2013; BESKOW et al., 2014; ZACCARI et al., 2021). Hoffmann et al. (2017) obteve concentração de ácido ascórbico de 20,2 mg em 100 g de frutos de *B. catarinensis* através de método titulométrico, e Denardin et al. (2015), empregando cromatografia líquida de alta eficiência, observou concentração de 9,35 mg em 100 g de peso fresco.

É possível encontrar ampla faixa de variação nos caracteres físico-químicos em *B. odorata*, com teor de sólidos solúveis totais variando de 8,10° Brix a 15,96° Brix, pH de 2,88 a 3,81 e acidez titulável entre 1,09 e 3,90 g de ácido cítrico em 100 mL de suco (NUNES et al., 2010; SCHWARTZ et al., 2010; PEREIRA et al., 2013; BESKOW et al., 2014; CROSA et al., 2014 apud ZACCARI 2010; HOFFMANN et al., 2017b; ZACCARI et al., 2021; WAGNER et al., 2022).

Em *B. catarinensis* foram observados valores de °Brix entre 12 e 13,7, pH de 3,18 à 4, e acidez titulável de 0,4 à 1,45 (HOFFMANN et al., 2017a; ROCKETT et al., 2020), e em *B. eriospatha* faixas de 6,42 à 12,8, pH de 2,75 à 3,07, e acidez titulável de 0,35 à 3,11 g de ácido cítrico em 100 mL de suco (DAL MAGRO et al., 2006; RIGO et al., 2010; ROCKETT et al., 2020). Em apenas um dos estudos de caracterização físico-química mencionados foi apontada a coleta de frutos de uma população em campo, onde avaliou-se frutos de um butiazal de *B. odorata* (ZACCARI et al., 2021). Em cinco estudos os frutos avaliados foram provenientes de Bancos Ativos de Germoplasma ou quintais, enquanto nos demais não houve detalhamento que permitisse identificar os butiazais como local de origem do material.

2.5.3 Composição centesimal química

A composição centesimal química expressa a proporção dos componentes prioritários dos alimentos em relação a 100 g do produto. Os componentes prioritários são divididos em macronutrientes, que se constituem da fração de água, lipídios, proteína e glicídios; e os micronutrientes correspondem ao conteúdo mineral (GONÇALVES, 2012).

O teor de umidade é um importante parâmetro que está relacionado a qualidade (textura, aparência e sabor), composição e estabilidade dos alimentos (afetando a deterioração química e biológica). A água em alimentos pode ser encontrada na forma livre ou ligada. Alimentos com alto teor de água livre se deterioram mais rápido, já que essa água fica disponível para ocorrência de reações bioquímicas, além de poder servir de substrato para o desenvolvimento de microrganismos (CECCHI, 2012; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

O método mais comum para determinação de umidade é através de secagem em estufas, e se baseia em aquecimento que leva a evaporação da água. O ar quente é absorvido por uma camada fina do alimento, demorando a chegar às partes mais internas devido a sua baixa condutividade térmica. Estima-se uma faixa de umidade entre 65 até 95% em frutas (CECCHI, 2012; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

A quantidade de cinzas é representativa do conteúdo mineral nos alimentos. É obtida através do emprego de altas temperaturas, já que a volatilização dos resíduos inorgânicos se dá a temperaturas muito superiores às da matéria orgânica. As cinzas são normalmente constituídas de grandes quantidades de Mg, Ca, K e Na, mas em frutas também podem ser encontradas altas concentrações de Mn e Co. A faixa de variação apontada por Cecchi (2012) no conteúdo de cinzas em frutas frescas é de 0,3% até 2,1%.

O método de quantificação de cinzas totais é feito por método gravimétrico, com incineração em mufla, onde as temperaturas variam entre 252 até 600° C, dependendo do material. O tempo também depende do tipo do material, e o

processo é finalizado quando se obtém um material completamente branco ou cinza, com peso constante (CECCHI, 2012).

As proteínas em alimentos têm função nutricional, propriedades organolépticas, e relacionadas à textura (CECCHI, 2012). Para os humanos, o consumo de alimentos ricos em proteínas é vital para o adequado funcionamento do organismo, já que muitos dos aminoácidos que compõem as proteínas não são sintetizados pelo organismo, e são responsáveis por processos biológicos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Entre as metodologias de quantificação de proteínas, o método colorimétrico de Lowry foi uma das primeiras técnicas desenvolvidas, cujo fundamento se baseia na interação das proteínas com o reagente fenol e cobre, quando submetido à condição alcalina. A reação se dá através da oxidação de aminoácidos aromáticos pelo reagente fosfotúngstico-fosfomolibdico, sendo catalisada pelo cobre, que leva a formação de coloração azulada, cuja absorbância é lida em espectrofotômetro, e comparada com a curva padrão para indicar a concentração de proteínas (CECCHI, 2012).

O teor de fibra bruta em alimentos não tem valor nutricional, já que é principalmente constituída de polissacarídeos com baixa digestibilidade, como celulose, hemicelulose e lignina, que compõem a parede celular dos vegetais. As fibras brutas, entretanto, têm papel importante na regulação intestinal, e nos movimentos peristálticos (CECCHI, 2012), e para animais ruminantes as fibras estão associadas a saúde do rúmen (MACEDO JUNIOR et al., 2007).

O método de quantificação de fibra bruta é o método mais antigo desenvolvido, e se baseia em uma prévia extração dos lipídios, que antecede a digestão básica e ácida da amostra. Após o processo, é realizada a queima em forno do tipo mufla (entre 500 a 600° C), e feita a pesagem, onde o valor perdido na incineração é calculado como fibra bruta. Diversas alterações foram feitas desde o desenvolvimento do método (que data de 1864), que incluem a utilização de aparelhos digestores e filtros especiais, que possibilitaram o aperfeiçoamento da metodologia (CECCHI, 2012).

Os lipídios, popularmente conhecidos como gorduras, são os componentes insolúveis em água mais abundantes nos alimentos (SOARES et al., 2012). Esses

ésteres de ácido graxo são geralmente solúveis em solventes orgânicos e podem ser classificados como simples, compostos ou derivados (CECCHI, 2012; GONÇALVES, 2012). A composição lipídica agrega qualidade sensorial aos alimentos, valor energético à dieta, além de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (SOARES et al., 2012). O alto valor lipídico, entretanto, representa maior perecibilidade dos alimentos, devido à ocorrência de rancidez hidrolítica e oxidativa (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; SOARES et al., 2012).

Existem diferentes métodos de quantificação de lipídios em alimentos, mas usualmente se emprega o arraste com solventes orgânicos, como éter de petróleo e éter etílico, para realizar a extração. As metodologias basicamente se fundamentam na extração da gordura utilizando solventes, evaporação do solvente, e, por fim, pesagem. Existem sistemas de extração que empregam calor, hidrólise ácida, hidrólise alcalina, e também extração a frio (CECCHI, 2012). O método de extração desenvolvido pela Ankom Technology Inc (ANKOM, 2009a), é uma metodologia oficial, que consiste na utilização de bolsas-filtro contendo as amostras liofilizadas, que são inseridas no aparelho extrator onde ocorre a extração com solventes extratores a temperaturas entre 90 e 100° C (CAMPOS et al., 2016).

Em *B. odorata* foi observado percentual de umidade variando de 77,80 até 88,7, cinzas de 0,1% até 0,85%, proteínas de 0,1% à 5,79%, fibra bruta de 0,81% até 2,34%, e lipídios de 0,25% até 2,47% (PEREIRA et al., 2013; HOFFMANN et al., 2017a; ZACCARI et al., 2021; WAGNER et al., 2022). Em *B. eriospatha* e *B. catarinensis* foi observada faixa de umidade entre 85,52% – 89,29% e 80,96% – 84,51%, respectivamente. Faixa de variação entre 3,73% e 5,41% foi observada no teor de cinzas de *B. eriospatha*, entre 4,68% a 6,12% para proteínas, e de 1,07% até 1,75% para o teor de lipídios. Em *B. catarinensis* a variação encontrada para cinzas foi 3,29% até 4,24%, proteínas de 4,68% à 6,12%, e lipídios de 1,07 % à 1,75% (ROCKETT et al., 2020).

2.5.4 Colorimetria

A cor é entendida como a propriedade que corpos têm de refletir e absorver luz, cujos atributos principais são a saturação, a luminosidade e a tonalidade. A percepção da cor humana decorre da capacidade de distinguir a radiação eletromagnética na faixa entre 400 até 750 nm (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Nos alimentos, a cor representa um importante parâmetro de qualidade, que tem implicações sobre a aceitabilidade e a preferência de compra (PATHARE et al., 2013).

A colorimetria é uma área que tenta mensurar/descrever as percepções humanas da cor, através de modelos matemáticos. Métodos quantitativos são mais visados, por permitirem maior replicabilidade, entre os quais se destacam o emprego de colorímetros e espectrofotômetros. Dentre os quais, o colorímetro atua de forma análoga ao sistema de percepção humano, separando os componentes da luz. Existem diferentes espaços de cor, que se baseiam na premissa de que a cor pode ser percebida a partir de três elementos: saturação, a tonalidade, e luminosidade (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

O sistema CIE $L^*a^*b^*$ é o mais similar à percepção humana. Nesse sistema, são definidos três eixos: L^* corresponde a luminosidade, variando do preto ($L^*=0$) ao branco ($L^*=100$), o a^* representa a variação do verde (-) ao vermelho (+), do azul (-) ao amarelo (+). A partir desses parâmetros pode-se obter o croma (C^*), que representa a saturação da cor (ou intensidade da cor) e o ângulo de cor/ângulo hue (h°), que é um atributo qualitativo da cor, onde ângulo 0° representa a cor vermelha, 90° o amarelo, 180° o verde, e 270° o azul (McGUIRE, 1992; FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

A variação observada em *B. odorata* nos parâmetros de coloração foi de 4,61 até 33,07 para o parâmetro a^* , de 32,28 até 73,49 para o parâmetro b^* , de 36,9 até 74,10 para luminosidade (L^*), de $6,52^\circ$ até $84,74^\circ$ para o ângulo de cor (hue), e para intensidade de coloração (C^*) de 41,2 até 73,32. O único registro de parâmetro colorimétrico em *B. catarinensis* foi encontrado em trabalho de Hoffmann et al. (2017b), que obteve ângulo hue de $66,9^\circ$ na espécie. Por sua vez, para *B.*

eriospatha não há registros de análises de cor com uso de colorímetros. Dentre os estudos mencionados, apenas no estudo de Zaccari et al. (2021) foi possível distinguir que a coleta do material foi realizada em uma população de campo, ou seja, em um butiazal denso e nativo .

2.5.5 Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos são um grupo de fitoquímicos do metabolismo secundário, altamente diverso (SHAHIDI; NACZK, 2004). Esses compostos são chamados de “secundários” porque acreditava-se que não desempenham funções consideradas essenciais para o crescimento e reprodução das plantas. Atualmente, entretanto, reconhece-se que esses compostos atuam como reguladores fisiológicos, interferindo na biossíntese e transporte da auxina, afetando o crescimento das plantas (BHUYAN; BASU, 2017; SHAHIDI; YEO, 2016).

Os compostos fenólicos também são responsáveis por conferir vantagens adaptativas nas plantas (OOTANI et al., 2013). Podem conferir proteção contra radiação UV, inibir o ataque de predadores, atrair polinizadores, além de atuar como fatores de sinalização celular (JUSUF et al., 2022). São produzidos pelo retículo endoplasmático, e transferidos para outras áreas de célula vegetal por meio de uma proteína transportadora, ou através da vesícula citoplasmática. Na célula vegetal os compostos fenólicos ficam armazenados, em sua maior parte, nos vacúolos, ou podem ficar ligados à macromoléculas na parede celular (SHAHIDI; YEO, 2016).

Os compostos fenólicos solúveis em água são normalmente armazenados nos vacúolos, enquanto que os lipofílicos são geralmente armazenados em tricomas, ductos de resina, pêlos glandulares, entre outros. Na parede celular os fenólicos ficam ligados à macromoléculas, como pectina, celulose e hemicelulose, através de ligações éter, estér, ligações carbono-carbono e ligações covalentes (SHAHIDI; YEO, 2016).

A constituição básica dos compostos fenólicos inclui ao menos um anel aromático e um grupamento hidroxila em substituição a um hidrogênio. Entretanto,

esse grupo de metabólitos secundários apresenta grande variação estrutural, se diferenciando em função do arranjo e número de seus anéis aromáticos, assim como substituição de seus grupos funcionais, como hidroxila, hidróxido e carbonila, cujas diferenças se refletem em sua atividade biológica (SHAHIDI; YEO, 2016).

Abundantes em frutas e vegetais, os compostos fenólicos são responsáveis por conferir muito do sabor, adstringência, pigmentação e odor dos alimentos (KING; YOUNG, 1999; ANGELA; JORGE, 2007). Entre as classes mais comuns que ocorrem em fontes naturais, pode-se citar os flavonoides (que subdividem em flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonóides, flavanas, antocianinas, antocianidinas), os ácidos fenólicos (ácido ferúlico, ácido cumárico, ácido salicílico, ácido clorogênico, etc) e os taninos (KING; YOUNG, 1999; BHUYAN; BASU, 2017).

Os compostos fenólicos têm sido investigados em alimentos, devido ao reconhecimento de sua expressiva atividade biológica, que inclui potencial antioxidante, anti-inflamatório, antibacteriano, anti-hiperglicemiante, antiaterogênico, anti-carcinogênico, entre outros (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2001). Uma das formas mais comuns de quantificar compostos fenólicos é através do método colorimétrico Folin-Ciocalteu, o qual se baseia na redução dos ácidos tungstênio e molibdênio mediada pelos compostos fenólicos da amostra, levando a mudança de coloração do amarelo para o azul, após o qual é feita leitura da absorbância em espectrofotômetro (KHOODDAMI et al., 2013).

Outras abordagens muito utilizadas são a identificação e quantificação individual de compostos fenólicos, através de métodos cromatográficos. A cromatografia é uma técnica que possibilita a separação dos componentes de uma amostra, que eluem (se distribuem) ao longo da fase estacionária sob atuação da fase móvel. A diferença de migração ao longo da fase estacionária vai depender da sua afinidade química com os componentes da fase estacionária e móvel. Existem diversos fatores que diferenciam os métodos cromatográficos, como a natureza das fases móveis e estacionárias, o tipo de detecção, entre outros (CECCHI, 2012). A cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de fotodiodos (DAD), é um sistema que permite identificar e quantificar vários analitos em uma mesma análise, e se baseia na capacidade dos diodos de detectar a absorção da luz em

diferentes comprimentos de onda, que são causados pelos diferentes componentes da amostra (CECCHI, 2012; SOUTO et al., 2021).

A concentração de compostos fenólicos totais em *B. odorata* pode ser encontrada expressa em mg equivalentes de ácido clorogênico em 100 g de amostra, com faixa entre 304,34 mg e 906,06 mg (PEREIRA et al., 2013; VINHOLES et al., 2017; WAGNER et al., 2022), ou mg equivalentes de ácido gálico em 100 g de amostra: apresentando faixa entre 171,1 mg e 390 mg GAE/100 g (BESKOW et al., 2014; HOFFMANN et al., 2017b). A caracterização individual dos compostos fenólicos de *B. odorata* através de métodos cromatográficos já foi realizada por Beskow et al., (2014), Hoffmann et al. (2017b; 2018), Ma et al. (2019), Boeing et al. (2020), e Rodrigues et al. (2022).

Em *B. catarinensis* a caracterização de compostos fenólicos através de cromatografia já foi realizada por Hoffmann et al. (2017b), Rockett et al. (2020) e Rodrigues et al. (2022), e em *B. eriospatha* por Denardin et al. (2015) e Rockett et al. (2020). A quantificação de compostos fenólicos totais em *B. catarinensis* foi realizada através de método espectrofotométrico por Hoffmann et al. (2017b), que obtiveram 160,8 mg GAE/100 g, e por Denardin et al. (2015) em *B. catarinensis* que reportaram concentração de 359,5 mg GAE/100 g.

Os carotenoides, classe de compostos responsáveis por conferir coloração amarela, laranja ou vermelha em organismos vegetais (MESQUITA et al., 2017), são expressivos em frutos de *Butia* (HOFFMANN et al., 2017a). A quantificação de carotenoides totais foi realizada em *B. odorata* por Hoffmann et al. (2017b) e Wagner et al. (2022), e a caracterização através de cromatografia líquida de alta eficiência já foi feita por Pereira et al. (2013), Beskow et al., (2014) e Zaccari et al. (2021). Quantificação de carotenoides em *B. eriospatha* e *B. catarinensis* foi realizada por Denardin et al. (2015) e Hoffmann et al. (2017b), e a caracterização de carotenoides através de métodos cromatográficos não foi encontrada para essas espécies.

2.5.5.1 Bioatividade dos compostos fenólicos: atividade antioxidante

A atividade antioxidante é definida como a capacidade que certas substâncias têm de capturar, inibir ou retardar a formação de radicais livres (BHUYAN; BASU, 2017). Os radicais livres, subprodutos gerados no metabolismo celular aeróbio, desempenham funções vitais nos organismos. Participam de processos inflamatórios, comunicação neuronal, e até da ação dilatadora de vasos sanguíneos (DJORDJEVIC, 2004). Diferentes espécies de radicais livres ocorrem, como radicais de carbono, enxofre, nitrogênio e oxigênio (SIES et al., 2022).

Embora importantes para o metabolismo, os radicais livres são classificados como altamente reativos. Isso se deve a presença de elétrons desemparelhados nos orbitais mais energéticos, que podem causar ações deletérias (DJORJEVIC, 2004), sendo os radicais de oxigênio considerados os mais abundantes e reativos (SIES et al., 2022). Quando em excesso, os radicais livres podem causar inativação enzimática, quebra proteolítica, e estresse oxidativo, que pode ser atestado através da formação de produtos tóxicos que se ligam às bases nitrogenadas e açúcares que compõem o DNA (DJORJEVIC, 2004).

Existem mecanismos do metabolismo para combater as espécies reativas, como a ação das enzimas catalase, glutathione peroxidase e superóxido dismutase, entretanto, sob condições estressoras pode ocorrer um desbalanço oxidativo no organismo. A exposição a poluentes, excesso de radiação solar, alimentação inadequada, sedentarismo, exposição a toxinas, são alguns dos fatores que levam ao aumento da produção de radicais livres (DJORDJEVIC, 2004). A longo prazo o estresse oxidativo pode culminar no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como a diabetes, doenças cardiovasculares, doenças neurológicas, entre outras (BHUYAN; BASU, 2017; RICE-EVANS et al., 1996; DJORDJEVIC, 2004).

Além dos sistemas antioxidantes endógenos, tal atividade pode ser obtida através dos componentes da dieta. Os antioxidantes exógenos podem provir de fontes naturais, como a vitamina C e compostos fenólicos, ou podem ser sintetizados, como o BHT (butilhidroxitolueno), BHA (butilhidroxianisol) e TBHQ (terc-butil-hidroxinona) (BALASUNDRAM et al., 2006).

Os antioxidantes são classificados como primários ou secundários, dependendo de sua forma de atuação. Antioxidantes primários são aqueles que conseguem inibir ou reduzir o processo oxidativo, através da doação de elétrons ou átomos de hidrogênio, tornando-os radicais livres estáveis. Os antioxidantes secundários atuam de formas diversas, como através da ligação de íons metálicos, eliminação de oxigênio, absorção da radiação ultravioleta, conversão de hidroxiperóxidos em espécies não radicais, por exemplo (MAISUTHIASAKUL et al., 2007).

Existem evidências de que a combinação de diferentes mecanismos antioxidantes resultam em efeitos aditivos e sinérgicos, de forma que o consumo de frutas e hortaliças apresenta atividade biológica mais expressiva que a obtida por meio de suplementos alimentares. Adicionalmente, efeito nocivo pró-oxidante foi associado ao consumo de suplementos antioxidantes, quando se utiliza apenas uma fonte antioxidante em dose excessiva (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015).

Atividade antioxidante em *B. odorata* foi constatada a partir de diferentes mecanismos, como a inibição de radicais naturalmente gerados no organismo, como hidroxila, superóxido, óxido nítrico (VINHOLES et al., 2017), peróxido (BOEING et al., 2020) e captura de radicais sintéticos como o ABTS: 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (PEREIRA et al., 2013; VINHOLES et al., 2017;2018) e DPPH: hidrato 2,2-difenil-2-picrilhidrazil), o método mais empregado para quantificar capacidade antioxidante na espécie (PEREIRA et al., 2013; VINHOLES et al., 2017;2018; BOEING et al., 2020; ZACCARI et al., 2021; WAGNER et al., 2022).

Em *B. eriospatha* foi observada atividade antioxidante através da capacidade de redução de íon férrico (FRAP), DPPH, (DENARDIN et al., 2015), ABTS, hidroxila, peróxido de hidrogênio (ROCKETT et al., 2020; TAMBARA et al., 2020) e radical peroxila (TRAP) (DENARDIN et al., 2015; ROCKETT et al., 2020). Em *B. catarinensis* há registro de atividade antioxidante contra o radical DPPH (HOFFMANN et al., 2017), hidroxila, peróxido de hidrogênio, peroxila (ROCKETT et al., 2020), e ABTS (HOFFMANN et al., 2017; ROCKETT et al., 2020).

2.5.5.2 Bioatividade dos compostos fenólicos: atividade anti-hiperglicêmica

Os compostos fenólicos têm sido reconhecidos pela capacidade de retardar a quebra e absorção dos carboidratos, ajudando a controlar as taxas de açúcar no sangue. Isso é de interesse em desordens metabólicas, como as que ocorrem na *Diabetes mellitus* tipo 2. *Diabetes mellitus* é uma das doenças crônicas não-transmissíveis que apresentam maior mortalidade no mundo, sendo apontada como a terceira principal causa de morte precoce (SBD, 2019). No Brasil essa doença afeta cerca de 10,2% da população, com maior prevalência em mulheres e na população de menor escolaridade (VIGITEL, 2023).

Esse distúrbio metabólico é caracterizado pela produção insuficiente ou utilização ineficiente da insulina, que é o hormônio produzido pelo pâncreas, responsável por controlar os níveis de açúcar no sangue, levando a condição de hiperglicemia (DESHPANDE et al., 2008). Condições associadas também podem ocorrer, como alterações da pressão arterial, excesso de glucagon, aumento da lipólise, glicação de proteínas, entre outros (SBD, 2019). O diabetes não controlado pode afetar o organismo de diversas formas, incluindo lesões microvasculares (neuropatia, retinopatia, nefropatia) e também lesões macrovasculares (doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral, etc) (DESHPANDE et al., 2008).

O diabetes pode ser classificado em Tipo 1 ou Tipo 2. Na diabetes Tipo 1 há ausência da produção de insulina, e essa condição resulta da destruição das células-beta no pâncreas. Os fatores de risco do Diabetes tipo 1 são genéticos, ambientais e autoimunes, e estima-se que corresponda de 5% a 10% de todos os casos (DESHPANDE et al., 2008). O Diabetes do tipo 2 ocorre quando há aumento da resistência à insulina, e o corpo não consegue produzir suficiente para superar essa resistência. Sendo responsável por cerca de 90% – 95% dos casos, os fatores de risco para o desenvolvimento do Diabetes Tipo 2 estão relacionado ao estilo de vida sedentário, obesidade, má nutrição, tabagismo, consumo de álcool, entre outros (DESHPANDE et al., 2008).

O diabetes Tipo 2 é caracterizado por ocorrência de hiperglicemia pós-prandial, ou seja, picos glicêmicos após as refeições. Uma das formas de tratamento adotados para esse tipo de diabetes é a inibição parcial das enzimas α -glicosidase e α -amilase, enzimas responsáveis pela quebra e absorção dos carboidratos.

O metabolismo de carboidratos inicia na boca com ação da α -amilase salivar, que começa a quebra do amido. No intestino a enzima α -amilase pancreática termina a conversão dos polissacarídeos em dissacarídeos. Por fim, no intestino a α -amilase hidrolisa os dissacarídeos em monossacarídeos, como a glicose, que são, por fim, absorvidos e enviados à corrente sanguínea. A inibição dessas enzimas promove desaceleração no processo de absorção dos carboidratos no intestino delgado, de forma a reduzir a hiperglicemia pós-prandial (RADÜNZ et al., 2020).

Diferentes classes de compostos fenólicos estão associadas a mecanismos anti-hiperglicêmicos. Uma das formas de atuação é a inibição da enzima glicose-6-fostase, responsável pela etapa final da glicogenólise e da gliconeogênese. Também foi identificada inibição do transportador da glicose-6-fosfato, bem como a redução do transporte de glicose mediado pelo gradiente de sódio, resultando em desaceleração da absorção de glicose no intestino (AHANGARPOUR et al., 2019).

Capacidade anti-hiperglicêmica foi atestada por Vinholes et al. (2017; 2018) em *Butia odorata*, que observou diferenças na atividade de inibição das enzimas α -amilase e α -glicosidase nas amostras avaliadas. Essa propriedade foi investigada apenas nesses dois estudos, e em uma espécie de butiá. Dessa forma, esse é um potencial pouco explorado no gênero *Butia*.

2.5.5.3 Metabolismo de compostos fenólicos no trato digestivo humano

Como os demais constituintes da dieta, os compostos fenólicos se encontram nos alimentos sob formas complexas, e precisam ser transformados em moléculas simples para serem absorvidos e utilizados pelas células (VELDERRAIN-RODRÍGUEZ et al., 2014). Os compostos fenólicos são liberados das matrizes alimentares por meio de reações mediadas por enzimas e alterações nas condições de pH, que acontecem ao longo do trato gastrointestinal (SHAHIDI; YEO, 2016). Para que as funções biológicas sejam desempenhadas os compostos fenólicos precisam não só ser liberados da matriz alimentar, mas também efetivamente absorvidos e transportados para a corrente sanguínea (WOJTUNIK-KULESZA et al.,

2020). Daí emergem dois conceitos, o conceito de “bioacessibilidade” e “biodisponibilidade”. A bioacessibilidade se refere a quantidade de um composto que se torna disponível para absorção após a digestão gastrointestinal, isso é, que foi liberado da matriz alimentar e está pronto para assimilação e absorção no epitélio intestinal, e também no metabolismo intestinal e hepático. Por sua vez, a biodisponibilidade se refere a fração que consegue chegar ao sistema circulatório e que apresenta eficiência nutricional (WOJTUNIK-KULESZA, et al., 2020).

O processo digestivo inicia na boca onde, sob ação da enzima amilase, os carboidratos são quebrados em unidades menores, de oligossacarídeos e monossacarídeos. No estômago a digestão ocorre sob atuação do ácido gástrico, que é composto de ácido clorídrico, pepsinogênio, lipase, muco e água. A pepsina é uma enzima digestiva, ativada através do ácido clorídrico, responsável pela quebra das ligações peptídicas de proteínas e aminoácidos (WOJTUNIK-KULESZA, et al., 2020).

No intestino delgado as enzimas pancreáticas (amilases, lipases, proteases e nucleases) atuam na digestão de carboidratos, gorduras e proteínas, enquanto os sais biliares promovem a emulsificação das gorduras, isto é, aumentam a área de superfície favorecendo a quebra dessas moléculas (HUR et al., 2011). Os fenólicos livres são absorvidos pelo intestino delgado, onde ocorre conjugação com outros compostos, e então são transportados pela corrente sanguínea. Entretanto, a maioria dos compostos fenólicos não é absorvida no intestino delgado (SAURA-CALIXTO et al., 2007).

Estima-se que cerca de 90% dos compostos fenólicos movem-se diretamente para o intestino grosso, onde ocorre a ruptura da parede celular e hidrólise das ligações covalentes, levando a liberação dos fenólicos ligados. Essa ação é mediada por enzimas secretadas pelos microrganismos, como proteases, carboidrases, entre outros (SHAHIDI; YEO, 2016; SAURA-CALIXTO et al., 2007).

Após o metabolismo microbiano no cólon, os compostos fenólicos podem seguir duas direções: ser absorvidos integralmente pelo epitélio do intestino e transportados para a corrente sanguínea, ou quebra em metabólitos (SAURA-CALIXTO et al., 2007). A biodisponibilidade dos polifenóis vai depender de fatores como solubilidade, peso molecular, estrutura química, além de interação com outros

compostos alimentares, de forma que, diferenças nos padrões de absorção são esperadas em vista da alta variabilidade estrutural e química desse grupo de compostos (BHUYAN; BASU, 2017).

O efeito da digestão *in vitro* sobre a bioatividade em *Butia* foi analisada apenas por Vinholes et al. (2018), em duas amostras de *Butia odorata*. No estudo mencionado foi avaliado o perfil fenólico dos extratos não-digeridos, e também o efeito da digestão *in vitro* sobre a performance anti-hiperglicêmica e antioxidante. Nesse ensaio, entretanto, não foi especificado se as amostras provinham de uma população de campo, e também não foi investigado o perfil e estabilidade dos compostos fenólicos.

3 CAPÍTULO 1 - Explorando o potencial alimentar em butiazais: caracterização de *Butia odorata*, *Butia eriospatha* e *Butia odorata* com abordagens multivariadas

3 CAPÍTULO 1

Explorando o potencial alimentar em butiazais: caracterização de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha* e *Butia odorata* com abordagens multivariadas

3.1 Introdução

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2009), recursos fitogenéticos são materiais genéticos que contêm unidades funcionais de hereditariedade, cujo valor reside no potencial de promover a qualidade de vida para as gerações atuais ou futuras. Esses recursos estão associados à resiliência dos ecossistemas, onde maior biodiversidade representa maior capacidade de reestabelecimento dos serviços ambientais após a ocorrência de distúrbios (FOLKE et al. 2004). Dos recursos genéticos são extraídos insumos para os mais diversos setores, como comércio, saúde, energia e moradia (HUNTER et al., 2019), havendo também dimensões socioculturais atreladas à diversidade biológica (JOLY et al., 2011).

Apesar da importância para a manutenção da diversidade biológica, e contribuição para o bem-estar humano, esses recursos encontram-se ameaçados pelas pressões antrópicas. Fatores associados à mudanças no uso da terra resultam na fragilização dos ecossistemas, culminando em risco de extinção de diversas espécies com potencial negligenciado ou ainda desconhecido (DÍAZ et al., 2019).

A supressão da vegetação nativa leva a implicações diversas sobre a produção de alimentos, em especial porque a degradação dos ecossistemas acelera as mudanças climáticas, e a agricultura é altamente sensível às alterações ambientais (DUTRA; FEARNSSIDE, 2022). Em vista do crescimento populacional, do aumento do consumo de alimentos, e das projeções climáticas desafiadoras (LI; SIDDIQUE, 2020), têm crescido o interesse em recursos genéticos vegetais com potencial alimentar. Esse interesse é despertado devido a maior resiliência

apresentada pelas plantas nativas, que apresentam adaptação local, e portanto melhor resposta aos estressores ambientais em suas áreas de ocorrência (SHELEF; WEISBERG; PROVENZA, 2017; SHELEF et al., 2017; FAO, 2018). Além do aumento da resiliência agrícola, essas plantas nativas podem emergir como alternativa para geração de renda alternativa, enriquecimento da alimentação, e fortalecimento de cadeias curtas de comercialização (XI; SIDDIQUE, 2020).

Dentre a diversidade de frutíferas de ocorrência no Brasil, um gênero de destaque é o gênero *Butia*. O país abriga 21 das 24 espécies descritas no gênero (SANT'ANNA-SANTOS 2023; SANT'ANNA-SANTOS 2021; DEBLE et al., 2017; DEBLE et al., 2012; FLORA DO BRASIL 2020). Essas palmeiras produzem frutos, popularmente conhecidos como “butiás”, que são apreciados para consumo in natura e incorporação em receitas diversas (DUTRA et al., 2021). As espécies *Butia eriospatha* (popularmente chamada de “butiá-da-serra”), *Butia catarinensis* (“butiá-da-praia”) e *Butia odorata*, são algumas das espécies que podem ser encontradas formando extensos butiazais no Sul do Brasil (RIBEIRO et al., 2019; WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023; SOSINSKI et al., 2019).

Butia eriospatha ocorre nos planaltos do Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (RIBEIRO et al., 2019). *Butia catarinensis* pode ser encontrado nas regiões litorâneas de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023). Por sua vez, *B. odorata* ocorre ao leste do Uruguai e Sul do Brasil, exclusivamente no estado do Rio Grande do Sul (ESLABÃO et al., 2016).

No Brasil todas essas espécies são subutilizadas, e enfrentam ameaça de extinção devido atividade humana, que têm reduzido e fragmentado as populações de *Butia* (SOSINSKI et al., 2019; NAZARENO; REIS, 2014; WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023). Na Lista da “International Union for Conservation of Nature” (IUCN 2023) que estabelece os graus de ameaça em que as espécies se encontram, *Butia eriospatha* é classificada como uma espécie vulnerável (IUCN 2023). *Butia catarinensis* é classificada como “criticamente ameaçada” nas listas oficiais de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CONSEMA, 2014; ESLABÃO et al., 2016), enquanto *B. odorata* se encontra “ameaçada” no Rio Grande do Sul (ESLABÃO et al., 2016).

Existem pesquisas abordando as propriedades de qualidade de fruto de *B. catarinensis* (HOFFMANN et al., 2017; ROCKETT et al., 2020), *B. eriospatha* (DENARDIN et al., 2015; HOFFMANN et al., 2017; ROCKETT et al., 2020; TAMBARA et al., 2020) e *B. odorata* (NUNES et al., 2010; SCHWARTZ et al., 2010; PEREIRA et al., 2013; BESKOW et al., 2014; VINHOLES et al., 2017; HOFFMANN et al., 2017; MA et al., 2019; BOEING et al., 2020; ZACCARI et al., 2021; RODRIGUES et al., 2022; WAGNER et al., 2022), entretanto, na maioria dos estudos conduzidos no Brasil são investigadas plantas de bancos ativos de germoplasma ou indivíduos isolados na paisagem.

Há escassez de informação sobre o potencial alimentar existente em butiazais, em especial quando se consideram as diferentes espécies de *Butia*. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química, morfométrica, químico-centesimal, bioativa e colorimétrica de frutos de *Butia odorata*, *Butia eriospatha* e *Butia catarinensis* coletados em butiazais do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Coleta das amostras

Em abril de 2022 cinco butiazais foram acessados, onde três cachos de butiá foram coletados de diferentes plantas, totalizando quinze cachos (Tabela 1). Os cachos foram colhidos antes do ponto de maturação dos frutos, no estágio de maturação definido como “verde-amarelo” com os frutos apresentando ainda entre 25 e 75% de coloração esverdeada (AMARANTE; MEGUER, 2008). Os cachos foram mantidos em uma sala climatizada (18° C) e ao atingir o ponto de maturação (ponto de abscisão dos frutos) os frutos foram retirados das ráquias e avaliados.

Tabela 1 – Identificação dos locais de coleta de genótipos de butiá avaliados em estudo do potencial alimentar de frutos, junto do número de depósito do voucher em herbário

Local de coleta	Espécie	ID ¹	CG ² (GPS)	Elevação (m)	NV ³
Rio das Antas (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	RDA1	26°58'10"S; 51°01'27"W	1188	ECT8919
Rio das Antas (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	RDA2	26°58'11"S; 51°01'18"W	1187	ECT9820
Rio das Antas (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	RDA3	26°58'09"S; 51°01'2"W	1188	ECT9821
Ponte Alta do Norte (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	PAN1	27°06'47"S; 50°20'41"W	1013	ECT9822
Ponte Alta do Norte (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	PAN2	27°11'36"S; 50°30'04"W	855	ECT9823
Ponte Alta do Norte (SC)	<i>Butia eriospatha</i>	PAN3	27°11'36"S; 50°33'38"W	870	ECT9824
Imbituba (SC)	<i>Butia catarinensis</i>	IMB1	28°12'04"S; 48°40'44"W	159	CTBS7539
Imbituba (SC)	<i>Butia catarinensis</i>	IMB2	28°12'05"S; 48°49'44"W	168	CTBS7540
Imbituba (SC)	<i>Butia catarinensis</i>	IMB3	28°12'06"S; 48°40'46"W	163	CTBS7541
Torres (RS)	<i>Butia catarinensis</i>	TOR1	29°18'52"S; 49°45'27"W	148	CTBS7532
Torres (RS)	<i>Butia catarinensis</i>	TOR2	29°18'50"S; 49°45'38"W	162	CTBS7533
Torres (RS)	<i>Butia catarinensis</i>	TOR3	29°18'51"S; 49°45'36"W	160	CTBS7534
Encruzilhada do Sul (RS)	<i>Butia odorata</i>	EDS1	30°30'53"S; 52°32'21"W	384	ECT9825
Encruzilhada do Sul (RS)	<i>Butia odorata</i>	EDS2	30°30'57"S; 52°31'21"W	383	ECT9826
Encruzilhada do Sul (RS)	<i>Butia odorata</i>	EDS3	30°30'58"S; 52°32'24"W	387	ECT9827

¹ Sigla de identificação das amostras. ² Coordenada geográfica. ³ Número do voucher depositado em herbário.

As populações abordadas no estudo pertencem a diferentes municípios e regiões, das quais duas populações são da espécie *Butia eriospatha*, duas de *Butia catarinensis* e uma de *Butia odorata*. Foram produzidas exsiccatas de todas as plantas abordadas no estudo, e os depósitos foram distribuídos nos herbários da Embrapa Clima Temperado (ECT) e da Universidade Federal de Santa Catarina/Campus de Curitibanos.

Os locais de coleta de *Butia eriospatha* pertencem a propriedades privadas dos municípios de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte, ambos em Santa Catarina. As amostras de *Butia odorata* foram coletadas em uma propriedade privada localizada no município de Encruzilhada do Sul/RS. *Butia catarinensis* foi coletado em uma propriedade privada no município de Torres (RS), e em uma área de proteção ambiental chamada de Areais da Ribanceira no município de Imbituba (SC).

O material foi levado para o Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS) onde foram realizadas avaliações morfométricas, físico-químicas, centesimais, colorimétricas, e bioativas. Cada amostra foi identificada com um acrônimo em referência ao local de coleta, e a sequência ordinal em que cada amostra foi coletada em dada localidade.

3.2.2 Análises morfométricas

Com paquímetro digital (ZAAS) foram realizadas medições de altura e diâmetro de frutos maduros, cujos resultados foram expressos em milímetros. O peso do fruto inteiro (pericarpo) e da polpa (mesocarpo e epicarpo) foi determinado com balança digital (Marte AY220). Para calcular o coeficiente de rendimento, foi dividido o peso da polpa (*100) pelo peso do fruto inteiro. Todas as análises morfométricas foram realizadas utilizando dez frutos, e três repetições.

3.2.3 Análises físico-químicas

Para avaliar o pH, acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e vitamina C fez-se a extração do suco utilizando centrífuga. O pH foi determinado com um pHmetro previamente calibrado, utilizando suco puro. Um refratômetro digital (Atago, PAL-1) foi empregado para determinação de sólidos solúveis totais (TSS), cujo resultado foi expresso em graus brix. A acidez total titulável foi determinada através de titulação potenciométrica, utilizando 10 g de amostra diluída em 90 mL de água, com solução de NaOH (0,1 NaOH). O ratio foi calculado dividindo SST por ATT. Essas análises foram realizadas seguindo as metodologias propostas por Adolfo Lutz (2008).

A determinação da vitamina C foi feita seguindo o método oficial da AOAC (Association of Official Analytical Chemists), através da titulação com indicador 2,6 diclorofenol-indofenol. Esse reagente de coloração azulada é reduzido pelo ácido ascórbico contido na amostra, e o ponto de viragem na titulação é sinalizado pela transição da solução para a coloração rosa. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico em 100 mL de suco. Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

3.2.4 Composição químico-centesimal

Métodos gravimétricos foram utilizados para determinação da matéria seca das cinzas, seguindo as normas estabelecidas pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Incineração em mufla (Prolab) a 600 °C foi empregada para quantificação de cinzas, e estufa a vácuo (Marconi MA030) para a matéria seca, até atingir peso constante.

Para quantificação de lipídios e fibra bruta, as amostras foram liofilizadas. A extração foi feita seguindo as recomendações contidas no manual dos equipamentos. Um dispositivo Ankon, modelo XT 15, foi utilizado para extração de lipídios, onde empregou-se éter de petróleo como solvente (ANKOM, 2009b). Um

dispositivo analisador de fibra da Ankon foi usado para quantificação de fibras, cuja extração foi realizada através de digestão ácida e básica. (ANKOM, 2009b).

O teor de proteínas foi quantificado utilizando o método colorimétrico proposto por Lowry et al. (1951), onde as proteínas (em condições alcalinas) interagem com o fenol e o reagente de cobre. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro (Genesys 10UV) em comprimento de onda de 750 nm. As análises foram feitas em triplicata.

3.2.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante

O potencial bioativo das amostras foi quantificado utilizando métodos espectrofotométricos, através da quantificação dos carotenoides totais, compostos fenólicos totais, e atividade antioxidante mensurada pela capacidade de captura do radical DPPH (hidrato 2,2-difenil-2-picrilhidrazil).

Para quantificar o conteúdo de carotenoides um método adaptado de Talcott & Howard's (1999) foi empregado. A extração foi realizada utilizando 2 g de polpa, a qual foi homogeneizada com 15 mL de solvente, contendo etanol e acetona (v/v) e 200 mg de hidroxitolueno butilado/L. A solução foi submetida a centrifugação durante dez minutos, a temperatura de 0° C, e após o sobrenadante foi coletado. Esse procedimento foi repetido até que as amostras apresentaram conformação translúcida. Então os carotenoides foram extraídos utilizando 50 mL de hexano e 50 mL de água deionizada. As amostras permaneceram em repouso durante 30 minutos após cada etapa, e então a leitura foi feita em espectrofotômetro (Genesys 10UV) em 470 nm. Os resultados foram expressos como mg de β -caroteno em 100 g de peso fresco (mg/100 g).

Para as análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, a extração foi realizada utilizando um blend de frutos do mesmo genótipo/cacho (totalizando 5 g) e 20 mL de MeOH (95%). A mistura foi homogeneizada em um Ultra-Turrax, foi centrifugada (Eppendorf Centrifuge 5810 R) a força de 3220 x g durante 20 minutos, a temperatura ambiente. O sobrenadante foi coletado, e armazenado em freezer até as metodologias de qualificação serem conduzidas.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi quantificado através do método adaptado de Swain and Hillis (1959). Uma alíquota, consistindo de 20 μL de extrato metanólico de butiá, e 230 μL de metanol, foi diluída em 2 mL de água deionizada. Para promover o processo de oxirredução, 250 μL do reagente Folin-Ciocalteu foi adicionado, junto a 500 μL de solução de NaCO_3 . A mistura foi deixada em repouso durante 2 horas, e após, a absorbância foi lida, utilizando comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram expressos como mg equivalentes de ácido clorogênico em 100 g de amostra (mg CAE/100g)

A atividade antioxidante foi medida pela capacidade de captura do radical DPPH, com o procedimento descrito por Brand-Williams (1995). Brevemente, 200 μL de extrato metanólico (180 μL de metanol e 20 μL de extrato de butiá) foi adicionado a 3.8 mL de DPPH. A mistura foi deixada para reagir no escuro, durante 24 horas, e então a absorbância foi medida a 515 nm. Os resultados foram expressos em μg de equivalentes a Trolox em 100 mg de peso fresco (μg Trolox/100 mg). As análises foram feitas em triplicata.

3.2.6 Análises colorimétricas

Para avaliação dos parâmetros colorimétricos, foi utilizado colorímetro portátil (Minolta CR 300) com iluminante D65, e abertura de 8 mm. Foram efetuadas duas leituras na região equatorial de dez frutos (e três repetições) para obtenção dos parâmetros L^* , a^* e b^* . O parâmetro L^* expressa a luminosidade, a qual varia do branco (0) até o preto (100), o eixo a^* mostra a faixa entre o verde (-a) até o vermelho (+a), enquanto o eixo b^* mostra a variação entre o azul (-b) até o amarelo (+b). Os valores obtidos para os referidos parâmetros foram utilizados para calcular o ângulo de cor (hue°) e o croma, tal qual descrito por McGuire (1992).

3.2.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi empregado delineamento inteiramente casualizado, com cada genótipo correspondendo a um tratamento. Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R (v.4.3.2; R CORE TEAM). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma-via onde utilizou-se o pacote “moments” (KOMSTA; NOVOMESTKY, 2022) para checar a normalidade dos dados, “RVAideMemoire” para normalidade por grupo (HERVE, 2023), “bestNormalize” para transformação dos dados (PETERSON; CAVANAUGH, 2021), e como post-hoc, utilizou-se o teste de Scott-Knott com o pacote “easyanova” (ARNOLD, 2013).

A investigação da similaridade entre genótipos foi feita utilizando método de agrupamento baseado em distância euclidiana, onde foi preestabelecido o número de clusters de acordo com o número de espécies acessadas (n=3). Para determinar as características que mais contribuem para a divergência dos genótipos, foi empregada Análise de Componentes Principais (PCA). As análises multivariadas foram realizadas utilizando os pacotes estatísticos “FactoMineR” (LE et al., 2008) e “factoextra” (KASSAMBARA; MUNDT, 2020).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Análises morfométricas

Foi possível observar diferenças entre os genótipos para diâmetro e altura de fruto, peso de polpa e coeficiente de rendimento (Tabela 2). O coeficiente de rendimento variou de 55,01% até 82,88%, entretanto é importante ressaltar que apenas essa variável isolada não representa o potencial produtivo dos genótipos, pois existem diferenças expressivas entre cada um deles quanto ao tamanho e peso dos frutos. Os genótipos de *B. odorata* se destacaram com os maiores valores de

rendimento de polpa (71,73% até 82,86%) e maior peso de polpa (7,33 g até 9,77 g). Pizzanelli & Xavier (2013) obtiveram valores de rendimento menores do que os encontrados nesse estudo na avaliação de genótipos de *B. odorata* de um butiazal do Uruguai, com faixa entre 66% e 75%. Por sua vez, na avaliação de 15 genótipos de *B. odorata* de Pelotas e Capão do Leão (RS), apenas em um dos genótipos observou-se valor de rendimento menor do que a faixa observada no presente estudo para a espécie, apesar do peso de polpa e de fruto ter sido menor (WAGNER et al., 2022).

Os genótipos de *B. eriospatha* de Ponte Alta do Norte apresentaram faixa de rendimento entre 50,43% até 62,37%, enquanto maior rendimento foi observado nos genótipos de Rio das Antas, de 60% a 69,66%. Em *B. catarinensis* faixa de rendimento maior foi observada nos genótipos de Torres (64,96% - 72,59%) que nos genótipos de Imbituba (54,88% - 61,89%).

Tabela 2 - Atributos morfométricos avaliados em frutos de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha*, e *Butia odorata* de populações do Sul do Brasil

Genótipos	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Peso de polpa ¹ (g)	Coefficiente de rendimento (%)
RDA1	24,97 ± 1,35c	21,2 ± 0,71c	7,7 ± 6,17c	69,66 ± 1,76d
RDA2	20,62 ± 0,53d	19,73 ± 0,58d	3,71 ± 1,52d	62,90 ± 1,13e
RDA3	19,62 ± 0,64e	18,7 ± 0,57d	2,76 ± 0,58e	60,0 ± 0,63e
PAN1	18,23 ± 0,61f	17,51 ± 0,33e	2,16 ± 2,79f	53,61 ± 1,85f
PAN2	21,54 ± 0,28d	19,18 ± 0,28d	3,83 ± 3,48d	62,37 ± 2,12e
PAN3	16,93 ± 0,43g	15,89 ± 0,33f	1,44 ± 9,39f	50,43 ± 1,27g
IMB1	14,92 ± 0,42h	19,65 ± 0,29d	1,35 ± 1,74g	54,88 ± 1,85f
IMB2	15,94 ± 0,32g	17,65 ± 0,21e	1,51 ± 1,49g	61,23 ± 3,43e
IMB3	14,56 ± 0,12h	18,86 ± 0,27d	1,30 ± 0,05g	61,89 ± 1,16e
TOR1	16,6 ± 0,4g	19,6 ± 0,3d	2,26 ± 0,31f	67,76 ± 4,01d
TOR2	18,12 ± 1,71f	20,58 ± 0,43c	2,71 ± 2,89e	72,59 ± 3,39c
TOR3	16,91 ± 0,27g	21,85 ± 0,20c	2,32 ± 1,45f	64,96 ± 1,07e
EDS1	28,34 ± 0,86a	26,45 ± 1,71a	9,77 ± 12,28a	77,85 ± 0,48b
EDS2	26,67 ± 0,5b	23,91 ± 0,55b	8,76 ± 5,18b	82,86 ± 1,12a
EDS3	25,39 ± 1,01c	26,27 ± 0,6a	7,33 ± 1,24c	71,73 ± 1,91c

Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

O peso de polpa variou de 1,3 g em um genótipo de *B. catarinensis* (IMB3) até 9,77 g em um genótipo de *B. odorata* (EDS1). Nos genótipos de *B. odorata* observou-se maior peso de polpa, com faixa entre 7,33 g até 9,77 g. Rivas & Barilani (2004) e Barilani (2002) observaram valores menores para peso de polpa em populações de *B. odorata* de Castillos e San Luis no Uruguai, de 5,2 g - 6,5 g e 3,6 g - 4,5 g, respectivamente. Também foi possível distinguir os genótipos de *B. catarinensis* como o grupo com menor peso de polpa. Os genótipos de Imbituba formaram a classe estatística com os menores valores, de 1,30 g até 1,51 g de peso de polpa por fruto, e também os genótipos TOR1 e TOR3 de Torres apresentaram alguns dos menores valores (2,26 g e 2,32 g).

Os genótipos de *Butia odorata* de Encruzilhada do Sul (EDS) também se destacaram com maiores valores para diâmetro (25,39 mm - 28,34 mm) e altura (23,91 mm - 26,45 mm) de fruto. Os valores de diâmetro foram muito próximos aos encontrados por Schwartz et al. (2010) em genótipos de Santa Vitória do Palmar, que registraram variação entre 25,44 mm até 28,3 mm. Foram menores, entretanto, que os registros feitos por Rivas & Barilani (2004) no Uruguai, entre 21,4 mm e 23,2 mm de diâmetro.

O diâmetro dos frutos de *B. catarinensis* foi maior nos genótipos de Torres (16,6 mm - 18,12 mm) que nos de Imbituba (14,96 mm - 15,94 mm). Os valores de diâmetro para os genótipos de Torres são similares aos obtidos por Rockett et al. (2020) que obteve faixa entre 16,3 mm e 19,8 mm em amostras de Torres, Osório e Laguna. Em *B. eriospatha* a faixa de diâmetro obtida foi maior nos genótipos de Rio das Antas (19,62 mm à 24,97 mm) que nos de Ponte Alta do Norte (16,93 mm a 21,54 mm), porém, menores que os encontrados por Rockett et al. (2020): de 20,9 mm até 26,8 mm em genótipos de Curitiba (SC), Pinhal da Serra e Pelotas (RS).

Os frutos de *B. catarinensis* de Torres, que tiveram maior diâmetro, apresentaram também maior altura que os frutos de Imbituba, com faixa de 16,6 mm - 18,12 mm e 14,96 mm - 15,94 mm, respectivamente. Altura de fruto maior foi observada por Rockett et al. (2020) em genótipos de Torres, Osório e Laguna, com faixa entre 17,7 mm a 21,40 mm. Da mesma forma, os genótipos de *B. eriospatha* que apresentaram maior diâmetro apresentaram também maior altura: de 18,7 mm

até 21,2 mm na população de Rio das Antas, enquanto que em Ponte Alta do Norte foi de 15,89 mm à 19,18 mm. Assim como em *B. catarinensis*, a faixa de altura obtida por Rockett et al. (2020) em *B. eriospatha* foi maior que a encontrada neste estudo (18,4 mm - 28,4 mm).

Os genótipos de *B. catarinensis*, das populações de Imbituba e Torres, apresentaram valor de altura maior que o diâmetro, em concordância com os resultados encontrados por Rockett et al. (2020). Tendência contrária foi observada para os genótipos de *B. odorata* de Encruzilhada do Sul, e de *B. eriospatha*, das populações de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte.

3.3.2 Análises físico-químicas

Não existe regulamentação na legislação brasileira definindo parâmetros de qualidade para butiá in natura, mas existe normativa para sucos de *B. catarinensis*, *B. eriospatha* e *B. capitata*. Desta forma, os padrões de qualidade mínimos para sucos, estabelecidos pela regulamentação nº 37 de 1º de outubro de 2018 (BRASIL, 2018), foram utilizados como referência.

O pH das amostras se situou entre 3,18 (EDS1) e 3,89 (IMB3), com formação de diversas classes estatísticas, todas atendendo a regulamentação que estabelece pH 2 como valor mínimo (BRASIL, 2018). Uma faixa mais ampla de pH foi apresentada por Hoffmann et al. (2014) em um artigo de revisão com *Butia capitata*, *B. odorata* e *B. eriospatha*: entre 2,36 e 3,95. Nesse estudo os genótipos que apresentaram maior pH foram todos de *B. catarinensis* (IMB3, TOR3, IMB2 e TOR2), com faixa entre 3,82 - 3,72. De forma similar, genótipos de *Butia catarinensis* se destacaram com maiores valores de pH quando comparados a *B. eriospatha* em estudo de Rockett et al. (2020), com faixas entre 3,18 - 3,46, e 2,75 - 3,07, respectivamente.

Houve grande variação para o teor de acidez total titulável (ATT) entre as amostras. O intervalo observado, de 0,85 g (IMB3) a 2,49 g (PAN1) de ácido cítrico em 100 mL de suco atendeu ao padrão de qualidade estabelecido para sucos pela

regulamentação nº 37 de 1º de outubro de 2018 (BRASIL, 2018) cujo valor mínimo é 0,8. A faixa de ATT encontrada para os genótipos de *B. odorata*, de 1,51 até 1,96, foi próxima à obtida por Zaccari et al. (2021) em frutos do Uruguai, que obteve de 1,69 a 1,99. Os genótipos de *B. catarinensis* de Torres apresentaram valores de ATT maiores (1,59 - 1,73) que os de Imbituba (0,85 - 1,71), e no único registro prévio encontrado a faixa obtida foi de 1,10 a 1,45 em genótipos de Torres, Laguna e Osório (ROCKETT et al., 2017). A faixa encontrada para ATT em *B. eriospatha* das populações de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte foi de 1,23 a 2,49, mais ampla que as obtidas por Rockett et al. (2017) e Dal Magro et al. (2006), de 1,60 - 2,11 e 1,21 - 1,43, respectivamente.

Tabela 3 - Atributos físico-químicos avaliados em frutos de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha*, e *Butia odorata* de populações do Sul do Brasil

Genótipos	pH	Vitamina C ¹	SST ²	ATT ³	Ratio ⁴
RDA1	3,54 ± 0,00h	30,50 ± 0,54h	9,7 ± 0,2h	1,29 ± 0,06f	7,52
RDA2	3,54 ± 0,01h	18,5 ± 0,26j	13,33 ± 0,25c	1,55 ± 0,03e	8,6
RDA3	3,65 ± 0,01d	15,42 ± 0,22k	13,03 ± 0,25d	1,27 ± 0,04f	10,25
PAN1	3,25 ± 0,0k	11,31 ± 0,36l	12,70 ± 0,2d	2,49 ± 0,1a	5,1
PAN2	3,62 ± 0,00e	56,51 ± 0,3c	10,36 ± 0,41g	1,49 ± 0,11e	6,95
PAN3	3,58 ± 0,00g	25,7 ± 0,17i	14,56 ± 0,32b	1,23 ± 0,02f	11,83
IMB1	3,6 ± 0,00f	63,48b ± 0,05b	13,68 ± 0,12c	1,71 ± 0,03d	8
IMB2	3,73 ± 0,00c	83,43 ± 4,43a	13,40 ± 0,1c	1,29 ± 0,01f	10,38
IMB3	3,89 ± 0,00a	50,52 ± 1,28d	11,46 ± 0,15f	0,85 ± 0,01f	13,48
TOR1	3,72 ± 0,00c	5,7 ± 0,36m	9,56 ± 0,2h	1,73 ± 0,08d	5,52
TOR2	3,62 ± 0,00e	38,19 ± 0,88g	12,8 ± 0,36d	1,59 ± 0,08e	8,05
TOR3	3,85 ± 0,00b	29,37 ± 0,88h	11,90 ± 0,1e	1,59 ± 0,04e	7,48
EDS1	3,18 ± 0,00l	46,61 ± 0,74e	11,36 ± 0,15f	1,96 ± 0,02b	5,84
EDS2	3,47 ± 0,00i	50,72 ± 0,72d	13,2 ± 0,2c	1,51 ± 0,00e	8,74
EDS3	3,34 ± 0,00j	42,84 ± 0,61f	16 ± 0,25a	1,86 ± 0,03c	8,6

¹ Expressa em mg de ácido ascórbico em 100 ml de suco ²Sólidos solúveis totais. ³ Acidez titulável total. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os sólidos solúveis totais variaram de 9,56° (TO1) até 16° (EDS3) brix, sem um padrão homogêneo entre genótipos das mesmas populações, sendo observada grande variação. Rockett et al. (2020) encontrou valores superiores de SST em genótipos de *B. catarinensis* que em *B. eriospatha*. No presente estudo, entretanto, não foi possível observar padrão similar. De forma geral o teor de sólidos solúveis totais nesse estudo pode ser considerado alto quando comparado a faixa de variação obtida em outros estudos, de 3,43 até 15,96 e 10,96 até 12,50 em *B. odorata* (WAGNER et al., 2022; SCHWARTZ et al., 2010), de 6,42 até 12,83 em *B. catarinensis* (ROCKETT et al. 2020), de 6,4 à 7,7 e de 12 até 13,38 em *B. eriospatha* (DAL MAGRO et al., 2006; ROCKETT et al., 2020).

Valores maiores de ratio (SST/ATT) indicam perfil mais doce, e no mercado brasileiro representam maior aceitação e palatabilidade. Apesar disso, ratio maior pode indicar maior taxa de degradação, e menor estabilidade na qualidade dos frutos (GALLETTA et al., 1971). O ratio variou de 5,1 (PAN1) até 13,48 (IMB3). Rockett et al. (2020) identificou ratio maior em *B. catarinensis* (entre 9,2 até 10,89) que em *B. eriospatha* (entre 3,24 até 8,01). As médias obtidas na caracterização de *B. catarinensis*, *B. odorata*, *Butia paraguayensis* e *Butia yatay* por Hoffmann et al. (2017) também evidenciam o maior valor de ratio para *B. catarinensis*, proveniente de uma população de Laguna. Nesse estudo os genótipos das duas populações *B. catarinensis* tiveram comportamentos diferentes: os genótipos de Imbituba se destacaram com os maiores valores observados em todo conjunto de dados (faixa entre 8 e 13,48), enquanto os genótipos de Torres não mostraram tendência superior aos valores obtidos em genótipos de *B. eriospatha* e *B. odorata*.

A variação para a concentração de vitamina C foi expressiva: de 5,7 (TOR1) até 83,43 (IMB1) mg de ácido ascórbico em 100 ml de suco, sendo observada grande variação também entre genótipos de uma mesma população. A vitamina C é uma vitamina essencial, cuja ingestão média recomendada pela Vigilância Sanitária Brasileira é de 45 mg por dia (BRASIL, 2003). Nesse sentido, uma população de destaque foi Imbituba (*B. catarinensis*) onde todos os genótipos apresentaram altas concentrações de vitamina C (de 50,62 até 83,43 mg de ácido ascórbico/100 ml). Uma faixa expressiva também foi observada na população de Encruzilhada do Sul, de 42,84 até 50,72 mg de ácido ascórbico em 100 ml de suco.

3.3.3 Composição centesimal química

A matéria seca variou de 14.43% até 25.63% entre os genótipos. No comparativo do conjunto das diferentes populações, os genótipos Imbituba se destacaram com maiores valores de matéria seca. Os genótipos de Rio das Antas apresentaram os menores teores. Os percentuais em *B. catarinensis* (de 19,84% até 21,66%) e *B. eriospatha* (de 14,43% até 20%), foram maiores que os encontrados por Rockett et al. (2020): de 15.49-19.06% e 10,71–15,41%, respectivamente. O menor valor para matéria seca em *B. odorata* neste estudo (19,76%) superou a maior observação feita em um conjunto de 15 genótipos por Wagner et al. (2022), onde a faixa de 11,98 % até 19,34 % foi obtida.

Em geral, a variação no teor de proteínas foi detectável também em nível de população, entretanto os genótipos de *B. catarinensis* apresentaram um perfil mais homogêneo. Os genótipos de Imbituba, bem como dois de Torres (TOR 2 e TOR3) não apresentaram diferença significativa para esse parâmetro. Os genótipos que apresentaram maior teor de proteínas foram o PAN3, com 1,3%, EDS3, com 0,89%, RDA2 e PAN2, com 0,74 e 0,62 respectivamente. Interessante notar que entre os quatro genótipos com maior teor de proteína, 3 são de *B. eriospatha*. Maiores percentuais foram encontrados por Rockett et al. (2020) em *B. eriospatha* e *B. catarinensis*: entre 3,89 e 6,12%.

Os genótipos de *Butia catarinensis* se destacaram com teor expressivo de lipídios: de 2,4% até 3,81%, enquanto os demais apresentaram teores abaixo de 0,9% (Tabela 4). Rockett et al. (2020) utilizando método de extração de Bligh-Dyer, também observou distinção no percentual de lipídios em *B. catarinensis* (variando de 6,76% até 11,54%) quando comparado à *B. eriospatha* (1,36% - 1,75%).

O teor de cinzas, representativa do conteúdo mineral nas amostras, variou de 0,6% (TOR2) a 1,55% (PAN3), percentuais maiores que os encontrados no levantamento de Hoffmann et al. (2014) para *B. capitata*, *B. eriospatha* e *B. odorata*, cuja faixa observada foi de 0,25% a 0,99%. A maior concentração de fibras foi observada nos genótipos de Imbituba, com faixa entre 4,2% e 5,16%. Os genótipos

de Rio das Antas (*B. eriospatha*) e Encruzilhada do Sul (*B. odorata*) apresentaram os menores percentuais de fibras.

Tabela 4 - Composição centesimal química em frutos de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha* e *Butia odorata* de populações do Sul do Brasil

Genótipos	Matéria seca	Proteína	Cinzas	Fibra bruta	Lipídios
RDA1	14,43 ± 0,25e	0,58 ± 0,02d	0,76 ± 0,1d	2,29 ± 0,04g	0,47 ± 0,02f
RDA2	17,23 ± 0,34d	0,74 ± 0,02c	1,02 ± 0,02b	1,74 ± 0,03h	0,43 ± 0,03f
RDA3	16,56 ± 0,05d	0,46 ± 0,04e	1,13 ± 0,04b	2,39 ± 0,03g	0,43 ± 0,02f
PAN1	17,46 ± 0,22d	0,55 ± 0,02d	0,85 ± 0,1c	3,16 ± 0,29e	0,45 ± 0,01f
PAN2	15,65 ± 0,11e	0,69 ± 0,01c	1,17 ± 0,03b	1,87 ± 0,09h	0,36 ± 0,02f
PAN3	20 ± 0,72c	1,41 ± 0,25a	1,55 ± 0,06a	2,68 ± 0,05f	0,35 ± 0,01f
IMB1	24,76 ± 0,32a	0,54 ± 0,02d	1,09 ± 0,04b	5,16 ± 0,11a	2,4 ± 0,13c
IMB2	21,01 ± 0,07b	0,53 ± 0,01d	0,85 ± 0,02c	4,2 ± 0,16c	2,86 ± 0,21b
IMB3	21,66 ± 0,1b	0,54 ± 0,02d	0,94 ± 0,02c	4,86 ± 0,02b	1,58 ± 0,14d
TOR1	19,84 ± 0,27c	0,43 ± 0,01e	0,68 ± 0,01d	1,9 ± 0,06h	3 ± 0,04b
TOR2	21,18 ± 0,36b	0,54 ± 0,00d	0,6 ± 0,03d	3,47 ± 0,15 d	2,89 ± 0,03b
TOR3	20,64 ± 1,41b	0,48 ± 0,03d	1,14 ± 0,16b	3,31 ± 0,06e	3,81 ± 0,04a
EDS1	19,76 ± 1,61c	0,33 ± 0,01f	0,72 ± 0,01d	2,37 ± 0,04g	0,33 ± 0,01f
EDS2	19,86 ± 1,45c	0,87 ± 0,02b	0,65 ± 0,05d	1,84 ± 0,07h	0,87 ± 0,02e
EDS3	25,64 ± 1,84 a	0,49 ± 0,49d	0,89 ± 0,05c	2,5 ± 0,09f	0,48 ± 0,01f

Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

3.3.4 Compostos bioativos

O potencial bioativo foi estimado através da atividade antioxidante, quantificação de carotenoides totais e compostos fenólicos totais. Para todos os parâmetros foi obtida diferença significativa. A atividade antioxidante é uma capacidade associada à qualidade de alimentos, uma vez que contribui para maior vida de prateleira ao reduzir a peroxidação lipídica (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). Além da importância para a qualidade dos alimentos, a atividade antioxidante está associada à promoção da saúde humana, devido a atuação de captura e

inibição de radicais livres (DENARDIN et al., 2015). Entre os componentes alimentares em *Butia* que apresentam capacidade bioativa, ênfase é dada aos compostos fenólicos, açúcares redutores, e vitamina C (VINHOLES et al., 2017; HOFFMANN et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2017).

Nesse estudo observou-se concentrações entre 350,88 até 819,44 mg CAE/100 g para compostos fenólicos. Uma população de destaque foi a PAN, uma vez que os três genótipos apresentaram concentrações expressivas para esse parâmetro (653,99 até 819,44 mg CAE/100 g). Os genótipos de Encruzilhada do Sul apresentaram as menores concentrações: entre 350,88 e 449,72 mg CAE/100 g, faixa menor que a encontrada por Vinholes et al. (2017) em *B. odorata* de três localidades do Rio Grande do Sul (454,5 à 540,9 mg CAE/100 g).

Segundo Shahidi & Ambigaipalan (2015), o consumo diário recomendado de polifenóis é de aproximadamente 1 g. Dessa forma, para os resultados médios obtidos para compostos fenólicos, o consumo entre 285 g (EDS3) e 122,03 g (PAN1) de polpa de butiá seria suficiente para suprir as necessidades diárias.

Os carotenoides são uma classe de compostos fenólicos responsáveis por conferir coloração que varia do amarelo até o vermelho a diferentes estruturas vegetais, como frutos e flores. Para a saúde humana o consumo de alimentos ricos em carotenoides é recomendado, pois são precursores de vitamina A, e também atuam como agentes antioxidantes (HOFFMANN et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2017).

A concentração de carotenoides foi altamente variável entre genótipos das mesmas populações, e o conjunto total de genótipos apresentou variação de 9,56 (TOR1) até 16,06 (EDS3) mg de β -caroteno em 100 g de peso fresco. A faixa de variação foi menor que a encontrada por Hoffmann et al. (2017) para as espécies *B. odorata*, *B. catarinensis*, *B. paraguayensis* e *B. yatay*: de 10,7 até 26,7 mg de β -caroteno/100 g. Foram maiores os valores, entretanto, que os resultados levantados na revisão da mesma autora (HOFFMANN et al., 2014) para *B. eriospatha* (1,73 mg de β -caroteno/100 g) e *B. odorata* (entre 2,8 e 5,5 mg de β -caroteno/100 g).

Tabela 5 - Compostos bioativos em frutos de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha* e *Butia odorata* de populações do Sul do Brasil

Genótipos	Carotenoides Totais ¹	Atividade antioxidante ²	Compostos fenólicos totais ³
RDA1	9,7 ± 0,2h	415,38 ± 23,35a	750,44 ± 40,29a
RDA2	13,33 ± 0,25c	393,91 ± 71,26a	772,29 ± 21,63a
RDA3	13,03 ± 0,25d	287,90 ± 35,81b	525,40 ± 69,47b
PAN1	12,7 ± 0,2d	363,29 ± 46,09b	819,44 ± 106,8a
PAN2	10,36 ± 0,41g	411,46 ± 38,68a	756,83 ± 137,63a
PAN3	14,53 ± 0,32b	221,82 ± 8,83c	653,99 ± 101,14a
IMB1	13,68 ± 0,12c	321,16 ± 55,07b	675,03 ± 90,23a
IMB2	13,4 ± 0,1c	321,16 ± 67,57b	561,11 ± 50,59b
IMB3	11,46 ± 0,15f	348,25 ± 46,74b	511,70 ± 75,90b
TOR1	9,56 ± 0,2h	53,69 ± 29,66 d	679,01 ± 66,16a
TOR2	12,8 ± 0,36d	64,20 ± 5,62d	561,05 ± 51,19b
TOR3	11,9 ± 0,1e	88,88 ± 43,41d	515,48 ± 75,91b
EDS1	11,36 ± 0,15f	426,07 ± 11,44a	449,72 ± 133,43c
EDS2	13,2 ± 0,2c	434,04 ± 28,39a	403,37 ± 43,08c
EDS3	16,06 ± 0,25a	394,32 ± 39,11a	350,88 ± 87,64c

¹ Expresso em mg de β-caroteno em 100 g de peso fresco. ² µg de equivalentes a Trolox em 100 mg de peso fresco ³mg equivalentes de ácido clorogênico em 100 g de amostra. Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

A atividade antioxidante foi estimada através da capacidade de inibição oxidativa do radical sintético DPPH. Para esse parâmetro EDS teve destaque, onde todos genótipos foram enquadrados na classe estatística de maior atividade antioxidante (394,32 até 434,04 µg de equivalentes à Trolox/100 mg de peso fresco), um resultado curioso, visto que essa foi a população com menor concentração de compostos fenólicos, e esses dois parâmetros são comumente correlacionados (MORAIS et al., 2022; VINHOLES et al., 2017). Nos genótipos de Torres foram obtidos os menores valores para atividade antioxidante, entre 53,69 e 88,88 µg de Trolox equivalentes/100 mg de peso fresco.

3.3.5 Análises colorimétricas

O ângulo de cor foi o único parâmetro em que as amostras não mostraram diferenças. Todos os genótipos se situam dentro do primeiro quadrante, com valores entre 75,56° hue até 87,2° hue. Na avaliação colorimétrica de frutos de *B. odorata* com pele amarela, alaranjada e vermelha de Zaccari et al. (2021) os frutos amarelados apresentaram ângulo hue médio de 76,2°, de forma que no presente estudo os genótipos podem ser classificados como amarelos, considerando que quanto mais próximo de 90° mais intensa a tonalidade amarela (Tabela 6).

Tabela 6 - Parâmetros cromáticos em frutos de *Butia catarinensis*, *Butia eriospatha* e *Butia odorata* de populações do Sul do Brasil

Genótipos	a*	b*	L*	Hue °	Croma
RDA1	7,85 ± 0,38e	44,57 ± 0,89d	60,34 ± 0,53e	80 ± 0,30a	45,25 ± 0,94f
RDA2	6,19 ± 0,38e	46,14 ± 1,15d	64,27 ± 1,15c	82,34 ± 1,15a	46,55 ± 1,11f
RDA3	7,56 ± 0,26e	45,16 ± 1,24d	60,69 ± 0,91e	80,49 ± 0,06a	45,79 ± 1,27f
PAN1	5,34 ± 0,32f	41,11 ± 2,56e	57,08 ± 0,78f	85,56 ± 1,03a	41,46 ± 2,50g
PAN2	7,36 ± 0,78e	46,44 ± 0,13d	58,90 ± 0,78f	80,99 ± 0,95a	47,02 ± 0,16f
PAN3	8,14 ± 0,18e	48 ± 1,30d	60,08 ± 0,59e	80,36 ± 0,34a	48,68 ± 1,28e
IMB1	2,52 ± 0,25g	51,58 ± 0,60c	67,88 ± 0,22b	87,2 ± 0,58a	51,64 ± 0,63d
IMB2	14,57 ± 0,46a	56,61 ± 0,22a	65,93 ± 0,20c	75,56 ± 0,49a	58,46 ± 0,26b
IMB3	11,1 ± 0,25c	53,09 ± 0,71b	64,70 ± 0,44c	78,18 ± 0,38a	54,23 ± 0,67c
TOR1	8,94 ± 0,40e	54,08 ± 1,36b	65,47 ± 0,93c	80,6 ± 0,63a	54,8 ± 1,28c
TOR2	5,82 ± 0,39f	58,18 ± 0,78a	71,61 ± 0,19a	84,6 ± 0,33a	58,47 ± 0,80b
TOR3	12,46 ± 0,72b	59,65 ± 0,19a	68,51 ± 0,28b	84,28 ± 0,65a	60,94 ± 0,27a
EDS1	12,27 ± 0,84b	51,56 ± 1,61c	58,36 ± 1,29f	76,61 ± 0,83a	53 ± 1,65d
EDS2	2,39 ± 0,59g	54,41 ± 1,72b	71,02 ± 1,73a	81,48 ± 0,61a	54,46 ± 1,73c
EDS3	9,45 ± 1,62d	57,29 ± 2,07a	62,53 ± 1,16d	80,63 ± 1,22a	58,07 ± 2,31b

Médias seguidas por letras distintas indicam diferença significativa, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o croma, parâmetro representativo da saturação da coloração, houve formação de várias classes estatísticas e padrões diferentes entre os genótipos das

mesmas populações de origem. Dois padrões, entretanto, puderam ser observados, onde os três genótipos de Torres apresentaram valores de croma entre os maiores observados, e os de Rio das Antas os menores valores, indicando maior e menor intensidade de coloração, respectivamente.

A faixa de croma neste trabalho para *B. odorata* (de 53 à 58,07) foi maior que a obtida por Zaccari et al. (2021), com valores entre 41,2 e 45,8. Faixas mais amplas foram encontradas por Wagner et al. (2022), entre 47,56 - 62,92, enquanto que para *B. eriospatha* e *B. catarinensis* não foram encontrados outros registros desse parâmetro.

3.3.6 Ordenação dos genótipos através de PCA e análise de Cluster

Na análise de componentes principais 67,2% da variância foi explicada pelos 3 primeiros componentes. A variável que mais contribuiu para a formação da PC1 foi o diâmetro de fruto (17,28%), e para a PC2 foi o croma (20,84%).

A plotagem dos genótipos em espaço bidimensional permitiu identificar diferentes padrões de distribuição entre as diferentes espécies. Todos os genótipos de *B. odorata* de Encruzilhada do Sul se distribuíram no primeiro quadrante, mostrando forte associação com os parâmetros: altura, diâmetro, peso de polpa e rendimento. Esses parâmetros estão entre as variáveis mais importantes para formação do PC1 (somando contribuição de 53,07%), ou seja, contribuem mais para a variação encontrada no conjunto de dados. A sobreposição das setas que descrevem altura e o rendimento indica alta correlação entre esses parâmetros (Figura 3).

Os genótipos de *B. catarinensis* das duas populações (Imbituba e Torres) se situam no segundo quadrante, onde estão plotados os parâmetros de vitamina C, croma, matéria seca, carotenoides totais, lipídios, fibras, pH e sólidos solúveis totais. Dentre estes, os parâmetros que mais contribuíram para a distinção desses genótipos com os das demais espécies foram: pH, fibras (contribuição de 10,52% e

7,42% no PC1, respectivamente); cor, matéria seca e lipídios (contribuição de 20,84%, matéria seca 11,32% e lipídios 9,8% para o PC2).

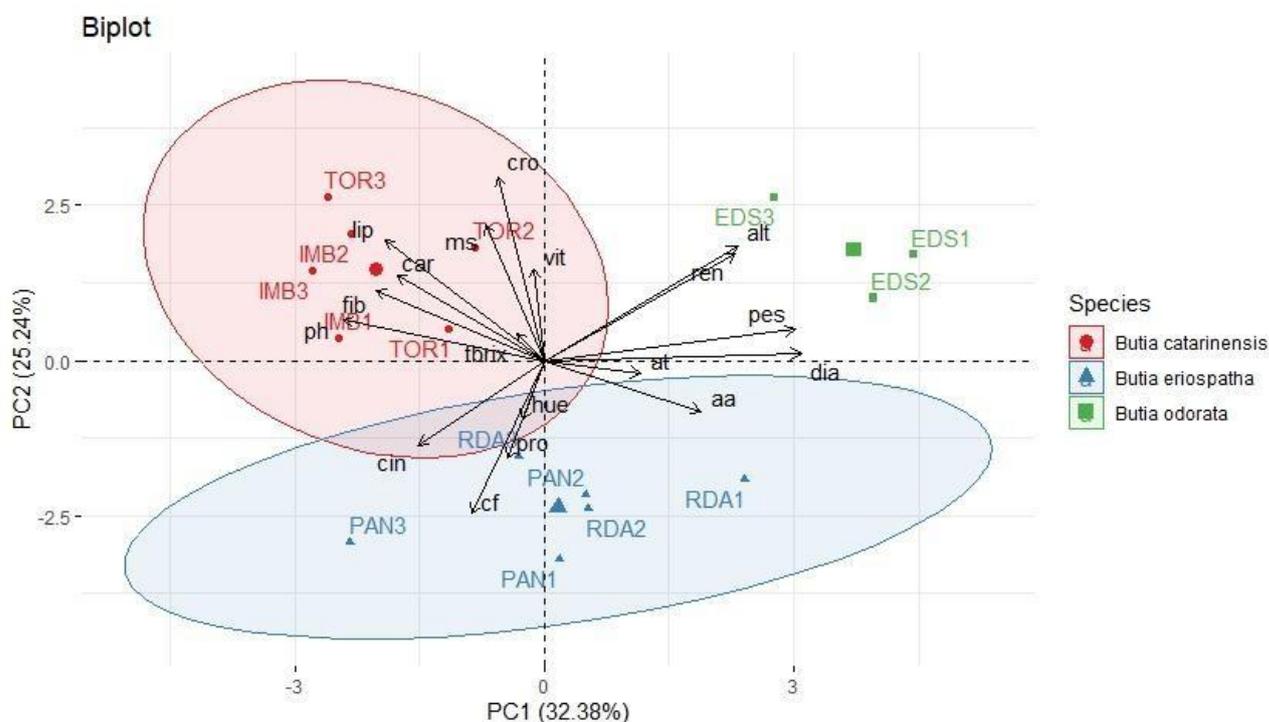


Figura 3 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais para genótipos de *Butia* de diferentes populações do sul do Brasil. Em vermelho estão os genótipos de *Butia catarinensis*, das populações de Torres (TOR) e Imbituba (IMB). Em azul estão os genótipos de *Butia eriospatha* das populações de Ponte Alta do Norte (PAN) e Rio das Antas (RDA), e em verde os genótipos de *Butia odorata* da população de Encruzilhada do Sul (EDS). As elipses foram construídas com um intervalo de confiança de 95% em torno do valor médio de cada grupo de espécies. As siglas indicam os parâmetros avaliados: “alt”: altura, “ren”: rendimento, “pes”: peso de polpa, “dia”: diâmetro, “at”: acidez titulável total, “aa”: atividade antioxidante, “hue”: ângulo de cor, “pro”: proteínas, “cf”: compostos fenólicos, “cin”: cinzas, “tbrx”: sólidos solúveis totais, “pH”, “fib”: fibras, “car”: carotenoides totais, “lip”: lipídios, “ms”: matéria seca, e “vit”: vitamina C, e o tamanho das flechas se referem aos valores dos loadings.

Os genótipos de *B. eriospatha* das populações de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte se distribuíram no terceiro e quarto quadrantes. Esses genótipos mostraram maior associação com os parâmetros: teor de cinzas, proteínas, ângulo de cor e compostos fenólicos totais. A divergência dos genótipos de *B. eriospatha* em relação aos genótipos das demais espécies foi mais associada à concentração de compostos fenólicos totais, cuja contribuição para a PC2 foi a segunda maior observada (14,54%). As tendências observadas na análise de componentes

principais estão em concordância com as inferências resultantes do teste de comparação de médias.

Na análise de cluster foi possível observar similaridade entre genótipos da mesma espécie: o grupo 1 formado por genótipos de *Butia catarinensis* das populações de Imituba e Torres, o grupo dois formou-se com genótipos de *Butia eriospatha* das populações de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte, e o grupo três formado pelos genótipos de *Butia odorata* de Encruzilhada do Sul (Figura 4).

O grupo 1, com genótipos de duas populações de *B. catarinensis*, formou-se com base na similaridade para as variáveis: lipídios, fibras, pH, coroma, carotenoides totais, peso de polpa, atividade antioxidante e diâmetro. O grupo dois, composto de genótipos de duas populações de *Butia eriospatha*, foi definido com base no teor de compostos fenólicos totais, lipídios, matéria seca, e valor de coroma. O grupo três, foi formado em função da similaridade dos genótipos de *B. odorata* de Encruzilhada do Sul para as variáveis: altura, diâmetro, rendimento, pH e compostos fenólicos totais.

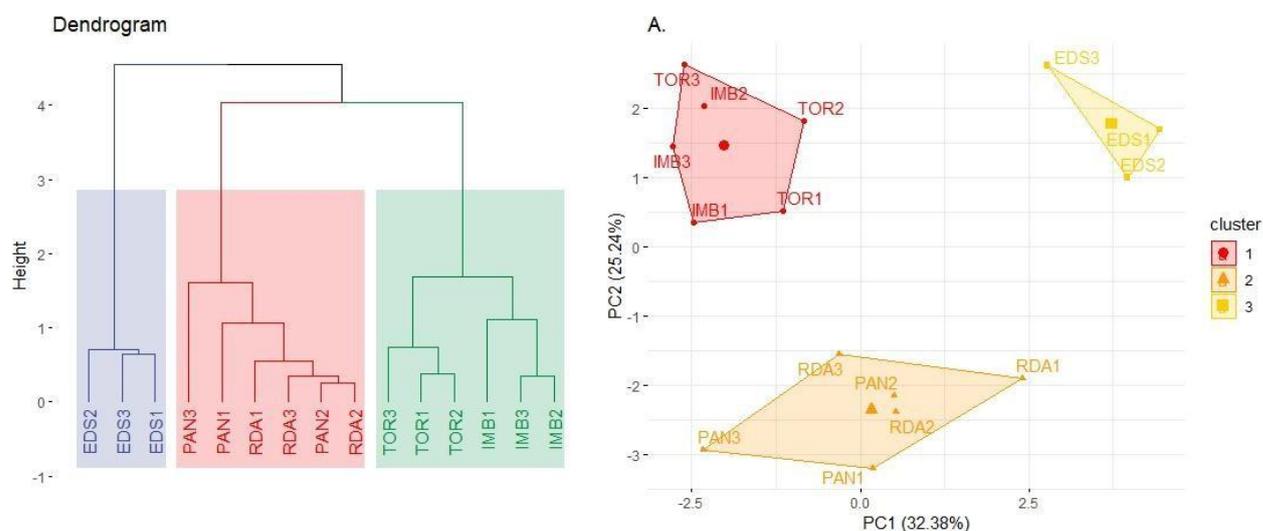


Figura 4 - Plotagem dos genótipos em espaço bidimensional, e formação dos clusters correspondentes. O número de clusters foi definido pelo número de espécies abordadas no estudo (n=3) visando verificar se haveria ordenação dos genótipos de acordo com a espécie. As siglas seguidas de números representam os três genótipos coletados nas diferentes populações acessadas. EDS: Encruzilhada do Sul (*Butia odorata*), IMB: Imituba (*Butia catarinensis*), TOR: Torres (*Butia catarinensis*), RDA: Rio das Antas (*Butia eriospatha*), PAN: Ponte Alta do Norte (*Butia eriospatha*).

Nesse estudo foi observada variabilidade para os parâmetros morfométricos, físico-químicos centesimais, bioativos e colorimétricos dos frutos de diferentes espécies e populações de butiá. A grande variabilidade existente em populações de butiá é corroborada por estudos de análise genética em populações (NAZARENO; REIS, 2014; GAIERO, et al., 2011). Apesar da variabilidade observada, houve conformidade na formação dos grupos, onde cada grupo abrangeu genótipos de uma espécie distinta, mesmo que oriundos de diferentes populações.

Dessa forma, através das abordagens estatísticas empregadas, observou-se padrão distinto de distribuição e ordenamento dos genótipos de butiá de diferentes espécies, demonstrando que mesmo em um conjunto amostral pequeno podem ser atestadas diferenças quali-quantitativas nas características de fruto de diferentes espécies. Novos estudos podem ajudar a elucidar se as diferenças apontadas nesse estudo se reproduzem sob diferentes condições genéticas, edáficas e climáticas.

3.4 Conclusões

Os frutos de diferentes populações de *Butia odorata*, *Butia eriospatha* e *Butia catarinensis* apresentam variabilidade para os caracteres morfométricos, físico-químicos, colorimétricos, composição química centesimal e bioatividade. Existem diferenças nas características de fruto dos genótipos das diferentes espécies. *Butia odorata* apresenta maior tamanho de fruto e rendimento de polpa. Frutos de *Butia catarinensis* têm maior intensidade da coloração (croma), maiores valores de pH, percentual de matéria seca, fibra bruta e lipídios. Por sua vez, os frutos de *Butia eriospatha* se destacam com as maiores concentrações de compostos fenólicos totais, compostos fitoquímicos que apresentam reconhecida atividade biológica. Para determinar se existem perfis nutricionais distintos entre as diferentes espécies do gênero *Butia*, são necessárias novas investigações. Isso inclui a análise de outras espécies de butiá, além da validação dos resultados encontrados neste estudo.

4 CAPÍTULO 2 - Propriedades fenólicas, antioxidantes e anti-hiperglicêmicas de butiá (*Butia odorata*, *Butia eriospatha* e *Butia catarinensis*) submetido à digestão in vitro

4 Propriedades fenólicas, antioxidantes e anti-hiperglicêmicas de butiá (*Butia odorata*, *Butia eriopatha* e *Butia catarinensis*) submetido à digestão in vitro

4.1 Introdução

No Sul do Brasil podem ser encontrados ecossistemas singulares, onde ocorrem de centenas a milhares de palmeiras do gênero *Butia*. As palmeiras desse gênero são conhecidas pela produção de frutos, que estão incorporados a tradições alimentares locais, e pela diversidade de usos que podem ser empregados às brácteas, endocarpos e folhas (BÜTTOW et al., 2009; KUMAGAI; HANAZAKI, 2013; SILVEIRA, et al., 2022). As populações gregárias de *Butia* são denominadas palmares, ou “butiazais”, onde coexistem diversas espécies animais e vegetais (WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023). Essas agregações formam ecossistemas, normalmente ocorrendo em fitofisionomia campestre, com abundância de gramíneas e espécies arbustivas, onde as palmeiras de *Butia* predominam no estrato superior da paisagem (RIVAS, et al., 2023; URRUTH; CHOMENKO, 2022).

Nos butiazais ocorrem diversos serviços ambientais, como ciclagem e armazenamento de nutrientes, abrigo para polinizadores, retenção de água, além da disponibilidade de alimento para a fauna frugívora (WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023; GEYMONAT; ROCHA, 2009). Esses ecossistemas, entretanto, ainda não foram reconhecidos e protegidos em sua integralidade pela legislação vigente (SOSINSKI, et al., 2019). Dessa forma, devido à redução e fragmentação dos butiazais, baixas taxas de recrutamento de novas plantas, conversão em monocultivos agrícolas e silviculturais, extrativismo ilegal (NAZARENO; REIS, 2014) e especulação imobiliária (WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023), esses ecossistemas encontram-se sob ameaça de desaparecimento (SOSINSKI, et al., 2019).

Atualmente o gênero *Butia* é representado por 24 espécies (SANT’ANNA-SANTOS, 2021; HEIDEN; SANTOS, 2023; SANT’ANNA-SANTOS, 2023), dentre estas espécies, *Butia odorata*, *Butia eriopatha* e *Butia catarinensis* podem ser

encontradas formando extensas populações no Sul do Brasil. *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi, também chamado de butiá-da-praia, é uma espécie endêmica da restinga, que ocorre em áreas costeiras e arenosas do Sul de Santa Catarina, e Norte do Rio Grande do Sul (WERNER-MARTINS; FREITAS, 2023). O butiá-da-serra, *Butia eriospatha* (Mart. ex Drude) Becc, ocorre em campos de altitude nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (RIBEIRO et al., 2019). Por sua vez, *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick é uma espécie que ocorre no sul do Brasil e leste do Uruguai (ESLABÃO et al., 2016).

Os frutos do butiá são reconhecidos pela abundância de fibras, potássio, vitamina C, carotenoides, açúcares redutores e compostos fenólicos (HOFFMANN et al., 2018). Compostos fenólicos constituem produtos do metabolismo secundário das plantas, representando o produto final da expressão gênica. Sua investigação através de ferramentas metabolômicas, permite elucidar padrões de variação fenotípica intra e interespecífica (ARBONA et al., 2013). Além disso, esses compostos têm sido muito investigados devido à vinculação com atividades biológicas diversas, como atividade antioxidante e anti-hiperglicêmica (SHAHIDI; NACZK, 2004).

A atividade antioxidante é uma propriedade de interesse para prevenir danos causados pelo estresse oxidativo, já que a longo prazo esse estado pode resultar em doenças neurodegenerativas, câncer, desordens cardiovasculares, entre outras (BHUYAN; BASU, 2017). Por sua vez, a atividade anti-hiperglicêmica é definida como a capacidade de reduzir picos glicêmicos após a digestão, propriedade que é visada em desordens metabólicas como as que ocorrem na *Diabetes mellitus*, onde a absorção de carboidratos é rápida e preocupante. Nesse sentido, a capacidade de inibição da enzima α -glicosidase, responsável pela quebra dos carboidratos no intestino delgado, tem sido proposta como uma alternativa para controle da diabetes (PAPOUTSIS et al., 2021).

O efeito da digestão fisiológica sobre a bioatividade de *Butia* foi investigada apenas por Vinholes et al. (2018) em *B. odorata*, que simularam os processos da digestão em condições in vitro e avaliaram a atividade anti hiperglicêmica e antioxidante dos extratos. Além disso, até o momento não há nenhum estudo avaliando a influência da digestão in vitro sobre o perfil fitoquímico e a concentração

de compostos fenólicos em espécies de butiá. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antioxidante, anti-hiperglicêmico e o perfil fenólico de extratos de frutos oriundos de populações de *Butia odorata*, *Butia eriopatha* e *Butia catarinensis*, sob a influência de digestão in vitro.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Coleta das amostras e preparo dos extratos

Em março de 2022 seis populações de três diferentes espécies de *Butia* foram acessadas (Figura 5), nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

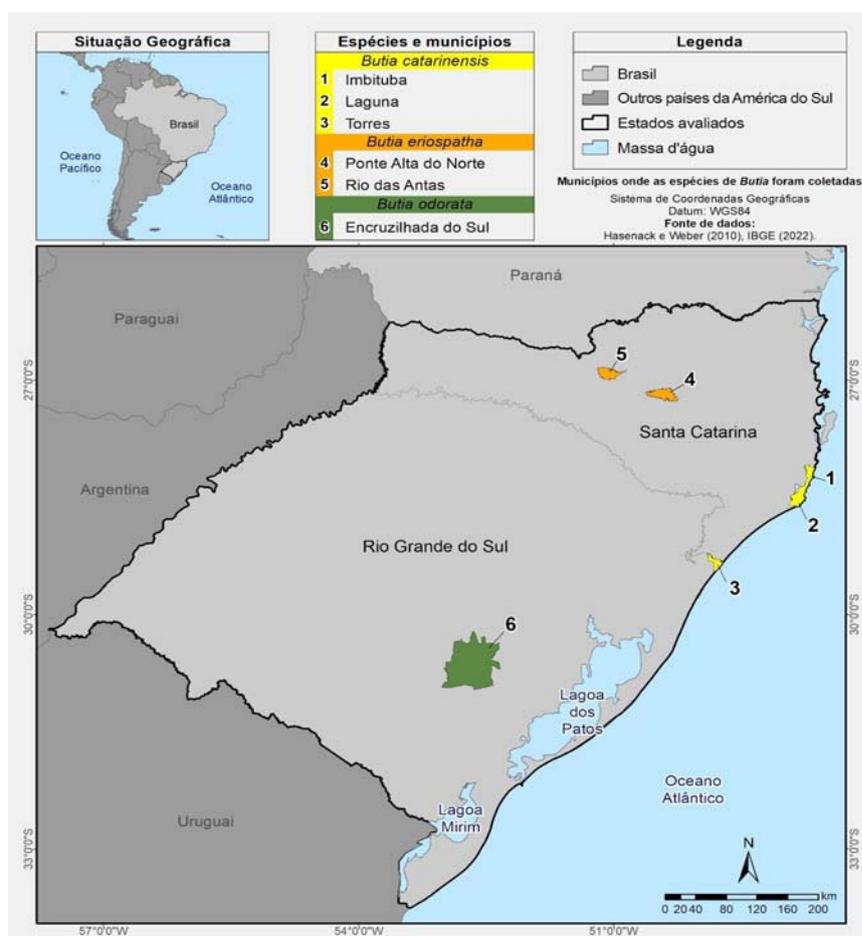


Figura 5 - Locais de coleta de frutos de populações de *Butia*, para análises de perfil fenólico, potencial anti-hiperglicêmico e atividade antioxidante, sob influência de digestão simulada.

Em cada população três cachos de butiá de diferentes plantas foram coletados no estágio de maturação definido como “verde-amarelo”, com os frutos apresentando ainda entre 25 e 75% de coloração esverdeada (AMARANTE; MEGUER, 2008). Os cachos foram mantidos em uma sala climatizada (18° C) e ao atingir o ponto de maturação (ponto de abscisão dos frutos) os frutos foram retirados das ráquias e foram preparados os extratos no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado (Pelotas – Brasil).

Os vouchers de *Butia odorata* e *Butia eriospatha* foram depositados no herbário da Embrapa Clima Temperado (ETC), e os de *Butia catarinensis* foram depositados no herbário da Universidade Federal de Santa Catarina/Curitiba (CTBS) (Tabela 7).

Tabela 7 - Identificação das amostras de *Butia* coletadas em março de 2022 para análises de perfil fenólico, atividade antioxidante e atividade anti-hiperglicêmica, sob efeito de digestão in vitro

Espécie	Origem (Município, Estado)	Jurisdição	CG¹	Altitude	ID²
<i>Butia odorata</i>	Encruzilhada do Sul (RS)	Propriedade privada	30°51'48"S; 52°53'39"W	395	9825 (ECT)
<i>Butia eriospatha</i>	Ponte Alta do Norte (SC)	Propriedade privada	27°11'32"S; 50°34'48"W	855	9822 (ECT)
<i>Butia eriospatha</i>	Rio das Antas (SC)	Propriedade privada	26°58'10"S; 51°01'27"W	906	9819 (ECT)
<i>Butia catarinensis</i>	Torres (RS)	Propriedade privada	29°18'52"S; 49°45'27"W	13	7532 (CTBS)
<i>Butia catarinensis</i>	Imbituba (SC)	Áreas da Ribanceira - APA ³	28°12'04"S; 48°40'44"W	87	7539 (CTBS)
<i>Butia catarinensis</i>	Laguna (SC)	Praia do Gravatá	28°35'24"S; 48°45'12"W	36	7536 (CTBS)

¹Coordenada geográfica (GPS) ² Identificação do voucher em herbário ³ Área de Proteção Ambiental

4.2.2 Simulação da digestão biológica

4.2.2.1 Preparo das amostras

Foi feito um bulk com os frutos de cada população, e então as amostras foram liofilizadas durante cinco dias. Após os 5 dias, as amostras foram retiradas do liofilizador, os endocarpos foram removidos, e as amostras foram trituradas com um mixer doméstico (Oster, FPSTHB2610R-057) até a obtenção de um pó homogêneo. O extrato foi preparado em tubos falcon de 50 mL, onde 5 g de amostra liofilizada foi adicionada a 25 mL de solução hidroalcoólica (etanol + água, 70:30). A mistura foi homogeneizada em um vórtex (Phoenix, AP56) e então centrifugada durante 10 minutos, a 4000 rpm. O sobrenadante foi coletado, e o processo foi repetido mais três vezes, até o precipitado se tornar translúcido. Então o sobrenadante coletado (100 mL) foi rotaevaporado para remoção do etanol, e depois volumado em 100 mL de água, para as análises subsequentes. A simulação da digestão in vitro foi realizada conforme descrito por Gião et al. (2012), visando avaliar o potencial biológico e atividade antioxidante das amostras após cada processo de digestão.

4.2.2.2 Digestão bucal

Para simular a digestão bucal, 2 mL de extrato foi adicionado a um tubo falcon de 15 mL, com 600 mL de solução de α -amilase de saliva humana (100 U/mL; Sigma Aldrich). Os tubos foram colocados em banho-maria a 37° C, sob agitação constante. Depois, uma alíquota de 400 μ l foi reservada, para realizar as análises de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD), a fim de identificar os compostos fenólicos após a fase inicial da digestão.

4.2.2.3 Digestão estomacal

Após a fase de digestão bucal, a solução utilizada na primeira fase de digestão teve seu pH corrigido para 2 com HCl (1 M), para simular as condições gástricas e garantir condições ideais para a ação da enzima pepsina. Depois, 750 µl de solução de pepsina foi adicionada, e a digestão estomacal foi simulada através de agitação dos tubos, durante 60 minutos, em banho maria a 37° C. Para análise do perfil fenólico com HPLC, foi separado um eppendorf com 500 µl da solução resultante.

4.2.2.4 Digestão intestinal

Para mimetizar condições intestinais, foi realizado o aumento do pH de 2 para 6, utilizando-se solução de NaHCO₃ (1 M). Então, solução de sais biliares (12 g/L in M NaHCO₃, Sigma Aldrich) e 375 µl de solução de pancreatina 2 g/L Sigma Aldrich) foram adicionadas aos tubos, e agitados vigorosamente durante 60 minutos em banho maria, a 37° C. Uma alíquota de 500 µl foi separada para posteriores análises com cromatografia líquida.

4.2.3 Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD)

Para avaliar os compostos fenólicos nas amostras originais e nas amostras submetidas à digestão in vitro, um equipamento HPLC (Agilent 1260, Agilent Technologies), acoplado a uma coluna de fase reversa (HPLC Eclipse Plus C18, 4,6 x 100 mm, 3,5 µm) e um detector de arranjos de diodo foi utilizado. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Multifuncional de Análises Instrumentais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Campus de Curitibanos.

Os produtos obtidos pela digestão in vitro foram liofilizados durante 48 horas e armazenados em freezer a -18°C até a realização das análises. Para realizar a cromatografia líquida, as amostras foram ressuspensas na quantidade correspondente de extrato etanólico (etanol:água, 70:30, v/v) que foi reservada em cada fase da digestão (Não digerido: 600 μl ; Digestão Bucal: 400 μl ; Digestão Estomacal: 500 μl ; Digestão Intestinal: 500 μl).

As amostras foram filtradas (0,45 μm , filtros de seringa de nylon, 15 mm, Agilent technologies, Alemanha) antes da injeção no equipamento. A fase móvel A consistiu em solução de ácido acético (0.2%) em água ultra (Milli-Q Gradient System, Millipore Corporation, Massachusetts, EUA), e a fase móvel B em 0,2% de ácido acético em MeOH (99,9% pura, Merck, Darmstadt, Alemanha). Foi utilizado o seguinte gradiente: 2 minutos de B a 1%, 4 minutos de B entre 1 até 20%, 4 minutos de B de 20 a 30 %, e mais 5 minutos de B a 30 %. O solvente foi trocado de 30 para 50% em 5 minutos, e mantido por mais 5 minutos. Depois disso, de 50 a 100% do solvente B foi mantido durante 5 minutos, com um tempo de espera de 5 minutos. E então, o solvente B retornou a 1% por 2 minutos, com 3 minutos de espera após a próxima injeção, totalizando 40 minutos por análise.

Foi utilizado volume de injeção de 5 μL , em taxa de fluxo de 0,8 mL min^{-1} , e temperatura de 30°C . A quantificação de compostos fenólicos foi realizada utilizando a curva de calibração de cada padrão. O método HPLC foi validado através da determinação da linearidade da curva de calibração, limite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ). O limite de detecção foi determinado pelo método da relação sinal-ruído. As condições instrumentais são mostradas na Tabela 8.

Tabela 8 - Condições instrumentais empregadas na análise de compostos fenólicos em extratos de *Butia* submetidos a digestão simulada, em equipamento HPLC-DAD. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda (λ), equação de regressão, coeficiente de determinação (r^2), limite de detecção (LOD) e limite de quantificação (LOQ) dos padrões utilizados

Compostos fenólicos	TR (min)	λ (nm)	Equação de regressão	r^2	LOD (mg·L ⁻¹)	LOQ (mg·L ⁻¹)
Ácido gálico	5,979	255	$y = 1550159x + 627914$	0,998	0,0007	0,0067
Gallocatequina	8,13	255	$y = 191684x - 100612$	0,993	0,0123	0,1040
Ácido 3,4-dihidroxibenzoico	8,567	255	$y = 2402217 + 1081177$	0,999	0,0004	0,0038
Catequina	9,901	255	$y = 16400x + 19975$	0,976	0,0433	0,4334
2-(4-hidroxifenil) etanol	10,601	280	$y = 901595x + 392289$	0,998	0,0016	0,0162
Ácido vanílico	12,471	255	$y = 2825268x - 974532$	0,984	0,0004	0,0042
Ácido cafeíco	12,705	320	$y = 4825927x + 1960324$	0,997	0,0002	0,0021
Epicatequina	13,058	280	$y = 519655x + 165455$	0,993	0,0018	0,0179
Ácido siríngico	13,257	280	$y = 2492983x + 1527153$	0,992	0,0012	0,0118
Ácido p-cumarico	16,167	320	$y = 6205117x + 2151677$	1,000	0,0003	0,0032
Ácido sinápico	17,788	320	$y = 4568685x + 1072369$	0,998	0,0003	0,0025
Ácido ferúlico	18,31	320	$y = 4154370x + 1614583$	0,999	0,0002	0,0022
Miricitrina	20,787	360	$y = 1389801x + 570183$	0,998	0,0005	0,0051
Rutina	21,58	360	$y = 1418048x + 590214$	0,999	0,0010	0,0103
Ácido elágico	22,16	255	$y = 2723406x + 634171$	0,999	0,0004	0,0039
Miricetina	22,651	360	$y = 2159130x + 516689$	0,998	0,0007	0,0070
Quercetina	24,673	280	$y = 6576666x + 1853766$	0,999	0,0002	0,0022
Ácido cinâmico	25,608	360	$y = 2519950x + 892064$	0,999	0,0006	0,0055
Caempferol	28,999	360	$y = 2437818x + 977632$	0,999	0,0013	0,0129

4.2.4 Atividade antioxidante

4.2.4.1 Radical hidroxila

Para estimar o potencial de captura do radical hidroxila, utilizou-se metodologia baseada em diluição seriada, proposta por Radüntz et al. (2011), com poucas adaptações. Uma alíquota de 25 µl de extrato digerido e não digerido foi adicionado a uma microplaca de 96 poços, com 110 µl de FeSO₄.7H₂O (8 mM), 75 µl de solução de ácido salicílico (3 mM) e 50 µl de H₂O₂ (7,18 mM). A microplaca foi incubada em espectrofotômetro (SpectraMaxn190, Molecular Devices, USA) por 30 minutos a 37 ° C, e então a leitura foi realizada a 515 nm.

4.2.4.2 Radical óxido nítrico

A atividade de captura do radical óxido nítrico foi quantificada através do método proposto por Vinholes et al. (2011). O ensaio foi realizado utilizando microplacas de 96 poços, onde 50 µl de extrato digerido e não digerido foram adicionados a 50 µl de solução de nitroprussiato de sódio (20 mM). As placas foram incubadas sob iluminação artificial durante 60 minutos a 22° C. Depois, 50 µl de ácido fosfórico 2% e 50 µl de reagente de Griess foram adicionados. Então a mistura foi incubada no escuro, por mais 10 minutos a 22° C. Após, a leitura da absorbância foi realizada (SpectraMax 190, Molecular Devices, USA) a 562 nm.

4.2.5 Atividade anti-hiperglicemiante

4.2.5.1 Inibição da enzima α -amilase

O efeito inibitório do extrato de *Butia* sobre a enzima α -amilase foi estimado através do método descrito por Vinholes et al. (2011), com as modificações propostas por Radünz et al. (2021). Brevemente, o ensaio foi conduzido em microplacas de 96 poços, onde 15 μ l do extrato etanólico digerido e não digerido foi misturado a 12,5 μ l de enzima pancreática suína α -amilase (241,71 U/mL, Sigma Aldrich) e solução tampão fosfato (50 μ l, pH 7.0), e a mistura resultante foi incubada durante 5 minutos a 37° C em espectrofotômetro (SpectraMaxn190, Molecular Devices, USA). Depois, o substrato amido solúvel foi adicionado (62,5 μ l), e incubado por 15 min a 37° C. A reação foi parada usando 12,5 μ l of HCl (1 M). Posteriormente, 25 μ l de solução de iodeto de potássio (0,005 M) foi adicionada, para formar complexos azulados com o amido não hidrolisado, a fim de quantificar a eficiência da atividade inibitória da enzima α -amilase. Então a leitura foi realizada em comprimento de onda de 690 nm, usando acarbose como controle, na concentração de 50 mg/mL.

4.2.5.2 Inibição da enzima α -glicosidase

A atividade de inibição foi quantificada através de método descrito por Radünz et al. (2021), utilizando diluição seriada em microplacas de 96 poços. Foi adicionado 10 μ l de extrato, 50 μ l 3,25 mM de p-nitrofenil- α -D-glucopyranoside diluído em solução tampão de fosfato (pH 7,0), e 50 μ l da enzima α -glicosidase (9,37 U/mL, Sigma Aldrich), para iniciar a reação. A placa foi incubada em espectrofotômetro durante 10 minutos, a 37° C, e então foi realizada leitura direta, a 405 nm. O inibidor comercial, acarbose, foi utilizado como controle, na mesma concentração dos extratos empregados (50 mg/mL).

4.2.6 Análise estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com dois fatores, população, com seis níveis (Encruzilhada do Sul, Ponte Alta do Norte, Rio das Antas, Torres, Imbituba, Laguna), e fase da digestão, com quatro níveis (amostra não digerida, digestão bucal, digestão estomacal e digestão intestinal). Para as variáveis em que foi possível garantir normalidade dos dados (atividade antioxidante e anti-hiperglicêmica), foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) de duas vias, seguida do Teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade, com o pacote “ExpDes” (FERREIRA et al., 2021). Para os fenólicos, foi aplicado o método não-paramétrico Aligned Rank Transform ANOVA (ART ANOVA) (WOBBROCK et al., 2011), e o teste de Sidak foi utilizado como post-hoc, utilizando os pacotes “pacman” (RINKER; KURKIEWICZ, 2017) e “ARTool” (ELKIN et al., 2021). Todas as análises foram feitas no software R-4.0.3 (R CORE TEAM).

4.3 Resultados e discussões

4.3.1 Perfil fenólico

Houve diferença na composição dos extratos originais das seis amostras, e também um diferente perfil fenólico foi observado nas diferentes fases da digestão, onde interação entre os fatores foi encontrada para todos os compostos fenólicos. Dentre os 20 padrões de fenólicos disponíveis, nove foram identificados nas amostras. Os fitoquímicos identificados em populações de *Butia* foram: derivados de ácidos fenólicos, derivados de catequina, ácido 3,4-dihidroxibenzóico, álcool 2-(4-hidroxifenil) e rutina (Figura 6). Na amostra de Laguna (LAG) a maior diversidade de fitoquímicos foi encontrada (6), seguida de PAN, EDS e RDA, cada uma com 5 fitoquímicos, na amostra de Imbituba (IMB) foram identificados 4, e na de Torres (TOR) 3.

Catequina foi o único fitoquímico encontrado em todas as amostras. Catequina é um reconhecido agente antioxidante associado a regulação da apoptose, angiogênese (formação de novos vasos sanguíneos) e prevenção de estresse oxidativo. Apesar disso, a efetividade desse flavonoide para saúde humana depende de sua absorção no intestino delgado e transporte na corrente sanguínea (ROCKETT et al., 2020). Essa premissa se aplica a todos os polifenóis, uma vez que a bioacessibilidade vai depender da estabilidade desses compostos ao longo do processo digestivo, para que consigam alcançar o intestino (delgado e grosso), onde cerca de 90% da absorção dos compostos fenólicos ocorre (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

O comportamento da catequina foi altamente diverso ao longo das fases da digestão para as diferentes amostras (Figura 4-B). As maiores concentrações foram detectadas em diferentes fases da digestão: em EDS a maior concentração foi observada no extrato não digerido, em LAG e TOR o maior valor foi obtido após a digestão bucal, enquanto que em PAN, IMB e RDA foi após a digestão estomacal. Em geral as menores concentrações de catequina foram detectadas após a digestão intestinal (EDS, IMB, RDA e TOR).

Rodríguez-Roque et al., (2013) reportou uma redução significativa de compostos fenólicos das classes flavanonas e flavanóis após a digestão intestinal, entretanto para (+)-catequina (um flavano-3-ol) um aumento foi observado na digestão intestinal, quando comparado a digestão estomacal. Essas diferenças podem se dever as diferenças existentes nas matrizes alimentares, já que o metabolismo dos compostos depende de sua interação com outros constituintes alimentares (BERMÚDEZ-SOTO et al., 2007; WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020), como proteínas e polissacarídeos (MA et al., 2020; WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

Catequina tem sido reportada como uma das substâncias mais abundantes em análises fitoquímicas em *B. odorata* por Boeing et al. (2020), Hoffmann et al. (2017), Ramos et al., (2020) e Ma et al. (2019). Epicatequina, uma forma isomérica de catequina, se destacou como um dos componentes principais em *B. odorata* (BOEING et al., 2020; HOFFMANN et al., 2017; RAMOS, et al., 2020) e *B.*

eriospatha (ROCKETT et al., 2020). Epicatequina não foi detectada, mas a forma galocatequina foi identificada em duas amostras.

Altas concentrações de rutina foram identificadas em *B. odorata* (BOEING et al., 2020; HOFFMANN et al. 2017a) e *B. capitata* (LAHLOU et al., 2022). No trabalho de Hoffmann et al. (2017b) rutina foi o biomarcador que possibilitou diferenciar *B. odorata* das outras espécies de butiá avaliadas (*B. catarinensis*, *B. paraguayensis*, *B. yatay*). No presente trabalho rutina foi detectada apenas na amostra EDS (Figura 7-H), a única população de *B. odorata* avaliada, um resultado que pode contribuir para a validação de rutina como biomarcador nessa espécie. Dos nove fitoquímicos identificados, sete já haviam sido reportados em espécies de *Butia*. Por sua vez, o ácido 3,4-dihidroxibenzóico só foi reportado sob formas isoméricas, como ácido p-hidroxibenzóico (BOEING et al., 2020), ácido hidroxibenzóico (HOFFMANN et al., 2017a; HOFFMANN et al., 2017b; RAMOS et al., 2020), e ácido dihidroxibenzóico (ROCKETT et al., 2020). O ácido dihidroxibenzóico foi descrito como um dos mais abundantes em *B. eriospatha* e *B. catarinensis* por Rockett et al., (2020), e no presente trabalho, a forma isomérica ácido 3,4-dihidroxibenzóico foi identificado apenas nas amostras de *B. eriospatha* de PAN e *B. catarinensis* de IMB, não tendo sido identificado em *B. odorata* (EDS).

A tentativa de identificar o álcool 2-(4-hidroxifenil) foi bem-sucedida, uma vez que os picos cromatográficos apareceram no espectro de absorção e pico de retenção correspondente ao do padrão comercial, possibilitando identificar e quantificar esse composto em *Butia* pela primeira vez. Esse composto foi identificado em quatro das seis amostras: RDA, PAN, IMB e LAG (Figura 7-F), coincidentemente esteve presente nas quatro amostras coletadas no estado de Santa Catarina.

O álcool 2-(4-hidroxifenil), também conhecido como tirosol, possui propriedades antioxidantes e cardioprotetivas (PUBCHEM, 2023). Até onde sabemos, o único registro prévio de tirosol no gênero *Butia* foi feito por Ma et al., (2019), que identificou hidroxitirosol e hidroxitirosol-4-glicosídeo em *Butia odorata*. Entretanto, considerando as limitações do método de detecção, o emprego de detector de massas (MS) poderia ajudar a validar o achado, uma vez que esse método permite a deconvolução do cromatograma e a diferenciação das formas

isoméricas através dos padrões de fragmentação (HOFFMANN; STROOBANT, 2007).

Em geral as maiores concentrações de ácidos fenólicos foram obtidas após a digestão intestinal, tendência que pode ser observada em ácido p-cumárico, siríngico e cafeico. Esse comportamento também foi observado no álcool 2,4-hidroxifenil. As condições simuladas da digestão gastrointestinal (mediadas por alterações de pH e atividades enzimáticas) podem levar a modificações químicas e estruturais que favorecem a liberação de compostos fenólicos da matriz alimentar (GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2019). A enzima α -amilase promove a hidrólise do amido, a pepsina é responsável pela quebra de proteínas e aminoácidos no estômago, e as enzimas pancreáticas degradam os carboidratos, lipídios e proteínas. Esses processos químicos permitem que os fenólicos adsorvidos nessas substâncias sejam liberados (SHAHIDI; YEO, 2016; WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

Para galocatequina, um flavonoide que foi encontrado apenas nas amostras EDS e LAG, as maiores concentrações ocorreram após a fase da digestão gástrica (Figura 7-E). Ma et al., (2020) também encontraram aumento após a digestão gástrica em sopa de folhas de bambu de isorientina (um flavanoide) e nos ácidos neoclorogênico, clorogênico e criptoclorogênico. Os autores relacionaram esse achado com alterações estruturais que ocorrem em pH baixo, que causam hidrólise de polissacarídeos e ligações proteicas, causando a liberação desses compostos da matriz alimentar (MA et al., 2020).

Por outro lado, ácido cafeico e ácido elágico foram identificados nas primeiras fases da digestão em Torres e Encruzilhada, e Imbituba, respectivamente, mas não foram detectados nas fases finais da digestão. A ação de enzimas digestivas pode causar degradação irreversível de alguns compostos fenólicos, como observado para quercetina e para resveratrol por Lee et al., (2020) em extratos de cebola e uva, respectivamente. No estudo mencionado, a degradação dos compostos fenólicos foi vinculada a desassociação do carbono e hidrogênio, dos grupos fenila e hidroxila. Outra possibilidade é a oxidação ou racemização de compostos fenólicos, causada por alterações no pH, que levam a alterações e até a perda de propriedades (GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2019).

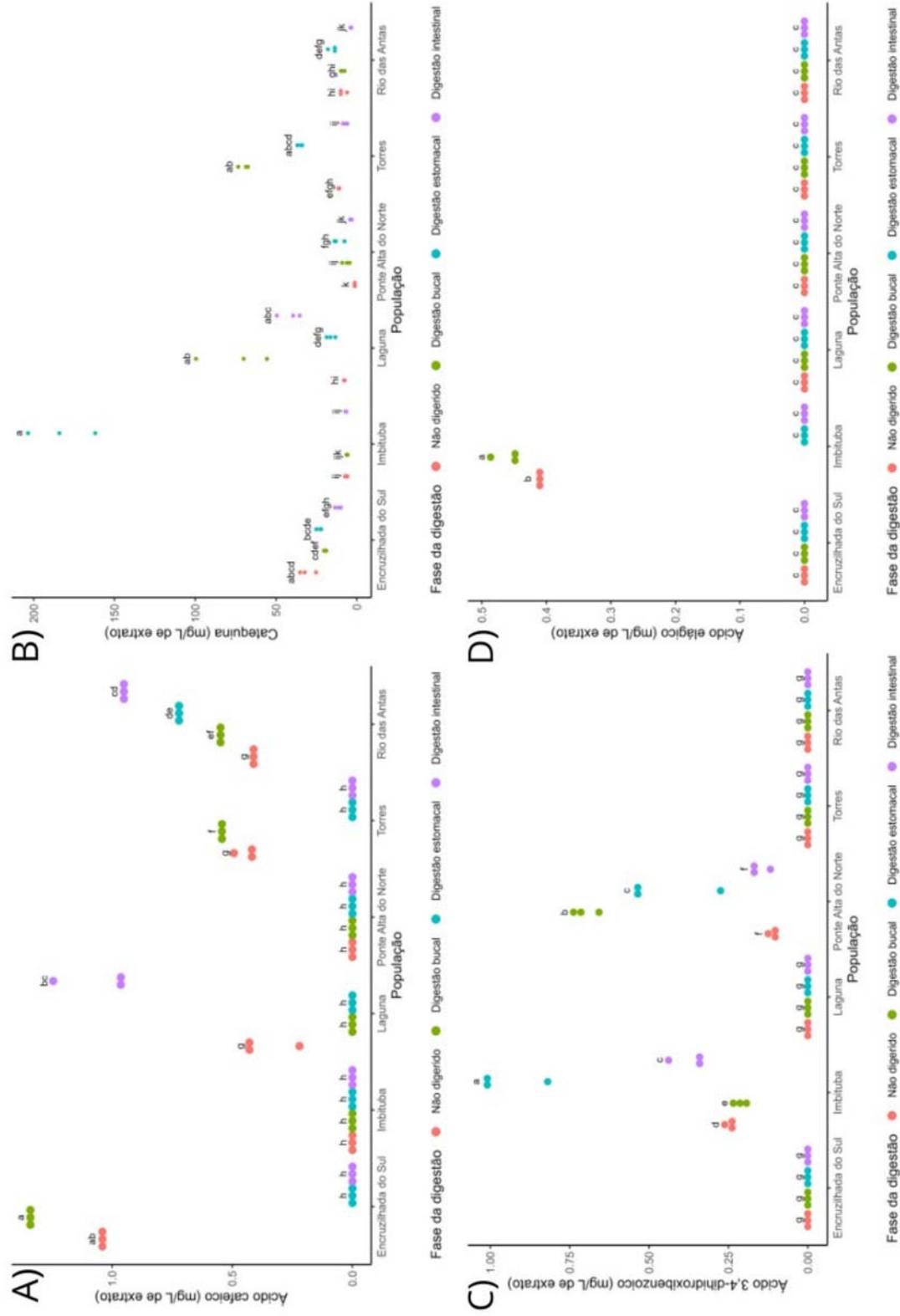


Figura 6 - Identificação e quantificação de compostos fenólicos de frutos de *Butia* de diferentes populações durante digestão in vitro, por HPLC-DAD. As letras sobrescritas indicam diferença significativa, segundo o teste de Sidak a 5% de probabilidade.

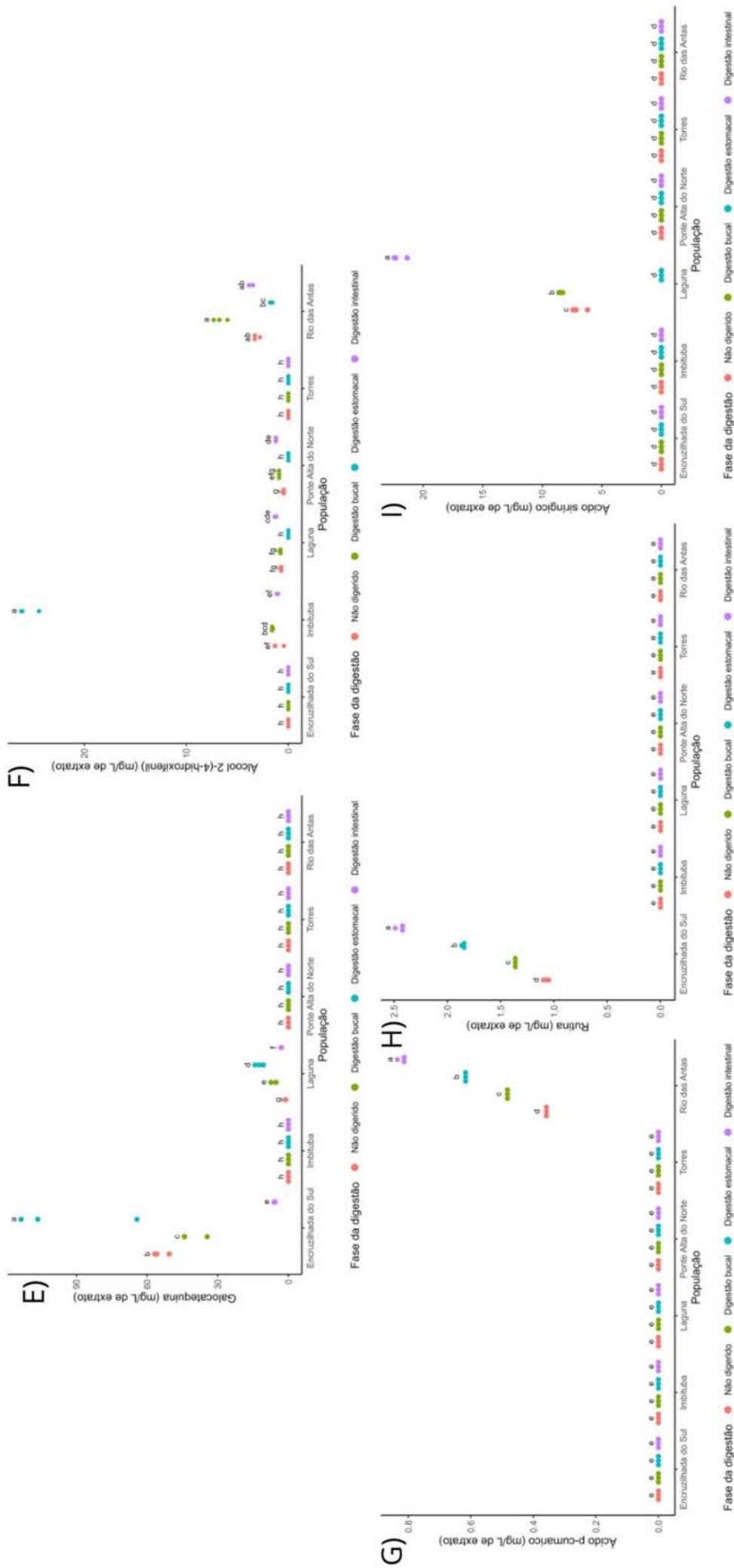


Figura 7 - Identificação e quantificação de compostos fenólicos de frutos de *Butia* de diferentes populações durante digestão in vitro, por HPLC-DAD. As letras sobrescritas indicam diferença significativa, segundo o teste de Sidak a 5% de probabilidade.

Alterações estruturais podem explicar porque alguns compostos podem ser encontrados em algumas das fases do processo digestivo e não em outras, o que explica o comportamento do álcool 2-(-4-hidroxifenil) na amostra PAN, e também do ácido siríngico na amostra LAG, após a digestão estomacal. Reduções expressivas após a digestão intestinal foram observadas nas concentrações de catequina, álcool 2-(-4-hidroxifenil), galocatequina, ácido elágico, ácido 3,4-dihidroxibenzóico e ácido cafeíco em diferentes amostras. Essa fase foi onde, comparativamente, as menores concentrações de fenólicos ocorreram com maior frequência. Considerando que os polifenóis são altamente sensíveis às condições alcalinas (GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2019; WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020) as reduções encontradas após a digestão intestinal (assim como a impossibilidade de detecção de alguns compostos) pode ser esperada.

Alguns autores relatam que as concentrações de compostos fenólicos em alimentos são frequentemente subestimadas, uma vez que a maioria dos testes apenas reproduz as condições de digestão que ocorrem até a fase duodenal. Os microorganismos da flora intestinal atual no intestino grosso, secretando enzimas capazes de liberar os compostos fenólicos insolúveis que estão ligados a parede celular, que também apresentam alta bioatividade (SHAHIDI; YEO, 2016; SAURA-CALIXTO et al., 2006). Dessa forma, as concentrações dos nove compostos fenólicos reportados nesse estudo (e suas atividades funcionais) podem estar subestimadas, quando se considera a digestão completa.

4.3.2 Atividade antioxidante

Diferentes mecanismos geram radicais livres, assim como há diferentes mecanismos para combater essas espécies reativas nos organismos. Dessa forma, mais de um método de quantificação de capacidade antioxidante é comumente empregado. Nesse trabalho a atividade antioxidante foi medida através da capacidade de neutralização dos radicais hidroxila e óxido nítrico.

O radical hidroxila é um dos radicais livres mais abundantes, e é considerado um dos mais reativos, uma vez que pode oxidar proteínas e enzimas, levando a clivagem de ligações peptídicas, inativação de enzimas, e quebras proteolíticas. Além disso, esse radical pode reagir com lipídios presentes na membrana lipídica, causando peroxidação lipídica. Esse processo é responsável por gerar diversos produtos tóxicos, como o radical lipoperoxil e hidroperóxido, que estão relacionados ao envelhecimento e patologias diversas (CHESSEMAN; SLATER, 1993; SHARIFI-RAD et al., 2020).

Por sua vez, o óxido nítrico é uma espécie reativa de N, que cumpre um importante papel na comunicação neuronal e regulação vascular. Porém, em condições desbalanceadas o excesso desse radical pode levar a formação de espécies reativas de oxigênio, como peroxinitrito (ONOO-) e radical superóxido (O₂⁻), que são associadas a danos em nível celular (GROSS; WOLIN, 1995).

Neste trabalho a atividade antioxidante foi afetada pelos dois fatores analisados: as populações (locais de origem) e as diferentes fases da digestão. A população LAG mostrou o maior potencial de captura do radical hidroxila no extrato não diferido e no extrato após a digestão estomacal. Após a digestão bucal PAN e LAG se destacaram com as maiores taxas de inibição do radical hidroxila, embora não tenha ocorrido diferença entre o potencial de inibição de LAG, EDS e TOR (Tabela 9).

Após a digestão intestinal, apenas a amostra TOR apresentou atividade antioxidante contra o radical hidroxila, enquanto que, nenhuma amostra teve efetividade contra o radical óxido nítrico nessa fase da digestão. Isso pode ocorrer devido a degradação dos agentes antioxidantes, mediada pelas condições alcalinas (RYAN; PRESCOTT, 2010).

As populações EDS, RDA, IMB e TOR não apresentaram diferenças na capacidade de captura de OH nas diferentes fases da digestão, o que demonstra alta estabilidade dos compostos bioativos contidos nessas amostras para resistir as alterações de pH e a ação enzimática (RYAN; PRESCOTT, 2010). Por sua vez, LAG e PAN apresentaram diferentes respostas ao longo do processo de digestão.

Na amostra de LAG a maior atividade de captura do radical hidroxila ocorreu após a digestão estomacal, enquanto que em PAN foi após a digestão bucal. Isto

pode ocorrer devido alterações químicas nos compostos originais, mediados pela α -amilase, que levam a produtos que apresentam maior interação com os radicais livres (GINSBURG et al., 2012), enquanto alterações estruturais e químicas benéficas podem também ocorrer sob condições gástricas (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020). Um exemplo é a conjugação que ocorre entre ácidos fenólicos (absorvidos no estômago) e ácido glucurônico, que também podem levar a absorção aumentada, maior biodisponibilidade e atividade antioxidante (ANSON et al., 2009). Aumento da atividade antioxidante após a digestão gastrointestinal também foram reportadas por Vinholes et al., (2018), onde dois genótipos de *B. odorata* avaliados apresentaram atividade de captura do radical hidroxila de 15% a 26% superior ao obtido no extrato original.

Tabela 9 - Atividade antioxidante observada em extratos de *Butia* antes e durante os processos da digestão in vitro, expressa em percentual de captura dos radicais avaliados

Capacidade de captura de OH* (%)						
Fase da digestão	EDS ¹	PAN ²	RDA ³	TO ⁴	IMB ⁵	LA ⁶
Não-digerido	43,47 ^{aB}	45,35 ^{bB}	18,68 ^{aC}	38,09 ^{aB}	10,04 ^{aC}	57,85 ^{bA}
Digestão bucal	40,48 ^{aB}	56,02 ^{aA}	16,61 ^{aC}	41,89 ^{aB}	11,25 ^{aC}	46,94 ^{cAB}
Digestão estomacal	35,65 ^{aB}	30,75 ^{cB}	17,95 ^{aC}	34,57 ^{aB}	6,71 ^{aC}	70,45 ^{aA}
Digestão intestinal	n.d	n.d	n.d	23,41 ^{bA}	n.d	n.d
Capacidade de captura de ON* (%)						
Não-digerido	51,43 ^{bA}	22,50 ^{bC}	35,48 ^{bBC}	49,89 ^{aAB}	57,86 ^{abA}	35,08 ^{bBC}
	B					
Digestão bucal	47,47 ^{bA}	22,90 ^{bB}	30,17 ^{bAB}	47,08 ^{aA}	46,94 ^{bA}	46,25 ^{abA}
Digestão estomacal	68,16 ^{aA}	54,57 ^{aA}	62,21 ^{aA}	55,73 ^{aA}	70,45 ^{aA}	60,18 ^{aA}
Digestão intestinal	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

¹EDS: Encruzilhada do Sul/RS (*Butia odorata*); ²PAN: Ponte Alta do Norte/SC (*Butia eriospatha*); ³RDA: Rio das Antas/SC (*B. eriospatha*); ⁴TOR: Torres/RS (*Butia catarinensis*); ⁵IMB: Imituba/SC (*B. catarinensis*); ⁶LAG: Laguna/SC (*B. catarinensis*). *OH: radical hidroxila, ON: radical óxido nítrico. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na direção horizontal não diferem significativamente. Médias seguidas da mesma letra minúscula na direção vertical não diferem significativamente.

Em relação a neutralização do radical óxido nítrico, IMB demonstrou a maior capacidade antioxidante entre as amostras (entre 46 e 70%), em todas as fases onde atividade foi detectada (extrato não digerido, digestão bucal e digestão

estomacal). Após a digestão bucal, apenas a amostra PAN se diferenciou das demais, com menores valores. As amostras das diferentes populações não apresentaram diferenças entre si após a digestão estomacal, e os maiores percentuais de inibição foram detectados nesse estágio.

Para comparar a performance geral em relação a capacidade antioxidante, a média das fases da digestão foi agrupada para cada população, a fim de investigar o primeiro fator separadamente. Para a capacidade de eliminação do radical hidroxila, quatro diferentes classes estatísticas foram formadas. A população de Laguna (LAG) se destacou com a maior atividade, seguida de Encruzilhada do Sul (EDS), Ponte Alta do Norte (PAN), e Torres (TOR). Rio das Antas (RDA) formou a terceira classe, e a população de Imituba (IMB) mostrou a menor capacidade de neutralizar o radical hidroxila.

As populações EDS e IMB mostraram maior capacidade de captura do radical óxido nítrico do que PAN e RDA. Por outro lado, LAG e TOR formaram um grupo estatístico intermediário, que não se difere de EDS, IMB e RDA, mas apresentou maior potencial de captura de óxido nítrico que PAN (Figura 8-A).

Apesar de pertencer a mesma espécie (*B. catarinensis*) as populações TOR, IMB e LAG tiveram capacidade distinta de captura do hidroxila, por sua vez, através do potencial de captura do radical óxido nítrico não foi possível diferenciar essas amostras. O mesmo padrão foi observado em PAN, e RDA, duas populações de *B. eriospatha*.

Quando considerando apenas o segundo fator (agrupando as médias das populações para cada fase da digestão), na captura do radical hidroxila não houve diferenças entre a atividade em extratos não digeridos e após a digestão bucal e estomacal (Figura 6-B). No intestino, entretanto, a atividade de captura do radical hidroxila foi menor. Redução na atividade antioxidante após a digestão intestinal foi também reportada por Rodríguez-Roque et al., (2013). Para captura de óxido nítrico, a maior atividade antioxidante foi detectada na fase de digestão estomacal, enquanto que para o extrato não-digerido e após digestão bucal não foi observada diferença. Na fase de digestão intestinal não houve atividade em nenhuma concentração testada em nenhuma população.

A digestão bucal é a fase mais curta de toda a digestão simulada, durando cerca de um minuto, então o fato de não ter ocorrido diferença entre a atividade antioxidante observada no extrato não-digerido e após a digestão bucal pode se dever à breve interação com a α -amilase, cuja influência é muito menos acentuada que aquela exercida pelos passos subsequentes, na digestão in vitro (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

Alta estabilidade dos compostos fenólicos durante a digestão bucal e gástrica em espécies frutíferas foi apontada no artigo de revisão de Wojtunik-Kulesza et al. (2020), assim como perdas na concentração total de polifenóis após a digestão intestinal (BERMÚDEZ-SOTO et al., 2007). Em vista da forte correlação entre o conteúdo de polifenóis e a atividade antioxidante (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020; MA et al., 2020) é possível que a ausência de diferenças entre o potencial antioxidante para o radical hidroxila, do extrato não-digerido, digerido na boca, e pós digestão estomacal, e as significativas reduções após a digestão intestinal para os dois radicais investigados, esteja relacionada aos padrões discutidos.

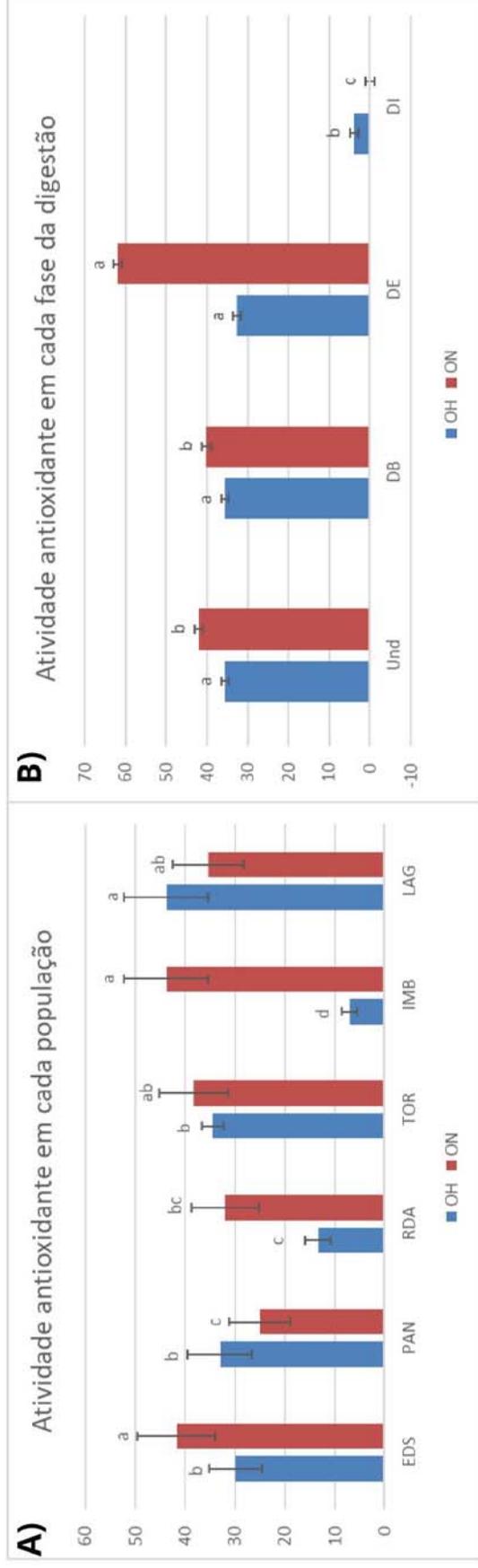


Figura 8 - A) Performance das seis amostras de *Butia* de diferentes populações para a captura do radical hidroxila (OH) e óxido nítrico (ON), durante a simulação da digestão in vitro, considerando a média geral de todas as fases avaliadas: extrato não digerido, digestão bucal, digestão estomacal e digestão intestinal. *EDS: Encruzilhada do Sul (*B. odorata*); PAN: Ponte Alta do Norte (*B. eriopatha*); RDA: Rio das Antas (*B. eriopatha*); TOR: Torres (*B. catarinensis*); IMB: Imbituba (*B. catarinensis*); LAG: Laguna (*B. catarinensis*); B) Capacidade geral de eliminação dos radicais hidroxila e óxido nítrico observada em diferentes fases da digestão, em extratos de *Butia* submetidos a digestão in vitro. *Und: Extrato não digerido, DB: digestão bucal, DE: digestão estomacal, DI: digestão intestinal. Letras diferentes indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

4.3.3 Atividade anti-hiperglicêmica

Houve interação entre as fases da digestão e as diferentes populações na atividade anti-hiperglicêmica. Nos extratos não digeridos a inibição da α -glicosidase variou entre as amostras de 14% até 72%. Na digestão bucal, a variação foi de 12% até 61% de atividade inibitória. No estômago variou de 3% a 63%, e no intestino de 4% a 57%. As populações de IMB e PAN não apresentaram diferenças na capacidade de inibição da α -glicosidase durante as fases da digestão, enquanto que todas as outras populações tiveram diferentes comportamentos inibitórios ao longo das fases da digestão (Tabela 10).

As menores reduções na atividade inibitória de α -glucosidase após a digestão simulada foram observadas nas amostras de PAN e LAG, que, em relação ao extrato não digerido, apresentaram taxas de redução de 21,71% e 32,12%, respectivamente. Por sua vez, RDA, IMB, EDS e TOR tiveram redução severa: de 44, 71, 79 e 100%, respectivamente.

De forma geral, neste trabalho a capacidade de inibição de α -glucosidase do extrato foi diferente antes e após a digestão bucal. No trabalho de Vinholes et al., (2018), para genótipos de *B. odorata*, não foi observada diferença entre essas duas fases da digestão, e é importante ressaltar que no presente trabalho a única amostra de *B. odorata* avaliada compartilhou o mesmo comportamento. A população PAN se sobressaiu, com os maiores percentuais de inibição de α -glicosidase tanto no extrato original, quanto após cada etapa da digestão.

A análise individual dos fatores possibilita comparar a performance geral de cada população, e a influência de cada etapa do processo digestivo sobre a inibição enzimática. Para o primeiro fator, diferenças foram observadas entre as populações, tanto para capacidade inibitória de α -glicosidase quanto para α -amilase (Figura 9-A). Para atividade inibitória de α -glicosidase maiores diferenças foram observadas entre as amostras, com três classes estatísticas formadas, das quais o grupo intermediário (ab) predominou.

Tabela 10 - Capacidade inibitória das enzimas α -glicosidase e α -amilase em extratos de *Butia* submetidos a digestão in vitro, com potencial expresso em percentual

Atividade inibitória de α -glicosidase (%)						
Fase da digestão	EDS ¹	PAN ²	RDA ³	TOR ⁴	IMB ⁵	LAG ⁶
Não-digerido	21,13 ^{aD}	72,87 ^{aA}	66,35 ^{aA}	14,46 ^{aD}	31,26 ^{aC}	52,10 ^{aB}
Digestão bucal	18,29 ^{aC}	61,30 ^{bA}	54,90 ^{bAB}	12,57 ^{aC}	17,49 ^{bC}	49,82 ^{abB}
Digestão estomacal	3,59 ^{bD}	63,21 ^{bA}	36,35 ^{bB}	6,09 ^{bCD}	14,96 ^{bCC}	41,70 ^{bB}
Digestão intestinal	4,43 ^{bC}	57,04 ^{bA}	37,12 ^{bB}	n.d	8,94 ^{bC}	40,05 ^{bB}
Atividade inibitória de α -amilase (%)						
Não-digerido	84,23 ^{aA}	16,12 ^{bB}	67,42 ^{aAB}	72,40 ^{aA}	55,43 ^{aAB}	52,76 ^{aAB}
Digestão bucal	82,67 ^{aA}	44,35 ^{abA}	74,66 ^{aA}	94,79 ^{aA}	56,85 ^{aA}	87,4,6 ^{aA}
Digestão estomacal	83,19 ^{aA}	62,53 ^{abAB}	44,78 ^{aAB}	16,81 ^{bB}	78,16 ^{aA}	70,43 ^{aAB}
Digestão intestinal	75,84 ^{aA}	71,89 ^{aA}	43,14 ^{aA}	50,35 ^{abA}	67,88 ^{aA}	90,60 ^{aA}

EDS: Encruzilhada do Sul (*B. odorata*); PAN: Ponte Alta do Norte (*B. eriospatha*); RDA: Rio das Antas (*B. eriospatha*); TO: Torres (*B. catarinensis*); IMB: Imbituba (*B. catarinensis*); LA: Laguna (*B. catarinensis*). n.d: não detectado.

A população PAN apresentou média de inibição de α -glicosidase de 64%, o maior percentual observado. Nas populações RDA e LAG o percentual de inibição foi de 49% e 48%, em IMB foi de 18%, e por fim EDS e TOR constituíram a classe onde os menores valores foram registrados, com médias de 12% e 8%, respectivamente.

De acordo com Pereira et al. (2020) amostras com alta capacidade de inibição de α -glicosidase, e média capacidade de inibição de α -amilase são preferíveis. Altas taxas de inibição de α -amilase são evitadas para reduzir o percentual de amido não digerido que chega ao intestino, onde é fermentado pela flora intestinal, podendo causar desconforto, flatulência e diarreia. É interessante notar que a amostra PAN apresentou a menor taxa global de captura do radical óxido nítrico, e média capacidade de neutralização do radical hidroxila, entretanto essa amostra pode ser considerada promissora para validação da eficiência anti-hiperglicêmica em ensaios in vivo, uma vez que foi a única amostra em que a taxa geral de inibição de α -glicosidase superou a de α -amilase.

Vinholes et al., (2018) reportou aumento na atividade inibitória de α -glicosidase após a digestão gástrica, entretanto no presente trabalho um padrão de

decréscimo foi observado, onde o extrato não digerido apresentou 43% de inibição, 36% de inibição foi registrada após a digestão bucal, e nas últimas etapas (estômago e intestino) os menores valores foram observados, 28% e 25% respectivamente (Figura 7-B). Não existem registros da atividade anti-hiperglicêmica de *Butia* ao longo da digestão in vitro, mas o mesmo padrão de decréscimo foi observado por Cao et al., (2021) em casca de pêssego. Para α -amilase não houve diferença na capacidade de inibição enzimática, cuja atividade se manteve entre 58% e 73%.

A redução na atividade de inibição de α -glicosidase após a digestão gástrica já foi documentada na literatura (VINHOLES et al., 2018.; RADÜNDZ et al., 2021; GUTIÉRREZ-GRIJALVA et al., 2019). O conteúdo de fenólicos têm sido associado a inibição de α -glicosidase, onde os polifenóis apresentam diferentes mecanismos inibitórios, dependendo de sua conformação química (CAO et al., 2021). Ao longo da digestão processo de quebra e absorção ocorrem, onde polifenóis interagem com outros componentes alimentares, resultando em padrões específicos de aumento ou redução desses compostos, dependendo da constituição das matrizes alimentares (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

Com sistema de reprodução alógamo, hábito perene e dispersão de sementes associado a animais, as espécies de *Butia* apresentam alta variabilidade genética (BARILANI, 2002; RIVAS; BARILANI, 2004; BÜTTOW et al., 2010). Essa variabilidade se reflete na composição nutricional de frutos e na produção de metabólitos secundários em resposta as pressões ambientais enfrentadas (ARBONA et al., 2013; LIU et al., 2017). Assim, as diferenças identificadas na atividade biológica, composição fenólica e nos padrões de liberação desses compostos fitoquímicos nas amostras de *Butia*, são esperadas. Esses resultados evidenciam a importância de conservar esses recursos genéticos, para garantir a persistência das populações e dos caracteres de interesse, que podem contribuir para a saúde humana (NAZARENO; REIS, 2013).

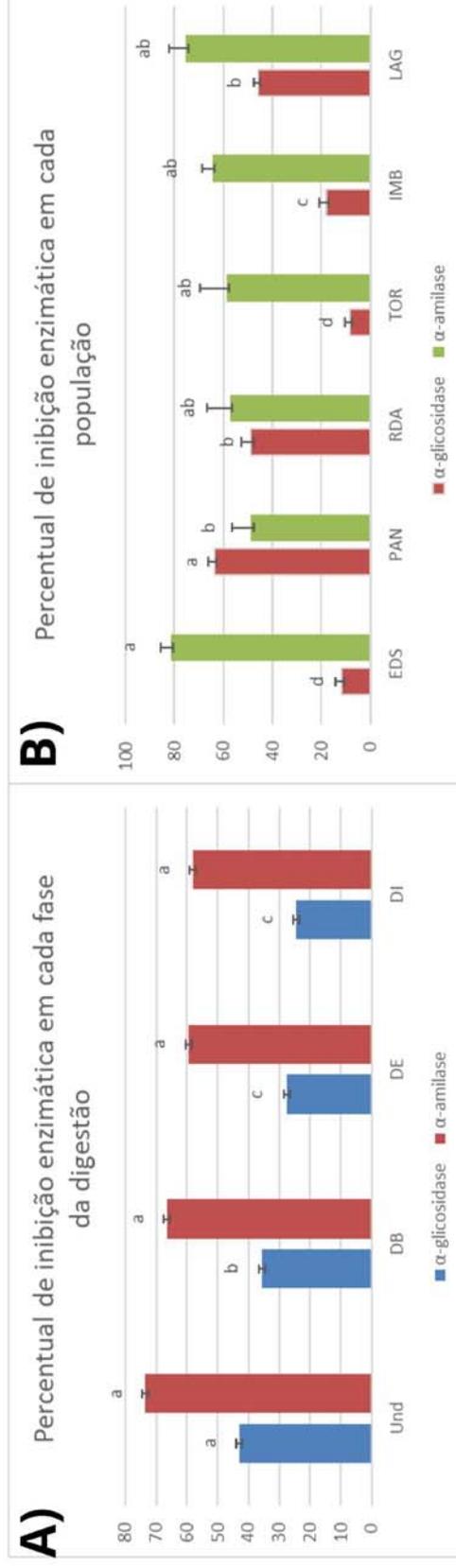


Figura 9 - A) Performance das seis populações de *Butia* para inibição das enzimas α-glicosidase e α-amilase ao longo da digestão simulada, considerando a média agrupada de todas as fases da digestão avaliadas: digestão bucal, digestão estomacal, digestão intestinal e extrato não digerido. *EDS: Encruzilhada do Sul (*B. odorata*); PAN: Ponte Alta do Norte (*B. eriopatha*); RDA: Rio das Antas (*B. eriopatha*); TOR: Torres (*B. catarinensis*); IMB: Imbituba (*B. catarinensis*); LAG: Laguna (*B. catarinensis*); B) Capacidade geral de inibição da α-glicosidase e α-amilase em extratos de *Butia*, observados em diferentes fases da digestão in vitro. *Und: Extrato não digerido, DB: digestão bucal, DE: digestão estomacal, DI: digestão intestinal. Letras diferentes indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

4.4 Conclusões

Todos os extratos de *Butia odorata*, *Butia catarinensis* e *Butia eriospatha*, de diferentes populações apresentam atividade antioxidante, anti-hiperglicemiante, e variação no perfil fitoquímico. A digestão in vitro resulta em diferentes tendências na capacidade antioxidante, anti-hiperglicemiante e perfil fenólico nas amostras. As amostras das populações de Encruzilhada do Sul (*Butia odorata*), Torres e Imbituba (*Butia catarinensis*) se destacam pela capacidade de eliminação do radical óxido nítrico. Na amostra de Laguna (*B. catarinensis*) há maior neutralização do radical hidroxila. Na amostra de Ponte Alta do Norte (*B. eriospatha*) se observa melhor relação de inibição entre α -glicosidase e α -amilase, com alta inibição da primeira enzima, e média da segunda. Por sua vez, a amostra de Rio das Antas (*B. eriospatha*) se sobressai com as maiores concentrações do álcool 2-(4-hidroxifenil), composto reportado pela primeira vez no gênero *Butia*. A variação existente nas amostras das populações avaliadas se expressa por meio da ocorrência de diferentes perfis fitoquímicos, que resultam em potencial nutracêutico distinto.

5 CAPÍTULO 3 - Herança cultural: Usos de *Butia eriospatha* nos Campos de Cima da Serra na Região Sul do Brasil

5 CAPÍTULO 3 - Herança cultural: Usos de *Butia eriospatha* nos Campos de Cima da Serra na Região Sul do Brasil

5.1 Introdução

O gênero *Butia* abrange palmeiras nativas da América do Sul, cujos frutos, conhecidos como “butiás”, são apreciados para consumo humano e animal. As palmeiras de *Butia* podem ser encontradas em grandes populações, chamadas de palmares ou butiazais. Nesses ecossistemas únicos interagem com grande diversidade de espécies animais e vegetais (SILVEIRA et al., 2022). O gênero *Butia* é composto de 24 espécies, que se distribuem no Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (FLORA DO BRASIL, 2020; SANT’ANNA-SANTOS, 2021; SANT’ANNA-SANTOS, 2023). Atualmente, entretanto, um grande número de espécies de *Butia* enfrentam ameaça de extinção, devido às mudanças no uso da terra, causadas por fatores antropológicos (SOSINSKI et al., 2019; ESLABÃO et al., 2022).

Evidências arqueológicas que remontam a oito mil anos antes do presente (LÓPEZ MAZZ, 2013) corroboram a importância alimentar que esses recursos tiveram no período pré-histórico (BOADO et al., 2006; POLITIS, 2008). Artefatos de pedra polida, utilizados para romper os endocarpos (SCHMITZ et al., 2006) e amêndoas carbonizadas têm sido encontradas em aterros artificiais (IRIARTE, 2009), sugerindo que, além dos frutos, o potencial alimentar das amêndoas pode também ter sido aproveitado. Existem diversos usos presentes (e passados) dos frutos e amêndoas do butiá em receitas caseiras, como geleias, sucos, licores e sorvetes, mas para além dos usos tradicionais, o reconhecimento da versatilidade do butiá têm também alcançado a alta gastronomia (DABEZIES; RIVAS, 2020; DUTRA et al., 2021).

Na região sul do Brasil, o consumo de cachaça saborizada com butiá está intimamente ligada à identidade local (BÜTTOW et al., 2009). No entanto, o fruto não é a única parte da planta que ostenta significado cultural. Em 2022 o “saber-fazer” do artesanato com as folhas de *Butia* foi reconhecido como patrimônio cultural

imaterial no estado do Rio Grande do Sul (IPHAE, 2023). Essa prática tem sido perpetuada ao longo do tempo através das gerações associadas aos butiazais. De acordo com Krob & Bohrer (2016) essa prática está profundamente enraizada num contexto de valor imaterial, que valoriza as relações sociais, o trabalho feminino, e as práticas transmitidas por meio da oralidade.

Dentre as espécies de *Butia*, uma pode ser encontrada em paisagens cobertas de geada: *Butia eriospatha*, também conhecida como “butiá-da-serra”. Capaz de suportar temperaturas abaixo de zero, essa espécie é endêmica da Mata Atlântica, e é encontrada nos campos de altitude do Sul do Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (RIBEIRO et al., 2019; NAZARENO; REIS, 2014). Essa espécie ocorre tanto nos campos de altitude (NAZARENO; REIS, 2013), onde se formam populações, quanto entremeada à Floresta de Araucárias (RIBEIRO et al., 2019).

No passado, densos butiazais de *B. eriospatha* eram frequentes nas paisagens do sul do Brasil (REITZ, 1974). Até o meio do século passado, o processamento da crina produzida com as folhas do butiá, alimentou a indústria de estofamentos, promovendo significativa geração de renda. Entretanto, com o advento das fibras sintéticas essa atividade experimentou declínio progressivo, até cessar (ROSSATO; BARBIERI 2007). Atualmente essa espécie enfrenta risco de extinção, e é classificada como “vulnerável” pela lista oficial da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN - International Union for Conservation of Nature) (ESLABÃO et al., 2016). As principais ameaças são a redução das populações, as baixas taxas regenerativas, a fragmentação dos remanescentes, bem como a exploração predatória e tráfico ilegal de plantas adultas, para mercados locais e internacionais (NAZARENO; REIS, 2013; NAZARENO; REIS, 2014).

A relação entre a diversidade cultural e a diversidade biológica têm um papel fundamental na resiliência dos ecossistemas. Isso se deve ao efeito que as práticas culturais exercem sobre a manutenção, ou redução, da biodiversidade (WINTER; McCLATCHEY, 2008). As lacunas no conhecimento sobre *B. eriospatha* limitam o desenvolvimento de estratégias de conservação efetivas. Existem poucos estudos abordando o conhecimento local associado ao uso de espécies de *Butia*, e até o momento nenhum focou em *B. eriospatha*. Considerando que o conhecimento local

pode ser um aliado na promoção do uso sustentável, o objetivo deste trabalho foi resgatar as relações de uso com a espécie *B. eriospatha* em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na área de ocorrência da espécie.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Área do estudo

O estudo foi conduzido na região sul do Brasil, durante o período de janeiro de 2022 até agosto de 2023. Foram incluídos sete municípios do estado de Santa Catarina (SC) e dois do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 10). A região de Curitibanos, área onde a maior parte das entrevistas foi realizada, possui um extenso histórico de exploração madeireira. As operações silviculturais conduzidas entre 1930 e 1960 tiveram grande impacto sobre a biodiversidade local, resultando em fragmentação e supressão de remanescentes florestais (RIBEIRO, 2009). Nesse estudo os demais municípios abordados também têm no setor primário, especialmente na produção agrícola, uma das principais fontes de receita econômica (CIDADE-BRASIL, 2023).

Espécimes de *Butia eriospatha* da região de Curitibanos foram depositadas no herbário da Embrapa Clima Temperado (ECT), sob número 9822 e 9819.

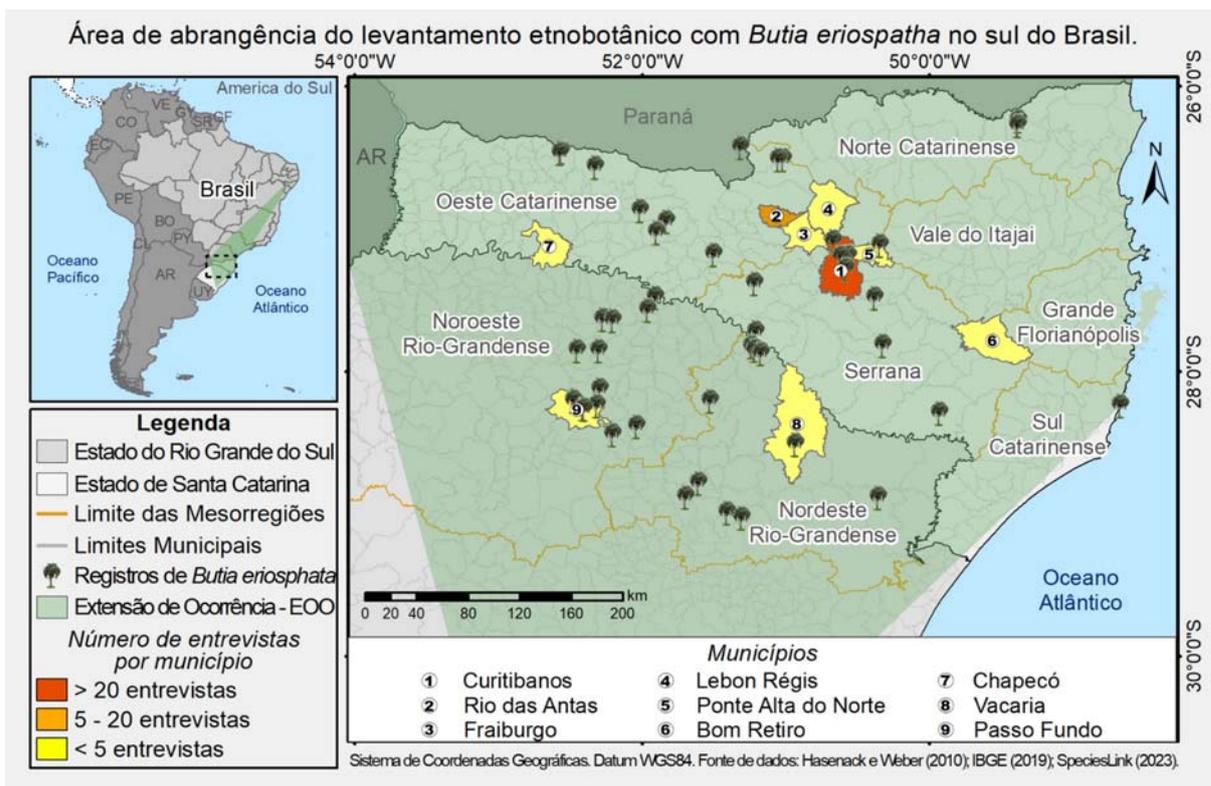


Figura 10 – Localidades incluídas no levantamento etnobotânico sobre butiá-da-serra (*Butia eriospatha*), e registro de ocorrência da espécie - indicado pelos ícones de palmeiras no mapa.

5.2.2 Levantamento etnobotânico

Foi conduzido um estudo etnobotânico para investigar os vínculos culturais mantidos pelas comunidades do Sul do Brasil com *Butia eriospatha*. O levantamento foi feito através de entrevistas (VIERTLER, 2002) e alguns casos, quando foi feito o convite para participar de atividades diárias das propriedades rurais/domicílios empregou-se observação participante (BRADEY, 1980; SHAH, 2017) com pessoas que apresentam ligação com a espécie estuda. Os critérios de inclusão dos participantes do estudo foram: uso presente ou passado da espécie, relação de comercialização, posse de plantas de *B. eriospatha* em áreas rurais ou urbanas. Os primeiros participantes foram identificados e contatados através de indicações mediadas por parceiros da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus

de Curitiba. A técnica “bola-de-neve” foi utilizada para expandir o corpo da pesquisa (ALBUQUERQUE et al., 2010).

As entrevistas foram conduzidas após a explicação da pesquisa e seus objetivos, e assinatura de um termo de consentimento. Foram utilizados questionários semi-estruturados (ANEXO A), o áudio foi gravado, e posteriormente foi realizada a transcrição integral, onde foram mantidas as variações linguísticas e regionalismos. Foram abordadas questões sobre formas de uso, comercialização, produção, preferências, além de percepções e ligações pessoais com a espécie.

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas (UFPe), e foi aprovado sob número de registro: 44191521.4.0000.5317.

5.2.3 Abordagem e análise dos dados

Os dados qualitativos foram analisados através de análise de conteúdo (FRANCO, 2005; MINAYO, 2006). As formas de uso agrupadas de duas formas: de acordo com a parte da planta utilizada e de acordo com as categorias de uso. Os dados quantitativos foram analisados empregando o “Valor de Diversidade de Uso” (VDU). O “Valor de Diversidade de Uso” foi calculado com a fórmula: $VDU = \frac{\sum sc}{\sum cc}$, onde “sc” é a soma de menções de uma categoria de uso específica, e “cc” é o cômputo total de todas as formas de uso de todas as categorias.

O Valor da Diversidade do Informante (VDI) resultou da divisão entre o número total de citações individuais pelo número total de categorias mencionadas (adaptado de BYG; BASLEV, 2001). Foi realizado um dendrograma de agrupamentos k means baseado nos valores obtidos no “VDI”, a fim de agrupar os participantes que compartilham conhecimentos similares para os usos da espécie. Essa análise foi efetuada no software R, versão R-4.0.3 (R CORE TEAM, 2023) com o pacote “cluster” (MAECHLER et al., 2022).

Nas citações diretas, os participantes foram identificados com suas iniciais, gênero e idade. No dendrograma gerado via análise de cluster, os participantes

foram identificados com um número, referente ao ordenamento em que as entrevistas foram conduzidas.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Os entrevistados

O levantamento etnobotânico resultou em 36 entrevistas, com 26 mulheres e 10 homens, de sete municípios. Desses, 14 vivem em área rural e 22 em área urbana. A faixa de idade variou de 28 até 85 anos, com média de 57 anos (Tabela 11). O estudo abordou participantes de Curitiba, Ponte Alta do Norte, Fraiburgo, Rio das Antas, Lebon Régis, Bom Retiro e Chapecó (estado de Santa Catarina), e também de Vacaria e Passo Fundo (estado do Rio Grande do Sul). Apenas um participante era originalmente de outra região do Brasil (nordeste brasileiro), e se mudou para o Sul após a vida adulta. Todos os outros participantes mantêm uma relação com a espécie devido à permanência contínua no território de ocorrência, levando a um acúmulo de conhecimento, e desenvolvimento de identidades territoriais.

Três participantes vivem (ou já viveram) na “Comunidade do Butiá Verde”. Essa comunidade se localiza no município de Fraiburgo (SC), e o fato do nome da localidade fazer menção à espécie, demonstra como ela está inserida no contexto cultural, quanto elemento da paisagem que é percebido e reconhecido pela comunidade. Outros entrevistados também viveram em locais onde o butiá-da-serra têm importância reconhecida, como Lebon Régis (SC) onde a comercialização da crina do butiá é destacada como uma das bases econômicas do passado, no site oficial do município (LEBON RÉGIS, 2023), bem como Ponte Alta do Norte, onde as flores do butiá são a planta símbolo da cidade (PONTE ALTA DO NORTE, 2006).

Entre os participantes, 14 são profissionais ligados ao setor agropecuário, 14 são profissionais aposentados de diversas áreas (com predominância de

professores, n=7), e entre os outros há cinco profissionais autônomos, dois servidores públicos e uma dona de casa. Em níveis educacionais, 8 participantes cursaram até o ensino fundamental, 12 o ensino médio e 16 têm educação superior.

Tabela 11 - Caracterização dos participantes do estudo etnobotânico desenvolvido no Sul do Brasil com *Butia eriospatha*

Id¹	Idad e	Escolaridade	Gêner o	Ocupação	Município	AR²
1-E.B	60	Ens. fundamental	F	Cabeleireira	Curitibanos/SC	Urb
2-Z.G	57	Graduação	F	Agricultora	Curitibanos/SC	Urb
3-M.L.G	43	Graduação	F	Professora	Curitibanos/SC	Urb
4-S.M.G	61	Graduação	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
5-T.C	66	Graduação	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
6-R.J	76	Ens. fundamental	M	Agricultor (A)	Curitibanos/SC	Rural
7-A.M	80	Graduação	F	Comerciante (A)	Curitibanos/SC	Urb
8-C.N	60	Ens. fundamental	M	Agricultor	Fraiburgo/SC	Rural
9-J.L	85	Ens. fundamental	M	Agricultor (A)	Rio das Antas/SC	Rural
10-A.X	35	Ens. médio	F	Cozinheira	Rio das Antas/SC	Urb
11-G.B	60	Graduação	M	Microempresário	Rio das Antas/SC	Urb
12-M.S.M.S	41	Ens. médio	F	Agricultor	Rio das Antas/SC	Rural
13-A.L	82	Ens. fundamental	F	Comerciante (A)	Rio das Antas/SC	Urb
14-B.R.G	28	Graduação	F	Agrônoma/Agricultora/ Microempresária	Curitibanos/SC	Rural
15-V.I	65	Ensino médio	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
16-V.O	42	Ens. fundamental	M	Agricultor	Curitibanos/SC	Urb
17-E.C.C	68	Graduação	F	Artesã (A)	Curitibanos/SC	Urb
18-V.M	54	Graduação	F	Comerciante	Curitibanos/SC	Urb
19-S.G	35	Ensino médio	F	Agricultor	Ponte Alta do Norte/SC	Rural
20-D.A.S	76	Ens. fundamental	F	Agricultor (A)	Curitibanos/SC	Rural

21-A.M.L	66	Ens. fundamental	F	Agricultor (A)	Curitibanos/SC	Rural
22-S.T.O	72	Graduação	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
23-A.S	68	Graduação	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
24-V.L.L	60	Ensino médio	M	Técnico em eletrônica	Curitibanos/SC	Urb
25-C.G	49	Ensino médio	F	Dona de casa	Bom Retiro/SC	Rural
26-F.G.R	33	Graduação	F	Agricultor	Curitibanos/SC	Rural
27-V.F	62	Graduação	F	Vereadora/ Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
28-D.F	42	Ensino médio	M	Agricultor	Curitibanos/SC	Rural
29-O.D.S	43	Graduação	M	Secretário de agricultura/ Técnico agrícola	Curitibanos/SC	Urb
30-A.L	46	Ensino médio	M	Técnico Agrícola/ Coordenador iniciativa de economia solidária	Vacaria/RS	Rural
31-L.F	50	Ensino médio	F	Coordenador iniciativa de economia solidária	Passo Fundo/RS	Urb
32-T.J.S	77	Ens. fundamental	F	Funcionária pública (A)	Curitibanos/SC	Urb
33-R.B	45	Graduação	M	Agricultor/Pesquisador	Lebon Régis/SC	Rural
34-L.D	81	Ens. fundamental	F	Professora (A)	Curitibanos/SC	Urb
35-G.A	42	Graduação	F	Terapeuta holística/ Agricultora	Chapecó/SC	Rural
36-A.P	60	Graduação	M	Contador	Curitibanos/SC	Urb

¹Os participantes foram identificados por um número (correspondente à ordem em que foram conduzidas as entrevistas) e as iniciais de seus nomes. (A): Profissional aposentado. ²AR: Área de residência. Urb: Urbana.

5.3.2 Formas de uso de *Butia eriospatha*

Foram mencionadas 41 formas de uso (Figura 11; Tabela 12), sendo a principal o consumo dos frutos in natura (mencionado por todos os participantes),

uso das amêndoas in natura (n=26), licor (n=16), cachaça (n=15), seguidas de amêndoas torradas, geleia dos frutos e ornamentação, que tiveram 8 menções cada.

Os usos foram classificados em: alimentos, bebidas, medicinal, celebrações, artesanatos e utilitários (Tabela 12). O índice VDU foi calculado para expressar a diversidade de usos de *B. eriospatha* para cada categoria estabelecida. O maior VDU foi observado na categoria de uso “Alimentação”, com valor de uso de 0,56, seguida de “Bebidas” com 0,20, e as demais categorias apresentaram valores abaixo de 0,09.

As formas de uso mais mencionadas no levantamento conduzido por Büttow et al. (2009) com *Butia odorata*, foram o uso dos frutos para consumo in natura, para produção de licor e doces, em concordância com o presente estudo. Na investigação do uso de *B. odorata* no Uruguai a partir de fontes primárias (levantamento etnográfico) e secundárias (referencial teórico) 48 usos foram apontados, sendo os mais relevantes o licor dos frutos, o “café de coco” feito com as amêndoas, estofamentos e colchões produzidos com as folhas, e geleia da fruta (DABEZIES; RIVAS, 2020). Para *Butia catarinensis*, uma espécie de butiá que ocorre no litoral de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, suco foi a principal forma de uso mencionada, seguida de “rum” (cujo preparo corresponde à cachaça curtida com butiá), picolés e frutos in natura (KUMAGAI; HANAZAKI, 2013). As principais formas de uso variam entre as espécies, possivelmente em função das distintas formações culturais que se manifestam em diferentes territórios. Suco foi a principal forma de uso de *B. catarinensis*, uma espécie que ocorre em regiões costeiras (de clima quente), enquanto o uso para produção de “doces” foi uma das principais formas de uso de *B. odorata* no estudo realizado em Pelotas e região, local com reconhecida tradição doceira.

Entre as formas mencionadas no presente trabalho, “pé de moleque”, “paçoquinha” e “cocada” são doces típicos brasileiros. Os dois primeiros têm como base amendoim e açúcar, enquanto que o segundo é tradicionalmente feito com coco, açúcar e manteiga (FREYRE, 2007). Nessas receitas as amêndoas do butiá substituíram o amendoim, e no caso da cocada as amêndoas foram incorporadas a receita, que também leva leite condensado.

Tabela 12 - Panorama dos usos, e respectivas categorias estabelecidas com o Valor de Diversidade de Uso, levantados no estudo etnobotânico conduzido no Sul do Brasil com butiá-da-serra (*Butia eriospatha*)

Categoria de uso	Alimentação	Utilitários	Bebidas	Artesanatos	Celebrações	Paisagismo	Medicinal
	Fruto <i>In natura</i> (n=36) Geleia (n=8) Suco (n=5) Sorvete (n=2) Picolé (n=2) Torta (n=1) Conserva (n=1) Amêndoa <i>in natura</i> (n=26) Amêndoa torrada (n=8) Cocada (n=5) <i>Pé de moleque</i> (n=3) <i>Paçoquinha</i> (n=2) Amêndoa com mel (n=1) Flor verde <i>in natura</i> (n=2) Flor verde cozida (n=1) Flor verde frita (n=1) Palmito (n=3)	Alimentação animal (n=1) Colchão (n=5) Vassoura (n=2) Telhado (n=1) Tapete (n=2) Sapato (n=1) Cinto (n=1) Jogo de mesa (n=2) Cesto (n=2) Quebra-vento (n=2)	Licor (n=16) Cachaça ¹ (n=15) Caipirinha (n=1) Vitamina (n=1)	Chapéu (n=3) Trança (n=2) Bolsa (n=2) Endocarpos (n=1)	Art. religioso ² (n=3) Arco (n=2) Oratório (n=1)	Planta (n=8) Supt. epifitas ³ (n=2)	Xarope (n=2)
Usos mencionados							
IDU	0,56	0,09	0,20	0,04	0,03	0,04	0,01

“n” se refere ao número de citações. ¹ Cachaça saborizada com butiá; ² artefato religioso; ³ Suporte para epifitas.

Um fato digno de menção, foi que os colchões feitos de crina de butiá foram chamados de “*cama-turca*” por quatro dos entrevistados, uma denominação que ainda não tinha sido registrada na literatura. Por sua vez, o uso das frutas para “alimentação animal” se refere ao confinamento de porcos em áreas de butiazal durante o verão, onde o butiá servia de complemento alimentar.

A declaração feita por R.B (M, 45 anos) “-*Do butiá se usa tudo!*” mostrou-se acurada, quando se considera o cômputo total de usos separados por parte da planta (Figura 11). A parte da planta que apresentou maior diversidade de usos foi a folha, (n=13), seguida dos frutos (n=12), amêndoas (n=6), inflorescências (n=4), planta inteira (n=3), e por fim, endocarpo, bráctea e estipe tiveram cada uma apenas uma forma de uso.

Martins et al. (2014) investigou a diversidade de palmeiras do Centro-Oeste do Brasil, e as formas de uso associadas, e indicou as folhas de *Butia purpurascens* como a parte da planta que apresentou mais versatilidade de usos, sendo a principal forma de uso a confecção de vassouras. Nesse estudo as folhas de *B purpurascens* também se destacaram no comparativo com as outras 16 palmeiras investigadas, apresentando o maior valor para o Valor de Diversidade de Uso.



Figura 11 - Formas de uso de *Butia eriopatha* (butiá-da-serra) levantadas em estudo etnobotânico no Sul do Brasil, categorizados por parte da planta.

Foram classificados como “Artesanato” os itens para ornamentação pessoal, enquanto que em “Utilitários” fez-se a distinção dos objetos cuja funcionalidade se sobrepõe a possível função estética e/ou de ornamentação pessoal. Calçado e cinto são itens de uso pessoal, entretanto, foram incluídos na categoria “Utilitários” de forma a respeitar o contexto em que foram mencionados. Os itens foram reportados em uma única entrevista, e longe de representar uma escolha, essa forma de utilização das folhas resultou de um contexto de necessidade, onde a família da participante na época (década de 1960) passava por dificuldades financeiras. No gráfico gerado por Cluster Kmeans um grupo distante dos demais (grupo 3), foi formado apenas por essa participante mencionada (Figura 12).

Essa participante foi a que mais mencionou diferentes usos, entre todos os participantes: 22 usos, sendo sete “Utilitários”, seis para “Alimentação”, e três formas de uso para as categorias: “Bebidas”, “Artesanatos” e “Celebrações”. O conhecimento das formas de uso das diferentes partes da planta foram legados pelos avós da participante, demonstrando a forma como as ligações com *B. eriospatha* se constroem ao longo de gerações. Essa citação expressa o legado do conhecimento através da oralidade, e a importância do butiá no contexto de necessidade: *“A gente morou no sítio, daí (o conhecimento) já vem de antes dos nossos avós. Então (o butiá) era o que a gente tinha de mais próximo, mais barato também. Naquela época não tínhamos os recursos que temos hoje”* (V. I., F – 65 anos).

O primeiro cluster foi formado por participantes que mencionaram usos paisagísticos e medicinais da planta. Além disso, no primeiro grupo a categoria de uso “Alimentos” teve IDI médio maior que a categoria “Bebidas”: de 0,23 e 0,16, respectivamente. No segundo cluster uma tendência contrária se observa, com a categoria de “Bebidas” apresentando IDI (0,23) maior que a de “Alimentos” (0,14). Também nesse cluster (grupo 2) foram agrupados os participantes que mencionaram usos relacionados a celebrações.

O cluster 1 foi formado por dez participantes, sendo 80% mulheres e 20% homens, 60% residentes de área rural e 40% em área urbana, com idade variando de 50 até 85 anos, e média de idade de 67,5 anos. O cluster 2 é um grupo maior,

onde se encontram 26 participantes, o qual se distinguiu do cluster 1 apresentando menor média de idade (54,07), maior percentual de participantes de áreas urbanas (70%) e maior percentual de homens (30%)

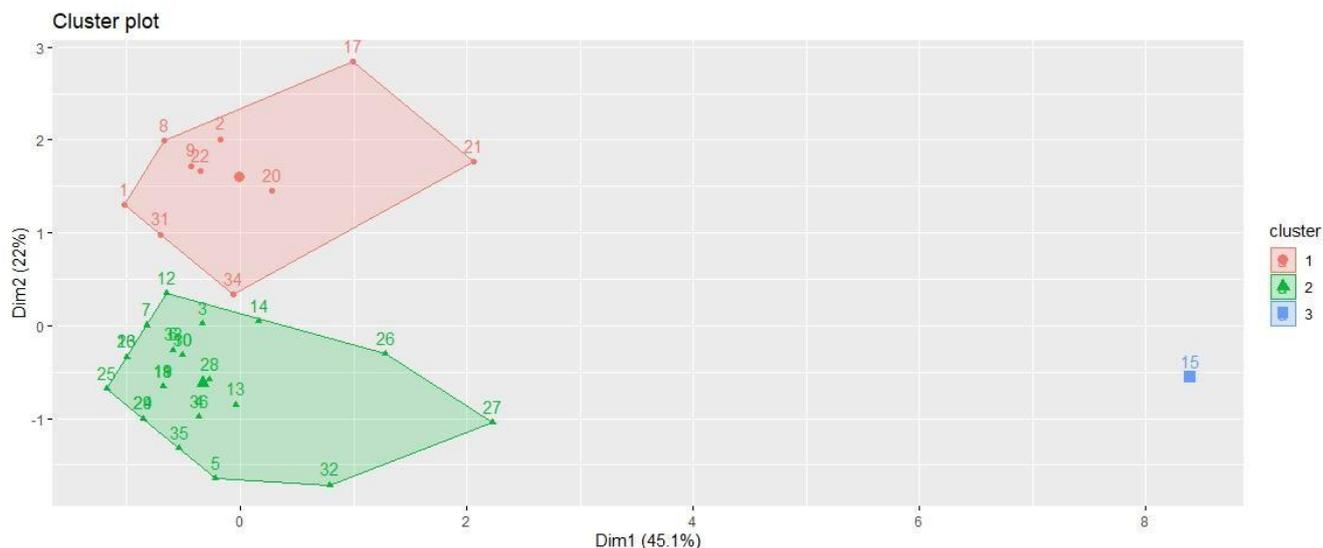


Figura 12 - Agrupamento dos participantes do estudo etnobotânico conduzido no Sul do Brasil, baseado no Índice Valor de Diversidade do Informante, de acordo com as categorias de uso de *Butia eriospatha*: “Alimentação”, “Bebidas”, “Artesanato”, “Paisagismo”, “Utilitários”, “Celebrações” e “Medicinal”, utilizando algoritmo Kmeans.

5.3.3 Relevância econômica

A investigação dos usos de *B. eriospatha* que geraram retorno econômico no passado (entre 60 a 20 anos atrás), demonstrou que as folhas foram a parte da planta com destaque, principalmente devido a extração da crina do butiá. Nesse estudo, quatro entrevistados tiveram nessa atividade uma fonte de renda familiar. Outras formas de comercialização foram a venda de frutos in natura (n=3), produção de vassouras e venda de mudas (n=1).

No levantamento foi possível abordar diferentes elos da cadeia produtiva da crina vegetal: desde a extração, processamento, até a produção e comercialização dos colchões e estofamentos. Entre 1980 e 1990 a família de um dos entrevistados gerenciava uma fábrica de colchões no município de Curitibanos (SC), onde a maior

parte da produção se destinava a presídios do estado de São Paulo. O arrendamento de área de butiazal para extração da crina vegetal foi uma atividade econômica importante para uma das famílias entrevistadas, na década de 80. Por sua vez, um familiar de um entrevistado foi extrativista autônomo de crina de butiá no começo dos anos 1960. Também a comercialização de vassouras foi uma atividade econômica realizada a partir da utilização das folhas do butiá para dois entrevistados, sendo o processamento da crina vegetal a primeira experiência profissional de um dos entrevistados (A. C. P., M, 60 anos) .

Winter & McClatchey (2008) enfatizaram como as mudanças nas interações socioecológicas e culturais acarretam em mudanças de manejo das plantas, podendo resultar em diferentes padrões fenotípicos. No presente, a geração de renda a partir das folhas foi somente mencionada no contexto da produção de artesanatos (n=2).

Os estudos etnobotânicos com *B. odorata* de Büttow et al. (2009) e Dabezies & Rivas (2020) e com *B. catarinensis* de Kumagai & Hanazaki (2013) também apontaram o uso das folhas no presente para a confecção de artesanatos, enquanto que o processamento da crina vegetal foi uma importante atividade econômica do passado. Nesse sentido, a mudança na dinâmica de uso das folhas de butiá ao longo do tempo é notável: da inicial extração de crina vegetal, foi substituída pela produção de artesanatos.

Essa ideia de alteração na dinâmica pode ser aplicada ao uso dos butiazais ao longo do tempo: se no passado há registro de arrendamento de áreas para extração da crina do butiá (n=1) atualmente a produção pecuária representa uma importante atividade econômica associada a essas áreas (n=1). Embora a produção pecuária seja uma opção de interesse para combinar a conservação dos ecossistemas de butiazal com a geração de renda (URRUTH; CHOMENKO, 2022), o manejo inadequado tem ameaçado o estabelecimento de novas plantas de butiá, resultando em populações centenárias que estão sob ameaça de desaparecimento (RIVAS et al., 2023; SOSINSKI et al., 2019).

Outras formas de comercialização que remontam ao passado são a venda dos frutos in natura (n=3) e a venda de mudas (n=1). Dois participantes do grupo de venda de frutos, faziam a comercialização na infância (cerca de 60 anos atrás) a fim

de contribuir para a renda de suas famílias. Uma participante (D.A.S., - F, 76 anos) rememorou vender frutos em cestos feitos das folhas de butiá na celebração de Corpus Christi.

Entre as formas atuais de comercialização, a venda de frutos foi a mais mencionada (n=6) dos quais, licor, geleia, sucos, cachaça saborizada, picolés, doces, polpa, bolos e sorvetes, são produzidos para venda. A comercialização de produtos produzidos com *B. eriospatha* foi registrada por duas assentadas da Reforma Agrária, dois coordenadores de uma agroindústria de processamento de frutos nativos do Rio Grande do Sul (Cadeia Produtiva Solidária das Frutas Nativas do Rio Grande do Sul), a presidente de uma cooperativa que comercializa produtos orgânicos em Santa Catarina (Cooper Planalto Sul), e uma voluntária da “Pastoral da Pessoa Idosa”. No último caso, a comercialização visa arrecadar fundos para uma iniciativa sem fins lucrativos da Igreja Católica, que realiza atividades recreativas, visitas, assistência religiosa e material para pessoas idosas (KEVERN et al., 2020).

Um potencial ainda pouco explorado em *Butia* foi apontado por um dos participantes do estudo: a comercialização das amêndoas. As amêndoas continuam sendo um subproduto subutilizado ou negligenciado, mesmo entre aqueles que já comercializam os frutos do butiá (HOFFMANN et al., 2014). O potencial nutricional e de processamento das amêndoas do butiá têm sido enfatizados devido ao conteúdo rico em fibras, lipídios e minerais (FARIA et al., 2008). Ademais, os óleos extraídos podem ser empregados na indústria alimentícia e oleoquímica (CRUZ et al., 2017; KOBELNIK et al., 2016).

Nesse sentido, os participantes que coordenam a “Cadeia Solidária de Frutas Nativas” informaram que eles estão iniciando a comercialização das amêndoas. A Cadeia têm uma visão sistêmica da produção de alimentos, onde a geração de renda a partir de recursos da biodiversidade tem como objetivo promover a saúde dos ecossistemas, a comercialização de alimentos saudáveis, além do protagonismo e justiça social. Os endocarpos são rompidos de forma mecanizada, entretanto, a separação das amêndoas ainda é feita de forma manual, o que torna o processamento oneroso. Embora um volume pequeno seja comercializado, já

abastece restaurantes de Florianópolis (SC), Porto Alegre (RS), e a região do Vale dos Vinhedos no Rio Grande do Sul, principalmente destinado a alta gastronomia.

5.3.4 *Butia eriospatha* na memória afetiva

Uma tendência recorrente nas entrevistas foi a associação do uso e consumo das amêndoas as lembranças de infância, como pode ser percebido nas afirmações a seguir: “Quando tinha castanha era uma alegria, aquela bateção a tarde inteira, pra comer castanha” (V. F., - F, 62 anos), “O que a gente gostava além do butiá era guardar o coquinho, secar o coquinho, e daí comer. Era festa das crianças bater os coquinhos e dividir” (V. M., - F, 54 anos). “Coquinho” é o nome popular dado às amêndoas do butiá, que foi utilizado por 20 participantes, em referência ao sabor parecido com o do coco.

O consumo das amêndoas (mencionado por 26 participantes) na maioria das vezes (n=22), foi referido como uma prática que foi abandonada na vida adulta. Esses relatos descrevem um período onde havia mais contato com a natureza (16 participantes cresceram na zona rural e se mudaram para zona urbana na vida adulta) e o ritmo da vida era diferente. Existem defesas de que estamos vivendo uma era de desconexão com o meio natural (também chamada de “amnésia biocultural”), que põe em risco os vínculos sociais mediados pela interação com a natureza (BEERY et al., 2023; TOLEDO; BARREIRA-BASSOLS, 2015). Nesse sentido, o abandono da prática de romper os rígidos endocarpos para consumir as amêndoas pode representar, entre outros fatores, um sintoma da época do imediatismo que vivemos.

O momento de quebrar os endocarpos para comer as amêndoas pôde ser compreendido nas entrevistas como uma espécie de tradição ou ritual, de integração, que faz um transporte ao passado, uma viagem a memórias sensoriais. Em alguns casos foi mencionado que os pais é quem quebravam os endocarpos para as crianças comer as amêndoas, momentos que ficaram registrados como uma

forma de transmissão de afeto: “*Meu pai não consumia, mas abria as castanhas para as crianças*” (M. L. G., - F, 43 anos).

Também foi possível perceber como a espécie está associada à lembranças de brincadeiras na infância. Três participantes rememoraram o uso das brácteas como uma espécie de canoa, com a qual as crianças escorregavam sentadas nos gramados (encharcados ou não), e chama atenção por esses relatos terem sido feito por pessoas de gerações diferentes (28, 57 e 72 anos de idade), demonstrando que as conexões com a espécie se perpetuam em diferentes aspectos, aflorando nas novas gerações.

Outras brincadeiras mencionadas foram a “guerra de coquinho” com os endocarpos do butiá, utilizar as folhas para se balançar (“*Chegava atrasada na escola porque ficava me balançando nas folhas do butiero!*” Z. G., - F, 57 anos), e uso das “tranças” feitas das folhas pela mãe ou avó como brinquedo. Büttow et al. (2009) também registrou o uso dos endocarpos no contexto de brincadeiras, onde serviam de substitutos de bolinhas de gude para crianças que não tinham condições de comprá-las.

Memórias afetivas, como da família reunida para quebrar os endocarpos e comer as amêndoas, as traquinagens de escola, a cachaça do avô, a geleia que a mãe fazia, demonstram como essa espécie está embebida em um contexto de cultura alimentar, isso é quando o ato de comer está inserido em significados sociais mais profundos.

5.3.5 *Butia eriospatha* nas dimensões simbólicas e imateriais nos Campos de Cima da Serra do Sul do Brasil

Além dos vínculos afetivos, refletidos nos usos ligados à família e amigos, a importância de *B. eriospatha* em dimensões simbólicas foi demonstrada pela menção da espécie em contextos religiosos e celebrações. A folha foi a parte da planta cuja importância foi revelada para esses contextos, isso se deve à versatilidade de usos (que possibilita a confecção de diversos itens) e também

devido ao simbolismo inerente à iconografia de palmeiras. Historicamente as palmeiras têm sido consideradas plantas sagradas, que podem representar fertilidade, vida e regeneração, e vitória sobre a morte (LACALLE, 2017).

Três mulheres, entre 62 e 77 anos, mencionaram o uso das folhas para a Festa de Ramos. A Festa de Ramos ou Domingo de Ramos é uma das celebrações mais importantes da Igreja Católica. Essa celebração marca o início da Semana Santa Cristã, onde folhas de palmeiras são utilizadas para festejar a chegada de Jesus Cristo a Jerusalém. Essas folhas (ou ramos, de outras espécies) são abençoadas e levadas para os lares, onde representam proteção (BRISENÕ-TELLEZ et al., 2023).

Além das folhas, a bráctea foi mencionada para uso religioso, onde são alocados figuras religiosas, constituindo um oratório. A utilização das folhas para confecção de arcos para uso em festas juninas foi também mencionada por duas participantes. No Brasil essa festividade tem forte ligação com o catolicismo, pois os eventos que envolvem as festas juninas são celebrações dos santos católicos Antônio, Pedro e São João (o mais popular). Essas celebrações são caracterizadas pela música típica (farró), dança, comida típica, referências à vida rural, e celebração da colheita de outono (PACKMAN, 2014).

Também chamaram atenção os relatos de doação dos frutos. Sete participantes apontaram que é comum ser abordado por desconhecidos, que pedem frutos. Também é comum que os passantes parem pra comer butiá, em plantas que se situam próximas do muro das casas: *“Porque ele dá muito assim fora (da cerca da casa), então daí o pessoal vê, o pessoal gosta muito de butiá, então o pessoal pega muito no pé”* (E.B.C., - F, 57 anos); *“Tem um pé ali pro lado de fora da cerca, aí o pessoal para pra comer, eles param até o carro ali e descem e ficam ali comendo”* (V.L.L., - M, 60 anos). A prática é tão difundida que há pessoas que se deslocam entre bairros distantes (*“Tem uns que adoram! Tinha gente que às vezes vinha lá do centro buscar butiá”* (sic) (T.J.S.,- F, 77 anos), saem da zona urbana para zona rural (*“Na época de butiá é bastante gente indo lá catar butiá, vai bastante gente lá (propriedade rural da participante), conhecidos, mas desconhecidos também”* Z.G., - F, 57 anos), e até mesmo de cidades vizinhas para buscar os cachos de butiá: (*“Mas eu acho que é meio difícil o cara que não gosta (dos frutos*

de butiá), *até criancinha gosta [...]. Vem lá de Caçador (cidade vizinha) os caras buscar*” (sic) (R.J., - M, 76 anos).

Essa prática, apontada no contexto atual, se comunica com falas sobre práticas passadas (entre 70 até 30 anos atrás), onde ir para regiões que tinham butiá para comer os frutos era um programa de final de semana, um passeio de domingo, um momento de família. Nessas menções, algumas localidades onde haviam butiazais tiveram destaque, sendo mencionadas diversas vezes, foram elas: a Comunidade do Butiá em Curitibanos/SC (n= 7), a região do Rio Marombas (n=5) (que faz fronteira entre os municípios de Curitibanos e Brunópolis), Butiá-verde em Fraiburgo/SC (n= 3) e Butiazinho em Monte Carlo/SC (n= 3), todas situadas no estado de Santa Catarina.

Algumas menções notáveis nesse contexto foram: “*A gente ia com o pai ali no Marombas buscar butiá perto da época de carnaval, nós não tínhamos em casa. Era um passeio.*” (A.M., – F, 80 anos); “*Programa de final de semana era sair procurar butiá com o pai. Nós íamos de caminhão no Butiazinho. Parávamos em qualquer estrada pra comer. Não precisava de permissão naquela época*” (S.M.G., - F, 61 anos) e “*Naquele tempo só se comia fruta da época. Programa de domingo era buscar frutas, guaramirim, butiá, goiaba-serrana, guabiroba... Nós pegávamos perto do Rio Marombas... Era a paisagem mais bonita que tinha*” (T.C., -F, 66 anos). Essas menções demonstram como esses momentos estão envoltos em significados socioculturais, como a valorização da natureza, as tradições culturais e alimentares celebradas em família, e a conexão das comunidades com a biodiversidade de seu território.

Segundo os entrevistados, nessas regiões as populações de butiá foram muito reduzidas, devido à expansão dos cultivos agrícolas, florestais, extrativismo ilegal e perda do valor econômico das áreas de butiazal (n=3) após cessar as atividades com a fibra vegetal. Entretanto, como pôde ser observado, o hábito de buscar os frutos se mantém, e face à redução das populações, são visados até em áreas residenciais.

Butia eriospatha é uma planta que apresenta grande produtividade (Figura 13). Embora, até onde sabemos, não exista registro da produtividade da espécie, atestamos produção entre 585 até 1809 frutos por cacho (genótipos de Rio das

Antas e Ponte Alta do Norte/SC), com cada planta adulta até mais de 5 cachos (dados não publicados). A sua abundância a torna uma planta que encoraja a generosidade: quando se tem mais do que precisa, ninguém se importa de doar o excedente.



Figura 13 - Registro de visita etnobotânica em propriedade rural no município de Rio das Antas (SC), com participante do estudo mostrando a produtividade em uma planta de *Butia eriospatha* (cerca de 12 anos). A reprodução da foto foi autorizada pela participante.

O *B. eriospatha* foi apontado como uma planta símbolo da memória e da cultura da região sul em diversas menções: “O butiá faz parte da memória cultural do estado do Rio Grande do Sul” (A. L., - M, 46 anos); “Característica da nossa região” (O. D. S., 34 anos); “Faz parte da paisagem natural aqui do Sul, como a araucária (*Araucaria angustifolia*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), a uvaia (*Eugenia pyriformis*)” (T. C., - F 66 anos), “Era uma região de butiá” (L. D., - F, 81 anos).

Da atribuição de valores e significados ao meio (ou elementos do meio natural), emerge o conceito de “paisagem cultural”, que representa a interação de humanos com ecossistemas, de modo a construir relações culturais e sociais vinculadas ao território (HOOD, 1996). Tal definição já foi proposta Felini et al. (2019) em Giruá (RS) onde existem remanescentes de butiazal de *B. yatay*, cuja relevância se faz sentir nas tradições e cultura local, tal qual relatado nesse levantamento com *B. eriospatha*. Esse reconhecimento também foi feito por Rivas et al. (2023) e Dabezies (2019) no Uruguai, que reconhecem a inter-relação entre a cultura e a paisagem em áreas de butiazal construída ao longo do tempo.

Tal percepção pode ser atribuída também ao *Butia eriospatha* nas regiões dos campos de Cima da Serra do Sul do Brasil, onde os butiazais estão presentes nas memórias sensoriais, lembranças de infância (“*Eu me criei comendo butiá!*” D.A.S., - F, 76 anos), nomes de comunidades, celebrações religiosas, na associação de memórias de convívio social com familiares e amigos e no histórico de desenvolvimento econômico.

As variações linguísticas são uma das formas como a paisagem, ou elementos da paisagem, se expressam na cultura. Essa premissa está de acordo com a diversidade biocultural, que estabelece que existe uma interconexão entre a diversidade biológica, cultural e linguística (ROSS, 2006). Nesse sentido, ressalta-se que a denominação “butieiro” foi utilizada por 18 participantes do estudo, para se referir aos butiazeiros. Tal designação já foi reportada para *B. eriospatha* por Elias et al. (2018) e Magro et al. (2006), e parece se restringir a essa espécie de butiá, não havendo registros para outras espécies do gênero.

Também em ditados populares o butiá se insere como elemento da cultura, como na expressão mencionada por uma das participantes “*Tá frio de saltar os butiá do bolso!*” (sic) (V.M., – F, 54 anos). Outra variação desse ditado, que é bastante

popular no Sul do Brasil, é “*De saltar os butiá do bolso!*” (sic) que expressa tamanho sobressalto, frente a uma situação inesperada ou incomum, que faz com que os butiás guardados nos bolsos cheguem a cair.

Butia eriospatha é um exemplo de como uma espécie ligada a um território pode ajudar a moldar a visão de pertencimento, perpetuando-se na construção de identidades regionais.

5.4 Conclusões

A espécie *Butia eriospatha* é utilizada para alimentação, produção de bebidas, artesanatos, utilitários, finalidades paisagísticas, medicinais, e celebrações. Os usos incluem oito partes da planta: frutos, amêndoas, endocarpos, estipe, folhas, inflorescências, brácteas e planta inteira. Entrevistas realizadas com 36 pessoas de diferentes municípios e idades, destacam que *B. eriospatha* é uma espécie relevante para diferentes gerações e realidades socioculturais. O relato de 41 diferentes formas de uso destaca a utilização da espécie em diferentes dimensões simbólicas e imateriais. *Butia eriospatha* está inserido em lembranças e ritos de família, em memórias afetivas ligadas à infância, e na visão de pertencimento e identificação com o território, compondo parte da paisagem e da formação cultural nos Campos de Cima da Serra, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul.

6 Considerações finais

As análises realizadas evidenciaram potencial nutracêutico e variabilidade para os caracteres de fruto nas três espécies de butiá coletadas em butiazais. Tal variabilidade foi identificada nas características morfométricas, físico-químicas, centesimais, bioativas e colorimétricas dos genótipos de *Butia odorata*, *Butia eriospatha* e *Butia catarinensis*, e também no perfil fitoquímico e estabilidade desses compostos nos extratos das diferentes populações.

Foi possível constatar que, apesar da existência de variabilidade intrapopulacional e intraespecífica para os caracteres de fruto, houve formação de grupos coesos, com agrupamento dos genótipos de acordo com a espécie. Os genótipos de *Butia odorata* de Encruzilhada do Sul se distinguiram dos genótipos das outras espécies por apresentarem maior altura e diâmetro de fruto, e também maior rendimento de polpa. Os genótipos de *Butia catarinensis* de Imbituba e Torres se destacaram com maior pH, croma (intensidade de coloração), percentual de matéria seca, fibra bruta e lipídios. Por sua vez, em *Butia eriospatha* de Rio das Antas e Ponte Alta do Norte foram observadas as maiores concentrações de compostos fenólicos.

O potencial nutracêutico foi atestado pela ocorrência de atividade antioxidante e anti-hiperglicêmica em todas as amostras avaliadas. Isso significa que os frutos de butiá podem ser aliados na prevenção de doenças ligadas ao envelhecimento como doenças cardiovasculares e neurológicas, e também no controle dos picos glicêmicos após as refeições, que são característicos da diabetes tipo 2.

O efeito anti-hiperglicêmico foi verificado pela inibição das enzimas α -glicosidase e α -amilase, que promovem desaceleração da quebra de carboidratos, absorção da glicose no intestino e transporte para a corrente sanguínea, de forma a reduzir a incidência de picos glicêmicos. Embora todas as amostras tenham mostrado capacidade de inibição dessas enzimas, a amostra de Ponte Alta do Norte se destacou por apresentar a melhor relação de inibição das duas enzimas: alta inibição de α -glicosidase e média inibição de α -amilase.

A atividade antioxidante foi identificada pela capacidade de captura dos radicais hidroxila e óxido nítrico, radicais que são produzidos naturalmente pelo organismo e que em excesso podem causar danos a nível celular. As amostras das populações de Encruzilhada do Sul (*Butia odorata*), Torres e Imbituba (*Butia catarinensis*) tiveram a maior capacidade de eliminação do radical óxido nítrico, e a amostra de Laguna (*Butia catarinensis*) apresentou maior neutralização do radical hidroxila, demonstrando que há diferenças no potencial bioativo das amostras.

Foi possível resgatar relações socioculturais associadas ao uso desses recursos genéticos. No levantamento etnobotânico, as entrevistas realizadas com 36 pessoas, de sete municípios, e de idade variando de 28 a 85 anos, permitiram identificar a versatilidade do *Butia eriospatha*. São utilizadas oito partes da planta: frutos, amêndoas, folhas, brácteas, estipe, endocarpos, inflorescências e planta inteira. Foram mencionadas 41 diferentes formas de uso, que incluem finalidades alimentícias, medicinais, paisagísticas, celebrações, produção de bebidas, artesanatos e utilitários. Também foi identificada a importância do *Butia eriospatha* em ritos familiares, na memória afetiva ligada à infância, lembranças de família, e à visão de pertencimento e identificação com o território. Dessa forma demonstra-se como a espécie está inserida em diferentes dimensões, simbólicas e imateriais, nos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Esse trabalho contribui para a valorização do butiá, como um alimento rico em propriedades nutricionais que promove a saúde; para a conservação e uso sustentável dos butiazais, que constituem refúgio de variabilidade genética de valor imensurável, e para o reconhecimento desses recursos genéticos como patrimônio da sociobiodiversidade, constituindo parte da nossa identidade e cultura.

Referências

ABREU, Aluana Gonçalves; PÁDUA, Juliano Gomes; BARBIERI, Rosa Lía. (Ed.) **Conservação e uso de recursos genéticos vegetais para a alimentação e a agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2022. 112p.

ABUD, H. F.; ARAUJO, R. F.; PINTO, C. M. F.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, A. V.; SANTOS, J. A. C. Caracterização morfométrica dos frutos de pimentas malagueta e biquinho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 29-39, 2018.

AHANGARPOUR, A.; SAYAHI, M.; SAYAHI, M. The antidiabetic and antioxidant properties of some phenolic phytochemicals: A review study. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews**, v. 13, n. 1, p. 854-857, 2019.

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino; CANTALICE, Aníbal Silva; OLIVEIRA, Danilo Vicente Batista; Oliveira, Edwine Soares de Oliveira; Santos, Francisco Igor Ribeiro; DANTAS, Joelson Moreno Brito; SIQUEIRA, Jorge Izaquiel Alves; ELIAS, Letícia; ABREU, Marina Barros; SANTOS, Mirela Natália; SANTOS, Rayane Karoline Silva; SILVA, Risoneide Henriques; BRITO JÚNIOR, Valdir de Moura. **Descobrimos os segredos da natureza: Uma introdução à etnobiologia**. Bauru: Canal 6, 2023. 84 p.

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino; LUCENA, Reinaldo Farias Paiva; LINS NETO, Ernani Machado de Freitas. Seleção dos participantes da pesquisa. In: ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino; LUCENA, Reinaldo Farias Paiva; Cunha, Luiz Vital F. C. (Org.). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife: NUPEEA, 2010. p. 21-38.

AMARANTE, C. V. T.; MEGGUER, C. A. Qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do estágio de maturação na colheita e do manejo da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, 2008. p. 46-53.

ANSON, N. M.; BERG, R. V.; HAVENAAR, R.; BAST, A.; HAENEN, G. R. M. M. Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccessibility. **Journal of Cereal Science**, v. 49, n. 2, p. 296-300, 2009.

ANKOM, Technology. **Operator's manual XT15-Ankim**. Ankom Technology method 2. Macedon: Ankom Technology, 2009a.

ANKOM, Technology. **Operator's manual: Fiber Analyzer A2000**. AOACS method Ba 6a-05. Macedon: Ankom Technology, 2009b.

A. O. A. C. **Official Methods of Analysis of the Association of Official analytical Chemists**. 16. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemist, 1995.

ARBONA, V.; MANZI, M.; OLLAS, C.; GÓMEZ-CADENAS, A. Metabolomics as a tool to investigate abiotic stresses tolerance in plants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, p. 4885-4911, 2013.

ARNHOLD, E. Package in the R environment for analysis of variance and complementary analyses. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.50, n.6, p.488-492, 2013.

BAILEY, R. L.; STOVER, P. J. Precision nutrition: the hype is exceeding the science and evidentiary standards needed to inform public health recommendations of prevention of chronic disease. **Annual Review of Nutrition**, San Mateo, v. 21, n. 43, p. 385-407, 2023.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial byproducts: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

BARBIERI, R. L.; CHOMENKO, L.; SOSINSKI JUNIOR, E. E.; COSTA, F. A.; GOMES, G. C.; MARCHI, M. M.; MISTURA, C.; HEIDEN, G.; MATOS, J. Z.; VILLELA, J. C. B.; CARNEIRO, A. M.; NILSON, A. D.; RAMOS, R. A.; SINGER, R. F. Butiás: Conservação e uso sustentável de *Butia odorata* na região do Litoral Médio do Rio Grande do Sul. In: **Natureza em Revista - Edição Especial: RS Biodiversidade**. 14. ed. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, mar. 2016. p. 8-15.

BARBIERI, Rosa Lía; MARCHI, Marene Machado; SOSINSKI, Enio Egon. *Butia odorata*: a palmeira dos butiazais em Tapes a na Fazenda São Miguel. In TOZETTI, Alexandro Marques.; FARINA, Renata Krentz; RAGUSE-QUAUDROS, Mateus. (Org.). **Patrimônio natural dos butiazais da Fazenda São Miguel**, Editora Fi, 2022. p. 38-49.

BARBIERI, Rosa Lía; BÜTTOW, Miriam Valli; SCHWARTZ, Elisane; VIZZOTTO, Marcia; SINGER, Rosana Farias. Butiá. In: LOPES, Rircardo; OLIVEIRA, Maria Socorro Padilha de; CAVALLARI, Marcelo Mattos; BARBIERI, Rosa Lía; CONCEIÇÃO, Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da. (Eds.). **Palmeiras Nativas do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 183-209.

BARILANI, A. Caracterización de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Castillos y San Luis (Rocha). Incidencia de los coleópteros consumidores de semillas. 2002. Tese 101 f. (Doutorado em Agronomia), Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 2013.

BATISTA, W. B.; ROLHAUSER, A. G.; BIGANZOLI, F.; BURKART, S. E.; GOVETO, L.; MARANTA, A.; PIGNATARO, A. G.; MORANDEIRA, N. S.; RABADÁN, M. Las comunidades vegetales de la sabana del parque nacional el palmar (Argentina). **Darwiniana, nueva serie**, n. 2, v. 1, p. 5-38, 2014.

BAVAY, C.; SYMONEAUX, R., MAÎTRE, I.; KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P.B. MEHINAGIC, E. Importance of fruit variability in the assessment of apple quality by sensory evaluation. **Postharvest Biology and Technology**, v.77, p. 67-74, 2013.

BEGNA, T. Role and economic importance of crop genetic diversity in food security. **Agricultural Science and Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 164-169, 2021.

BERMÚDEZ-SOTO, M. J.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GARCÍA-CONESA, M. T. Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. **Food Chemistry**, v. 102, n.3, p. 865-874, 2007.

BEERY, T.; OLAFSSON, A. S.; GENTIN, S.; MAURER, M.; STÂLHAMMAR, S.; ALBERT, C.; BIELING, C.; BUJIS, A.; FAGERHOLM, N.; GARCIA-MARTIN, M.; PLIENINGER, T.; RAYMOND, C. M. Disconnection from nature: Expanding our understanding of human-nature relations. **People and Nature**, London, v., 5, n. 2, p. 470-499, 2023.

BESKOW, G. T.; HOFFMANN, J. F.; TEIXEIRA, A. M.; FACHINELLO, J. C.; CHAVES, F. C.; ROMBALDI, C. V. Bioactive and yield potential of jelly palms (*Butia odorata* Barb. Rodr.) **Food Chemistry**, v. 172, p. 699-704, 2015.

BIANCHI, T.; GUERRERO, L.; GRATACÓS-CUBARSÍ, M.; CLARET, A.; ARGYRIS, J.; GARCIA-MAS, J.; HORTÓS, M. Textural properties of different melon (*Cucumis*

melo L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. **Scientia Horticulturae**, v. 201, n. 30, p. 46-56, 2016.

BHUYAN, Deep Jyoti; BASU, Amrita. Phenolic compound's potential health benefits and toxicity. In: VUONG, Quan. V. (Ed.) **Utilization of bioactive compounds from agricultural and food waste**. Boca Raton: CRC Press, 2017. p. 27-59.

BOADO, Felipe Criado; GARCÍA, Camila Gianotti; BORRARÁZ, Patrícia Mañana. Before the barrows: the monumentality and forms of complexity in Iberia and Uruguay. In: SMEJDA, Ladislav. (Ed.) **Archeology of burial mounds**. Plzen: University of West Bohemia Press, 2006. p. 38-52.

BOEING, J. S.; BARIZÃO, E. O.; ROTTA, E. M.; VOLPATO, H.; NAKAMURA, C. V.; MALDANER, L.; VISENTAINER, J. V. Phenolic compounds from *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick fruit and its antioxidant and antitumor activities. **Food Analytical Methods**, v.13, n. 1 p. 61-68, 2020.

BRACK, P.; KÖHLER, M.; CORRÊA, C. A.; ARDISSONE, R. E.; SOBRAL, M. E. G.; KINUPP, V. F. Frutas nativas do Rio Grande do Sul, Brasil: riqueza e potencial alimentício. **Rodriguésia**, v. 71, n. e0302019, 2020.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical-method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v.28, n.1, p. 25-30. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003**. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 37 de 1 de outubro de 2018**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, seção 1, 2018.

BRASIL. **Portaria MMA nº 148 de 7 de junho de 2022**. Altera os anexos da Portaria nº 443 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: Diário Oficial da União, 2022.

BRAZIL - Ministry of Health. Ministry of Health. **Dietary Guidelines for the Brazilian Population**. Brasília, 2014.

BRISEÑO-TELLEZ, J. M.; SILVA, M. T. P.; BAUTISTA, K.; MERA, A. G.; LARIOS-LOZANO, O.; GUTIÉRREZ, B. N. L.; CRUZ, Y. M.; MONZÁLVO, R.; ORTEGA-MEZZA, D.; TREJO, E. C. S.; ZEPEDA-HERNÁNDEZ, Z. K. Palm Sunday in Mexico: among sellers, palms and syncretism. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, p.19 n. 22, p. 1-22, 2023.

BÜTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., Arecaceae) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1069-1075, 2009.

BYG, A.; BASLEV, H. Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar. **Biodiversity and Conservation**, v.10, n.6, p. 957-970, 2001.

CAMPOS, H. O. B.; TRINDADE, D. G. F. DOMINGUES, A. F. N.; MATTIETTO, R. A **Comunicado Técnico 274**, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 5 p.

CAO, Q.; TENG, J.; WEI, B.; HUANG, L.; XIA, N. Phenolic compounds, bioactivity, and bioaccessibility of ethanol extracts from passion fruit peel based on simulated gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 356, n., 2021.

CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, M. A.; MEDEIROS, M. J. L. Perda e conservação dos recursos genéticos vegetais. Campina Grande: Documentos 221, 2009. 19 p.

CECCHI, Heloisa Máscia. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 206 p. 2012.

CHESSEMAN, K. H.; SLATER, T. F. An introduction to free radical biochemistry. **British Medical Bulletin**, v. 49, n. 3, 1993. 481-493 p.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Adimilson Bosco. Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 785 p. 2005. 2 ed.

CIDADE-BRASIL. Cidades do Brasil. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/>>. Acesso em: 16 set. 2023.

CONCEIÇÃO, E. O.; GARCIA, J. M.; ALVES, G. H. Z.; DELANIRA-SANTOS, D.; CORBETTA, D. F.; BETIOL, T. C. C.; PACIFICO, R.; ROMAGNOLO, M. B.; BATISTA-SILVA, V. F.; BAILY, D.; FERREIRA, J. H. D.; COUTO, E. V. The impact of downsizing protected areas: how a misguided policy may enhance landscape fragmentation and biodiversity loss. **Land and Use Policy**, v. 112, 2022.

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução n. 51/2014. Lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção no estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://fatma.sc.gov.br/upload/Flora/resconsema51.pdf>>. Acesso em: 15 jun de 2022.

CORRÊA, L. B.; BARBIERI, R. L.; ROSSATO, M.; BÜTTOW, M. V.; HEIDEN, G. Caracterização cariológica de palmeiras do gênero *Butia* (Arecaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1111-1116, 2009.

COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L.; SOSINSKI, E.; HEIDEN, G. Caracterização e discriminação espectral de butiazeiros (*Butia odorata*, Arecaceae) utilizando técnicas de sensoriamento remoto. **Comunicado Técnico 355**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 7 p.

COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L.; SOSINSKI, E. E.; MARCHI, M. Subsídios para conservação in situ: mapeamento dos remanescentes de *Butia catarinensis* em Imbituba, SC. **Documentos 530**, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. 20 p.

CROSA, María José; BURZACO, Patricia; IRISITY, Mariana; GIOSCIA, Diego; SOSA, Julio; AYRES, Carlos. Valorización del fruto y su procesamiento. In: BARRIENTOS, Marina. (Ed.). **Valorización de frutos nativos como forma de promover el desarrollo local - Aprovechamiento agroalimentario del butiá en Rocha**. 2014. p. 26-40.

CROUZEILLES, R.; FELTRA-BARBIERI, R.; FERREIRA, M. S.; STRASSBURG, B. B. N. Hard times for the Brazilian environment. **Nature: Ecology & Evolution**, v. 1213, 2017.

DABEZIES, J. M. Negotiating the taskscape. Relocating human – Environmental relationships in conservation proposals around Palm Forests in Uruguay. **Conservation and Society**, v. 17, n. 3, p. 236-249, 2019.

DABEZIES, Juan Martin; RIVAS, Mercedes. Usos de la palma *Butia odorata* en el sureste del Uruguay. In: HILGERT, Norma Inês; POCHETTINO, María Lelia;

BERMEJO, J. Esteban Hernández. (Ed.) **Palmeras NUS al sur de la América Austral**. Programa Ibero Americano de ciencia y tecnología para el desarrollo – CYTED, 2020. p. 160-180.

DAL MAGRO, N. G.; COELHO, S. R. M.; HAIDA, K. S.; BERTÉ, S. D.; MORAES, S. S. Comparação físico-química de frutos congelados de *Butia eriospatha* (Mart.) Becc do Paraná e Santa Catarina – Brasil. **Revista Varia Scientia**, v. 6, n. 11, p. 33-42, 2006.

DEBLE, L. P.; KELLER, H. A.; ALVES, F. S. Resurrection and epitypification of *Butia poni* (Arecaceae), a neglected palm micro-endemic in the grasslands of Misiones, Argentina. **Phytotaxa**, Auckland, v. 316, n. 2, p.171-180, 2017.

DEBLE, L. P.; MARCHIORI, J. N. C.; ALVES, F. S.; DEBLE, A. S. L. O tipo de *Butia yatay* (Mart.) Becc. E descrição de uma espécie nova do gênero. **Balduina**, v. 30, n. 35, 2012.

DENARDIN, C. C.; HIRSCH, G. E.; ROCHA, R. F.; VIZZOTTO, M.; HENRIQUES, A. T.; MOREIRA, J. C. F.; GUMA, F. T. C. R.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.23, n. 3, p. 387-398, 2015.

DESHPANDE, A. D.; HARRIS-HAYES, M.; SCHOOTMAN, M. Epidemiology of Diabetes and Diabetes-related complications. **Physical Therapy & Rehabilitation Journal**, v. 88, n. 11, p. 1254-1264, 2008.

DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; ASMUSSEN, C. B.; BAKER, W. J.; HARLEY, M. M.; LEWIS, C. E. **Genera Palmarum: the evolution and classification of palms**. International Palm Society, 732 p. 2014.

DJORDJEVIC, V. B. Free radicals in cell biology. International review of cytology: A survey of cell biology. **International Review of Cytology**, v. 237, p. 57-89, 2004.

DUTRA, Jussara Pereira; SANTOS, Antônio Augusto Mendes; BARBIERI, Rosa Lía; MARCHI, Marene Machado. **Butiá para todos os gostos**. Brasília: Embrapa, 318 p. 2021.

DUTRA, M. S.; FEARNSIDE, P. M. Brazil: environment under attack. **Environmental Conservation**, v. 49, p. 203-205, 2022.

ELIAS, G. A.; SOARES, K. P.; BORTOLUZZI, R. L. C.; SANTOS, R. Palmeiras (Arecaceae) em Santa Catarina, Sul do Brasil. *Iheringia*, v. 73, n. 2, p. 88-107, 2018.

ELKIN, L.; KAY, M.; HIGGINS, J.; WOBROCK, J. **An Aligned Rank Transform procedure for multifactor contrast tests**. 2021.

ESLABÃO, Marcelo Piske; PEREIRA, Paulo Eduardo Ellert; BARBIERI, Rosa Lía; HEIDEN, Gustavo. **Mapeamento da distribuição geográfica de *Butia* como subsídio para a conservação de recursos genéticos**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 252, Embrapa, 2016. 40 p.

ESLABÃO, M. P.; ELLERT-PEREIRA, P. E.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. H. Prioridades para conservação de *Butia* (Arecaceae). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32 n. 4, p. 1733-1758, 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Global plan of action for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture. Roma: FAO, 1996. 64 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture. Roma: FAO, 2002. 45 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. International treaty on plant genetic resources for food and agriculture. Roma: FAO, 2009. 56 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rediscovering hidden treasures of neglected and underutilized species for Zero Hunger in Asia. In: XUAN, Li.; SIDDIQUE, Kadambot H. M. (Eds). **Future smart food**. Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 40 p. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **International treaty on plant genetic resources for food and agriculture: List of contracting parties**. Disponível em: <[https://www.fao.org/plant-treaty/countries/membership/en/?page=10&ipp=20&no_cache=1&tx_dynalist_pi1\[par\]=YT0xOntzOjE6lkwiO3M6MT0iMCI7fQ==](https://www.fao.org/plant-treaty/countries/membership/en/?page=10&ipp=20&no_cache=1&tx_dynalist_pi1[par]=YT0xOntzOjE6lkwiO3M6MT0iMCI7fQ==)>. Acesso em 25 jan. 2023.

FELINI, Adriana Aparecida; GRAEBIN, Cleusa Maria Gomes. O vale dos butiazais

de Giruá: bem cultural ambiental do Rio Grande do Sul. In: BERND, Zild; GRAEBIM, Cleusa Maria Gomes; VENERA, Raquel Alvarenga Sena. (Eds). **Patrimônio e memória: narratividade, rememoração, reminiscência**. Canoas: Unilasalle Editora, p.131-158. 2019.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: experimental designs package**. R package version 1.2.2, 2921.

FERREIRA, Marcos David; SPRICIGO, Poliana Cristina. Colorimetria – Princípios e aplicações na agricultura. In: 208-220. FERREIRA, Marcos David. (Ed.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.

FLORA DO BRASIL 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15703>>. Acesso em 15 abr. 2023.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, 2004.

FRANCO, Maria Paula Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro, 79 p. 2005.

FREYRE, Gilberto. **Açúcar: uma sociologia do doce, com receitas de bolos e doces do nordeste brasileiro**. São Paulo: Editora Global, 272 p. 2007.

GAIERO, P.; MAZZELLA, C.; AGOSTINI, G.; BERTOLAZZI, S.; ROSSATO, M. Genetic diversity among endangered Uruguayan populations of *Butia* Becc species based on ISSR. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v. 292, p. 105-116, 2011.

GALLETTA, G. J.; BALLINGER, W. E.; MONROE, R. J.; KUSHMAN, L. J. Relationships between fruit acidity and soluble solids levels of highbush blueberry clones and fruit keeping quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science** – ASHS, Alexandria, v. 96, n.6, p. 758-762, 1971.

GEYMONAT, Giancarlo; ROCHA, Nestor. **M'Butia: Ecosistema único en el mundo**. Rocha: Casa Ambiental, 405 p. 2009.

GIÃO, M. S.; GOMES, S.; MADUREIRA, A. R.; FARIA, A.; PESTANA, D.; CALHAU, C.; PINTADO, M. E.; AZEVEDO, I.; XAVIER, M. F. Effect of *in vitro* digestion upon the antioxidant capacity of aqueous extract of *Agromonia eupatoria*, *Rubus idaeus*, *Salvia* sp. and *Satureja montana*. **Food Chemistry**, v. 131, p. 761-767, 2012.

GINSBURG, I.; KOREN, E.; SHALISH, M.; KANNER, J.; KOHEN, R. Saliva increases the availability of lipophilic polyphenols as antioxidants and enhances their retention in the oral cavity. **Archives of Oral Biology**, v. 57, n. 10, p. 1327-1334, 2012.

GONÇALVES, Édira Castello Branco de Andrade. **Análise de Alimentos – Uma revisão química da nutrição**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2012. 324 p.

GUERRA, A.; ROQUE, F. O.; GARCIA, L. C.; OCHOA-QUINTERO, J. M.; OLIVEIRA, P. T. S.; GUARIENTO, R. D.; ROSA, I. M. D. Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surroundings ecosystems. **Land Use Policy**, v. 91, n. 104388, 2020.

GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, M. S.; ORTH, A. I. A diversidade dos recursos genéticos vegetais e a nova pesquisa agrícola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 521-528, 1998.

GUTIÉRREZ-GRIJALVA, E. P.; ANTUNES-RICARDO, M.; ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; HEREDIA, J. B. Cellular antioxidant activity and *in vitro* inhibition of α -glucosidase, α -amylase and pancreatic lipase of oregano polyphenols under simulated gastrointestinal digestion. **Food Research International**, v. 116, p. 679-686, 2019.

HARKER, F. Roger; JOHNSTON, Jason. W. Importance of texture in fruit and its interactions with flavour. In: BRÜCKNER, Bernard; WYLLIE, S. Grant. **Fruit and Vegetable Flavour**. Sawston: Woodhead Publishing, 2008. p. 132-149,

HEIDEN, G.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F. *Butia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15703>>. Acesso em: 28 jun 2023.

HERVE, M. **RVAideMemoire: Testing and plotting procedures for biostatistics**. R package version 0.9-83-7, 2023.

HILGERT, Norma Inês; POCHETTINO, María Lelia; BERMEJO, J. Esteban Hernández. (Ed.) **Palmeras NUS al sur de la América Austral**. Programa Ibero Americano de ciencia y tecnología para el desarrollo – CYTED, 2020.

HOFFMANN, J. F.; BARBIERI, R. L.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. *Butia* spp. (Arecaceae): An overview. **Scientia Horticulturae**, v. 179, p. 122-131, 2014.

HOFFMANN, Edmund; STROOBANT, Vicent. Mass spectrometry/Chromatography coupling. In: **Mass spectrometry: Principles and Applications**. 3. ed. Chichester: Wiley, 2007. p. 217-232.

HOFFMANN, J. F.; ZANDONÁ, G. P.; SANTOS, P. S.; DALLMAN, C. M.; MADRUGA, F. B.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. Stability of bioactive compounds in butiá (*Butia odorata*) fruit pulp and nectar. **Food Chemistry**, 237, 638-644, 2017a

HOFFMANN, J. F.; CARVALHO, I. R.; BARBIERI, R. L.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. *Butia* spp. (Arecaceae) LC-MS-based metabolomics for species and geographical origin discrimination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 65, n. 2 p. 523-532, 2017b.

HOFFMANN, J. F.; CRIZEL, R. L.; MADRUGA, N. A.; BARBIERI, R. L.; ROMBALDI, C. V.; Chaves, F. C. Flavan-3-ol, flavanone, flavone, phenolic acid, and stilbene contents of four *Butia* species (Arecaceae). **Fruits - International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture**, v. 72 n. 2, p. 125-137, 2018.

HOOD, J. Edward. Social relations and the cultural landscape. In: YAMIN, Rebeca; METHENY, Karen Bescherer. (Eds.) *Landscape archeology: reading and interpreting the American historical landscape*. Knoxville: The University of Tennessee Press, 1996.

HUNTER, D.; BORELLI, T.; BELTRAME, D. M. O.; OLIVEIRA, C. S. S.; CORADIN, L.; WASIKE, V. W.; KASILWA, L.; MWAI, J.; MANJELLA, A.; SAMARASINGHE, G. W. L.; MADHHJITH, T.; NADEESHANI, H. V. H.; TAN, A.; AY, T. S.; GÜZELSOY, N.; LAURIDSEN, N.; GEE, E.; TARTANAC, F. The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. **Planta**, v. 250, p. 709-729, 2019.

HUR, S. J.; LIM, B. O.; DECKER, E. A.; McCLEMENTS, D. J. In vitro digestion models for food applications. **Food Chemistry**, v. 125, p. 1-12, 2011.

IUCN - World Conservation Union. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em 28 abr. 2021.

IPHAE – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado. **Histórico do processo de registro do modo de fazer artesanato com palha de butiá na região de Torres**. Nota técnica nº011/2023/IPHAE, Porto Alegre, 21 de jul. de 2023.

IRIARTE, J. Emerging food-producing systems in the La Plata basin: The los ajos site. In: DENHAM, T; IRIARTE, J.; VRIDAGHS, L. (Ed.) **Rethinking agriculture: archeological and ethnoarchaeological perspectives**. California: Left Coast Press, 2009.

JAURENA, Martín.; RIVAS, Mercedes. La pradera natural del palmar del *Butia capitata* (Arecaceae) de Castillos (Rocha): evolución con distintas alternativas de pastoreo. In: GÓMEZ MILLER, Raúl; ALBICETTE, María Marta. **Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural**. Montevideo: INIA, 2005. p. 15-20.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZANI, V. S.; BERLINCK, R. G. S. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade do Brasil. **Revista USP**, São Paulo, v. 89,133 p. 2011.

JUSUF, H.; ELVENY, M.; AZIZOVA, F.; SHICHIYAKH, R. A.; KULIKOV, D.; AL-TAAE, M. M.; ATIYAH, K. K.; JALIL, A. T.; ARAVINDHAN, S. Plant secondary metabolites as defenses: A review. **Journal of Water and Land Development**, n. 55, p. 206-211, 2022.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. **factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses**. R Package version 1.0.7, 2020.

KEVERN, P.; LOPES, R. G. C.; BARROSO, A. E.; CÔRTE, B.; LUCENA, C. The contribution of church-based networks to social care in the coronavirus pandemic and beyond: the case of Pastoral da Pessoa Idosa in Brazil. **Religions**, Basel, v. 11, n. 10, p. 1-14, 2020.

KINUPP, Valdely; LORENZI, Harri. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Plantarum, 2. ed., 2021. 768 p.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KOMSTA, L.; NOVOMESTY, F. **moments: Moments, cumulants, skewness, kurtosis and related tests**. R package version 0.14.1, 2022..

KROB, Alexandre José Diehl.; BOHRER, Patrícia Vianna. **Proposta técnica do modo de fazer artesanato com palha de butiá na região de Torres, RS, como patrimônio cultural imaterial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto Curicaca, 2016. 255 p.

KUMAGAI, L.; HANAZAKI, N. Ethnobotanical and ethnoecological study of *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi: contributions to the conservation of an endangered area in southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 13-20, 2013.

KUMAGAI, L.; HANAZAKI, N. Economic botany of an endemic palm species (*Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi) in Southern Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, Tbilisi, v. 27, p. 13-20, 2013.

LACALLE, A. V. La palmera y la palma. Adaptación medieval de una antigua iconografía. **Revista Digital de Iconografía Medieval**, Madrid, v. 9, n. 17, p. 105-124, 2017.

LAHLOU, A.; CHILEH-CHELH, T.; LYASHENKO, S.; RINCÓN-CERVERA, M. A.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, I.; LÓPEZ-RUIZ, R.; URRESTARAZU, M.; GUIL-GUERRERO, J. L. Areaceae fruits: Fatty acids, phenolic compounds and in vitro antitumor activity. **Food Bioscience**, v. 50, n.102181, p. 1-14, 2022.

LEBON RÉGIS. **Município de Lebon Régis: Símbolos**. Disponível em: <<https://lebonregis.sc.gov.br/pagina-8384/>>. Acesso em: 30 out. 2023.

LE, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1-18, 2008.

LEE, S. Y.; LEE, S. J.; YIM, D. G.; HUR, S. J. Changes in the food content and bioavailability of onion quercetin and grape resveratrol during in vitro human digestion. **Foods**, Basel, v. 9, n. 694, 2020.

LIMA, M.; SILVA JUNIOR, C. A.; PELISSARI, T. D.; LOURENÇONI, T.; LUZ, I. M. S.; LOPES, F. J. A. Sugarcane: Brazilian public policies threaten the Amazon and Pantanal biomes. **Perspective in Ecology and conservation**, v. 18, n. 3, p. 210-112, 2020.

LIU, Y.; FAN, G.; ZHANG, Y.; LI, J.; XIONG, C.; ZHANG, Q.; LI, X.; LAI, X. Metabolomic discrimination of sea buckthorn from different *Hippophaë* species by H NMR based metabolomics. **Scientific Reports**, v. 7, 2017.

LÓPEZ MAZZ, J. M. L. Early human occupation of Uruguay: Radiocarbon database and archeological implications. **Quaternary International**, v. 301, p. 94-103, 2013.

LORENZI, Harri. **Flora Brasileira - Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa: Plantarum, 2010. 284 p.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGHT, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 193 n. 1, p. 256-276, 1951.

MA, C.; DUNSHEA, F. R.; SULERIA, H. A. R. LC-ESI-QTOF/MS characterization of phenolic compounds in palm fruits (Jelly and Fishtail Palm) and their potential antioxidant activities. **Antioxidants**, Basel, v.8, n. 483, p. 1-20, 2019.

MA, Y.; YANG, Y.; GAO, J.; FENG, J.; SHANG, Y.; WEI, Z. Phenolics and antioxidant activity of bamboo leaves soup as affected by in vitro digestion. **Food and Chemical Toxicology**, v. 135, n. 110941, p. 1-6, 2020.

MACEDO JÚNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n. 1, p. 7-17, 2007.

MAECHLER, M.; ROUSSEEUW, P.; STRUYF, A.; HUBERT, M.; HORNIK, K.

Cluster: cluster analysis basics and extensions. R package version 2.1.4, 2022.

MANDÓN, E.; CAMPAGNA, M. N. Estudio de los frutos de *Butia yatay* y *Syagrus Rommanzoffiana* (Arecaceae) cultivadas com fines ornamentales como fuente de nutrientes y compuestos bioactivos. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 58, p. 533-546, 2023.

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; PEREZ, M. A.; FILGUEIRA, A. L.; CUZZI, T. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p.265-274, 2003.

MARTINS, A. P. B.; LEVY, R. B.; CLARO, J. C.; MONTEIRO, C. A. Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.47, n. 4, p. 1-10, 2013.

MARTINS, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Use and diversity of palm (Arecaceae) resources in Central Western Brazil. **The Scientific World Journal**, v. 2,n. 942043, p. 1-14, 2014.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27 n.12, p. 1254-1255, 1992.

MELLO, S. P. S. C.; CESSÉ, E. A. P.; LIRA, P. I. C.; FERREIRA, L. C. C. N.; RISSIN, A.; BATISTA FILHO, M. Sobrepeso, obesidade e fatores associados aos adultos em uma área urbana carente do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 23, p. 1-14, 2020.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, aplicações e mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, 2017.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2006. p. 416 p.

MORAIS, R. A.; TEIXEIRA, G. L.; FERREIRA, S. R. S.; CIFUENTES, A.; BLOCK, J. M. Nutritional composition and bioactive compounds of native Brazilian fruits of the Arecaceae family and its potential applications for health promotion. **Nutrients**, Basel, v.14, n. 4009, 2022.

NAZARENO, A. G.; REIS, M. S. Microsatellite markers for *Butia eriospatha* (Arecaceae), a vulnerable palm species from the Atlantic Rainforest of Brazil. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 7, p. 198-200, 2011.

NAZARENO, A. G.; REIS, M. S. At risk of population decline? An ecological and genetic approach to the threatened palm species *Butia eriospatha* (Arecaceae) southern Brazil. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 105, p. 120-129, 2013.

NAZARENO, A. G.; REIS, M. S. Where did they come from? Genetic diversity and forensic investigation of the threatened palm species *Butia eriospatha*. **Conservation Genetics**, v.15, n. p. 441-452, 2014.

NUNES, A. M.; FACHINELLO, J. C.; DAMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; SCWARTZ, E. Caracteres morfológicos e físico-químicos de butiazeiros (*Butia capitata*) na região de Pelotas, Brasil. **Interciência**, v. 35, n. 7, 2010.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170-179, 2012.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B.; CAJAZEIRA, J. P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p.162-174, 2013.

PACKMAN, J. The other other festa: June samba and the alternative spaces of Bahia, Brazil's São João Festival and industries. *Black Music Research Journal* 34(2): 255-283, 2014.

PADILHA, H. K. M.; MISTURA, C. C.; VILLELA, J. C. B.; RIVAS, M.; HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L. Avaliação da produção de cachos de frutas em palmeiras de Butiá (*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi). **Magistra**, v. 28, n. 3/4, p. 419-426, 2016.

PANIGRAHI, S.; ROUT, S.; SAHOO, G. Ethnobotany: A strategy for conservation of plant. **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, v. 25, n. 6, p. 1370-1377, 2021.

POLITIS, Gustavo. The pampas and campos of South America. In: SILVERMAN, Helaine.; ISBELL, William H. (Ed.) **Handbook of South American archaeology**.

Springer, New York, 2008. p. 235-260.

PAPOUTSIS, K., ZHANG, J.; BOWYER, M. C.; BRUNTON, N.; GIBNEY, E. R.; LING, J. Fruit, vegetables and mushrooms for the preparation of extracts with α -amilase and α -glucosidase inhibition properties: A review. **Food Chemistry**, v. 338, n. 15, 2021.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. H. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6. n. 1, p.36-60, 2013.

PEREIRA, C. P.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RÍOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food composition and analysis**, v. 29, p. 19-24, 2013.

PEREIRA, E. S.; VINHOLES, J. R.; CAMARGO, T. M.; NORA, F. R.; CRIZEL, R. L.; CHAVES, F.; NORA, L.; VIZZOTTO, M. Characterization of araçá fruits (*Psidium cattleianum* Sabine): Phenolic composition, antioxidant activity and inhibition of α -amilase and α -glucosidase. **Food Bioscience**, v. 37, n. 100665, p. 1-9, 2020.

PEREIRA, G.; NOELLI, F. S.; CAMPOS, J. B.; SANTOS, M. P.; ZOCHE, J. J. Ecologia histórica Guarani: as plantas utilizadas no Bioma Pampa e Mata atlântica do litoral Sul de Santa Catarina, Brasil. **Cadernos do LEPARQ**, v. 13, n. 26, 2016.

PETERSON, R. A.; CAVANAUGH, J. E. Ordered quantile normalization: a semiparametric transformation built for the cross-validation era. **Journal of Applied Statistics**, v. 47, p. 2312-2327, 2020.

PINTO, W. S. DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, C. A. S. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, 2003.

PIZZANELLI, M.; XAVIER, O. **Aportes para la elaboración de una guía de buenas prácticas de la cosecha extractiva del butiá: caracterización social y estimación del potencial productivo y reproductivo del palmar de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick de Castillos (Rocha, Uruguay)**. 2013. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidad de la República, Montevidéo, Uruguay, 2013.

PONTE ALTA DO NORTE. **Institui a flor “butiá-da-serra” como planta símbolo**

do município e dá outras providências. Decreto n.º 893, de 27 de setembro de 2006.

PORTELINHA, M. K.; BARBIERI, R. L.; CEOLIN, T. As propriedades do butiá benéficas à saúde a partir da visão dos integrantes-chave da Rota dos Butiazais. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 274-289, 2021.

PUBCHEM. PubChem Compound Summary for CID 10393, Tyrosol. National Center for Biotechnology Information. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tyrosol>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. 2023.

RADÜNZ, Marjana. **Screening biológico de extrato de brócolis (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica*) não encapsulado e encapsulado por electro spraying**. 2020. 150 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

RADÜNZ, M.; CAMARGO, T. M.; HACKBART, H. C. S.; BLANK, J. P.; HOFFMANN, J. F.; STEFANELLO, F. M.; ZAZAREZE, E. R. Encapsulation of broccoli extract by eletrospraying: Influence of in vitro simulated digestion on phenolic and glucosinolate contents, and on antioxidant and antihyperglycemic activities. **Food Chemistry**, v. 339, 8 p, 2021.

RAMOS, V. P.; SILVA, P. G.; OLIVEIRA, P. S.; BONA, N. P.; SOARES, M. S. P.; CARDOSO, J. S. Hypolipidemic and anti-inflammatory properties of phenolic rich *Butia odorata* fruit extract: potential involvement of paraoxonase activity. **Biomarkers**, v. 25 n. 5, p. 417-424, 2020.

RAUSTIALA, K.; VICTOR, D. G. Biodiversity Since Rio: The Future of the Convention on Biological Diversity. **Environment**, v. 38 n. 4, p. 17-45, 1996.

REDDY, P. P. Climate resilient agriculture for ensuring food security. In: KUMAR, Rohitashw; SINGH, Vijay P; JHAJHARIA, Deepak; MIRABBASY, Rasoul. **Impacts of Climate Change on Agriculture**. CRC Press, 2014. p. 43-90.

REITZ, Raulino. Flora ilustrada catarinense: palmeiras. Itajaí: Blumenauense. 189 p.1974.

REYERS, B.; SELIG, E. R. Global targets that reveal the social-ecological interdependencies of sustainable development. **Nature Ecology and Evolution**, v. 4, p. 1011-1019, 2020.

RIBEIRO, Eliana Paula.; SERAVALLI, Elisena Aparecida Guastafarro. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007. 184 p.

RIBEIRO, M. C.; MEZTGER, J. P.; MARTESEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed. Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, R. C.; LAUTERJUNG, M. B.; MONTAGNA, T.; BERNARDI, A. P.; COSTA, N. C. F.; HOELTGEBAUM, M. P.; REIS, M. S. Distinct seeds in contrasting habitats: Morphological and reproductive responses in *Butia eriospatha* to new environmental conditions. **Acta Oecologica**, Paris, v. 99, n. 103447, p. 1-9, 2019.

RIGO, M.; BEZERRA, J. R. M. V.; CÓRDOVA, K. R. V. Efeito da temperatura nas propriedades reológicas da polpa de butiá (*Butia eriospatha*). **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 25-36, 2010.

RINKER, T. W.; KURKIEWICZ, D. **pacman: package management for R. version 0.5.0**. Buffalo, Nova York, 2017.

RIVAS, M.; BARBIERI, R. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do butiá**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 59 p.

RIVAS, Mercedes; BARBIERI, Rosa Lía; MARCHI, Marene Machado; SOSINSKI, Ênio Egon.; COSTA, Fábila Amorim. La Red Palmar/Rota dos Butiazais – Una red internacional para la conservación de los palmares de butiá mediante su uso sostenible. In: HILGERT, Norma Inês.; POCHETTINO, María Lelia.; BERMEJO, J. Esteban Hernández. (Ed.) **Palmeras NUS al sur de la América Austral**. Programa Ibero Americano de ciencia y tecnología para el desarrollo – CYTED, 2020. p. 196-221.

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los

palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociencia**, v. 8, n.1, 2004.

RIVAS, M.; DABEZIES, J. M.; PUERTO, L. Historical evolution and multidimensional characterization of the *Butia* palm landscape: A comprehensive conservation approach. **Land**, n. 12 v. 648, p. 1-22, 2023.

ROCKETT, F. C.; SCHMIDT, H. O.; PAGNO, C. H.; FOCHEZATTO, E. S.; OLIVEIRO, V. R.; SILVA, V.L.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. O. Native fruits from southern Brazil: physico-chemical characterization, centesimal composition, and mineral content. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. e14582, p. 1-11, 2020.

ROCKETT, F. C.; SCHMIDT, H. O.; SCHMIDT, L.; RODRIGUES, E.; TISCHER, B.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, V. L.; AUGUSTI, P. R.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. Phenolic compounds and antioxidant activity in vitro and in vivo of *Butia* and *Opuntia* fruits. **Food Research International**, v.137, n. 1, 2020.

RODRIGUES, C. E.; SCHÄEFER, L.; GREGOLON, G. N.; OLIVEIRA, J. F.; BAEZ, O. P.; DEOLINDO, C, T. P.; MELO, A. P. Z. M.; SINGER, R. B.; KIST, T. B. L.; HOFF, R. Determination of amino acid content, fatty acid profiles, and phenolic compounds in non-conventional edible fruits of seven species of palm trees (Arecaceae) native to the southern half of South America. **Food Research International**, v. 162, 2002.

RODRÍGUEZ-ROQUE, M. J.; ROJAS-GRÄU, M. A.; ELEZ-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity was affected by in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v.136, n. 1, p. 206-212, 2013.

ROSS, S. Talking the walk: Language as the missing ingredient of biodiversity conservation? An investigation of plant knowledge in the West Usambara Mountains, Tanzania. School of Development Studies, University of East Anglia, 2006.

ROSSATO, M.; BARBIERI, R. L. Estudo etnobotânico de palmeiras do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, n. 2, v. 1, p. 997-1000, 2007.

RYAN, L.; PRESCOTT, S. L. Stability of the antioxidant capacity of twenty-five commercially available fruit juices subjected to an in vitro digestion. **International Journal of Food Science & Technology**, 45, p. 1191-1197, 2010.

SANT'ANNA-SANTOS, B. F. A new endemic and critically endangered species of *Butia* (Arecaceae) with comments on morpho-anatomical novelties in the genus. **Plant Systematics and Evolution**, Vienna, v. 307, n. 4, p. 1-16, 2021.

SANT'ANNA-SANTOS, B. F. A new purple-flowered *Butia* (Arecaceae) from the highlands of the Chapada dos Veadeiros (Brazil). **Plant Ecology and Evolution**, Meise, v. 156, n. 3, p. 383-398, 2023.

SAURA-CALIXTO, F.; SERRANO, J.; GOÑI, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. **Food Chemistry**, v. 101, p. 492-501, 2006.

SCARIOT, Aldicir Osni. Palmeiras Brasileiras: Botânica, ecologia, usos e conservação. In: LOPES, Rircardo; OLIVEIRA, Maria Socorro Padilha de; CAVALLARI, Marcelo Mattos; BARBIERI, Rosa Lía; CONCEIÇÃO, Léo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da. (Eds.). **Palmeiras Nativas do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 17-33.

SCHMITZ, Pedro Ignácio, NAUE, Guilherme, BECKER, Ítala Irene Basile. Os aterros do campo do sul: A tradição vieira. In: SCHMITZ, Pedro Ignácio. (Ed.). **Documentos 05: Pré história do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, 2006. p.101-124.

SCHNEIDER, L. R.; SANTOS, D. C.; CAMPOS, A. D.; LUND, R. G. The phytochemistry and pharmacology of *Butia* sp.: A systematic review and an overview of the technological monitoring process. **Phytotherapy Research**, v. 31, n. 10, p. 1495-1503, 2017.

SCHWARTZ, E.; FACHINELLO, J. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. P. Avaliação de populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 736-745, 2010.

SHAH, A. Ethnography? Participant observation, a potentially revolutionary praxis. **Hau: Journal of Ethnographic Theory**, London, v. 7, n. 1, p. 45-59, 2017.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. **Journal of Functional Foods**, v.18, p. 820-897, 2015.

SHAHIDI, F.; YEO, J. Insoluble-bound phenolics in food. **Molecules**, Basel, v. 21, n. 9, p.1-22, 2016.

SHAHIDI, Fereidoon; NACZK, Marian. Phenolics in Food and Nutraceuticals. Boca Raton, CRC Press, 2004. 576 p.

SHARIFI-RAD, M.; KUMAR, N. V. A.; ZUCCA, P.; VARONI, E. M.; DINI, L.; PANZARINI, E.; RAJKOVIC, J.; FOKOU, P. V. T.; AZZINI, E.; PELUSO, I.; MISHRA, A. P.; NIGAM, M.; RAYESS, Y. E.; BEYROUTHY, M. E.; POLITO, L.; IRITI, M.; MARTINS, N.; MARTORELL, M.; DOCEA, A. O.; SETZER, W. N.; CALINA, D.; CHO, W. C.; SHARIFI-RAD, J. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. **Frontiers in Physiology**, 11, 2020.

SHELEF, O.; WEISBERG, P. J.; PROVENZA, F. D. The value of native plants and local production in an era of global agriculture. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 6, n. 2069, p. 1-15, 2017.

SIES, H.; BELOUSOV, V. V.; CHANDEL, N. S.; DAVIES, M. J.; JONES, D. P.; MANN, G. E.; MURPHY, M. P.; YAMAMOTO, M.; WINTERBOURN, C. Defining roles of specific reactive oxygen species (ROS) in cell biology and physiology. **Nature Reviews: Molecular Cell Biology**, v. 23, p. 499-515, 2022.

SILVEIRA, T.; GODINHO, P. D.; PORTELINHA, M. K.; DIAS, J. M.; CRUZ, J. G.; WAGNER, J. G.; BARBIERI, R. L. Use and conservation of *Butia* palm groves: the link that goes beyond borders. **Ethnobotany Research and Applications**, Tbilisi, v. 23, n. 21, p. 1-16, 2022.

SOSINSKI, Ênio.; BARBIERI, Rosa Lía; MARCHI, Marene Machado; COSTA, Fábía Amorim da; SOUZA, Gabriela Coelho. A pecuária como uma estratégia de conservação in situ dos recursos genéticos nos ecossistemas de butiazais no Bioma Pampa. In: TOZETTI, Alexandro Marques.; FARINA, Renata Krentz, RAGUSE-QUADROS, Mateus. (Org.) **Patrimônio natural dos butiazais da Fazenda São Miguel**. Porto Alegre: Editora Fi, 2022. p. 15-37.

SOSINSKI, E.; URRUTH, L. M.; BARBIERI, R. L.; MARCHI, M. M.; MARTENS, S. G. On the ecological recognition of *Butia* palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? **Land Use Policy**, v. 81, p. 124-130, 2019.

SOUTO, Carlos.; BOLAÑO, J. C.; GONZÁLES, L.; SANTOS, X. X. HPLC techniques – Phenolics. In: ROGER, Manuel J. Reigosa. (Ed.) **Handbook of plant ecophysiology techniques**. Springer, 2001. 452 p.

SOARES, D. J.; TAVARES, T. M.; BRASIL, I. M.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 30, n. 2, 2012.

SOARES, K. Le Genre Butia. **Principis**, v.1, 2015.

SOARES, K. P; LONGHI, S. J.; WICTECK NETO, L.; ASSIS, L. C. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 113-139, 2014.

TALCOTT, S. T.; HOWARD, L. R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 5, p. 2109-2115, 1999.

TAMBARA, A. L.; SILVEIRA, E. C.; SOARES, A. T. G.; SALGUEIRO, W. G.; RODRIGUES, C. F.; BOLDORI, J. R.; ÁVILA, D. S.; DENARDIN, C. C. Butiá fruit extract (*Butia eriospatha*) protects against oxidative damage and increases lifespan of *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Food Biochemistry**, v.44, 2020.

TOZETTI, A. M.; FARINA, R. K.; RAGUSE-QUADROS, M. (Org.). **Patrimônio natural dos butiazais da Fazenda São Miguel**. Porto Alegre: Editora Fi, 2022. 182 p.

TREVISAN, R.; TREPTOW, R. O.; GONÇALVES, E. D.; ANTUNES, L. E. C.; HERTER, F. G. Atributos de qualidade considerados pelo consumidor de Pelotas/RS, na compra de pêssego in natura. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 361-374, 2006.

URRUTH, Leonardo Marques.; CHOMENKO, Luiza. O Bioma Pampa. In: TOZETTI, Alexandro Marques.; FARINA, Renata Krentz, RAGUSE-QUADROS, Mateus. (Org.) **Patrimônio natural dos butiazais da Fazenda São Miguel**. Porto Alegre: Editora Fi, 2022. p. 15-37.

VELDERRAIN-RODRÍGUEZ, G. R.; PALAFOX-CARLOS, H.; WALL-MEDRANO, A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; CHEN, C-Y. O.; ROBLES-SÁNCHEZ, M.; ASTIARAZAN-

GARCÍA, H.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONÁZALES-AGUILAR, A. Phenolic compounds: their journey after intake. **Food & Function**, v. 5, n. 189, 2014.

VERMEULEN, S. J.; AGGARWAL, P. K.; AINSLIE, A.; ANGELONE, C.; CAMPBELL, B. M.; CHALLINOR, A. J.; HANSEN, J. W.; INGRAM, J. S. I.; JARVIS, A.; KRISTJANSON, P.; LAU, C.; NELSON, G. C.; THORNTON, P. K.; WOLLENBERG, E. Options for support to agriculture and food security under climate change. **Environmental Science & Policy**, v. 15, n. 1, p. 136-144, 2012.

VIERTLER, Brigitte Teresa. Métodos antropológicos como ferramentas para estudos em etnobiologia e etnoecologia. In: AMOROZO, Maria Cristina de Mello.; MING, Lin Chau.; SILVA, Sandra Pereira. **Métodos de coletas e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**. Rio Claro: UNESP, 2002. p. 11-29.

VINHOLES, J.; LEMOS, G.; BARBIERI, R. L.; FRANZON, R. C.; VIZZOTTO, M. In vitro assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga. **Food Bioscience**, v. 19, p. 92-100, 2017.

VINHOLES, J.; REIS, S. F.; LEMOS, G.; BARBIERI, R. L.; FREITAS, C.; FRANZON, R. C.; VIZZOTTO, M. Effect of in vitro digestion the functional properties of *Psidium cattleianum* Sabine (araçá), *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick (butiá) and *Eugenia uniflora* (pitanga) fruit extracts. **Food & Function**, v. 19, n. 6, p. 6381-6391, 2018.

VITIGEL BRASIL 2023. **Vigilância de fatores de risco para doenças crônicas por inquérito eletrônico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. 131 p.

WAGNER, J. G.; CRUZ, J. G.; SILVEIRA, T.; FERRI, N. M. L.; RICHTER, V. B.; LIMA, F. M.; FIGUEIRA, K. U.; MISTURA, C. C.; VIZZOTTO, M.; BARBIERI, R. L. Accessing the nutritional variability of *Butia odorata*: a food with identity. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, n. e54822, p. 1-8, 2022.

WERNER-MARTINS, J. F. O.; FREITAS, R. R. Environmental governance of butiazais (*Butia catarinensis*) on the south coast of Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 239, n. 106614, 2023.

WHO. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. In: Report of the joint WHO/FAO expert consultation. Geneva: World Health Organization v. 906, 2003. 149 p.

WINTER, K.; CLATCHEY, W. Quantifying evolution of cultural interactions with plants: Implications for managing diversity for resilience in social-ecological systems. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.

WOJTUNIK-KULESZA, K.; ONISZCZUK, A.; ONISZCZUK, T.; COMBRZYNSKI, M.; NOWAKOWSKA, D.; MATWIJCZUK, A. Influence of in vitro digestion on composition, bioaccessibility and antioxidant activity of food polyphenols – A non-systematic review. **Nutrients**, Basel, v. 12, n. 5, p. 1-28, 2022.

WOLFF, L. F.; WEGNER, J.; HEIDEN, G. **Butiazeiros como flora apícola para a produção de mel na região Sul do Rio Grande do Sul**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 253, Embrapa, nov. 2016.42 f.

WOBBROCK, Jacob O.; FINDLATER, Leah.; GERGLE, Darren. HIGGINS, James J. The aligned rank for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. In: Proceedings of the ACM Conference on human factors in computing systems. New York: ACM Press, p. 142-146. 2011.

ZACCARI, F.; DEL PUERTO, M.; CABREIRA, M. C. *Butia* – physical, nutritional and antioxidant properties of red, orange and yellow fruits. **Agrociencia Uruguay**, Montevideo, v. 25, n. NE2, p. 1-14, 2021.

ZAMBIAZI, Rui Carlos. **Análise físico-química de alimentos**. Pelotas: Editora Gráfica Universitária/UFPEL, 2010. 202p.

ZANONI, I. Z.; MATIOLA, A. V.; BONA, M.; VARELA, A. P.; SANDRINI, J. G. Worldwide analyses of the scientific production concerning the genus *Butia* (Arecaceae) between the years 1942 and 2021. **Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana**, v. 21 n. 6, p. 3146-3162, 2023.

ZENEON, Odair.; PASCUET, Neus Sadocco.; TIGLEA, Paulo. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. 2008.

ANEXOS

ANEXO A

Formulário de Entrevista

Identificação do(a) entrevistado (a)

- Nome/idade
- Gênero
- Escolaridade
- Ocupação
- Município

1. Quando/como teve o primeiro contato com o butiá?
2. Conhece pessoas que tem a planta?
3. Há alguma ligação familiar com o butiá? Que tipo de ligação é essa? Tem uma história interessante sobre butiá na sua família?
4. Viu/vê plantas de butiá com frequência? Em quais locais?
5. Você conhece tipos de butiá/butiazeiros diferentes?
6. A frequência de plantas mudou no decorrer do tempo? (costumava ter mais ou menos plantas)

Identificação das Plantas:

Número de plantas na propriedade:

Idade aproximada das plantas

Há quando tempo frutificam?

Sobre a origem dessas plantas:

a) Plantadas () nº de plantas:

b) Trocadas () nº de plantas:

c) Recebidas () nº de plantas:

d) Ocorrência natural () nº de plantas:

Local de origem das plantas (Somente as que não tiverem ocorrência natural):

7. Percebe variação de produção de um ano para o outro? Se sim, a que relaciona?

8. Mês de florescimento: _____ (existe alguma planta que se comporta de forma diferente?)

9. Mês de frutificação: _____ (existe alguma planta que se comporta de forma diferente?)

10. Utilizam a planta? Como?

11. Fazem comercialização? Do que, para quem, por quanto e onde?

12. Já viu alguém comercializar mudas ou frutos de alguma forma?

13. O que você considera importante para ser um bom butiazeiro? Como devem ser os frutos? E a planta? Quais os critérios de seleção?

10. Se fosse recomendar o cultivo, quais cuidados recomendaria para o sucesso?

11. Você acha importante o butiá? Explique.

12. O que seria necessário para que mais pessoas se interessassem pelo butiá?

13. Quais animais se alimentam dos frutos do butiazeiro?

14. Você conhece a Rota dos Butiazais?