Aurum
EDITORA

SABORES DO TERROIR:

VINHOS, FRUTAS NATIVAS E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL



ORGANIZAÇÃO
JOANA DARQUE RIBEIRO OZÓRIO

Aurum
EDITORA

SABORES DO TERROIR:

VINHOS, FRUTAS NATIVAS E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL



ORGANIZAÇÃO
JOANA DARQUE RIBEIRO OZÓRIO

AURUM EDITORA LTDA – 2026
Curitiba – Paraná - Brasil

EDITOR CHEFE
Lucas Gabriel Vieira Ewers

ORGANIZADORA DO LIVRO
Joana Darque Ribeiro Ozório

EDIÇÃO DE TEXTO
Stefanie Vitoria Garcia de Bastos

EDIÇÃO DE ARTE
Aurum Editora Ltda

IMAGENS DA CAPA
Magnific Team, Canva.

BIBLIOTECÁRIA
Bruna Heller

ÁREA DE CONHECIMENTO
Ciência e Tecnologia de Alimentos

Copyright © Aurum Editora Ltda
Texto Copyright © 2026 Os Autores
Edição Copyright © 2026 Aurum Editora Ltda

Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A responsabilidade pelo conteúdo, precisão e veracidade dos dados apresentados neste texto é inteiramente do autor, não refletindo necessariamente a posição oficial da Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado, desde que o crédito seja dado ao autor, mas não é permitida a modificação do conteúdo de qualquer forma ou seu uso para fins comerciais.

A Aurum Editora se compromete a manter a integridade editorial em todas as fases do processo de publicação, prevenindo plágio, dados ou resultados fraudulentos, e assegurando que interesses financeiros não afetem os padrões éticos da publicação. Qualquer suspeita de má conduta científica será verificada com atenção aos princípios éticos e acadêmicos. Todos os manuscritos passaram por uma avaliação duplo-cega, realizada pelos membros do Conselho Editorial, e foram aprovados para publicação com base em critérios de imparcialidade e objetividade acadêmica.

CORPO EDITORIAL

Adicélia Rodrigues Souza - Graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Adriano Rosa da Silva - Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense.

Alessandro Sathler Leal da Silva - Doutor em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Alex Lourenço dos Santos - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Catalão.

Aline Borba Alves - Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Maranhão.

Amanda Pereira Moreira - Mestra em Letras pela Universidade Federal de Lavras.

Antonio Ismael Lopes de Sousa - Doutorando em Linguística e Literatura pela Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Ayla de Jesus Moura - Mestra em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Bárbara Silvestre da Silva Pereira - Doutoranda em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Bianca Martins Knap - Mestranda em Direito Econômico e Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Camila Aparecida da Silva Albach - Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Carina Mandler Schmidmeier - Mestranda em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Carlos Adriano Martins - Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

Carolline Nunes Lopes - Mestra em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cláudio Alberto de Sá Quirino - Mestre profissional em Administração Pública (PROFIAP) pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Damião Evangelista Rocha - Doutorando em Saúde e Desenvolvimento Humano pela Universidade La Salle - Canoas.

Daniel da Rocha Silva - Mestre em Letras pela Universidade Federal de Sergipe.

Daniel Rodrigues de Lima - Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas.

Diego Emanoel Veis Bentancourt - Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria.

Diego Pinto de Oliveira - Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Alfenas.

Elberto Teles Ribeiro - Mestrando em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados.



Equiton Lorengian Grégio - Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul.

Evaldo Batista Mariano Júnior - Doutorando em Educação pela Universidade de Uberaba.

Fábio Henrique de Souza Lacerda - Mestre em Educação pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

Fabio José Antonio da Silva - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina.

Fabricio do Nascimento Moreira - Doutorando em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Felipe Antônio da Silva - Graduado em Direito pelo Centro Universitário Unihorizontes.

Flávia Maria Silva Brito - Doutora em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Flávio Roberto Chaddad - Mestre em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Francisco Samuel Laurindo de Lima - Graduado em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará.

Francisco Welton Machado - Editor Independente - Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí.

Gabriella de Morais - Doutora em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Gleyson Martins Magalhães Reymão - Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal do Pará.

Glicerinaldo de Sousa Gomes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Gustavo Boni Minetto - Mestrando em Educação, Linguagens e Tecnologia pela Universidade Estadual de Goiás.

Gutemberg Rapôso da Silva Ferreira - Mestre em Linguística pela Universidade Federal do Tocantins de Porto Nacional.

João Vitor Silva Almeida - Graduado em Gestão de Cooperativas pela Universidade Federal do Tocantins.

Joelson Lopes da Paixão - Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria.

Joice Marisa Görgen Junqueira - Mestra em Educação pela Universidade La Salle - Canoas.

José Bruno Martins Leão - Doutor em Sistema Constitucional de Garantia de Direitos pela Instituição Toledo de Ensino.

José Carlos dos Santos Silva - Mestrando em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



José Cláudio da Silva Júnior - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco.

José Henrique Rodrigues Machado - Doutor em Ciências Sociais - Programa de Performances Culturais, pela Universidade Federal de Goiás.

José Leonardo Diniz de Melo Santos - Mestre em Educação, Culturas e Identidades pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

José Marciel Araújo Porcino - Graduado em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

José Neto de Oliveira Felippe - Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

José Ronaldo de Freitas Machado - Mestre em Educação pela Universidade de Uberaba.

Jungley de Oliveira Torres Neto - Doutor em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Karyne Oliveira Coelho - Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás.

Layse da Silva Vieira - Mestranda em Vigilância em Saúde pela Universidade Iguaçu.

Lidiana da Cruz Pereira - Doutora em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí.

Lidiane Álvares Mendes - Doutoranda em Estudos de Cultura Contemporânea pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Luan Brenner da Costa - Editor Independente - Graduado em Enfermagem pela Fundação Herminio Ometto.

Lucas Matheus Araujo Bicalho - Mestrando em Historia pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Brasil.

Lucia Helena Santana Ferreira - Doutoranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Luciano Victor da Silva Santos - Mestrando em Hotelaria e Turismo pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Luzia Eleonora Rohr Balaj - Doutoranda em Música pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Magno Fernando Almeida Nazaré - Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Maiara Martins Doná - Mestra em Educação pela Universidade de Sorocaba.

Maickon Willian de Freitas - Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.



Maikon Luiz Mirkoski - Mestre Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Mailson Moreira dos Santos Gama - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Marcelo Bustamante Chilingue - Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Marcelo Carvalho da Conceição - Doutor em Biologia Estrutural e Funcional pela Universidade Federal de São Paulo.

Marcos Scarpioni - Doutorando em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Maria da Luz Olegário - Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Maria Nazaré Lopes Baracho - Doutoranda em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK.

Marilha da Silva Bastos - Mestranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará.

Marinely Aparecida Clemente - Mestra em Direito pela Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Mario Marcos Lopes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal de São Carlos.

Marlon Messias Santana Cruz - Doutor em Memória: Linguagem e Sociedade pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Michael Douglas Alves dos Santos - Mestrando em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos pela Universidade do Estado da Bahia.

Mirna Liz da Cruz - Editora Independente - Graduada em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás.

Natan Gomes dos Santos - Graduado em Biomedicina pela Faculdade Madre Thais.

Newton Ataíde Meira - Mestrando em Desenvolvimento Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Plinio da Silva Andrade - Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Leonardo Da Vinci.

Rafael José Kraisch - Doutorando em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Romário Silva Ribeiro - Doutorando em Educação pela Christian Business School.

Ryan Dutra Rodrigues - Editor Independente - Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas.

Samuel Francisco Rabelo - Doutorando em Direitos Humanos pela Universidade Tiradentes.

Sebastião Lacerda de Lima Filho - Doutorando em Medicina Translacional pela Universidade Federal do Ceará.

Silvana Maria Aparecida Viana Santos - Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação pela MUST University.

Silvio de Almeida Junior - Doutor em Promoção de Saúde pela Universidade de Franca.

Stefany Reis Marquioli - Mestra em História Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Suely Maria da Silva - Mestra em Gestão Pública Para o Desenvolvimento do Nordeste pela Universidade Federal de Pernambuco.

Swelen Freitas Gabarron Peralta - Doutoranda em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná.

Talita Benedcta Santos Künast - Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Tályta Carine da Silva Saraiva - Mestra em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí.

Thiago Silva Prado - Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá.

Vinicius Valim Pereira - Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Wilson Moura - Doutor em Psicologia pela Christian Business School.

Yohans de Oliveira Esteves - Doutor em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira.

Zaqueu Henrique de Souza - Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Jataí.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S117

Sabores do Terroir [recurso eletrônico] : Vinhos, Frutas Nativas e Desenvolvimento Territorial / organização Joana Darque Ribeiro Ozório. – Curitiba, PR: Aurum Editora, 2026.
Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-6223-060-4

1. Vitivinicultura. 2. Frutas nativas. I. Ozório, Joana Darque Ribeiro. II. Título.

CDU 663.2

Catalogação na fonte: Bruna Heller (CRB10/2348)

Índices para catálogo sistemático:

1 Vinicultura 663.2

DOI: 10.63330/livroautoral952026-

Aurum Editora Ltda
CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná

ORGANIZADORA

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), na linha de pesquisa Qualidade, Processamento e Conservação de Alimentos, e mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela mesma instituição, na área de Pré e Pós-Colheita. É bacharel em Enologia pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Dom Pedrito.
Desenvolve pesquisas nas áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Enologia, com ênfase em vinhos e derivados da uva, frutas nativas brasileiras, compostos bioativos, aproveitamento e valorização de subprodutos agroindustriais, processamento e conservação de alimentos, inovação e sustentabilidade.
Integra o Grupo de Pesquisa BioNutriHealth, vinculado à Universidade Federal de Pelotas, atuando em estudos relacionados à qualidade de alimentos, desenvolvimento de produtos, compostos bioativos e aproveitamento sustentável de recursos agroalimentares. Sua trajetória acadêmica reúne experiências nas áreas de enologia, ciência dos alimentos e valorização da agrobiodiversidade, com especial interesse nas interfaces entre alimentos, gastronomia, sustentabilidade, inovação e desenvolvimento territorial.
Atualmente, dedica-se à investigação de estratégias para agregação de valor a produtos agroalimentares, à valorização de recursos da sociobiodiversidade e ao fortalecimento de sistemas alimentares sustentáveis, contribuindo para a geração de conhecimento científico aplicado ao desenvolvimento regional.
E-mail: joanaozorio@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6164308635452386

AUTORES

Aguiar Afonso Mariano
Ana Cristina Silva da Natividade
Ananaíra Maffei
Andreza de Brito Leal
Ângela Rossi Marcon
Brunna Fernanda Zahlouth Ferreira
Bruno Jacobs
Cassia Pacheco dos Santos
Cecylia Carolina Santos da Silva Souza
Cesar Valmor Rombaldi
Chirle de Oliveira Raphaelli
Daphne Dickmann Cunha Kammer
Eduarda da Rosa Libio
Elisa dos Santos Pereira
Elizete Beatriz Radmann
Esther Pedroso Theisen
Flavia Tayna Serra Silva
Gabriela Avello Crepaldi
Gabriela Beber Alves
Gabriela Porciuncula Quevedo
Gastón Gutiérrez-Gamboa
Hyoran Caius Genindo Barreto Martins
Joana Darque Ribeiro Ozório
José Matheus Santos Oliveira
Júlia Kantorski Almeida
Júlia Soares Ribeiro Corrêa
Leonardo Nora
Lucía Gabriela Ferreira da Silva
Luiza de Oliveira Abreu
Maicon da Silva Lacerda
Márcia Vizzotto
Marcos Gabbardo
Maria Eduarda Anschau
Marjana Radünz
Natalia de Assunção Teixeira da Silva
Nicolly Lima de Almeida
Raquel Moreira Oliveira
Regiane Vieira Saraiva
Renires dos Santos Teixeira
Sara Barbosa Borghi
Suziane Antes Jacobs
Taís Testa
Tatielen Ribeiro Soares
Thaís Gonçalves Subeldia
Viviam Rodrigues Mônego
Wagner Brasil Costa
Wellynthon Machado da Cunha
Yasmin de Souza Rix Silva

DEDICATÓRIA

Dedico esta obra aos pesquisadores, estudantes, produtores, agricultores, empreendedores, comunidades e a todos aqueles que, por meio da ciência, da cultura, do trabalho e da prática cotidiana, contribuem para a valorização dos recursos agroalimentares e das identidades construídas nos territórios.

Dedico-a também àqueles que acreditam no potencial transformador do conhecimento, da inovação e da cooperação para promover o desenvolvimento sustentável, fortalecer as cadeias produtivas locais e preservar a riqueza biológica e cultural que caracteriza nossos territórios.

Que este livro inspire novas pesquisas, experiências e iniciativas voltadas à valorização das frutas nativas, dos vinhos, da gastronomia e dos produtos locais, reconhecendo a biodiversidade, a sociobiodiversidade e os saberes territoriais como elementos fundamentais para a inovação, a sustentabilidade e o desenvolvimento territorial.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos os autores que contribuíram para esta obra, compartilhando conhecimentos, experiências e resultados de pesquisa que tornaram possível a construção deste livro.

Agradeço à Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), pelo ambiente acadêmico, científico e institucional que favorece a pesquisa, a inovação e a formação de recursos humanos qualificados.

Estendo meus agradecimentos à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), instituição fundamental em minha formação acadêmica em Enologia, bem como às demais instituições de ensino, pesquisa e extensão que, de diferentes formas, contribuíram para a construção das trajetórias e dos conhecimentos reunidos nesta publicação.

Registro também meu reconhecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio à formação de recursos humanos e pelo fortalecimento da pós-graduação e da pesquisa científica no Brasil.

Agradeço, ainda, aos professores, pesquisadores, estudantes, técnicos, produtores e demais colaboradores que, por meio da ciência, da inovação e da valorização dos recursos agroalimentares, contribuem para aproximar conhecimento, território e sociedade.

Por fim, agradeço especialmente à minha família, pelo amor, apoio, compreensão e incentivo ao longo de minha trajetória acadêmica e profissional. Ao meu esposo, Rafael Rodrigues, e aos meus filhos, Elisabeth e Henrique, por compreenderem as ausências, compartilharem os desafios e serem fonte permanente de carinho, força e inspiração. Esta obra também representa uma parte da caminhada construída ao lado de vocês e do apoio que recebi em cada etapa desse percurso.

Meu sincero agradecimento a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta obra e para o fortalecimento da pesquisa, da inovação e da valorização dos recursos agroalimentares e dos territórios.

RESUMO

Esta obra reúne estudos científicos e reflexões técnico-conceituais voltados à caracterização, valorização e exploração sustentável da biodiversidade e dos recursos agroalimentares do Rio Grande do Sul, articulando ciência e tecnologia de alimentos, vitivinicultura, gastronomia, sustentabilidade, análise sensorial e valorização territorial. A partir de diferentes abordagens metodológicas, os capítulos contemplam a caracterização físico-química de matérias-primas e produtos, a avaliação de compostos bioativos e da atividade antioxidante, o desenvolvimento de bebidas fermentadas, a análise sensorial, a prospecção e caracterização de leveduras autóctones, o aproveitamento de coprodutos agroindustriais e as relações entre terroir, identidade territorial e produção agroalimentar. Entre os estudos apresentados, destacam-se a investigação de frutas nativas, incluindo araçá, butiá, cereja-do-Rio-Grande, guabiroba, jabuticaba e uvaia, quanto às suas características físico-químicas, propriedades funcionais e possibilidades de aplicação gastronômica e tecnológica; o desenvolvimento de bebida fermentada de jambolão e de kombuchas inspiradas no quentão brasileiro; a caracterização de sucos de uva integrais comerciais; e a avaliação do potencial tecnológico de leveduras autóctones da Campanha Gaúcha para a produção de vinhos com identidade de terroir. A obra contempla, ainda, a caracterização físico-química de vinhos da cultivar Syrah produzidos na Campanha Gaúcha e a investigação da influência de estímulos auditivos sobre a percepção sensorial e a experiência de degustação de vinhos. Outro eixo abordado refere-se ao bagaço de uva, considerando sua variabilidade físico-química, composição e possibilidades de aproveitamento tecnológico e gastronômico. Sob a perspectiva da economia circular e da sustentabilidade, sua valorização é discutida como alternativa para o aproveitamento de coprodutos, a agregação de valor à cadeia vitivinícola e o desenvolvimento de novas aplicações na indústria de alimentos, na gastronomia e no enoturismo. Complementarmente, são discutidas as relações entre vitivinicultura, ovinocultura, gastronomia e turismo na Campanha Gaúcha e no Pampa, evidenciando possibilidades de integração entre produtos, saberes, práticas culturais e características territoriais. Ao articular biodiversidade, ciência, inovação tecnológica, produção agroalimentar, gastronomia e sustentabilidade, a obra evidencia diferentes possibilidades de valorização dos recursos regionais e de desenvolvimento de produtos, processos e experiências associados às especificidades do território sul-rio-grandense. Nesse sentido, contribui para ampliar o conhecimento científico sobre matérias-primas e produtos agroalimentares e para fomentar estratégias de inovação, agregação de valor, aproveitamento sustentável de recursos e valorização do patrimônio agroalimentar, gastronômico e vitivinícola regional.

Palavras-chave: Frutas nativas; Sociobiodiversidade; Sustentabilidade; Terroir; Vitivinicultura.

PREFÁCIO

Há territórios que se revelam não apenas pela paisagem, mas também pelos sabores, aromas, espécies, modos de produzir e saberes que neles se constroem e permanecem. O Rio Grande do Sul reúne uma expressiva diversidade agroalimentar que ultrapassa o valor de suas matérias-primas: expressa biodiversidade, cultura, trabalho, memória e identidade. Conhecer essa riqueza é, portanto, compreender as relações que aproximam natureza, ciência, produção e sociedade.

É a partir dessa perspectiva que esta obra foi concebida. Seus capítulos percorrem diferentes caminhos para investigar e valorizar recursos agroalimentares do Rio Grande do Sul, reunindo estudos sobre frutas nativas, bebidas fermentadas, sucos, vinhos, leveduras autóctones, análise sensorial e aproveitamento de coprodutos da cadeia vitivinícola. Em comum, essas pesquisas demonstram que caracterizar e compreender matérias-primas e produtos pode ampliar suas possibilidades de uso, favorecer a agregação de valor e subsidiar formas mais sustentáveis de produção.

A vitivinicultura constitui um dos importantes eixos desta obra, especialmente nas discussões sobre terroir, identidade territorial e percepção sensorial. Ao lado dela, a valorização do bagaço de uva, as relações entre vinho e carne ovina e as interfaces com a gastronomia e o turismo ampliam o olhar para além do produto isolado, evidenciando conexões entre diferentes cadeias produtivas, práticas culturais e características territoriais. Nesse percurso, o Bioma Pampa e a Campanha Gaúcha aparecem como importantes contextos de investigação e valorização de recursos, produtos e saberes regionais.

Mais do que apresentar resultados, esta obra propõe aproximações: entre biodiversidade e inovação, entre ciência e gastronomia, entre produção e sustentabilidade, entre conhecimento acadêmico e território. Cada estudo, a seu modo, contribui para compreender que os recursos agroalimentares não são apenas matérias-primas, mas também expressões de relações ambientais, produtivas e culturais que podem ser investigadas, valorizadas e ressignificadas.

Que estas páginas despertem novas perguntas, pesquisas e possibilidades de transformação, fortalecendo o diálogo entre aqueles que produzem conhecimento, alimentos, bebidas, experiências e novos caminhos para a valorização dos recursos regionais.

Conhecer um território é reconhecer sua singularidade; valorizá-lo é transformar conhecimento em legado.

Joana Darque Ribeiro Ozório
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Organizadora

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....**16**

CAPÍTULO 1 - RIQUEZA NATIVA, POTENCIAL FUNCIONAL: CARACTERIZAÇÃO DE FRUTAS DO RIO GRANDE DO SUL
Joana Darque Ribeiro Ozório, Júlia Kantorski Almeida, Márcia Vizzotto, Leonardo Nora, Ângela Rossi Marcon, Marcos Gabbardo, Cesar Valmor Rombaldi e Chirle de Oliveira Raphaelli.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-001***
.....**17-29**

CAPÍTULO 2 - ENTRE A ACIDEZ E O POTENCIAL BIOATIVO: CEREJA-DO-RIO-GRANDE E JABUTICABA NA GASTRONOMIA DA SOCIOBIODIVERSIDADE
Júlia Kantorski Almeida, Joana Darque Ribeiro Ozório, Júlia Soares Ribeiro Corrêa, Marcos Gabbardo, Cesar Valmor Rombaldi e Chirle de Oliveira Raphaelli.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-002***
.....**30-41**

CAPÍTULO 3 - TERROIR E INOVAÇÃO: O PAPEL DA ANÁLISE SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA NA VALORIZAÇÃO DE FRUTAS NATIVAS BRASILEIRAS
Nicolly Lima de Almeida, Joana Darque Ribeiro Ozório, Elisa dos Santos Pereira, Marjana Radünz, Esther Pedroso Theisen e Chirle de Oliveira Raphaelli.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-003***
.....**42-55**

CAPÍTULO 4 - BEBIDA FERMENTADA DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*): POTENCIAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS
Lucía Gabriela Ferreira da Silva, Luiza de Oliveira Abreu, José Matheus Santos Oliveira, Ana Cristina Silva da Natividade, Maria Eduarda Anschau, Renires dos Santos Teixeira, Leonardo Nora e Cesar Valmor Rombaldi.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-004***
.....**56-65**

CAPÍTULO 5 - DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE KOMBUCHAS INSPIRADAS NO QUENTÃO BRASILEIRO
Maria Eduarda Anschau, Renires dos Santos Teixeira, Ana Cristina Silva da Natividade, José Matheus Santos Oliveira, Flavia Tayna Serra Silva, Thaís Gonçalves Subeldia, Gabriela Avello Crepaldi, Cesar Valmor Rombaldi e Leonardo Nora.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-005***
.....**66-78**

CAPÍTULO 6 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DE SUCOS DE UVA INTEGRAIS COMERCIAIS
Luiza de Oliveira Abreu, Lucía Gabriela Ferreira da Silva, Andreza de Brito Leal, José Matheus Santos Oliveira, Ana Cristina Silva da Natividade, Maria Eduarda Anschau, Renires dos Santos Teixeira, Flavia Tayna Serra Silva, Leonardo Nora e Cesar Valmor Rombaldi.

Crossref doi ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-006***
.....**79-91**

CAPÍTULO 7 - POTENCIAL TECNOLÓGICO DE LEVEDURAS AUTÓCTONES DA CAMPANHA GAÚCHA PARA A PRODUÇÃO DE VINHOS COM IDENTIDADE DE TERROIR
Suziane Antes Jacobs, Hyoran Caius Genindo Barreto Martins, Gabriela Beber Alves, Bruno Jacobs, Sara Barbosa Borghi, Daphne Dickmann Cunha Kammer, Gastón Gutiérrez-Gamboa, Taís Testa e Cassia Pacheco dos Santos.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-007***
.....**92-106**

CAPÍTULO 8 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO VINHO SYRAH DA CAMPANHA GAÚCHA: IDENTIDADE TERRITORIAL E VALORIZAÇÃO AGROALIMENTAR
Viviam Rodrigues Mônego, Joana Darque Ribeiro Ozório, Júlia Kantorski Almeida, Chirle de Oliveira Raphaelli, Ângela Rossi Marcon, Elizete Beatriz Radmann, Marcos Gabbardo, Wellynthon Machado da Cunha e Wagner Brasil Costa.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-008***
.....**107-117**

CAPÍTULO 9 - PERCEPÇÃO SENSORIAL DO VINHO EM CONTEXTOS MULTISSENSORIAIS: MODULAÇÃO CROSS-MODAL POR ESTÍMULOS AUDITIVOS NA DEGUSTAÇÃO
Yasmin de Souza Rix Silva, Joana Darque Ribeiro Ozório, Esther Pedroso Theisen, Chirle de Oliveira Raphaelli, Ângela Rossi Marcon e Elizete Beatriz Radmann.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-009***
.....**118-131**

CAPÍTULO 10 - VARIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE BAGAÇOS DE CULTIVARES VINÍFERAS E IMPLICAÇÕES PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL
Joana Darque Ribeiro Ozório, Júlia Kantorski Almeida, Esther Pedroso Theisen, Chirle de Oliveira Raphaelli, Wellynthon Machado da Cunha, Ângela Rossi Marcon e Elizete Beatriz Radmann.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-010***
.....**132-141**

CAPÍTULO 11 - BAGAÇO DE UVA: VALORIZAÇÃO, SUSTENTABILIDADE E INTEGRAÇÃO COM A GASTRONOMIA E O TURISMO NO PAMPA GAÚCHO
Andreza de Brito Leal, Raquel Moreira Oliveira, Aguiar Afonso Mariano, Maicon da Silva Lacerda, Cecylia Carolina Santos da Silva Souza, Brunna Fernanda Zahlouth Ferreira, Gabriela Porciuncula Quevedo, Tatielen Ribeiro Soares, Ananaíra Maffei e Cesar Valmor Rombaldi.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-011***
.....**142-154**

CAPÍTULO 12 - O TERROIR DO PAMPA E A ENOGASTRONOMIA: CARNE OVINA, VINHOS E VALORIZAÇÃO TERRITORIAL NA CAMPANHA GAÚCHA
Regiane Vieira Saraiva, Eduarda da Rosa Libio e Natalia de Assunção Teixeira da Silva.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-012***
.....**155-164**

POSFÁCIO.....**165**

APRESENTAÇÃO

A diversidade agroalimentar do Rio Grande do Sul expressa a estreita relação entre biodiversidade, produção, cultura, conhecimento e território. Essa diversidade se manifesta em frutas nativas, bebidas, vinhos, coprodutos agroindustriais, alimentos e práticas gastronômicas que apresentam relevância científica, tecnológica, econômica e cultural. Conhecer essas potencialidades é fundamental para ampliar suas possibilidades de aproveitamento, agregação de valor e inserção em sistemas produtivos mais sustentáveis.

A presente obra reúne estudos científicos e reflexões técnico-conceituais que exploram diferentes dimensões desses recursos, articulando ciência e tecnologia de alimentos, vitivinicultura, análise sensorial, gastronomia, sustentabilidade e turismo.

Entre os capítulos desta obra, destacam-se a caracterização e avaliação do potencial funcional de frutas nativas, como araçá, butiá, cereja-do-Rio-Grande, guabiroba, jabuticaba e uvaia; o desenvolvimento de bebida fermentada de jambolão e de kombuchas inspiradas no quentão brasileiro; a caracterização de sucos de uva integrais comerciais; e a investigação de leveduras autóctones da Campanha Gaúcha com potencial para aplicação na elaboração de vinhos. A obra contempla ainda a caracterização de vinhos da cultivar Syrah, a investigação da influência de estímulos auditivos sobre a percepção sensorial durante a degustação e o estudo da variabilidade físico-química do bagaço de diferentes cultivares viníferas.

A valorização de coprodutos, especialmente do bagaço de uva, amplia a discussão para as perspectivas da economia circular, da sustentabilidade e da inovação na cadeia vitivinícola. Complementarmente, as relações entre vitivinicultura, ovinocultura, gastronomia e turismo são abordadas a partir das características da Campanha Gaúcha e do Pampa, evidenciando possibilidades de integração entre produtos, práticas culturais, saberes e experiências associadas ao território.

Ao reunir diferentes abordagens e áreas do conhecimento, esta obra busca contribuir para a ampliação do conhecimento sobre recursos agroalimentares do Rio Grande do Sul e para o desenvolvimento de estratégias de inovação, aproveitamento sustentável, agregação de valor e valorização da sociobiodiversidade. Nesse sentido, apresenta-se como um espaço de diálogo entre ciência, produção, gastronomia, cultura e sustentabilidade, valorizando tanto o conhecimento científico quanto as singularidades dos recursos e contextos nos quais esses produtos se inserem.

A Organizadora.

CAPÍTULO 1

RIQUEZA NATIVA, POTENCIAL FUNCIONAL: CARACTERIZAÇÃO DE FRUTAS DO RIO GRANDE DO SUL

NATIVE RICHNESS, FUNCTIONAL POTENTIAL: CHARACTERIZATION OF FRUITS FROM RIO GRANDE DO SUL

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-001

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Júlia Kantorski Almeida
Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: juliakantorskialmeida@hotmail.com

Márcia Vizzotto
Doutora em Horticulture Science, Embrapa Clima Temperado
E-mail: marcia.vizzotto@embrapa.br

Leonardo Nora
Doutor em *Plant Molecular Biology*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: l.nora@me.com

Ângela Rossi Marcon
Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: angelamarcon@unipampa.edu.br

Marcos Gabbardo
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: marcosgabbardo@unipampa.edu.br

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologie Moléculaire Végétale*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

RESUMO

Este capítulo apresenta a caracterização físico-química e de capacidade antioxidante de seis frutas nativas do Rio Grande do Sul, araçá-amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine), butiá (*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick), cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg), jabuticaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel) e uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.), com o objetivo de gerar subsídios para sua valorização e aproveitamento agroalimentar. Foram avaliados pH,

sólidos solúveis totais (°Brix) e atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH, utilizando extratos aquoso e etanólico. Os resultados demonstraram expressiva variabilidade entre as espécies. A guabiroba apresentou o maior valor de pH (5,78 ± 1,83), diferindo estatisticamente das demais frutas, enquanto butiá (9,13 ± 0,21 °Brix), jabuticaba (8,47 ± 0,40 °Brix) e uvaia (8,43 ± 0,49 °Brix) apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis. Quanto à atividade antioxidante, o araçá e a jabuticaba destacaram-se no ensaio ABTS, com elevados percentuais de inibição nos extratos aquoso e etanólico, enquanto o araçá, a jabuticaba e a uvaia apresentaram os maiores valores no ensaio DPPH. A cereja-do-Rio-Grande apresentou os menores percentuais de inibição de radicais nos diferentes ensaios. A uvaia apresentou comportamento contrastante entre os métodos, com baixa atividade no ABTS e elevada inibição no DPPH, evidenciando que os resultados da capacidade antioxidante dependem do método empregado e das características da matriz vegetal. De modo geral, os resultados evidenciam a diversidade físico-química e funcional das frutas avaliadas, destacando especialmente o potencial do araçá e da jabuticaba para aplicações agroalimentares. Os dados obtidos contribuem para ampliar o conhecimento sobre espécies frutíferas regionais e podem subsidiar futuras pesquisas voltadas à identificação de compostos bioativos, ao desenvolvimento de produtos de maior valor agregado e à valorização da biodiversidade do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Atividade antioxidante; Caracterização físico-química; Compostos bioativos; Frutas nativas; Valorização agroalimentar.

ABSTRACT

This chapter presents the physicochemical characterization and antioxidant capacity of six native fruits from Rio Grande do Sul, Brazil, yellow araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), butiá (*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick), Rio Grande cherry (*Eugenia involucrata* DC.), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg), jabuticaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel), and uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.), with the aim of providing information to support their valorization and use in the food sector. The pH, total soluble solids (°Brix), and antioxidant activity were evaluated using the ABTS and DPPH assays in aqueous and ethanolic extracts. The results demonstrated considerable variability among the species. Guabiroba presented the highest pH value (5.78 ± 1.83), differing statistically from the other fruits, whereas butiá (9.13 ± 0.21 °Brix), jabuticaba (8.47 ± 0.40 °Brix), and uvaia (8.43 ± 0.49 °Brix) showed the highest soluble solids contents. Regarding antioxidant activity, araçá and jabuticaba stood out in the ABTS assay, with high inhibition percentages in both aqueous and ethanolic extracts, while araçá, jabuticaba, and uvaia showed the highest values in the DPPH assay. Rio Grande cherry presented the lowest percentages of radical inhibition across the different assays. Uvaia showed contrasting behavior between the methods, with low activity in the ABTS assay and high inhibition in the DPPH assay, demonstrating that antioxidant capacity

results depend on the method employed and the characteristics of the plant matrix. Overall, the results highlight the physicochemical and functional diversity of the evaluated fruits, particularly emphasizing the potential of araçá and jabuticaba for food applications. The findings contribute to expanding scientific knowledge of regional fruit species and may support future research aimed at identifying bioactive compounds, developing higher-value-added products, and promoting the valorization of the biodiversity of Rio Grande do Sul.

Keywords: Antioxidant activity; Bioactive compounds; Food valorization; Native fruits; Physicochemical characterization.

1 INTRODUÇÃO

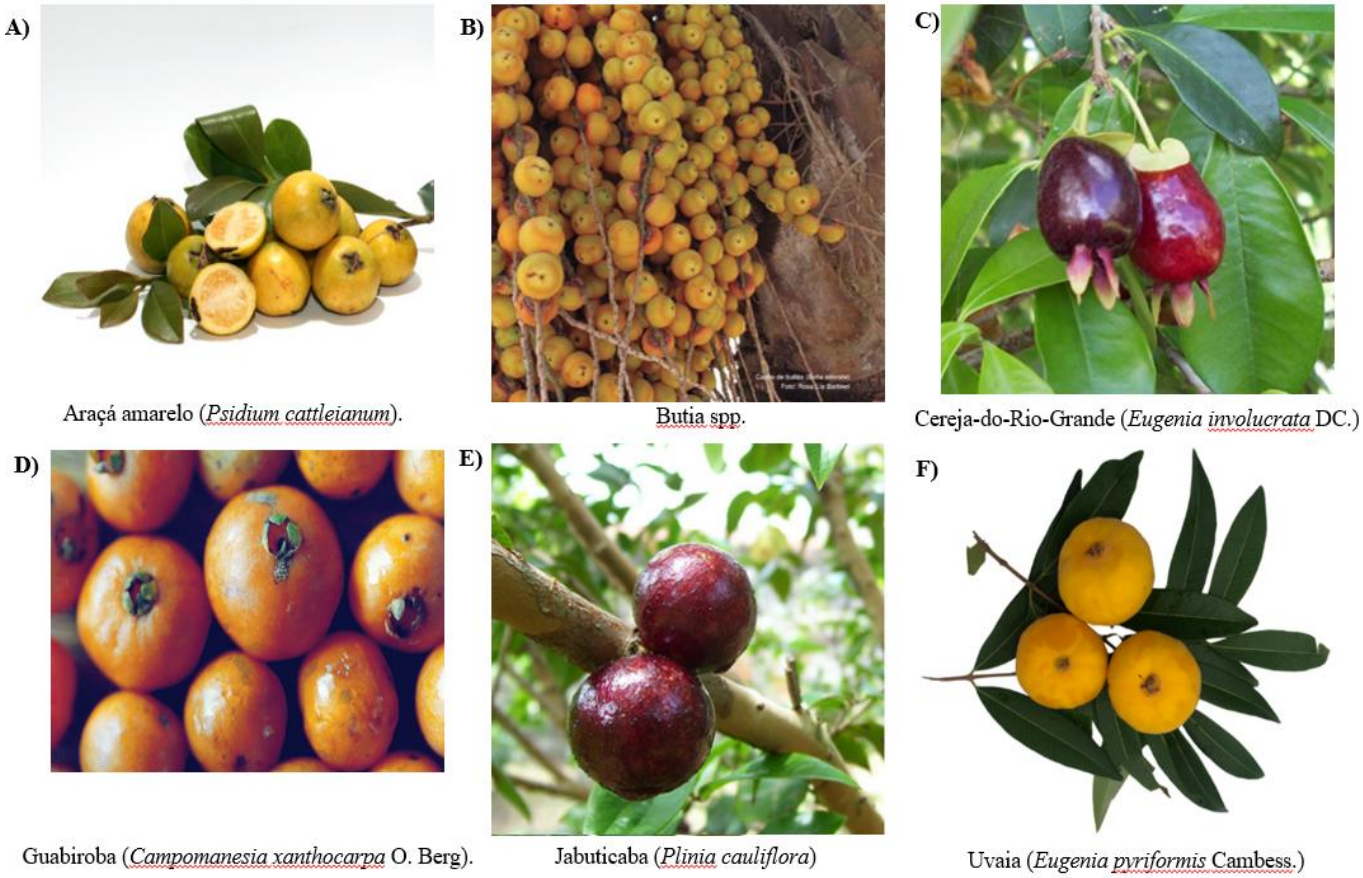
As frutas nativas brasileiras constituem um importante componente da agrobiodiversidade nacional, reunindo espécies adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e com potencial para diversificação da matriz alimentar e agroindustrial (Da Silva et al., 2022). Apesar dessa riqueza biológica, diversas espécies permanecem subutilizadas, sobretudo em razão da limitada difusão de informações sobre sua composição química, propriedades funcionais e possibilidades de inserção em cadeias de produção de alimentos (Da Silva et al., 2022). Nesse contexto, a caracterização de frutas nativas representa uma estratégia relevante para a valorização de recursos genéticos locais, agregação de valor à produção regional e estímulo ao aproveitamento sustentável da biodiversidade (Sganzerla; Da Silva, 2022).

Entre os atributos de interesse tecnológico e nutricional, os parâmetros físico-químicos constituem importantes indicadores da qualidade e das características intrínsecas das frutas (Wagner et al., 2025). O pH, os sólidos solúveis totais e a acidez titulável estão diretamente relacionados à percepção sensorial, ao equilíbrio entre doçura e acidez, à estabilidade dos alimentos e ao potencial de aplicação das frutas como matéria-prima para produtos industrializados (Antonelo et al., 2023). A determinação desses parâmetros permite, portanto, estabelecer um perfil inicial de qualidade e contribuir para a identificação de características que possam favorecer diferentes formas de aproveitamento agroalimentar (Raphaelli et al., 2024).

O bioma Pampa, presente no sul do Brasil e particularmente representativo do território do Rio Grande do Sul, destaca-se pela diversidade de espécies vegetais e pela presença de diferentes recursos da flora nativa associados às características ambientais da região (Embrapa, 2021). A vegetação do bioma e os diferentes ambientes naturais do Rio Grande do Sul abrigam diversas espécies frutíferas nativas que apresentam importância ecológica e potencial alimentício e econômico, embora muitas ainda sejam pouco conhecidas e exploradas comercialmente (Brack et al., 2020; Da Silva et al., 2022). Nesse contexto, a valorização das frutas nativas pode contribuir para o reconhecimento da biodiversidade regional e para o

uso sustentável dos recursos vegetais locais (BraCK et al., 2020; Da Silva et al., 2022). Entre as espécies nativas de interesse regional, destacam-se aquelas apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Frutas nativas avaliadas no estudo: (A) araçá-amarelo, (B) butiá, (C) cereja-do-Rio-Grande, (D) guabiroba, (E) jabuticaba e (F) uvaia.



Fonte: (A) Foto cedida por Paulo Luiz Lanzetta Aguiar (Embrapa, 2026); (B) adaptado de Barbieri (2015); (C) adaptado de Mateus Hidalgo/Wikimedia Commons (2007); (D) adaptado de Carvalho (2006); (E) Adaptado de Adamantiaf (2009); (F) elaborado pelos autores (2026).

A utilização sustentável desses recursos pode representar uma alternativa para aproximar conservação da biodiversidade, produção de alimentos e desenvolvimento regional (Da Silva et al., 2022). O aproveitamento de espécies nativas como fonte de alimentos contribui para ampliar a diversidade de matérias-primas disponíveis e pode favorecer a geração de renda, especialmente quando associado à agricultura familiar, ao processamento artesanal e a cadeias produtivas de base local (Brack et al., 2020; Da Silva et al., 2022). Dessa forma, a caracterização de frutas provenientes do Pampa constitui uma etapa importante para ampliar o conhecimento sobre suas características e subsidiar estratégias de valorização e conservação da diversidade vegetal regional (Brack et al., 2020; Da Silva et al., 2022).

Além do consumo *in natura*, frutas nativas apresentam potencial para utilização na elaboração de diferentes produtos alimentícios, como sucos, polpas, geleias, doces, compotas, sorvetes, bebidas fermentadas e produtos desidratados (Brack et al., 2020; Pereira et al., 2021; Cargnin et al., 2024). O

processamento dessas frutas pode ampliar sua vida útil, facilitar sua comercialização e agregar valor às matérias-primas, além de possibilitar a exploração de características sensoriais e funcionais específicas de cada espécie (Brack et al., 2020; Cargnin et al., 2024).

A identificação de atributos físico-químicos e de capacidade antioxidante pode, nesse sentido, fornecer informações relevantes para direcionar o aproveitamento tecnológico dessas frutas e estimular o desenvolvimento de produtos diferenciados a partir de recursos vegetais regionais (Pereira et al., 2021; Cargnin et al., 2024).

Paralelamente, a presença de compostos com capacidade antioxidante tem despertado crescente interesse científico, uma vez que metabólitos presentes nos vegetais podem atuar na neutralização de espécies radicalares e contribuir para a funcionalidade dos alimentos (Pereira et al., 2020). A atividade antioxidante de frutas está associada à presença e à interação de diferentes constituintes, incluindo compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides e outros metabólitos secundários (Pereira et al., 2021). Entretanto, essa capacidade pode variar substancialmente entre espécies e matrizes vegetais, tornando necessária a avaliação experimental individualizada para a adequada caracterização de seu potencial bioativo (Mannino et al., 2022).

Entre os métodos empregados para estimar a capacidade antioxidante *in vitro*, os ensaios DPPH e ABTS destacam-se pela ampla utilização em matrizes vegetais e pela possibilidade de avaliar a capacidade dos extratos em sequestrar espécies radicalares (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995; Re et al., 1999). A utilização conjunta desses métodos possibilita uma abordagem complementar da atividade antioxidante, considerando diferenças na reatividade dos sistemas avaliados e na interação dos compostos presentes nos extratos com os radicais empregados (Mannino et al., 2022). Dessa forma, a determinação da atividade antioxidante associada à caracterização físico-química pode fornecer uma perspectiva mais abrangente sobre o potencial de aproveitamento de espécies nativas (Pereira et al., 2012).

No Rio Grande do Sul, espécies como araçá, butiá, cereja-do-Rio-Grande, guabiroba, jabuticaba e uvaia integram a diversidade frutífera regional e apresentam características distintas quanto à composição e às propriedades de interesse alimentar (Machado et al., 2025). A geração de dados comparativos entre essas espécies é particularmente relevante para ampliar o conhecimento sobre recursos vegetais regionais e subsidiar estratégias de valorização de frutos ainda pouco explorados comercialmente (Cosmulescu et al., 2026). Assim, a caracterização dessas matrizes sob diferentes perspectivas pode contribuir para aproximar a biodiversidade regional de aplicações alimentares e funcionais, fortalecendo seu potencial de inserção em sistemas agroalimentares de maior valor agregado (Cargnin et al., 2024).

Neste cenário o objetivo deste trabalho foi caracterizar seis frutas nativas do Rio Grande do Sul, araçá-amarelo, butiá, cereja-do-Rio-Grande, guabiroba, jabuticaba e uvaia, quanto aos parâmetros físico-

químicos de pH e sólidos solúveis totais e a capacidade antioxidante, determinado pelos métodos DPPH e ABTS, visando gerar subsídios para a valorização e o aproveitamento agroalimentar dessas espécies.

2 METODOLOGIA

Foram avaliadas seis frutas nativas brasileiras: araçá-amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine), butiá (*Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick), cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg), jabuticaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel) e uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess.), coletadas no estado do Rio Grande do Sul. Foram realizadas três repetições por espécie, totalizando 18 unidades experimentais. As frutas foram coletadas em estágio de maturação completa e transportadas até a Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Após a chegada, as amostras foram higienizadas e congeladas, permanecendo armazenadas até a realização das análises. Para obtenção dos extratos, as amostras foram submetidas à extração aquosa, utilizando-se 1,5 g de amostra e 5 mL de água destilada, seguida de homogeneização em mixer.

O pH das amostras foi determinado por meio de pHmetro, conforme metodologia descrita por Zambiazi (2025). Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por leitura direta em refratômetro digital, com os resultados expressos em °Brix. A atividade antioxidante foi avaliada pelos métodos de sequestro dos radicais livres DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil), conforme Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), e a solução do radical foi previamente ajustada para absorbância de 1,10 ± 0,02 a 515 nm. Para o $ABTS^+$ [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)], foi seguida a metodologia de Rufino et al. (2007), cuja solução do radical foi previamente ajustada para absorbância de 0,70 ± 0,05 a 734 nm. Em seguida, foram adicionados 30 µL do extrato a 3,0 mL da solução de $ABTS^+$, com leitura após 6 minutos de reação, a 734 nm.

Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em percentual de inibição dos radicais livres. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos como média ± desvio-padrão. Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e, quando constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram expressiva heterogeneidade entre as espécies avaliadas, tanto em relação aos parâmetros físico-químicos quanto à capacidade de sequestro de radicais livres. Essa variabilidade é particularmente relevante, considerando que características intrínsecas da espécie, estágio de maturação, condições edafoclimáticas e composição fitoquímica podem repercutir diretamente sobre atributos de qualidade e atividade antioxidante das frutas (Raphaelli et al., 2024).

Conforme apresentado na Tabela 1, os valores de pH variaram entre 2,82 ± 0,07 e 4,77 ± 0,09. A análise estatística evidenciou diferença significativa entre as espécies ($p < 0,05$), com a guabiroba apresentando o maior valor de pH (4,77 ± 0,09) e diferindo das demais frutas avaliadas. Araçá (3,57 ± 0,04), butiá (3,02 ± 0,05), cereja-do-Rio-Grande (2,82 ± 0,07), jabuticaba (3,36 ± 0,02) e uvaia (3,52 ± 0,07) não diferiram estatisticamente entre si. Os valores inferiores a 4,0 observados nessas cinco espécies caracterizam um perfil predominantemente ácido (Pereira et al., 2021), enquanto a guabiroba apresentou comportamento distinto. O pH constitui atributo de expressiva relevância tecnológica, uma vez que influencia características sensoriais, estabilidade química e microbiológica e comportamento das frutas durante o processamento e armazenamento (Severo; Gewehr, 2025).

A guabiroba apresentou o maior valor de pH, entre as frutas avaliadas, indicando menor acidez em comparação às demais espécies. Em contraste, a cereja-do-Rio-Grande apresentou o menor valor numérico de pH (2,82 ± 0,07); entretanto, esse resultado não diferiu estatisticamente dos valores obtidos para araçá, butiá, jabuticaba e uvaia.

Quanto aos sólidos solúveis totais, verificou-se diferença estatística entre as espécies (Tabela 1). Butiá (9,13 ± 0,21 °Brix), jabuticaba (8,47 ± 0,40 °Brix) e uvaia (8,43 ± 0,49 °Brix) constituíram o grupo de maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si. Araçá (5,27 ± 0,21 °Brix) e cereja-do-Rio-Grande (5,10 ± 0,36 °Brix) formaram grupo intermediário e também não diferiram entre si. A guabiroba apresentou o menor teor de sólidos solúveis (3,83 ± 0,81 °Brix), diferindo estatisticamente das demais espécies. Esses resultados evidenciam um gradiente pronunciado no teor de sólidos solúveis, atributo frequentemente associado à concentração de açúcares e outros constituintes hidrossolúveis presentes nas frutas (PEREIRA et al., 2021).

Tabela 1. Valores de pH e sólidos solúveis totais (ºBrix) de frutas nativas avaliadas

Frutas Nativas	pH	Sólidos Solúveis Totais (ºBrix)
Araçá	3,57 ± 0,04 [b]	5,27 ± 0,21[b]
Butiá	3,02 ± 0,05 [b]	9,13 ± 0,21[a]
Cereja	2,82 ± 0,07 [b]	5,10 ± 0,36[b]
Guabiroba	4,77 ± 0,09 [a]	3,83 ± 0,81[c]
Jabuticaba	3,36 ± 0,02 [b]	8,47 ± 0,40[a]
Uvaia	3,52 ± 0,07 [b]	8,43 ± 0,49[a]

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os maiores valores de sólidos solúveis observados em butiá, jabuticaba e uvaia constituem uma característica relevante para a caracterização dessas matrizes e podem ser de interesse em aplicações agroalimentares nas quais o equilíbrio entre sólidos solúveis e acidez seja determinante para as características sensoriais do produto (Rockett et al., 2020). Entretanto, a interpretação do °Brix como indicador exclusivo do teor de açúcares deve ser realizada com parcimônia, visto que os sólidos solúveis compreendem diferentes constituintes hidrossolúveis, e não apenas açúcares (Wagner et al., 2025).

A atividade antioxidante apresentou comportamento ainda mais contrastante entre as espécies, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Atividade antioxidante de frutas nativas em extratos aquoso e etanólico, determinada pelos métodos ABTS e DPPH

Frutas Nativas	ABTS Extrato aquoso (%)	ABTS Extrato etanólico (%)	DPPH (% inibição)
Araçá	90,90 ± 0,26[a]	91,83 ± 0,21[a]	84,19 ± 1,15[a]
Butiá	82,43 ± 0,31[ab]	84,17 ± 0,32[b]	62,42 ± 5,32[ab]
Cereja	18,00 ± 4,61[c]	17,80 ± 4,61[d]	35,07 ± 14,45[c]
Guabiroba	79,10 ± 6,10[b]	88,73 ± 1,46[ab]	60,97 ± 5,98[b]
Jabuticaba	88,73 ± 1,46[a]	89,83 ± 1,36[ab]	82,00 ± 1,40[a]
Uvaia	24,93 ± 2,99[c]	24,70 ± 3,04[c]	80,01 ± 1,90[a]

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No ensaio ABTS utilizando extrato aquoso, araçá (90,90% ± 0,26) e jabuticaba (88,73% ± 1,46) apresentaram os maiores valores e constituíram o grupo estatístico “a”. O butiá (82,43% ± 0,31) apresentou comportamento intermediário, pertencendo simultaneamente aos grupos “a” e “b”, não diferindo estatisticamente das frutas classificadas nesses grupos. A guabiroba (79,10% ± 6,10) apresentou valor inferior ao de araçá e jabuticaba, pertencendo ao grupo “b”, enquanto cereja-do-Rio-Grande (18,00% ± 4,61) e uvaia (24,93% ± 2,99) apresentaram os menores valores, ambas pertencentes ao grupo “c”. Portanto, araçá e jabuticaba apresentaram os maiores percentuais de inibição, enquanto cereja-do-Rio-Grande e uvaia constituíram o grupo de menor resposta no extrato aquoso.

No extrato etanólico, o padrão de atividade antioxidante foi parcialmente semelhante, porém com modificações na distribuição dos grupos estatísticos (Tabela 2). O araçá apresentou o maior valor (91,83% ± 0,21) e foi classificado no grupo “a”. Jabuticaba (89,83% ± 1,36) e guabiroba (88,73% ± 1,46) foram classificadas como “ab”, indicando que não diferiram estatisticamente nem do grupo “a” nem do grupo “b”. O butiá (84,17% ± 0,32) pertenceu ao grupo “b”. A uvaia (24,70% ± 3,04) e a cereja-do-Rio-Grande (17,80% ± 4,61) apresentaram os menores valores, pertencendo aos grupos “c” e “d”, respectivamente. Assim, diferentemente do observado no extrato aquoso, uvaia e cereja-do-Rio-Grande diferiram estatisticamente entre si no ABTS do extrato etanólico, com menor atividade para a cereja-do-Rio-Grande.

A proximidade dos resultados obtidos para araçá e jabuticaba nos dois sistemas de extração é particularmente expressiva. O araçá apresentou 90,90% no ABTS aquoso e 91,83% no ABTS etanólico, enquanto a jabuticaba apresentou 88,73% e 89,83%, respectivamente. Essa relativa estabilidade entre os sistemas extratores pode indicar que compostos com capacidade de reação frente ao radical ABTS foram eficientemente recuperados tanto em meio aquoso quanto etanólico, embora a confirmação dessa hipótese demande a identificação e quantificação individual dos constituintes bioativos (Pereira et al., 2020). Cabe ressaltar, contudo, que os ensaios realizados permitem caracterizar a atividade antioxidante dos extratos,

mas não permitem atribuir o efeito a uma classe específica de compostos sem análises fitoquímicas complementares.

No ensaio DPPH, também foram observadas diferenças estatísticas entre as espécies (Tabela 2). Araçá (84,19% ± 1,15), jabuticaba (82,00% ± 1,40) e uvaia (80,01% ± 1,90) compuseram o grupo "a", apresentando os maiores percentuais de inibição. O butiá (62,42% ± 5,32) foi classificado como "ab", caracterizando comportamento intermediário e ausência de diferença estatística em relação aos grupos "a" e "b". A guabiroba (60,97% ± 5,98) pertenceu ao grupo "b", enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou o menor percentual de inibição (35,07% ± 14,45), constituindo o grupo "c". Assim, não seria correto afirmar que a uvaia apresentou menor atividade antioxidante no DPPH, apesar de seu desempenho reduzido nos ensaios ABTS, pois, nesse método, ela pertenceu ao mesmo grupo estatístico de araçá e jabuticaba.

A discrepância entre os resultados dos métodos ABTS e DPPH merece destaque e constitui um dos aspectos mais relevantes dos resultados. Enquanto a uvaia apresentou baixa atividade no ABTS, com 24,93% no extrato aquoso e 24,70% no extrato etanólico, seu percentual de inibição no DPPH foi elevado (80,01%), integrando o mesmo grupo estatístico de araçá e jabuticaba. Esse comportamento demonstra que os resultados obtidos por diferentes ensaios antioxidantes não devem ser considerados necessariamente equivalentes ou intercambiáveis, uma vez que os mecanismos de reação, a natureza dos radicais e a afinidade dos diferentes compostos antioxidantes pelos sistemas empregados podem variar (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995; Re et al., 1999; Raphaelli et al., 2024). Estudos metodológicos também demonstram que a capacidade antioxidante de frutos pode variar de acordo com o ensaio empregado e com as características químicas da matriz avaliada.

De maneira geral, o araçá apresentou o comportamento mais consistente entre os métodos avaliados, destacando-se pelos elevados percentuais de inibição no ABTS, tanto no extrato aquoso (90,90%) quanto no etanólico (91,83%), e no DPPH (84,19%). A jabuticaba também apresentou desempenho elevado e relativamente uniforme, com 88,73%, 89,83% e 82,00% nos respectivos ensaios. Esses resultados sugerem que ambas as espécies possuem expressiva capacidade antioxidante *in vitro* (Pereira et al., 2021), embora a natureza dos compostos responsáveis por essa atividade não possa ser determinada exclusivamente pelos ensaios realizados. A literatura demonstra que frutas podem apresentar atividade antioxidante associada a diferentes classes de metabólitos, incluindo compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides e ácido ascórbico, cuja contribuição relativa varia conforme a matriz vegetal.

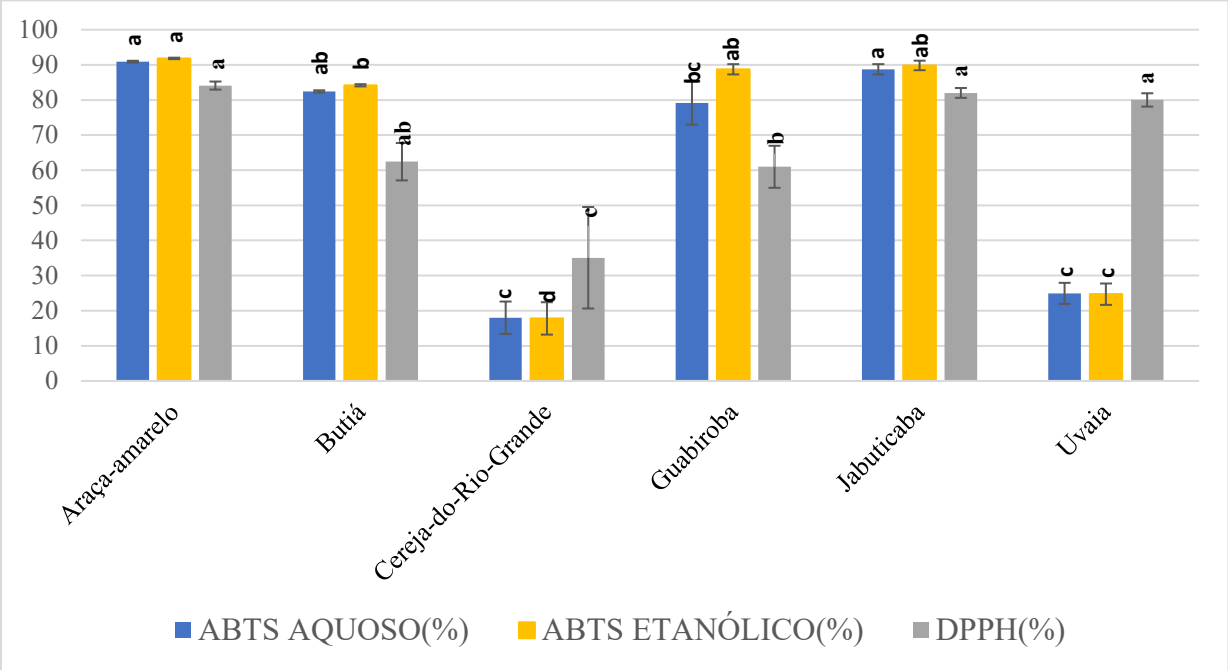
Em contraste, a cereja-do-Rio-Grande apresentou os menores valores nos três ensaios, 18,00% no ABTS aquoso, 17,80% no ABTS etanólico e 35,07% no DPPH, configurando o desempenho antioxidante mais baixo entre as espécies avaliadas nas condições experimentais deste estudo. A guabiroba apresentou comportamento intermediário, com 79,10% no ABTS aquoso, 88,73% no ABTS etanólico e 60,97% no DPPH, enquanto o butiá apresentou 82,43%, 84,17% e 62,42%, respectivamente. A amplitude desses

resultados evidencia que a capacidade antioxidante é uma característica fortemente dependente da matriz vegetal e do método empregado para sua determinação (Machado et al., 2025).

Outro aspecto relevante reside no fato de que não se observa uma relação linear evidente entre sólidos solúveis e atividade antioxidante. O butiá, por exemplo, apresentou o maior teor de sólidos solúveis (9,13 °Brix) e atividade antioxidante intermediária, enquanto o araçá apresentou apenas 5,27 °Brix, mas esteve entre as espécies de maior atividade antioxidante nos três ensaios. De maneira semelhante, a uvaia apresentou elevado teor de sólidos solúveis (8,43 °Brix) e comportamento contrastante entre os métodos antioxidantes. Esses resultados reforçam que atributos físico-químicos como °Brix não devem ser utilizados isoladamente como indicadores de capacidade antioxidante das frutas, cuja expressão depende da composição e da concentração de diferentes metabólitos bioativos (Rockett et al., 2020).

Em conjunto, os resultados das Tabelas 1 e 2 delineiam perfis marcadamente distintos entre as seis espécies, evidenciando a heterogeneidade físico-química e funcional das frutas nativas avaliadas. O conjunto de dados confere especial destaque ao araçá e à jabuticaba, que apresentaram elevada atividade antioxidante nos diferentes ensaios, enquanto o butiá se sobressaiu pelo maior teor de sólidos solúveis. A uvaia, por sua vez, demonstrou comportamento singular, combinando elevado teor de sólidos solúveis com baixa resposta nos ensaios ABTS e elevada inibição no DPPH.

Figura 2. Atividade antioxidante de frutas nativas do Rio Grande do Sul avaliada pelos métodos ABTS e DPPH



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Essa diversidade de respostas corrobora o potencial das frutas nativas como matrizes de interesse para investigação e desenvolvimento de produtos alimentícios de maior valor agregado, contribuindo para

a valorização da biodiversidade regional e para o aproveitamento de recursos frutícolas ainda subexplorados (Machado et al., 2025).

As diferenças observadas entre os métodos antioxidantes, conforme apresentado na Figura 2, reforçam que a capacidade antioxidante das frutas deve ser interpretada considerando o princípio analítico empregado e a composição específica de cada matriz vegetal, uma vez que diferentes métodos podem apresentar respostas distintas frente aos compostos bioativos presentes nas frutas (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995; Re et al., 1999). Em síntese, os resultados demonstram que as frutas nativas avaliadas apresentam elevada variabilidade quanto às características físico-químicas e à capacidade antioxidante, evidenciando que cada espécie possui um perfil particular de interesse. O araçá e a jabuticaba destacaram-se pela elevada atividade antioxidante nos diferentes ensaios, enquanto o butiá apresentou o maior teor de sólidos solúveis. A uvaia, por sua vez, apresentou comportamento contrastante entre os métodos antioxidantes, reforçando a importância da utilização de diferentes abordagens analíticas para a caracterização da capacidade antioxidante das frutas nativas (Raphaelli et al., 2024). Essas diferenças evidenciam que a avaliação conjunta de parâmetros físico-químicos e antioxidantes fornece uma compreensão mais abrangente das características dessas espécies e pode contribuir para a identificação de matrizes com potencial para aplicações alimentícias e desenvolvimento de produtos de maior valor agregado (Machado et al., 2025), favorecendo a valorização e o aproveitamento sustentável das frutas nativas do Rio Grande do Sul (Brack et al., 2020).

4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram expressiva variabilidade físico-química e antioxidante entre as seis frutas nativas avaliadas, evidenciando a singularidade de suas características e o potencial de valorização dessas espécies no contexto agroalimentar. Quanto aos parâmetros físico-químicos, a guabiroba apresentou o maior valor de pH, diferindo estatisticamente das demais espécies, enquanto butiá, jabuticaba e uvaia apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis totais.

Em relação à atividade antioxidante, o araçá e a jabuticaba destacaram-se pelos elevados percentuais de inibição nos ensaios ABTS e DPPH, enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou os menores resultados de modo geral. A uvaia apresentou comportamento particular, com elevada atividade no ensaio DPPH, apesar dos menores valores observados no ABTS. Essa divergência evidencia a importância da utilização de diferentes métodos para uma caracterização mais abrangente da capacidade antioxidante das frutas.

De forma geral, os achados reforçam o potencial funcional e agroalimentar das frutas nativas avaliadas, sobretudo do araçá e da jabuticaba, e contribuem para ampliar o conhecimento sobre recursos frutícolas regionais. Os resultados podem subsidiar futuras investigações voltadas à identificação de

compostos bioativos, ao desenvolvimento de produtos de maior valor agregado e à valorização da biodiversidade frutícola do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ADAMANTIAF. Jabuticaba (1).jpg. 2009. 1 fotografia. **Wikimedia Commons**. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jabuticaba_(1).jpg. Acesso em: 6 set. 2026.

ANTONELO, F. A. et al. Bioactive compounds derived from Brazilian Myrtaceae species: Chemical composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 48, 2023.

BARBIERI, R. L. (Ed.). **Vida no butiazal**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

BRACK, P. et al. Native fruits of Rio Grande do Sul, Brazil: Richness and potential as food. **Rodriguesia**, v. 71, 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.

CARVALHO, P. E. R. Guaviroveira (*Campomanesia xanthocarpa*). In: CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras.** v. 2. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. p. 261–268.

CARGNIN, M. A. et al. Unlocking the potential of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess): exploring its rich chemical composition and varied biological activities for innovations in the food industry. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 8, p. 5343–5354, 2024.

COSMULESCU, S.; STAMIN, F. D.; MELINESCU, A. Spontaneous Fruit Species—Ecological Functions, Biodiversity Conservation, and Ecosystem Services. **Sustainability (Switzerland)**, v. 18, n. 10, 2026.

DA SILVA, R. O. et al. Agroecology, plant domestication, and socio-biodiversity: (re)building the coevolutionary process with native fruits. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 59, p. 354–375, 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Bioma Pampa**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-pampa. Acesso em: 16 ago. 2026.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

HIDALGO, Mateus. Cerella.jpg. 2007. 1 fotografia. Wikimedia Commons. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cerella.jpg . Acesso em: 6 set. 2026.

MACHADO, P. G. et al. The Brazilian Native Fruits Araçá, Guabijú, and Guabiroba: A Brief and Integrative Review on Their Phenolic Composition and Analytical Methods. **Foods**, v. 14, n. 16, 2025.

MANNINO, G. et al. Bioactive Compounds and Antioxidant Properties with Involved Mechanisms of Eugenia involucrata DC Fruits. **Antioxidants**, v. 11, n. 9, 2022.

PEREIRA, E. D. S. et al. Biological activity and chemical composition of native fruits a review. **Agrociencia Uruguay**, v. 25, n. E2, 2021.

PEREIRA, E. DOS S. et al. Caracterização dos frutos de araçá (*Psidium cattleianum* Sabine): Composição fenólica, atividade antioxidante e inibição da α-amilase e α-glucosidase. **Food Bioscience**, v. 37, p. 100665, 1 out. 2020.

PEREIRA, M. C. et al. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012.

RAPHAELLI, C. DE O. et al. *Eugenia pyriformis* Cambess-Myrtaceae: An Unexplored Brazilian Species with Antimicrobial and Antioxidant Potential. **Current Nutrition and Food Science**, v. 20, n. 6, p. 687–702, 2024.

RAPHAELLI, C. et al. Fruits, seeds and leaves of guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand): characteristics, uses and health benefits. **Journal of Food Science and Technology**, v. 61, n. 6, p. 1035–1052, jun. 2024.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.

ROCKETT, F. C. et al. Native fruits from southern Brazil: Physico-chemical characterization, centesimal composition, and mineral content. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 8, 2020

SGANZERLA, W. G.; DA SILVA, A. P. G. Uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess – Myrtaceae): An overview from the origin to recent developments in the food industry – A bibliometric analysis. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, 2022.

WAGNER, J. G. et al. Phytochemistry and pharmacology of the Brazilian cherry (Eugenia involucrata, Myrtaceae): a systematic review. **Phytochemistry Reviews**, v. 24, n. 6, p. 5141–5161, 2025.

ZAMBIAZI, Rui Carlos. **Análise físico-química de alimentos**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2025. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-572-4.

CAPÍTULO 2

ENTRE A ACIDEZ E O POTENCIAL BIOATIVO: CEREJA-DO-RIO-GRANDE E JABUTICABA NA GASTRONOMIA DA SOCIOBIODIVERSIDADE

BETWEEN ACIDITY AND BIOACTIVE POTENTIAL: RIO GRANDE CHERRY AND JABUTICABA IN THE GASTRONOMY OF SOCIOBIODIVERSITY

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-002

Júlia Kantorski Almeida
Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas,
E-mail: juliakantorskialmeida@hotmail.com

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas,
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Júlia Soares Ribeiro Corrêa
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas,
E-mail: juliasrcorrea@gmail.com

Marcos Gabbardo
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa,
E-mail: marcosgabbardo@unipampa.edu.br

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologie Moléculaire Végétale*, Universidade Federal de Pelotas,
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas,
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

RESUMO

A valorização de frutas nativas brasileiras constitui uma estratégia relevante para a diversificação gastronômica, o aproveitamento sustentável da sociobiodiversidade e o desenvolvimento de alimentos com atributos diferenciados. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar e comparar a Cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e a Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*) quanto aos parâmetros físico-químicos e à atividade antioxidante, visando identificar seu potencial funcional e suas possibilidades de aplicação gastronômica. Foram analisadas amostras dos frutos *in natura*, submetidas à determinação de umidade, pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez titulável, conforme metodologia de Zambiazi (2025). A atividade antioxidante foi avaliada pelos métodos DPPH, segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), e ABTS, conforme Rufino et al. (2007), utilizando extratos etanólicos e aquosos. As análises foram realizadas em triplicata, com resultados expressos em média ± desvio padrão. A jabuticaba apresentou maiores teores de umidade (23,99% ± 4,95) e sólidos solúveis totais (8,47 ± 0,40 °Brix), enquanto a cereja-

do-Rio-Grande apresentou menor pH (2,82 ± 0,07) e maior acidez titulável (0,58% ± 0,04 de ácido cítrico). Quanto à atividade antioxidante, a jabuticaba apresentou valores superiores no DPPH (82,0% ± 1,4) e no ABTS, tanto para o extrato etanólico (89,8% ± 1,2) quanto para o aquoso (88,7% ± 1,5), em comparação à cereja-do-Rio-Grande, que apresentou 31,7% ± 13,1, 43,3% ± 30,8 e 41,6% ± 29,6, respectivamente. Os resultados evidenciam perfis físico-químicos e funcionais distintos e complementares, indicando maior potencial da jabuticaba para aplicações associadas ao dulçor e à funcionalidade, enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresenta características favoráveis a formulações de perfil mais ácido. Conclui-se que ambas as espécies possuem potencial para valorização gastronômica e desenvolvimento de produtos alimentícios, contribuindo para a diversificação de ingredientes e o uso sustentável da sociobiodiversidade brasileira.

Palavras-chave: Atividade antioxidante; *Eugenia involucrata*; Frutas nativas; Gastronomia; Jabuticaba.

ABSTRACT

The valorization of Brazilian native fruits represents a relevant strategy for gastronomic diversification, the sustainable use of sociobiodiversity, and the development of foods with distinctive attributes. In this context, this study aimed to characterize and compare Rio Grande cherry (*Eugenia involucrata* DC.) and Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*) regarding their physicochemical parameters and antioxidant activity, in order to identify their functional potential and possible gastronomic applications. Samples of fresh fruits were analyzed for moisture content, pH, total soluble solids (°Brix), and titratable acidity, following the methodology described by Zambiazi (2025). Antioxidant activity was evaluated using the DPPH method, according to Brand-Williams, Cuvelier, and Berset (1995), and the ABTS method, according to Rufino et al. (2007), using ethanolic and aqueous extracts. All analyses were performed in triplicate, and the results were expressed as mean ± standard deviation. Jabuticaba showed higher moisture content (23,99% ± 4,95) and total soluble solids (8,47 ± 0,40 °Brix), whereas Rio Grande cherry presented lower pH (2,82 ± 0,07) and higher titratable acidity (0,58% ± 0,04 citric acid). Regarding antioxidant activity, jabuticaba showed higher values in the DPPH assay (82,0% ± 1,4) and in the ABTS assay, both for ethanolic extract (89,8% ± 1,2) and aqueous extract (88,7% ± 1,5), compared with Rio Grande cherry, which presented 31,7% ± 13,1, 43,3% ± 30,8, and 41,6% ± 29,6, respectively. The results demonstrate distinct and complementary physicochemical and functional profiles, indicating greater potential of jabuticaba for applications associated with sweetness and functionality, whereas Rio Grande cherry presents characteristics favorable to formulations with a more acidic profile. It is concluded that both species have potential for gastronomic valorization and the development of food products, contributing to ingredient diversification and the sustainable use of Brazilian sociobiodiversity.

Keywords: Antioxidant activity; *Eugenia involucrata*; Gastronomy; Jabuticaba; Native fruits.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores diversidades biológicas do planeta, abrigando ampla variedade de espécies frutíferas nativas com elevado potencial nutricional, sensorial e funcional (Sampaio et al., 2026). Apesar dessa riqueza, grande parte dessas frutas permanece pouco explorada comercialmente e subutilizada na alimentação cotidiana, especialmente quando comparada a espécies amplamente difundidas no mercado nacional e internacional (Berni et al., 2019). Entre as frutas nativas de destaque encontram-se a Cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e a Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*), espécies pertencentes à família Myrtaceae, reconhecidas por suas características organolépticas diferenciadas e pela presença de compostos bioativos associados à promoção da saúde (Pereira et al., 2021).

Nos últimos anos, o crescente interesse por alimentos funcionais, ingredientes regionais e produtos vinculados à sociobiodiversidade tem impulsionado pesquisas voltadas à caracterização de frutas nativas brasileiras (Severo; Gewehr, 2025). Nesse contexto, a gastronomia contemporânea tem desempenhado papel estratégico na valorização desses recursos alimentares, promovendo a incorporação de espécies locais em preparações culinárias inovadoras e contribuindo para a conservação da biodiversidade por meio do uso sustentável (Berni et al., 2019). Entretanto, a inserção dessas frutas em cadeias produtivas e aplicações gastronômicas ainda enfrenta limitações decorrentes da escassez de informações técnico-científicas sobre suas propriedades físico-químicas, funcionais e tecnológicas (De Souza et al., 2025).

Dessa forma, delimita-se como problema de pesquisa a insuficiência de dados comparativos acerca das características físico-químicas e da atividade antioxidante da cereja-do-Rio-Grande e da jabuticaba, fatores essenciais para compreender seu potencial de utilização em produtos alimentícios e preparações gastronômicas. Embora ambas as espécies sejam reconhecidas pelo valor sensorial, nutricional e cultural, ainda são limitadas as informações que permitam avaliar de forma integrada suas propriedades tecnológicas e funcionais, dificultando o aproveitamento mais amplo desses frutos pela indústria de alimentos e pelo setor gastronômico (Schulz et al., 2020).

Frente a essa problemática, o objetivo geral deste capítulo é caracterizar e comparar a cereja-do-Rio-Grande e a jabuticaba quanto aos seus atributos físico-químicos e à atividade antioxidante, visando compreender seu potencial funcional e suas possibilidades de aplicação gastronômica. Como objetivos específicos, busca-se: (i) determinar parâmetros físico-químicos relevantes, incluindo umidade, pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável; (ii) avaliar a capacidade antioxidante das frutas por diferentes métodos analíticos; (iii) identificar diferenças e similaridades entre as espécies estudadas; e (iv) discutir as implicações desses resultados para o desenvolvimento de produtos alimentícios e aplicações gastronômicas inovadoras (Figura 1).

Figura 1. Frutos de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.).



Fonte: Adaptado de Mateus Hidalgo/Wikimedia Commons (2007) e I likE plants!/Wikimedia Commons (2009). Fotografias disponibilizadas sob as licenças Creative Commons BY-SA 2.5 BR e CC BY 2.0, respectivamente.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de ampliar o conhecimento científico sobre frutas nativas brasileiras e contribuir para sua valorização econômica, cultural e gastronômica. A caracterização de espécies pouco exploradas pode subsidiar estratégias de aproveitamento sustentável, agregação de valor e diversificação da oferta de ingredientes utilizados na alimentação (De Souza et al., 2025). Além disso, a identificação de propriedades funcionais associadas à presença de compostos antioxidantes atende à crescente demanda dos consumidores por alimentos que, além de suas funções nutricionais básicas, possam contribuir para a promoção da saúde e do bem-estar (Schulz et al., 2020). Sob a perspectiva gastronômica, o conhecimento das características físico-químicas dessas frutas possibilita o desenvolvimento de preparações mais adequadas às suas propriedades sensoriais e tecnológicas, ampliando as oportunidades de inovação culinária (Borges et al., 2021).

Do ponto de vista teórico, estudos recentes têm demonstrado que frutas pertencentes à família Myrtaceae apresentam elevada relevância nutricional e funcional devido à presença de compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas e outros metabólitos secundários com reconhecida atividade antioxidante (Antonelo et al., 2023). Esses compostos bioativos são amplamente investigados por sua capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio, contribuindo para a redução do estresse oxidativo e para a prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis (Paula et al., 2025).

A jabuticaba destaca-se pela elevada concentração de compostos fenólicos e antocianinas, especialmente presentes na casca, os quais estão associados à elevada atividade antioxidante observada em diferentes estudos (De Souza et al., 2025). Além do potencial funcional, a espécie apresenta características sensoriais relacionadas ao dulçor, à suculência e ao aroma característico, favorecendo seu consumo in

natura e sua utilização em produtos processados, bebidas, sobremesas e preparações gastronômicas diversas (Dias et al., 2026).

De maneira semelhante, a cereja-do-Rio-Grande apresenta composição rica em compostos bioativos, vitaminas e pigmentos naturais, além de características sensoriais marcadas pela acidez equilibrada e aroma intenso, atributos que favorecem sua aplicação em geleias, molhos, fermentados e outras formulações alimentícias (Mayer et al., 2022). Apesar desse potencial, a espécie ainda permanece pouco estudada quando comparada a outras frutas nativas brasileiras, evidenciando a necessidade de ampliar o conhecimento científico sobre sua composição e funcionalidade (Girardelo et al., 2020).

Parâmetros físico-químicos como pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e umidade constituem importantes indicadores da qualidade de frutas e de seu comportamento tecnológico durante o processamento (Rockett et al., 2020). Esses fatores influenciam diretamente aspectos relacionados à estabilidade microbiológica, conservação, rendimento industrial, aceitação sensorial e potencial de utilização em produtos alimentícios (Borges et al., 2021). Paralelamente, a avaliação da atividade antioxidante fornece informações relevantes sobre o potencial funcional dos frutos, permitindo identificar espécies com maior capacidade de neutralização de radicais livres e, consequentemente, maior potencial de aplicação em alimentos com apelo saudável (Hacke et al., 2022).

Nesse cenário, a caracterização comparativa da cereja-do-rio-grande e da jabuticaba representa uma contribuição relevante para o avanço do conhecimento sobre frutas nativas brasileiras, fornecendo subsídios científicos para sua valorização na gastronomia, na inovação de produtos alimentícios e na promoção da sociobiodiversidade. Além disso, o estudo contribui para fortalecer iniciativas voltadas ao aproveitamento sustentável da biodiversidade nacional, incentivando a utilização de ingredientes regionais como estratégia de desenvolvimento econômico, cultural e alimentar (Wagner et al., 2025).

2 METODOLOGIA

O presente estudo possui caráter experimental, quantitativo e descritivo, sendo conduzido com o objetivo de caracterizar e comparar os atributos físico-químicos e a atividade antioxidante de duas espécies frutíferas nativas brasileiras: a cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e a Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*). A pesquisa foi desenvolvida em ambiente laboratorial, utilizando frutos in natura submetidos a análises físico-químicas e funcionais.

2.1 MATERIAL VEGETAL

Foram utilizadas amostras de cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*) em estágio adequado de maturação para consumo. Após a coleta, os frutos foram selecionados manualmente, sendo descartadas unidades com danos mecânicos, sinais de deterioração ou

características que pudessem comprometer a qualidade das análises. Posteriormente, as amostras foram higienizadas, acondicionadas adequadamente e encaminhadas para as análises laboratoriais. Antes das determinações analíticas, os frutos foram homogeneizados para obtenção de amostras representativas de cada espécie.

2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A caracterização físico-química foi realizada por meio da determinação dos parâmetros de umidade, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais e acidez titulável, seguindo metodologias analíticas reconhecidas para avaliação da qualidade de frutas e derivados (Zambiazi, 2025), sendo os resultados de umidade expressos em percentual de massa (% m/m), o pH em unidades de pH e a acidez titulável em percentual de ácido cítrico (% ácido cítrico). Os sólidos solúveis totais foram quantificados por leitura direta em refratômetro digital, com os resultados expressos em graus Brix (°Brix), parâmetro amplamente utilizado para estimar o conteúdo de açúcares solúveis presentes nos frutos (Zambiazi, 2025).

2.3 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada pelos métodos de sequestro dos radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), conforme Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), e $ABTS^+$ [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)], segundo Rufino et al. (2007). Para a obtenção dos extratos, foram utilizados 1,5 g de amostra e 5 mL de solvente, empregando-se água destilada para os extratos aquosos e etanol para os extratos etanólicos, seguida de homogeneização em mixer. A atividade antioxidante total pelo método $ABTS^+$ foi determinada utilizando-se solução previamente ajustada para absorbância de 0,70 ± 0,05 a 734 nm. As análises foram realizadas em triplicata, utilizando-se 30 µL dos extratos e 3,0 mL da solução de $ABTS^+$, com leitura após 6 minutos de reação em espectrofotômetro a 734 nm. Os resultados foram expressos em percentual de inibição dos radicais livres, considerando-se a redução da absorbância decorrente da ação antioxidante dos extratos.

2.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Todas as análises foram realizadas em triplicata, visando garantir maior confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados obtidos. Os dados foram organizados e expressos como média aritmética acompanhada do respectivo desvio padrão (média ± DP), possibilitando a avaliação da variabilidade experimental entre as determinações realizadas. Os resultados obtidos foram posteriormente comparados entre as espécies estudadas, permitindo a interpretação das diferenças observadas nos parâmetros físico-químicos e na atividade antioxidante, bem como a discussão de suas potenciais aplicações tecnológicas, funcionais e gastronômicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química e a avaliação da atividade antioxidante evidenciaram diferenças substanciais entre a cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e a Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*), revelando atributos particulares que podem repercutir sobre o comportamento tecnológico, as características sensoriais e as possibilidades de aproveitamento gastronômico dessas espécies (Mayer et al., 2022). Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química e atividade antioxidante das frutas estudadas

Parâmetro	Cereja-do-Rio-Grande	Jabuticaba-Sabará
Umidade (% m/m)	9,41 ± 3,50	23,99 ± 4,95
pH	2,82 ± 0,07	3,36 ± 0,02
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,10 ± 0,36	8,47 ± 0,40
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,58 ± 0,04	0,46 ± 0,02
DPPH (% inibição)	31,7 ± 13,1	82,0 ± 1,4
ABTS – extrato etanólico (%)	43,3 ± 30,8	89,8 ± 1,2
ABTS – extrato aquoso (%)	41,6 ± 29,6	88,7 ± 1,5

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados demonstram que a jabuticaba apresentou valores superiores de umidade e sólidos solúveis totais em relação à cereja-do-Rio-Grande. A umidade foi de 23,99% ± 4,95 na jabuticaba, enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou 9,41% ± 3,50. Esse contraste demonstra uma variação expressiva entre os valores obtidos e pode repercutir diretamente sobre suas propriedades tecnológicas, sobretudo no que concerne à concentração dos constituintes sólidos, à estabilidade e ao comportamento durante diferentes formas de processamento (Schultz et al., 2020). Entretanto, considerando que os frutos foram analisados *in natura*, o valor de umidade obtido para a cereja-do-Rio-Grande merece atenção e deve ser interpretado à luz das condições específicas de preparo e análise da amostra.

Quanto aos sólidos solúveis totais, a jabuticaba apresentou 8,47 ± 0,40 °Brix, valor superior aos 5,10 ± 0,36 °Brix determinados para a cereja-do-Rio-Grande. Os sólidos solúveis totais, expressos em °Brix, constituem uma medida indireta da concentração de sólidos solúveis presentes no fruto, sendo influenciados principalmente por açúcares, mas também por ácidos orgânicos, sais e outros compostos solúveis (Honaiser et al., 2025). Nesse sentido, o maior teor observado na jabuticaba sugere maior potencial para preparações nas quais se busque uma matriz naturalmente mais doce, como bebidas, sobremesas, geleias e outras formulações gastronômicas.

Em relação ao pH, observou-se comportamento inverso ao verificado para os sólidos solúveis. A cereja-do-Rio-Grande apresentou pH de 2,82 ± 0,07, enquanto a jabuticaba apresentou 3,36 ± 0,02. O menor pH da cereja-do-Rio-Grande caracteriza uma matriz mais ácida, aspecto que, associado à maior acidez titulável, contribui para a configuração de um perfil sensorial mais pronunciado. Essa característica pode

ser particularmente interessante para formulações em que a acidez exerça função de contraponto ao dulçor, conferindo maior complexidade e equilíbrio ao produto final (Mayer et al., 2022).

A acidez titulável corroborou essa tendência. A cereja-do-Rio-Grande apresentou 0,58% ± 0,04 de ácido cítrico, enquanto a jabuticaba apresentou 0,46% ± 0,02. A concomitância entre menor pH e maior acidez titulável na cereja-do-Rio-Grande evidencia um perfil ácido mais acentuado nas condições experimentais avaliadas. Sob a perspectiva tecnológica e gastronômica, essa característica pode favorecer sua utilização em preparações que se beneficiem de maior acidez, incluindo geleias, molhos, compotas, bebidas e produtos fermentados (Honaiser et al., 2025). Além de contribuir para a percepção gustativa, a acidez constitui atributo de interesse no processamento e na conservação de alimentos, embora sua influência sobre a estabilidade do produto dependa da interação com outros fatores, como atividade de água, tratamento térmico e formulação (Gasparotto Junior et al., 2019).

A análise conjunta dos parâmetros de pH, acidez titulável e sólidos solúveis permite inferir perfis sensoriais distintos entre as espécies. Enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou maior acidez e menor concentração de sólidos solúveis, a jabuticaba apresentou menor acidez e maior teor de sólidos solúveis. Essa relação pode ser relevante para o desenvolvimento de preparações gastronômicas, uma vez que a percepção sensorial de frutas e produtos derivados resulta da interação entre diferentes constituintes, e não de um único parâmetro isoladamente (Honaiser et al., 2025). Assim, as duas espécies apresentam atributos potencialmente complementares para diferentes estratégias de elaboração culinária e tecnológica.

No que concerne à atividade antioxidante, foram observadas diferenças mais pronunciadas entre as espécies. A jabuticaba apresentou 82,0% ± 1,4 de inibição no ensaio DPPH, enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou 31,7% ± 13,1. Esse resultado demonstra maior capacidade de sequestro do radical DPPH pela jabuticaba nas condições experimentais adotadas. Além da magnitude da resposta, observa-se menor dispersão dos resultados para a jabuticaba, menor dispersão entre as determinações realizadas.

Comportamento semelhante foi identificado no ensaio ABTS. Para o extrato etanólico, a jabuticaba apresentou 89,8% ± 1,2 de inibição, enquanto a cereja-do-Rio-Grande apresentou 43,3% ± 30,8. Nos extratos aquosos, os valores corresponderam a 88,7% ± 1,5 e 41,6% ± 29,6, respectivamente. A proximidade dos resultados obtidos para os extratos etanólico e aquoso da jabuticaba sugere que, nas condições avaliadas, sua capacidade de sequestro do radical ABTS foi elevada independentemente do sistema de extração empregado.

Em contraste, a cereja-do-Rio-Grande apresentou maior variabilidade nos resultados de ABTS, evidenciada pelos elevados desvios padrão observados tanto no extrato etanólico quanto no aquoso. Essa dispersão pode estar relacionada à heterogeneidade da matriz vegetal, à composição dos extratos ou às próprias características do material analisado, devendo ser considerada na interpretação dos resultados (Schultz et al., 2020). Dessa forma, embora a cereja-do-Rio-Grande tenha demonstrado atividade

antioxidante, os dados obtidos indicam comportamento menos uniforme quando comparado ao observado para a jabuticaba.

A concordância entre os ensaios DPPH e ABTS reforça a maior atividade antioxidante observada na jabuticaba. Os dois métodos apresentaram valores substancialmente superiores para essa espécie, indicando uma resposta consistente frente a diferentes sistemas de avaliação da capacidade de sequestro de radicais livres. Entretanto, é importante ressaltar que DPPH e ABTS são métodos distintos e apresentam mecanismos de reação e sensibilidades diferentes; portanto, seus resultados devem ser interpretados como indicadores da capacidade antioxidante *in vitro*, não devendo ser considerados equivalentes diretos de atividade biológica no organismo (Dias et al., 2026).

A expressiva atividade antioxidante observada na jabuticaba amplia seu interesse como matéria-prima para o desenvolvimento de alimentos e preparações gastronômicas que explorem o conceito de funcionalidade associado às frutas nativas (Dias et al., 2026). Nesse contexto, a utilização da fruta pode transcender o consumo *in natura*, contemplando bebidas, geleias, sobremesas, molhos, preparações fermentadas e outros produtos nos quais seus atributos sensoriais e funcionais possam ser preservados ou adequadamente explorados (Honaiser et al., 2025). Todavia, a manutenção dos compostos responsáveis pela atividade antioxidante durante o processamento dependerá das condições empregadas e deverá ser objeto de avaliações específicas (Andrade et al., 2025).

A cereja-do-Rio-Grande, por sua vez, embora tenha apresentado atividade antioxidante inferior à jabuticaba nas condições avaliadas, revelou características físico-químicas particularmente interessantes do ponto de vista gastronômico. A combinação entre menor pH, maior acidez titulável e menor teor de sólidos solúveis confere à espécie um perfil que pode ser explorado em formulações nas quais a acidez constitua elemento estruturante da experiência sensorial (Mannino et al., 2022). Dessa maneira, seu potencial não deve ser avaliado exclusivamente pela magnitude da atividade antioxidante, mas pela conjugação de seus atributos físico-químicos, sensoriais e tecnológicos.

Os resultados, portanto, evidenciam que as duas espécies apresentam características distintas, porém potencialmente complementares. A jabuticaba sobressai pela maior concentração de sólidos solúveis e pela elevada capacidade antioxidante demonstrada nos ensaios DPPH e ABTS, atributos que favorecem seu aproveitamento em produtos de perfil sensorial mais adocicado e com potencial funcional. A cereja-do-Rio-Grande, por outro lado, destaca-se por apresentar características físico-químicas que incluem valores de acidez e pH compatíveis com seu perfil ácido, os quais contribuem para suas características sensoriais e podem influenciar suas possibilidades de utilização como matéria-prima para produtos alimentícios (Mayer et al., 2022). Essa complementaridade evidencia que a valorização gastronômica de frutas nativas não deve se restringir à identificação de uma espécie como superior à outra, mas considerar as especificidades de cada matriz e sua adequação a diferentes finalidades. Sob essa perspectiva, a caracterização físico-química

e funcional constitui ferramenta relevante para orientar o aproveitamento racional dessas espécies, permitindo relacionar atributos analíticos às possibilidades de transformação e utilização culinária (Mannino et al., 2022).

Assim, os resultados obtidos corroboram o potencial da cereja-do-Rio-Grande e da jabuticaba como matérias-primas de interesse para a gastronomia e para o desenvolvimento de produtos alimentícios diferenciados. A incorporação dessas frutas em preparações e produtos pode contribuir para ampliar a diversidade de ingredientes utilizados na gastronomia brasileira, agregar valor a espécies nativas e fortalecer estratégias de valorização da sociobiodiversidade (Mannino et al., 2022), desde que acompanhada de estudos adicionais sobre estabilidade, composição química, propriedades sensoriais e comportamento tecnológico durante o processamento (Mayer et al., 2022).

4 CONCLUSÃO

A caracterização físico-química e a avaliação da atividade antioxidante evidenciaram diferenças relevantes entre a cereja-do-Rio-Grande (*Eugenia involucrata* DC.) e a Jabuticaba-Sabará (*Plinia jaboticaba*), demonstrando atributos de interesse para o aproveitamento tecnológico e gastronômico, embora distintos e complementares.

A jabuticaba apresentou maiores teores de sólidos solúveis totais e expressiva capacidade de sequestro dos radicais DPPH e ABTS nas condições avaliadas. Esses resultados destacam seu potencial funcional e sua aplicabilidade em preparações nas quais dulçor, identidade sensorial e atividade antioxidante sejam valorizados. Ressalta-se, contudo, que esses resultados constituem indicadores de atividade *in vitro* e não permitem, isoladamente, inferir efeitos fisiológicos ou benefícios à saúde.

A cereja-do-Rio-Grande apresentou menor pH e maior acidez titulável, configurando perfil físico-químico mais ácido. Essas características podem favorecer sua utilização em formulações que demandem maior acidez e contraste sensorial, como geleias, molhos, bebidas e produtos fermentados. Apesar da menor atividade antioxidante em comparação à jabuticaba, a espécie apresenta atributos relevantes para diferentes aplicações culinárias e tecnológicas.

De forma integrada, os resultados demonstram que a valorização dessas frutas deve considerar o conjunto de suas características físico-químicas, funcionais e sensoriais. A diferenciação observada entre as espécies amplia as possibilidades de aproveitamento gastronômico e permite direcioná-las a aplicações compatíveis com suas propriedades particulares.

Nesse sentido, o estudo amplia o conhecimento técnico-científico sobre a cereja-do-Rio-Grande e a jabuticaba e fornece subsídios para sua utilização como ingredientes de maior valor agregado na gastronomia brasileira. A incorporação dessas espécies em produtos e preparações pode contribuir para a

diversificação de matérias-primas, a inovação gastronômica e a valorização de recursos vegetais nativos, fortalecendo estratégias de uso sustentável da sociobiodiversidade brasileira.

Recomenda-se a realização de estudos complementares sobre a caracterização química e sensorial, a estabilidade dos compostos bioativos durante o processamento e o comportamento tecnológico das frutas em diferentes formulações. Essas investigações poderão favorecer sua inserção em cadeias produtivas e gastronômicas e ampliar o aproveitamento da biodiversidade frutífera brasileira.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. et al. Flavonoids and carotenoids from Brazilian flora: food and pharmaceutical applications and their extraction features. **Phytochemistry Reviews**, v. 24, n. 4, p. 2629–2649, 2025.

ANTONELO, F. A. et al. Bioactive compounds derived from Brazilian Myrtaceae species: Chemical composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 48, 2023.

BERNI, P. et al. South American fruit biodiversity as the next generation of functional foods for the world. Em: CAMPOS, M. R. S. (Ed.). **Improving Health and Nutrition through Functional Foods**: Benefits and Applications. [s.l.] Elsevier, 2024. p. 143–172.

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

BORGES, L. L. et al. Phytotechnological and Pharmaceutical Potential of Myrciaria cauliflora Fruits. Em: Engineering Materials. [s.l.] **Springer Science and Business Media B.V**., 2021. p. 739–763.

DE SOUZA, Á. C.; GERALDI, M. V.; MAROSTICA JUNIOR, M. R. Jaboticaba berry: Metabolic benefits, bioactive compounds, and opportunities for commercialization. **Trends in Food Science and Technology,** v. 157, 2025.

DIAS, K. A. et al. Jabuticaba (*Plinia cauliflora*) as a Source of Bioactive Phenolics: Extraction and Microencapsulation by Spray Drying. **Journal of Food Science**, v. 91, n. 5, 2026.

GASPAROTTO JUNIOR, A.; DE SOUZA, P.; LÍVERO, F. A. DOS R. Plinia cauliflora (Mart.) Kausel: A comprehensive ethnopharmacological review of a genuinely Brazilian species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 245, 2019.

GIRARDELO, J. R. et al. Bioactive compounds, antioxidant capacity and antitumoral activity of ethanolic extracts from fruits and seeds of *Eugenia involucrata* DC**. Food Research International**, v. 137, 2020.

HACKE, A. C. M. et al. Antioxidant capacity of *Myrciaria cauliflora* seed extracts by spectrophotometric, biochemical, and electrochemical methods and its protective effect against oxidative damage in erythrocytes. **Journal of Food Biochemistry,** v. 46, n. 9, 2022.

HONAISER, T. C. et al. Effects of In Vitro Digestion on the Phenolic Profile and Antioxidant Capacity of the Brazilian Native Fruit *Eugenia involucrata* DC. **ACS Food Science and Technology,** v. 5, n. 10, p. 3873–3879, 2025.

MANNINO, G. et al. Bioactive Compounds and Antioxidant Properties with Involved Mechanisms of Eugenia involucrata DC Fruits. **Antioxidants**, v. 11, n. 9, 2022.

MAYER, L. et al. A contribution to the physicochemical characterization of *Eugenia involucrata* DC. fruits to estimate genetic variability. **Comunicata Scientiae**, v. 13, e3560, 2022. DOI: https://doi.org/10.14295/cs.v13.3560.

PAULA, P. DE L. et al. *Plinia cauliflora* Leaf Extract Promotes Wound Healing Through Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Antibacterial Actions. **Chemistry and Biodiversity**, v. 22, n. 12, 2025.

PEREIRA, E. D. S. et al. Biological activity and chemical composition of native fruits a review. **Agrociencia Uruguay**, v. 25, n. E2, 2021.

ROCKETT, F. C. et al. Native fruits from southern Brazil: Physico-chemical characterization, centesimal composition, and mineral content. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 8, 2020.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre $ABTS^{+}$. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 128).

SAMPAIO, L. F. S. et al. Population genomics of Brazilian native fruit species of Eugenia spp. (Myrtaceae) for conservation and improvement. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, 2026.

SEVERO, J. M.; GEWEHR, B. Produtos da sociobiodiversidade pampeana na gastronomia. **Revista Mangút: Conexões Gastronômicas.** ISSN 2763-9029. Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 81-96, abr. 2025.

SCHULZ, M. et al. Composition and potential health effects of dark-colored underutilized Brazilian fruits – A review. **Food Research International**, v. 137, 2020.

WAGNER, J. G. et al. Phytochemistry and pharmacology of the Brazilian cherry (*Eugenia involucrata*, Myrtaceae): a systematic review. **Phytochemistry Reviews**, v. 24, n. 6, p. 5141–5161, 2025.

ZAMBIAZI, Rui Carlos. **Análise físico-química de alimentos**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2025. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-572-4. Disponível em: World Wide Web.

CAPÍTULO 3

TERROIR E INOVAÇÃO: O PAPEL DA ANÁLISE SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA NA VALORIZAÇÃO DE FRUTAS NATIVAS BRASILEIRAS

TERROIR AND INNOVATION: THE ROLE OF SENSORY AND PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS IN THE VALORIZATION OF BRAZILIAN NATIVE FRUITS

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-003

Nicolly Lima de Almeida
Graduanda em Nutrição, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: nikelima.almeida@gmail.com

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Elisa dos Santos Pereira
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade Anhanguera Pelotas
E-mail: lisaspereira@gmail.com

Marjana Radünz
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: marjanaradunz@gmail.com

Esther Pedroso Theisen
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: esthertheisen@unipampa.edu.br

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

RESUMO

Este capítulo de revisão de literatura analisa o papel da caracterização físico-química e da análise sensorial na valorização de frutas nativas brasileiras, com ênfase no desenvolvimento de novos produtos, na agregação de valor e na sustentabilidade. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados SciELO, PubMed e Scopus, considerando estudos sobre a caracterização de frutas nativas, desenvolvimento de produtos e bebidas fermentadas, compostos bioativos, análise sensorial e influência do terroir na composição e nas características de produtos alimentícios. Os estudos analisados demonstram que a caracterização físico-química fornece informações relevantes sobre a composição, qualidade e potencial tecnológico das frutas, enquanto a análise sensorial permite avaliar a percepção e a aceitação dos consumidores. A literatura também evidencia que processos tecnológicos, como fermentação e maceração, podem modificar a composição química e as características dos produtos derivados, ampliando as possibilidades de aproveitamento de espécies nativas. No contexto do terroir, estudos com vinhos

brasileiros demonstram que fatores genéticos, ambientais e relacionados à região de produção podem influenciar a composição fenólica e o perfil aromático dos produtos. A integração entre análises físico-químicas e sensoriais mostra-se, portanto, estratégica para a seleção de matérias-primas, o desenvolvimento de produtos diferenciados e a identificação de atributos com potencial de valorização comercial. Conclui-se que o uso integrado dessas ferramentas pode contribuir para ampliar o aproveitamento tecnológico das frutas nativas, agregar valor às cadeias produtivas e fortalecer iniciativas relacionadas à biodiversidade, à bioeconomia e ao desenvolvimento regional sustentável.

Palavras-chave: Caracterização Físico-Química; Frutas Nativas; Inovação Alimentar; Análise Sensorial; Terroir.

ABSTRACT

This literature review chapter analyzes the role of physicochemical characterization and sensory analysis in the valorization of Brazilian native fruits, with emphasis on new product development, value addition, and sustainability. The bibliographic research was conducted using the SciELO, PubMed, and Scopus databases, considering studies on the characterization of native fruits, the development of products and fermented beverages, bioactive compounds, sensory analysis, and the influence of terroir on the composition and characteristics of food products. The studies analyzed demonstrate that physicochemical characterization provides relevant information on the composition, quality, and technological potential of fruits, whereas sensory analysis allows the assessment of consumer perception and acceptance. The literature also indicates that technological processes, such as fermentation and maceration, can modify the chemical composition and characteristics of derived products, expanding the possibilities for the utilization of native species. In the context of terroir, studies on Brazilian wines demonstrate that genetic, environmental, and production-region-related factors can influence the phenolic composition and aromatic profile of products. Therefore, the integration of physicochemical and sensory analyses is strategic for the selection of raw materials, the development of differentiated products, and the identification of attributes with commercial potential. It is concluded that the integrated use of these tools can contribute to expanding the technological utilization of native fruits, adding value to production chains, and strengthening initiatives related to biodiversity, the bioeconomy, and sustainable regional development.

Keywords: Food Innovation; Native Fruits; Physicochemical Characterization; Sensory Analysis; Terroir.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, reconhecido por sua elevada diversidade biológica, abriga uma vasta gama de frutas nativas ainda subexploradas comercialmente. Frutos como a jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e a goiaba-serrana (*Acca sellowiana*) apresentam potencial não apenas para o consumo *in natura*, mas também para diferentes formas de processamento e desenvolvimento de produtos com maior valor agregado (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Borges et al., 2024). A valorização dessas espécies está intrinsecamente ligada à aplicação da ciência e da tecnologia de alimentos, que, por meio de análises físico-químicas e sensoriais, permite compreender suas características, avaliar sua qualidade e subsidiar o desenvolvimento de produtos com potencial de utilização comercial (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b).

O conceito de *terroir*, tradicionalmente empregado na vitivinicultura, está relacionado à interação entre fatores ambientais, genéticos e humanos que contribuem para as características particulares de produtos agrícolas e alimentícios (Padilha et al., 2017; Vilas Boas et al., 2019). No Brasil, estudos têm avançado na caracterização de diferentes regiões vitivinícolas, buscando compreender a influência das condições ambientais, genéticas e de manejo sobre a composição e as características dos vinhos (Padilha et al., 2017; Vilas Boas et al., 2019; Rosa et al., 2026).

As frutas nativas brasileiras podem ser compreendidas não apenas como recursos da sociobiodiversidade, mas como elementos associados à identidade e às particularidades dos territórios onde ocorrem e são manejadas. No Rio Grande do Sul, a diversidade de espécies frutíferas nativas evidencia um expressivo potencial alimentício ainda subexplorado, associado a diferentes ambientes, formas de uso e conhecimentos construídos pelas populações locais (Brack et al., 2020). Nesse contexto, o conceito de terroir, tradicionalmente relacionado à produção vitivinícola, pode ser ampliado como uma categoria de interpretação das relações entre território, condições naturais e práticas humanas, considerando a influência de fatores como solo, clima, formas de produção salvaguarda das formas tradicionais de preparo e uso, além de conhecimentos locais na manutenção de características particulares dos produtos (Oliveira; Lisboa; Silva, 2022). Assim, embora a aplicação do conceito de terroir às frutas nativas ainda demande estudos que demonstrem empiricamente a relação entre origem, ambiente, manejo e atributos físico-químicos e sensoriais, sua utilização como perspectiva analítica pode contribuir para compreender essas espécies como expressões da sociobiodiversidade e como componentes de sistemas alimentares territorialmente diferenciados.

Com base no exposto, a análise físico-química e sensorial pode contribuir para identificar características dos frutos relacionadas ao território, à produção e aos modos de consumo, fortalecendo sua valorização como produtos da sociobiodiversidade. Este capítulo tem como objetivo revisar a literatura científica sobre a aplicação de análises físico-químicas e sensoriais na caracterização, valorização e

desenvolvimento de produtos a partir de frutas nativas brasileiras, discutindo também a contribuição do conceito de *terroir* para a compreensão da relação entre território, composição e características sensoriais de produtos alimentícios.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL COMO FERRAMENTA DE INOVAÇÃO

A análise sensorial é uma ferramenta fundamental para avaliar a aceitação de novos produtos pelo consumidor e para orientar o desenvolvimento de formulações (Amarante et al., 2008). Estudos com frutas nativas, como a goiaba-serrana (Acca sellowiana), revelam que atributos como cor, textura, sabor e aroma são critérios-chave de qualidade sensorial, sendo a coloração vibrante um fator de preferência do consumidor (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a). Nesse contexto, a aplicação de escalas hedônicas, como a de 9 pontos, permite quantificar a aceitação de atributos como aparência, aroma, textura e sabor, enquanto métodos como o Check-All-That-Apply (CATA) auxiliam na caracterização do perfil sensorial do produto, identificando os atributos mais marcantes para o consumidor (Ares; Jaeger, 2013).

A caracterização físico-química complementa a análise sensorial, fornecendo dados objetivos sobre a composição do alimento (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a). Parâmetros como teor de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável e pH são importantes para a avaliação da qualidade e da estabilidade do produto, enquanto o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante contribuem para a caracterização de seu potencial bioativo (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b).

Por exemplo, a goiaba-serrana apresenta alto teor de vitamina C na casca, superior ao da polpa, e os frutos da cultivar Alcântara se destacam pelos maiores teores desse nutriente (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b). Além disso, os frutos dessa espécie apresentam elevado teor de compostos fenólicos totais e alta atividade antioxidante, especialmente no tecido da casca, com destaque para as cultivares Mattos e Nonante (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a). Esses achados reforçam a importância do aproveitamento integral dos frutos nativos, potencializando o valor nutricional e funcional dos produtos derivados (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b).

2.2 BEBIDAS FERMENTADAS A PARTIR DE FRUTAS NATIVAS: CIÊNCIA E BIOACESSIBILIDADE

A produção de bebidas fermentadas a partir de frutas nativas é uma prática que combina tradição e inovação (Borges et al., 2024). Atualmente, a ciência tem contribuído para o desenvolvimento de metodologias que permitem a produção em escala industrial, com qualidade controlada e identidade sensorial definida (Borges et al., 2024).

Pesquisas têm demonstrado a viabilidade técnica de produção de fermentados alcoólicos a partir de frutas como a jabuticaba (*Plinia cauliflora*) (Borges et al., 2024). Estudo pioneiro investigou a biotransformação de compostos fenólicos durante a fermentação alcoólica por Saccharomyces cerevisiae e o período de maturação da bebida, demonstrando que o processo fermentativo aumentou significativamente os teores de compostos fenólicos totais (4,91 vezes), antocianinas totais (5,62 vezes), ácido gálico (57,02 vezes) e ácido protocatecuico (3,70 vezes), além de melhorar a bioacessibilidade da cianidina-3-glicosídeo (Borges et al., 2024).

Bebidas fermentadas apresentaram atividade antiproliferativa em modelo celular in vitro, atividades antioxidantes e propriedades de inibição enzimática, com destaque para a inibição da α-glicosidase e da lipase (Borges et al., 2024). Embora a digestão gastrointestinal in vitro tenha reduzido a concentração de fenóis, as amostras mantiveram potencial bioativo, estabelecendo dados de referência sobre a composição química e o potencial funcional do vinho de jabuticaba (Borges et al., 2024).

2.3 O CONCEITO DE TERROIR E A PESQUISA EM VITIVINICULTURA

O conceito de terroir, que engloba os fatores ambientais (solo, clima) e humanos (técnicas de cultivo e vinificação) que conferem características únicas a um produto, é central para a compreensão da qualidade sensorial dos vinhos (Padilha et al., 2017). No Brasil, a pesquisa tem avançado na caracterização de novos terroirs, especialmente nas regiões Sudeste e Nordeste, onde a técnica do ciclo invertido tem viabilizado a produção de vinhos de inverno de alta qualidade (Vilas Boas et al., 2019; Rosa et al., 2026). Fatores como altitude, temperatura, pluviosidade e composição do solo, aliados às práticas de manejo, influenciam a síntese de compostos bioativos e o perfil sensorial dos vinhos (Padilha et al., 2017; Vilas Boas et al., 2019).

3 METODOLOGIA

O presente estudo constitui uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa, cujo objetivo foi sintetizar e discutir o conhecimento científico sobre a aplicação de análises físico-químicas e sensoriais na inovação e valorização de produtos derivados de frutas nativas brasileiras, bem como a influência das características do terroir na qualidade sensorial e na composição de compostos bioativos de vinhos produzidos no Brasil.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida nas bases de dados SciELO, PubMed e Scopus, considerando publicações disponíveis até julho de 2026. Foram considerados estudos publicados no período de 2008 a 2026, incluindo artigos originais, artigos de revisão e documentos técnico-científicos relevantes para a fundamentação conceitual, metodológica e científica do tema. Foram utilizados, em português e inglês, os seguintes descritores e termos de busca: “análise sensorial”, “frutas nativas”, “bebidas fermentadas”, “terroir”, “compostos bioativos”, “vinho”, “sensory analysis”, “native fruits”, “fermented beverages”,

"terroir", "bioactive compounds" e "wine". Foram considerados elegíveis artigos originais e de revisão que abordassem a caracterização físico-química e/ou sensorial de frutas nativas brasileiras, o desenvolvimento de produtos e bebidas derivados dessas espécies, processos de fermentação, compostos bioativos ou estudos relacionados à influência do terroir sobre a composição química e o perfil sensorial de vinhos produzidos no Brasil. Também foram considerados trabalhos que apresentassem contribuições relevantes para a compreensão do potencial tecnológico, funcional, econômico e sustentável das matérias-primas e produtos analisados.

A seleção do material foi realizada com base na pertinência ao objetivo do capítulo, priorizando estudos que possibilitassem estabelecer relações entre as características físico-químicas dos frutos, a percepção sensorial, a composição de compostos bioativos, os processos tecnológicos empregados e a valorização de produtos associados à biodiversidade e à identidade territorial brasileira. As informações selecionadas foram organizadas de forma temática e analisadas qualitativamente, permitindo a construção de uma discussão sobre as aplicações da ciência de alimentos, as possibilidades de inovação tecnológica e as perspectivas de valorização das frutas nativas e dos produtos associados aos diferentes terroirs brasileiros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que a caracterização físico-química e a análise sensorial constituem ferramentas complementares para a valorização de frutas nativas brasileiras, especialmente quando associadas ao desenvolvimento de novos produtos e à identificação de atributos de qualidade. Os estudos analisados demonstram que a composição química dos frutos fornece informações importantes sobre suas características e seu potencial tecnológico, enquanto a avaliação sensorial permite compreender a percepção e a aceitação dos produtos pelos consumidores (Ruiz-Capillas; Herrero, 2021). Dessa forma, a integração entre métodos instrumentais e sensoriais pode contribuir para o desenvolvimento de produtos com maior valor agregado e identidade própria (Ruiz-Capillas; Herrero, 2021).

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUALIDADE DE FRUTAS NATIVAS

Os estudos avaliados demonstram que a caracterização físico-química é fundamental para compreender o potencial tecnológico e funcional das frutas nativas. Parâmetros como sólidos solúveis, acidez, pH, vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante fornecem informações relevantes sobre a qualidade dos frutos e sobre sua adequação para diferentes formas de processamento (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b).

No caso da goiaba-serrana (*Acca sellowiana*), foram observadas diferenças entre genótipos quanto à qualidade dos frutos e à composição de compostos bioativos. Vizzotto, Santos e Ducroquet (2017a)

verificaram diferenças no conteúdo de compostos fenólicos e na atividade antioxidante entre genótipos brasileiros, com destaque para determinados materiais genéticos e para a maior concentração desses compostos nos tecidos da casca.

Em estudo complementar, Vizzotto, Santos e Ducroquet (2017b) avaliaram a qualidade dos frutos de diferentes genótipos na colheita e durante o armazenamento, evidenciando diferenças entre os materiais quanto às características de qualidade. Esses resultados demonstram que a variabilidade genética constitui um fator relevante para a seleção de matérias-primas destinadas ao processamento. A identificação de genótipos com características químicas ou funcionais diferenciadas pode contribuir para direcionar sua utilização para produtos específicos, ampliando as possibilidades de agregação de valor às frutas nativas (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017b).

Outro aspecto relevante é o aproveitamento de partes dos frutos que tradicionalmente são pouco utilizadas. A identificação de compostos fenólicos e atividade antioxidante em tecidos como a casca reforça a possibilidade de utilização integral da matéria-prima, contribuindo para a redução de perdas e para o desenvolvimento de ingredientes e produtos de maior valor agregado (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a).

No caso da jabuticaba (*Plinia cauliflora*), por exemplo, a elevada concentração de compostos fenólicos na casca, normalmente descartada, constitui uma oportunidade para seu aproveitamento tecnológico por meio do desenvolvimento de produtos processados e bebidas fermentadas (Borges et al., 2024).

A caracterização físico-química também pode auxiliar na definição das melhores condições de processamento. Parâmetros como pH, acidez e sólidos solúveis podem ser utilizados para acompanhar transformações durante processos tecnológicos e auxiliar na padronização dos produtos. Em estudo com vinho de jabuticaba, por exemplo, a fermentação provocou redução do pH e aumento da acidez titulável, demonstrando que o processamento modifica as características físico-químicas da bebida (Borges et al., 2024).

4.2 ANÁLISE SENSORIAL COMO INSTRUMENTO DE VALORIZAÇÃO

Embora a caracterização físico-química permita determinar objetivamente características dos alimentos, a aceitação de um produto pelo consumidor está diretamente relacionada à percepção de atributos como aparência, aroma, sabor e textura. Nesse contexto, a análise sensorial constitui uma ferramenta importante para avaliar a aceitação e orientar o desenvolvimento e o aprimoramento de novos produtos (Ruiz-Capillas; Herrero, 2021).

Métodos como a escala hedônica permitem determinar o grau de aceitação de um produto, enquanto técnicas de caracterização sensorial, como o Check-All-That-Apply (Yang; Lee, 2018), podem auxiliar na

identificação dos atributos percebidos pelos consumidores e na compreensão das características que diferenciam produtos semelhantes (Ares; Jaeger, 2013).

No contexto das frutas nativas brasileiras, essa abordagem apresenta importância particular, uma vez que diversas espécies ainda possuem limitada inserção comercial. A identificação dos atributos sensoriais mais apreciados pode contribuir para transformar características naturais dos frutos em diferenciais de produtos, favorecendo sua aceitação pelo consumidor e agregando valor à matéria-prima (Sant'ana et al., 2026).

A análise sensorial também pode ser utilizada de forma integrada à caracterização físico-química. Essa associação permite verificar, por exemplo, se diferenças na concentração de açúcares, ácidos orgânicos, pigmentos ou compostos voláteis estão relacionadas às diferenças percebidas em sabor, aroma, cor e aceitação (Zhu et al., 2024). Dessa maneira, a avaliação sensorial deixa de representar apenas uma etapa final de controle do produto e passa a atuar como ferramenta de apoio à formulação e à tomada de decisões durante o desenvolvimento tecnológico.

Entretanto, a literatura analisada evidencia que ainda são necessários mais estudos que associem sistematicamente a caracterização físico-química à avaliação sensorial de frutas nativas brasileiras. Essa lacuna é particularmente relevante para espécies pouco exploradas comercialmente, para as quais informações sobre preferência do consumidor, atributos sensoriais e potencial tecnológico ainda são limitadas (Farias; Sanches; Petrus, 2024; Sant'ana et al., 2026).

4.3 FERMENTAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

A transformação de frutas nativas em produtos processados e bebidas fermentadas representa uma importante estratégia de agregação de valor. Entre os exemplos identificados na literatura, destaca-se a produção de bebidas fermentadas a partir de jabuticaba (*Plinia cauliflora*), demonstrando o potencial dessa fruta para aplicações além do consumo in natura (Borges et al., 2024).

Borges et al. (2024) demonstraram que a fermentação alcoólica da jabuticaba por *Saccharomyces cerevisiae* promoveu alterações significativas na composição fenólica da bebida. Foram observados aumentos nos teores de compostos fenólicos totais, antocianinas totais, cianidina-3-glicosídeo, ácido gálico e ácido protocatecuico, além de aumento da bioacessibilidade de determinados compostos fenólicos.

Outro estudo recente avaliou diferentes técnicas de maceração pré-fermentativa na elaboração de produtos alcoólicos e acéticos de jabuticaba. Os resultados demonstraram que as condições de processamento influenciaram a composição fenólica e a bioacessibilidade dos compostos, sendo observadas maiores concentrações de determinados compostos fenólicos nos produtos submetidos à maceração térmica (Wanderley et al., 2024).

Esses resultados evidenciam que a valorização de frutas nativas não depende apenas da escolha da matéria-prima, mas também da definição de estratégias tecnológicas capazes de preservar ou potencializar características de interesse. Processos como fermentação e maceração podem modificar a composição química dos frutos e gerar produtos com características distintas da matéria-prima original (Borges et al., 2024; Wanderley et al., 2024).

Do ponto de vista da inovação, a transformação tecnológica amplia as possibilidades de utilização de espécies nativas e pode contribuir para o desenvolvimento de produtos diferenciados. Entretanto, a composição química favorável não garante, isoladamente, a aceitação comercial. A avaliação sensorial dos produtos fermentados é necessária para verificar sua aceitação, identificar atributos desejáveis e orientar possíveis ajustes de formulação (Pinto; Vilela; Cosme, 2022).

4.4 TERROIR, IDENTIDADE TERRITORIAL E CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS

A valorização das frutas nativas também pode ser relacionada ao território de produção. O conceito de terroir considera a interação entre fatores ambientais e humanos, incluindo condições edafoclimáticas, material genético e práticas de cultivo e processamento, que podem contribuir para características particulares de produtos agrícolas e alimentícios (Padilha et al., 2017; Vilas Boas et al., 2019).

Embora o conceito de terroir seja tradicionalmente associado à vitivinicultura, sua utilização neste capítulo contribui para discutir a relação entre território, biodiversidade e identidade alimentar. A caracterização físico-química e sensorial pode fornecer elementos para identificar diferenças entre matérias-primas e produtos provenientes de distintas regiões, contribuindo para sua diferenciação e valorização (Vilas Boas et al., 2019).

Estudos realizados com vinhos brasileiros demonstram que fatores relacionados à região de produção e à variedade de uva podem influenciar a composição química dos produtos. No Vale do São Francisco, por exemplo, vinhos tintos comerciais apresentaram diferentes compostos fenólicos e elevada atividade antioxidante, demonstrando o potencial da vitivinicultura em regiões tropicais brasileiras (Padilha et al., 2017). De forma semelhante, estudos com bebidas elaboradas a partir de frutas nativas demonstram que as características da matéria-prima podem influenciar a composição e a qualidade do produto final. Aniceto et al. (2021), ao avaliarem bebidas à base de murici e taperebá, observaram diferenças nos teores de acidez, sólidos solúveis, compostos fenólicos e capacidade antioxidante, além de verificarem boa aceitação sensorial das formulações. Esses resultados, assim como os observados em vinhos brasileiros, evidenciam que a composição e as características específicas das matérias-primas exercem influência sobre as propriedades químicas e sensoriais das bebidas. Vilas Boas et al. (2019) também observaram diferenças na composição de compostos bioativos e na atividade antioxidante de vinhos produzidos em diferentes

municípios do sul de Minas Gerais. Os resultados demonstraram diferenças entre regiões e variedades, sugerindo a influência conjunta de fatores ambientais e genéticos na composição dos vinhos.

Em estudo mais recente, Rosa et al. (2026) avaliaram vinhos brancos produzidos a partir de diferentes cultivares híbridas, porta-enxertos e regiões do estado de São Paulo. Os autores observaram diferenças na composição fenólica e no perfil aromático dos vinhos, além da predominância de ésteres entre os compostos voláteis identificados. A análise de componentes principais indicou maior influência dos fatores genéticos sobre a composição de compostos voláteis e fenólicos, com agrupamento dos vinhos de acordo com a cultivar (Rosa et al., 2026).

Esses resultados, embora relacionados à vitivinicultura, são relevantes para a discussão sobre identidade territorial porque demonstram como análises químicas podem auxiliar na identificação e diferenciação de produtos associados a determinados ambientes e materiais genéticos. Para as frutas nativas brasileiras, essa perspectiva pode ser explorada por meio de estudos que relacionem origem, condições de cultivo, composição físico-química e características sensoriais (Farias; Sanches; Petrus, 2024).

4.5 INTEGRAÇÃO ENTRE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS PARA A INOVAÇÃO

A literatura analisada evidencia que a maior contribuição para a valorização das frutas nativas ocorre quando diferentes ferramentas de caracterização são utilizadas de maneira integrada. A análise físico-química fornece informações objetivas sobre a composição e as propriedades do alimento, enquanto a análise sensorial permite compreender como essas características são percebidas pelos consumidores (Zhu et al., 2024).

Essa integração é especialmente relevante considerando a diversidade genética e ambiental das espécies nativas brasileiras. Diferenças em sólidos solúveis, acidez, pH, compostos fenólicos, pigmentos e compostos voláteis podem contribuir para diferenças na percepção de sabor, aroma, cor e textura (Zhu et al., 2024; Pinto; Vilela; Cosme, 2022). A identificação dessas relações pode auxiliar na seleção de matérias-primas e no desenvolvimento de produtos direcionados a diferentes aplicações tecnológicas.

No desenvolvimento de bebidas fermentadas, por exemplo, análises físico-químicas podem acompanhar alterações de pH, acidez e compostos bioativos, enquanto a análise sensorial pode determinar a aceitação e os atributos responsáveis pela preferência do consumidor (Pinto; Vilela; Cosme, 2022). Dessa forma, a combinação dessas ferramentas permite avaliar simultaneamente a qualidade objetiva e a qualidade percebida dos produtos.

A integração entre caracterização físico-química e análise sensorial também pode contribuir para a seleção de frutos destinados a diferentes processos tecnológicos. Características como acidez, concentração de açúcares, pigmentação e composição fenólica podem orientar a escolha da matéria-prima para bebidas, geleias, produtos desidratados, ingredientes alimentícios e outros derivados (Farias; Sanches; Petrus, 2024).

Essa relação também foi demonstrada por Souza et al. (2020) em bebidas elaboradas com murici e taperebá, frutas nativas da Amazônia. Os autores observaram que diferenças nos teores de sólidos solúveis, açúcares, acidez e outros componentes físico-químicos influenciaram as características das formulações e sua aceitação sensorial, evidenciando que a composição da matéria-prima deve ser considerada na elaboração de bebidas à base de frutas nativas.

Assim, a caracterização científica das frutas nativas pode ultrapassar uma abordagem meramente descritiva e assumir função estratégica no desenvolvimento tecnológico. Conhecer a composição e as características sensoriais de uma espécie permite identificar atributos com potencial de diferenciação e direcioná-los para aplicações capazes de gerar maior valor agregado.

4.6 FRUTAS NATIVAS, SUSTENTABILIDADE E BIOECONOMIA

A utilização de frutas nativas como matérias-primas para o desenvolvimento de novos produtos apresenta potencial para contribuir para a valorização da biodiversidade e para a diversificação das cadeias produtivas locais. A transformação de matérias-primas pouco exploradas em alimentos e bebidas com maior valor agregado pode ampliar suas possibilidades de comercialização e contribuir para o fortalecimento de sistemas produtivos associados à sociobiodiversidade (Santos et al., 2011; Farias; Sanches; Petrus, 2024).

O aproveitamento integral dos frutos também apresenta relevância nesse contexto. A utilização de partes normalmente descartadas, como cascas e sementes, pode contribuir para reduzir perdas e possibilitar a obtenção de ingredientes ricos em compostos de interesse tecnológico ou nutricional (Vizzotto; Santos; Ducroquet, 2017a; Borges et al., 2024).

Um exemplo dessa perspectiva pode ser observado nas atividades desenvolvidas pela Rota dos Butiazais, na qual o butiá é associado a diferentes formas de aproveitamento e geração de valor. Além do consumo e conservação da polpa e da produção de alimentos, como geleias, chimias e doces, o fruto pode ser utilizado na elaboração de bebidas e licores, enquanto a semente pode ser empregada para obtenção de óleo. As folhas e fibras também apresentam usos artesanais e produtivos, como a confecção de cestos e outros objetos, e o aproveitamento da fibra residual como matéria orgânica para o solo. Esse conjunto de práticas demonstra como uma mesma espécie pode originar diferentes produtos e usos, ampliando o aproveitamento da biomassa e fortalecendo estratégias de bioeconomia associadas à conservação da sociobiodiversidade (Barbieri, 2021).

Outras frutas nativas também apresentam possibilidades de aproveitamento diversificado. O araçá, a uvaia, a guabiroba, a jabuticaba e a cereja-do-Rio-Grande, por exemplo, podem ser utilizadas na elaboração de geleias, doces, sucos, polpas, bebidas, sorvetes e outros produtos alimentícios, além de apresentarem potencial para o desenvolvimento de ingredientes e produtos com maior valor agregado. Dessa forma, a diversificação das formas de processamento pode contribuir para reduzir perdas, ampliar a

vida útil das matérias-primas e criar novas oportunidades para agricultores, agroindústrias e empreendimentos locais (Brack et al., 2020).

A caracterização físico-química e a análise sensorial podem, portanto, atuar como instrumentos de aproximação entre biodiversidade, ciência e mercado. A identificação de atributos diferenciados e a comprovação de características de qualidade podem subsidiar o desenvolvimento de produtos e estratégias de valorização baseadas na origem, na composição e na identidade sensorial das matérias-primas (Schiassi et al., 2018).

Entretanto, a valorização econômica das frutas nativas deve estar associada ao uso sustentável dos recursos naturais e à conservação da biodiversidade. O aumento da demanda por essas espécies deve ser acompanhado por estratégias de produção e manejo que contribuam para a conservação dos recursos genéticos e para a sustentabilidade das cadeias produtivas (Santos et al., 2011; Farias; Sanches; Petrus, 2024). De modo geral, os estudos analisados demonstram que as frutas nativas brasileiras apresentam potencial para o desenvolvimento de produtos diferenciados, mas também evidenciam a necessidade de ampliar o conhecimento científico sobre diversas espécies. Estudos que integrem caracterização físico-química, análise sensorial, comportamento tecnológico e aceitação do consumidor poderão contribuir para preencher essas lacunas e transformar a diversidade de frutas nativas em oportunidades concretas de inovação, agregação de valor e desenvolvimento regional.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão de literatura evidencia que a análise sensorial e a caracterização físico-química são ferramentas indispensáveis para a inovação e a valorização de frutas nativas brasileiras e dos vinhos de terroir. A aplicação de métodos científicos permite compreender as características desses produtos, desenvolver novos alimentos e bebidas com identidade sensorial própria e avaliar sua qualidade e aceitação pelo consumidor.

O desenvolvimento de fermentados a partir de frutas como a jabuticaba, bem como a caracterização do terroir de regiões produtoras de vinho no Brasil, demonstram o potencial da pesquisa aplicada para agregar valor às cadeias produtivas, promover a sustentabilidade e fortalecer a bioeconomia. A integração entre a ciência sensorial, a química de alimentos e a conservação da biodiversidade constitui um caminho promissor para o desenvolvimento de produtos inovadores, que aliam sabor, cultura e sustentabilidade.

Para o futuro, espera-se que a pesquisa continue a explorar o potencial de outras frutas nativas ainda pouco estudadas, aprofundando o conhecimento sobre suas propriedades e seu comportamento tecnológico. A transferência de tecnologia para pequenos produtores e comunidades tradicionais também é fundamental para que o conhecimento científico se converta em benefícios sociais e econômicos, contribuindo para a construção de sistemas alimentares mais diversificados e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, C. V. T. do et al. Qualidade de goiaba-serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1683-1690, 2008. DOI: 10.1590/S0100-204X2008001200007.

ANICETO, A. et al. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, and sensory properties of murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) and taperebá (*Spondias mombin* L.) beverages. **Molecules**, v. 26, n. 2, p. 332, 2021. DOI: 10.3390/molecules26020332.

ARES, G.; JAEGER, S.R. Check-all-that-apply questions: influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141-153, 2013. DOI: 10.1016/j.foodqual.2012.08.016.

BARBIERI, R. L. et al. Rota dos butiazais: conectando pessoas para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; MARZALL, K.; SILVA, W. G. da (org.). **Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros**. Brasília, DF: MAPA, 2021. p. 156–157.

BORGES, L. L. R. et al. Enhancement of phenolic compounds bioaccessibility in jabuticaba wine through fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. **Food and Bioproducts Processing**, v. 148, p. 198-207, 2024. DOI: 10.1016/j.fbp.2024.09.004.

BRACK, P. et al. Frutas nativas do Rio Grande do Sul, Brasil: riqueza e potencial alimentício. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 71, e03102018, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-7860202071091

FARIAS, T. R. B.; SANCHES, N. B.; PETRUS, R. R. The amazing native Brazilian fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 64, n. 26, p. 9382–9399, 2024. DOI: 10.1080/10408398.2023.2212388.

OLIVEIRA, E.; LISBOA, G. S.; SILVA, V. A.. O terroir como categoria geográfica: origem e abordagens conceituais. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 6, e11291, 2022. DOI: https://doi.org/10.22481/rg.v6.e2022.e11291

PADILHA, C. V. da S. et al. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. **Journal of Food Biochemistry**, v. 41, n. 2, e12322, 2017. DOI: 10.1111/jfbc.12322.

PINTO, Teresa; VILELA, Alice; COSME, Fernanda. Chemical and sensory characteristics of fruit juice and fruit fermented beverages and their consumer acceptance. **Beverages**, v. 8, n. 2, p. 33, 2022. DOI: 10.3390/beverages8020033.

ROSA, F. A. F. et al. Aromatic Profile and Phenolic Composition of White Wines from Hybrid Grapes Grown onto Different Rootstocks and Regions of Brazil. **ACS Omega**, v. 11, n. 10, p. 15830-15841, 2026. DOI: 10.1021/acsomega.5c08882.

RUIZ-CAPILLAS, C.; HERRERO, A. M. Sensory analysis and consumer research in new product development. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 582, 2021. DOI: 10.3390/foods10030582.

SANT'ANA, Rodrigo Ribeiro Arnt et al. Butia catarinensis as a sustainable ingredient in Brazilian mead: chemical properties, volatile composition, sensory profile and consumer acceptance. **Journal of Food Science**, v. 91, n. 4, e71007, 2026. DOI: 10.1111/1750-3841.71007.

SANTOS, K. L. dos et al. **Orientações para o cultivo da goiabeira-serrana (Acca sellowiana)**. Florianópolis: Epagri, 2011. 44 p. (Epagri. Boletim Técnico, 153). Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbf/a/KP3cXy6XXRvpQWHg4BnjQgB/. Acesso em: 23 jul. 2026.

SCHIASSI, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos et al. Fruits from the Brazilian Cerrado region: physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, p. 305–311, 2018. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.10.104.

SOUZA, V. R. de et al. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 5, p. 2341–2347, 2020. DOI: 10.1002/fsn3.1520.

VILAS BOAS, A. C. et al. Bioactive compounds in wines produced in a new area for vitiviniculture in Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 5, p. 1356-1368, 2019. DOI: 10.14393/BJ-v35n5a2019-42268.

VIZZOTTO, M.; SANTOS, K. L.; DUCROQUET, J. P. H. J. Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of feijoa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 12, p. 1205-1214, 2017a. DOI: 10.1590/S0100-204X2017001200011.

VIZZOTTO, M.; SANTOS, K. L. dos; DUCROQUET, J. P. H. J. Fruit quality of Brazilian genotypes of feijoa at harvest and after storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 9, p. 734-742, 2017b. DOI: 10.1590/S0100-204X2017000900005.

WANDERLEY, B. R.S. et al. Impact of pre-fermentative maceration techniques on the chemical characteristics, phenolic composition, *in vitro* bioaccessibility, and biological activities of alcoholic and acetic fermented products from jaboticaba (*Plinia trunciflora*). **Food Research International**, v. 197, p. 115246, 2024. DOI: 10.1016/j.foodres.2024.115246.

YANG, J.; LEE, J. Korean consumers' acceptability of commercial food products and usage of the 9-point hedonic scale. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 6, e12467, 2018. DOI: 10.1111/joss.12467.

ZHU, Yuxuan et al. Relationship between consumer acceptance, sensory characteristics, and physicochemical characteristics of "Fuji" apples from different origins. **Journal of Food Science**, v. 89, n. 11, p. 7944–7957, 2024. DOI: 10.1111/1750-3841.17296.

CAPÍTULO 4

BEBIDA FERMENTADA DE JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*): POTENCIAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS

FERMENTED JAMBOLAN (*SYZYGIUM CUMINI*) BEVERAGE: POTENTIAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-004

Lucía Gabriela Ferreira da Silva
Cursando o Ensino Médio, Colégio São Carlos de Santa Vitória do Palmar
E-mail: lugafada@gmail.com

Luiza de Oliveira Abreu
Cursando o Ensino Médio, Escola Estadual de Ensino Médio Comendador Eduardo Secco
E-mail: luizadoa@gmail.com

José Matheus Santos Oliveira
Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: josematheussantos98@gmail.com

Ana Cristina Silva da Natividade
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: ana25natividade@gmail.com

Maria Eduarda Anschau
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: mariaeduardaanschau@gmail.com

Renires dos Santos Teixeira
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: reniresantos@gmail.com

Leonardo Nora
Doutor em *Biologia Molecular de Plantas*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: lnora@me.com

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologia Molecular Vegetal*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma bebida fermentada alcoólica de jambolão (*Syzygium cumini*) e caracterizá-la quanto aos parâmetros físico-químicos e à presença de compostos bioativos. Frutos maduros e íntegros foram coletados nos arredores da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão (RS, Brasil), higienizados, despolpados e processados utilizando polpa e casca. O mosto obtido foi ajustado para 20 °Brix, apresentou pH inicial de 3,5 e foi inoculado com a levedura *Saccharomyces*

cerevisiae Maurivin AWRI Rosa. A fermentação foi conduzida por 20 dias em temperatura ambiente, sob condições de baixa disponibilidade de oxigênio. Após o processamento, a bebida foi avaliada quanto ao pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável, teor alcoólico, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP e teor de antocianinas totais. A bebida apresentou teor alcoólico de 7,9% (v/v), pH final de 3,58, teor de antocianinas de 218 mg equivalentes de cianidina-3-glicosídeo por 100 mL e atividade antioxidante de 4,16, 5,91 e 13,77 µmol equivalentes de Trolox g^{-1} pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP, respectivamente. Os resultados indicam que o processo fermentativo permitiu a obtenção de uma bebida com características físico-químicas adequadas e manutenção de compostos bioativos presentes no jambolão. Dessa forma, o fruto apresenta potencial para utilização como matéria-prima na elaboração de bebidas fermentadas, contribuindo para seu aproveitamento tecnológico e agregação de valor.

Palavras-chave: Antocianinas; Bebida fermentada; Compostos fenólicos; Fermentação alcoólica; *Syzygium cumini*.

ABSTRACT

This study aimed to develop an alcoholic fermented beverage from jambolan (*Syzygium cumini*) and characterize it regarding physicochemical parameters and the presence of bioactive compounds. Mature and intact fruits were collected from the surroundings of the Federal University of Pelotas, Capão do Leão Campus (RS, Brazil), sanitized, pulped, and processed using both pulp and peel. The obtained must was adjusted to 20 °Brix, presented an initial pH of 3.5, and was inoculated with the yeast *Saccharomyces cerevisiae* Maurivin AWRI Rosa. Fermentation was conducted for 20 days at room temperature under low oxygen availability conditions. After processing, the beverage was evaluated for pH, total soluble solids, titratable acidity, alcohol content, total phenolic compounds, antioxidant activity by DPPH, ABTS, and FRAP assays, and total anthocyanin content. The beverage presented an alcohol content of 7.9% (v/v), final pH of 3.58, anthocyanin content of 218 mg cyanidin-3-glucoside equivalents per 100 mL, and antioxidant activity of 4.16, 5.91, and 13.77 µmol Trolox equivalents g^{-1} by DPPH, ABTS, and FRAP methods, respectively. The results indicate that the fermentation process enabled the production of a beverage with suitable physicochemical characteristics and preservation of bioactive compounds from jambolan. Therefore, this fruit shows potential as a raw material for the production of fermented beverages, contributing to its technological utilization and value addition.

Keywords: Alcoholic fermentation; Anthocyanins; Fermented beverage; Phenolic compounds; *Syzygium cumini*.

1 INTRODUÇÃO

A produção de bebidas fermentadas a partir de frutas não viníferas tem se destacado como uma alternativa para aproveitar matérias-primas regionais ainda pouco exploradas comercialmente. Embora o vinho seja tradicionalmente produzido a partir da uva, diversas frutas apresentam açúcares fermentescíveis, ácidos orgânicos, compostos aromáticos e nutrientes que permitem a obtenção de bebidas fermentadas com características sensoriais próprias. Além disso, esse processamento contribui para reduzir perdas pós-colheita, aumentar a vida útil dos frutos e agregar valor a espécies de uso limitado (Muniz et al., 2002; Pinto et al., 2015).

No Brasil, a grande diversidade de frutas tropicais e subtropicais favorece o desenvolvimento de bebidas fermentadas com diferentes características sensoriais e funcionais. Estudos mostram que frutas com elevada perecibilidade podem ser utilizadas como substratos para fermentação alcoólica, desde que parâmetros como teor de açúcares, pH, temperatura e tipo de levedura sejam adequadamente controlados (Assis Neto et al., 2010; Pinto et al., 2015). Dessa forma, a produção de fermentados de frutas representa uma oportunidade de inovação para a agroindústria e de aproveitamento de recursos sazonais.

Entre essas frutas destaca-se o jambolão (*Syzygium cumini*), pertencente à família Myrtaceae e conhecido no Brasil por diferentes nomes populares. Originário da Ásia, o jambolão adaptou-se bem às condições climáticas brasileiras, frutificando entre janeiro e maio e desenvolvendo-se em diferentes tipos de solo (Silva et al., 2010). O fruto apresenta coloração roxa intensa, sabor adstringente e elevado teor de compostos bioativos, como antocianinas, flavonoides e taninos. Além do consumo in natura, pode ser utilizado na produção de geleias, licores, vinagres e doces (Vizzotto; Fetter, 2009; Barcia; Medina; Zambiazi, 2010; Donato et al., 2021).

Apesar desse potencial, o jambolão ainda é pouco aproveitado comercialmente devido à sua rápida deterioração e à adstringência, características que limitam o consumo do fruto fresco. Nesse contexto, a produção de fermentados alcoólicos surge como uma alternativa para ampliar seu aproveitamento. Além de contribuir para a conservação da matéria-prima, esse processamento permite obter bebidas com coloração característica, devido à presença de antocianinas, enquanto os compostos fenólicos estão associados ao potencial antioxidante do produto. No entanto, fatores como composição química do fruto, estádio de maturação, acidez, adstringência e intensidade da coloração influenciam diretamente a qualidade final da bebida e devem ser considerados durante sua elaboração (Correia et al., 2015; Donato et al., 2021).

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento de um fermentado alcoólico de jambolão, incluindo o processo de produção, a caracterização físico-química e a avaliação de compostos relacionados ao potencial funcional da bebida. Foram determinados o pH, os sólidos solúveis totais, a acidez titulável, o teor alcoólico, os compostos fenólicos totais, a atividade antioxidante e o teor de antocianinas totais,

contribuindo para ampliar o conhecimento sobre o potencial do jambolão como matéria-prima para a produção de bebidas fermentadas.

2 METODOLOGIA

2.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Os frutos de jambolão (*Syzygium cumini*) utilizados na elaboração da bebida fermentada foram colhidos nos arredores da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão (RS, Brasil), em 15 de abril de 2026. A colheita foi realizada manualmente, selecionando-se frutos maduros, íntegros e sem sinais de deterioração ou injúrias mecânicas, totalizando 1,5 kg de matéria-prima.

Os frutos selecionados foram encaminhados ao Laboratório de Metabolismo Secundário do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), onde foram lavados em água corrente para remoção de sujidades superficiais. Posteriormente, foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio contendo 100 $mg.L^{-1}$ de cloro ativo (0,01%) durante 30 min e enxaguados em água potável para remoção dos resíduos do sanitizante. Após a higienização, os frutos foram destinados ao processamento para obtenção da bebida fermentada.

2.2 PREPARO DA BEBIDA FERMENTADA

Após a higienização, os frutos foram despolpados manualmente e processados em liquidificador doméstico (Britânia, Electronic Filter, 220 V), utilizando-se polpa e casca, totalizando 841 g de material vegetal. O homogenato foi filtrado em peneira de aço inoxidável de 60 mesh para obtenção do mosto. O teor de sólidos solúveis foi ajustado para 20 °Brix com adição de sacarose comercial. O pH inicial do mosto foi de 3,5, determinado por potenciometria utilizando pHmetro digital (Hanna, modelo Edge pH), não sendo necessária sua correção. Todas as etapas de preparo foram realizadas à temperatura ambiente (23 °C).

A fermentação foi iniciada pela inoculação de levedura seca ativa *Saccharomyces cerevisiae* (Maurivin AWRI Rosa), previamente reidratada e adicionada na concentração de 0,35 $g.L^{-1}$, conforme recomendação do fabricante. O processo fermentativo foi conduzido em um sistema composto por recipiente plástico de 10 L provido de selo hidráulico, permitindo a liberação do dióxido de carbono e mantendo condições anaeróbias durante a fermentação. O processo foi realizado por 20 dias à temperatura ambiente. Ao final da fermentação, a bebida foi filtrada para remoção dos resíduos sólidos, transferida para recipiente de vidro (Dimensões 18 C x 37L x 17A, capacidade 3.2L) higienizado e mantida sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas e de compostos bioativos.

2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FERMENTADO ALCOÓLICO

As análises físico-químicas foram realizadas em amostras da bebida após a fermentação e filtração, seguindo adaptações da metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Foram determinados o pH, os sólidos solúveis totais, a acidez titulável e o teor alcoólico.

O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro digital (Hanna, modelo Edge pH), previamente calibrado com soluções tampão padrão. Os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados em refratômetro (RTS-101-ATC/Instrutemp).

A acidez titulável foi determinada por titulação potenciométrica utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L^{-1}. Devido à intensa coloração da bebida, o ponto final da titulação foi determinado com auxílio de pHmetro digital, adotando-se pH 8,2 como ponto de equivalência. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 mL de amostra.

O teor alcoólico foi determinado por destilação seguida de alcoometria. Uma alíquota de 100 mL da amostra foi submetida à destilação em rotaevaporador a vácuo. O destilado foi transferido para balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume com água destilada. Em seguida, o teor alcoólico aparente foi determinado por alcoômetro e corrigido utilizando tabela oficial de correção alcoométrica, considerando a temperatura da solução no momento da leitura. Os resultados foram expressos em graus Gay-Lussac (°GL).

2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada segundo adaptações do método de Singleton e Rossi (1965). Alíquotas de 1 mL do fermentado foram adicionadas a 10 mL de metanol, homogeneizadas em vórtex por 1 min e centrifugadas a 10.900 × g durante 15 min a 15 °C. O sobrenadante foi coletado, acondicionado em tubos protegidos da luz e armazenado a –20 °C até a análise.

Para a reação, utilizaram-se 250 µL do extrato, 4 mL de água destilada e 250 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (1 N). Após 3 min de repouso no escuro, foram adicionados 500 µL de carbonato de sódio (1 M). As amostras permaneceram em repouso por 2 h no escuro e a absorbância foi determinada a 725 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices). A concentração de compostos fenólicos foi determinada por curva analítica de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (mg AGE) por 100 mL de amostra.

2.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante do fermentado alcoólico de jambolão foi determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP, conforme adaptações dos métodos descritos por Brand-Williams et al. (1995), Rufino et al. (2007), Benzie e Strain (1996), com adaptações de Arnous et al. (2002) para o métodod FRAP.

Para os ensaios de DPPH e ABTS, o extrato foi obtido pela mistura de 1 mL da amostra com 5 mL de metanol P.A., seguida de homogeneização em vórtex por 1 min e centrifugação a 4.000 rpm durante 15 min a 10 °C. O sobrenadante foi utilizado nas análises.

No método ABTS, o radical ABTS$^{\bullet+}$ foi obtido pela reação entre ABTS (7 mM) e persulfato de potássio (140 mM), mantida no escuro por 16 h. A solução foi posteriormente diluída em metanol até atingir absorbância de 0,700 ± 0,005 a 734 nm. Em seguida, 30 µL do extrato foram adicionados a 3 mL da solução de ABTS$^{\bullet+}$ e, após 6 min de reação, a absorbância foi determinada a 734 nm. A atividade antioxidante foi quantificada por curva analítica de Trolox e os resultados foram expressos em µmol de equivalentes de Trolox por mL de amostra (µmol ET/mL).

No método DPPH, 100 µL do extrato foram adicionados a 1,9 mL da solução de DPPH•. Após homogeneização e repouso por 30 min no escuro, a absorbância foi determinada a 515 nm, utilizando metanol como branco. A atividade antioxidante foi calculada por curva analítica de Trolox e os resultados foram expressos em µmol de equivalentes de Trolox por mL de amostra (µmol ET/mL).

Para o ensaio FRAP, a amostra foi previamente diluída na proporção de 1:20 (0,5 mL da amostra em 9,5 mL de água destilada). A reação foi conduzida utilizando 100 µL da amostra diluída, 100 µL de cloreto férrico (3 mM em ácido cítrico 5 mM) e 1.800 µL da solução de TPTZ (0,312 mg mL^{-1} em HCl 0,05 M). As amostras foram incubadas a 37 ± 2 °C durante 30 min, seguidas de repouso por 10 min à temperatura ambiente. A leitura da absorbância foi realizada a 620 nm. Os resultados foram expressos em µmol de equivalentes de Trolox por mL de amostra (µmol ET/mL).

2.6 ANTOCIANINAS TOTAIS

A determinação de antocianinas totais foi realizada por método espectrofotométrico com extração em etanol acidificado, conforme metodologia adaptada de Oliveira (2024). Para a obtenção do extrato, 1 mL da bebida foi adicionado a 15 mL de etanol acidificado, seguido de homogeneização em vórtex por 1 min e centrifugação a 4.000 rpm durante 20 min a 10 °C.

O sobrenadante foi diluído conforme necessário para adequação da leitura espectrofotométrica. A absorbância foi determinada a 540 nm, comprimento de onda definido após varredura espectral da amostra. A concentração de antocianinas totais foi determinada por curva analítica de malvidina-3,5-diglicosídeo (Extrasynthese, Genay, França) e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de malvidina-3,5-diglicosídeo (mg MDG) por 100 mL de amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos da bebida fermentada de jambolão avaliados durante o processo de fermentação são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química da bebida fermentada de jambolão durante o processo de fermentação.

Tempo de fermentação (dias)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (g ácido cítrico L^{-1})	Teor alcoólico (% v/v)
0	3,83 ± 0,06	13,97 ± 0,06	1,33 ± 0,06	-
20	3,58 ± 0,13	14,43 ± 0,12	1,47 ± 0,06	7,9

Dados expressos como média ± desvio-padrão (n = 3). -: não determinado.

Observou-se redução do pH de 3,83 para 3,58 e aumento da acidez titulável de 1,33 para 1,47 $g.L^{-1}$ de ácido cítrico ao longo dos 20 dias de fermentação. Esse comportamento está de acordo com o descrito para fermentados de jambolão na literatura. Correia et al. (2014) relataram pH final de 3,60, enquanto Hornes et al. (2021) observaram valores entre 3,52 e 3,86 e Brandão et al. (2017) entre 3,58 e 3,92.

A manutenção do pH abaixo de 4,0 é considerada adequada para bebidas fermentadas, pois contribui para a estabilidade microbiológica, favorece a preservação da cor e confere características sensoriais relacionadas ao frescor da bebida (Correia et al., 2014; Hornes et al., 2021). Além disso, os valores observados são compatíveis com a atividade fermentativa das leveduras durante o processo.

O mosto inicial apresentou teor de sólidos solúveis de 20 °Brix. Após a fermentação, os valores variaram entre 13,97 e 14,43 °Brix, indicando o consumo de parte dos açúcares pelas leveduras. Entretanto, o teor permaneceu superior ao observado em outros estudos. Brandão et al. (2017), por exemplo, verificaram redução de 23,0 para 11,5 °Brix, enquanto Oliveira et al. (2016) relataram valores finais entre 4,0 e 5,7 °Brix.

A permanência de aproximadamente 14 °Brix na bebida pode estar relacionada à presença de sólidos solúveis não fermentescíveis, como ácidos orgânicos, compostos fenólicos e outros constituintes naturalmente presentes no jambolão, que também contribuem para a leitura refratométrica (Hornes et al., 2021). Apesar desse teor, a fermentação resultou em teor alcoólico de 7,9% (v/v), indicando que houve conversão da fração fermentescível dos açúcares em etanol.

O teor alcoólico obtido está de acordo com os valores descritos para fermentados de jambolão e atende aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira para fermentados de frutas. Resultados semelhantes foram relatados por Brandão et al. (2017), com 8,35% (v/v), Oliveira et al. (2016), com aproximadamente 8% (v/v), e Donato et al. (2021), que obtiveram 7% (v/v).

O teor de antocianinas totais da bebida fermentada foi de 218 mg MDG 100 mL^{-1}, indicando que parte dos pigmentos característicos do jambolão foi preservada durante o processamento. Esse valor foi superior ao relatado por Donato et al. (2021), que encontraram 122,73 mg 100 mL^{-1} em vinho suave de jambolão. Oliveira et al. (2016) também observaram valores inferiores, de aproximadamente 67 mg cyanidin 3-glucoside 100 mL^{-1}, em fermentados elaborados com 100% de jambolão. Da mesma forma, Brandão et al. (2017) relataram concentração máxima de 667,96 $mg.L^{-1}$, equivalente a 66,79 mg 100 mL^{-1} de antocianinas totais.

As diferenças entre os estudos podem estar relacionadas às condições de processamento, às características da matéria-prima e às etapas de elaboração da bebida. Segundo Siebeneichler et al. (2026), as antocianinas do jambolão apresentam elevada sensibilidade à degradação termo-oxidativa, podendo ocorrer perdas de até 49% durante o processamento de geleias. Dessa forma, o teor de antocianinas observado neste estudo sugere que as condições empregadas durante a elaboração do fermentado favoreceram a preservação desses compostos ao longo da fermentação e da estabilização da bebida.

Os resultados da atividade antioxidante e do teor de antocianinas da bebida fermentada de jambolão são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Atividade antioxidante e teor de antocianinas da bebida fermentada de jambolão (*Syzygium cumini)*.

Parâmetro	**Valor**
DPPH (μmol TE mL^{-1})	4,16 ± 0,07
ABTS (μmol TE mL^{-1})	5,91 ± 0,49
FRAP (μmol TE mL^{-1})	13,77 ± 1,04
Antocianinas totais (mg MDG 100 mL^{-1})	218

TE = equivalente de Trolox; MDG = malvidina-3,5-diglicosídeo. Os resultados são apresentados como média ± desvio-padrão (n = 3).

A bebida também apresentou atividade antioxidante pelos métodos FRAP (13,77 μmol TE mL^{-1}), ABTS (5,91 μmol TE mL^{-1}) e DPPH (4,16 μmol TE mL^{-1}) (Tabela 2). As diferenças entre os valores obtidos são esperadas, uma vez que cada método avalia a atividade antioxidante por mecanismos químicos distintos, baseados principalmente na transferência de elétrons ou na doação de átomos de hidrogênio (Liviz et al., 2025; Shanshiashvili et al., 2025).

Por esse motivo, os resultados obtidos pelos diferentes ensaios não são diretamente comparáveis, mas complementares na avaliação da capacidade antioxidante da bebida.

Estudos anteriores demonstram que bebidas fermentadas de jambolão com maiores concentrações de compostos fenólicos e antocianinas tendem a apresentar maior atividade antioxidante (Oliveira et al., 2016; Donato et al., 2021). Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com essa tendência, indicando que a preservação desses compostos bioativos pode ter contribuído para a capacidade antioxidante observada. Em conjunto, esses resultados evidenciam o potencial do jambolão como matéria-prima para a produção de bebidas fermentadas, associando características tecnológicas adequadas à presença de compostos bioativos de interesse.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma bebida fermentada de jambolão (*Syzygium cumini*) e caracterizar suas propriedades físico-químicas e compostos bioativos. Os resultados

demonstraram que o fermentado apresentou características físico-químicas adequadas, teor alcoólico compatível com fermentados de frutas e preservação de antocianinas e atividade antioxidante após o processo fermentativo, evidenciando o potencial do jambolão para a produção desse tipo de bebida. Os resultados obtidos contribuem para ampliar o conhecimento sobre o aproveitamento tecnológico do jambolão, incentivando a valorização de uma espécie ainda pouco explorada comercialmente e com potencial para agregação de valor. Estudos futuros podem avaliar a estabilidade da bebida durante o armazenamento, sua aceitação sensorial e a identificação dos compostos bioativos responsáveis pelas propriedades antioxidantes.

REFERÊNCIAS

AMAZON GROUP PRODUTOS PARA BEBIDAS LTDA. **Maurivin AWRI Rosa**: ficha técnica. Bento Gonçalves: Amazon Group, [s. d.].

ARNOUS, Athanasios; MAKRIS, Dimitris; KEFALAS, Petros. Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, n. 6, p. 655–665, 2002.

ASSIS NETO, Edson Ferreira; CRUZ, José Marcos Pereira; BRAGA, Ana Cristina Cardoso; SOUZA, José Henrique Pereira. Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (Artocarpus heterophyllus Lam.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 186–197, 2010.

BARCIA, Maria Tereza; MEDINA, Aline Lopes; ZAMBIAZI, Rui Carlos. Características físico-químicas e sensoriais de geleias de jambolão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 25–36, 2010.

BENZIE, Ian Fraser; STRAIN, John Joseph. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70–76, 1996.

BRANDÃO, Taís Silva de Oliveira; PINHO, Lorena Silva; SILVA-HUGHES, Alice Ferreira da; SOUZA, Jéssica Lima de; ROSA, Carlos Augusto; TESHIMA, Elisa; BRANDÃO, Hugo Neves; DAVID, Jorge Mauricio. Characterization of the jambolan (Syzygium cumini L.) fruit wine processing. **BioResources**, v. 12, n. 4, p. 7069–7083, 2017.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie Elisabeth; BERSET, Claudette. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

CORREIA, José Luís Almeida et al. Aproveitamento do fruto jambolão (Syzygium cumini) para elaboração de vinho. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS, 20.; SIMPÓSIO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSA, 11., 2015, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: [s. n.], 2015.

DONATO, Larissa Bello; RIBEIRO, Jéssica Souza; TAPIA, Daniel Mario Tapia; VIANA, Eduardo Bruno Macêdo; ZANUTO, Márcia Elena. Produção de fermentado alcoólico de jambolão (Syzygium cumini Lamarck): avaliação do teor de bioativos e da atividade antioxidante. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Garanhuns, v. 11, n. 2, p. 652–659, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

MUNIZ, Carlos Roberto; BORGES, Maria de Fátima; ABREU, Francisco Antonio Pinto; NASSU, Renata Tieko; FREITAS, Cláudia Azevedo Soares. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 309–322, 2002.

OLIVEIRA, José Matheus Santos; LEAL, Andreza Brito; CRIZEL, Rosane Lopes; MEINHART, Adriana Dillenburg; CABRAL, Bruno Noschang; ROMBALDI, Cesar Valmor. BRS Carmem grape: a rich source of malvidin-3,5-diglucoside with technological potential. **European Food Research and Technology**, v. 252, n. 1, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s00217-025-04964-y.

OLIVEIRA, Érica Resende; CALIARI, Márcio; SOARES JÚNIOR, Manoel Soares; VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros. Bioactive composition and sensory evaluation of blended jambolan (*Syzygium cumini*) and sugarcane alcoholic fermented beverages. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 122, n. 4, p. 719–728, 2016. DOI: https://doi.org/10.1002/jib.370.

LIVIZ, Cleber do Amaral Mafessoni et al. Physicochemical properties, bioactive compounds, and pesticide residues in commercial fruit juices. **Microchemical Journal**, v. 218, p. 115144, 2025.

PINTO, Larissa Costa; ZAULI, Caroline; AGUIAR-OLIVEIRA, Edna; MALDONADO, Rafael Rodrigues. Estudo da fermentação alcoólica de frutas tropicais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS, 20.; SIMPÓSIO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSA, 11., 2015, Fortaleza. **Anais [...].** Fortaleza: [s. n.], 2015.

RUFINO, Maria do Socorro Moura et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007.

SIEBENEICHLER, Tatiane Jéssica; SANTOS, Felipe Nardo dos; JANSEN-ALVES, Cristina; ZAVAREZE, Elessandra da Rosa; DIAS, Alvaro Renato Guerra. Jambolan (Syzygium cumini) as a functional food: a review on its chemistry, bioactivities and agro-industrial applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 19, art. 21, 2026.

SHANSHIASHVILI, Gvantsa et al. Extraction of grape juice: Impact of laboratory-scale pressing methods on the chemical composition. **Beverages**, v. 11, n. 1, p. 23, 2025.

SINGLETON, Vernon Leon; ROSSI, Joseph Albert. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

TAVARES, Isabela Maria Carvalho; LAGO-VANZELA, Eliane Silvia; REBOUÇAS, Tânia Nunes H.; RAMOS, Afonso M.; GOMEZ-ALONSO, Salvador; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, Isidro; DA-SILVA, Ricardo. Dehydration of jambolan [Syzygium cumini (L.)] juice during foam mat drying: quantitative and qualitative changes of the phenolic compounds. **Food Research International**, v. 102, p. 32–42, 2017.

VIZZOTTO, Márcia; FETTER, Mara Roseli. **Jambolão**: o poderoso antioxidante. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/747032/1/jambolaoMarcia.pdf. Acesso em: 3 jun. 2026.

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE KOMBUCHAS INSPIRADAS NO QUENTÃO BRASILEIRO

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF KOMBUCHAS INSPIRED BY THE TRADITIONAL BRAZILIAN *QUENTÃO*

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-005

Maria Eduarda Anschau
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: mariaeduardaanschau@gmail.com

Renires dos Santos Teixeira
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: reniresantos@gmail.com

Ana Cristina Silva da Natividade
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: ana25natividade@gmail.com

José Matheus Santos Oliveira
Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: josematheussantos98@gmail.com

Flavia Tayna Serra Silva
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: flavia.belavista2@gmail.com

Thaís Gonçalves Subeldia
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: thaissubeldia12@gmail.com

Gabriela Avello Crepaldi
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: gabrielaavellocreppaldi@gmail.com

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologia Molecular Vegetal*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

Leonardo Nora
Doutor em *Biologia Molecular de Plantas*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: lnora@me.com

RESUMO

A kombucha é uma bebida fermentada reconhecida pelo seu potencial funcional, cuja composição pode ser modificada pela incorporação de ingredientes ricos em compostos bioativos. Neste estudo, objetivou-se desenvolver uma kombucha inspirada no perfil sensorial do quentão brasileiro, elaborada com suco de uva,

canela, cravo e casca de laranja. Foram produzidas uma kombucha tradicional (KT), utilizada como controle, uma kombucha contendo 10% da formulação sabor quentão (K1) e uma kombucha contendo 20% da formulação sabor quentão (K2). As bebidas foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, compostos fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS. A K1 e a K2 apresentaram menores valores de pH (3,29 e 3,19) e maiores valores de SST (9,37 e 12,40 °Brix) e acidez titulável (2,87 e 3,60 mEq/100 mL) em comparação à KT (3,62; 6,90 °Brix; 2,33 mEq/100 mL). Os compostos fenólicos totais variaram de 34,90 µg AGE/100 mL na KT para 66,85 e 86,15 µg AGE/100 mL na K1 e K2, respectivamente. As antocianinas foram detectadas apenas nas formulações contendo suco de uva, alcançando 2123,48 µg MDG/100 mL na K1 e 3213,93 µg MDG/100 mL na K2. A atividade antioxidante também diferiu entre as formulações, sendo registrados os maiores valores na K2 para DPPH (291,50 µmol TE/100 mL) e ABTS (574,80 µmol TE/100 mL). Os resultados demonstram que a incorporação da formulação sabor quentão modificou as características físico-químicas da kombucha e promoveu maior conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante, destacando a K2 como a formulação de melhor desempenho entre as bebidas avaliadas.

Palavras-chave: Antocianinas; Atividade antioxidante; Compostos fenólicos; Suco de uva.

ABSTRACT

Kombucha is a fermented beverage recognized for its functional potential, whose composition can be modified through the incorporation of ingredients rich in bioactive compounds. This study aimed to develop a kombucha inspired by the sensory profile of the traditional Brazilian *quentão*, formulated with grape juice, cinnamon, cloves, and orange peel. Three formulations were produced: a traditional kombucha (KT), used as the control, a kombucha containing 10% of the *quentão*-flavored formulation (K1), and a kombucha containing 20% of the *quentão*-flavored formulation (K2). The beverages were characterized in terms of pH, total soluble solids (TSS), titratable acidity, total phenolic compounds, anthocyanins, and antioxidant activity using the DPPH and ABTS assays. K1 and K2 exhibited lower pH values (3.29 and 3.19, respectively) and higher TSS (9.37 and 12.40 °Brix, respectively) and titratable acidity (2.87 and 3.60 mEq/100 mL, respectively) than KT (3.62, 6.90 °Brix, and 2.33 mEq/100 mL, respectively). Total phenolic compounds ranged from 34.90 µg GAE/100 mL in KT to 66.85 and 86.15 µg GAE/100 mL in K1 and K2, respectively. Anthocyanins were detected only in the formulations containing grape juice, reaching 2,123.48 µg M3,5DG/100 mL in K1 and 3,213.93 µg M3,5DG/100 mL in K2. Antioxidant activity also differed among the formulations, with K2 showing the highest values for both DPPH (291.50 µmol TE/100 mL) and ABTS (574.80 µmol TE/100 mL) assays. These findings demonstrate that the incorporation of the *quentão*-flavored formulation modified the physicochemical characteristics of kombucha and promoted

higher levels of bioactive compounds and antioxidant activity, highlighting K2 as the formulation with the best overall performance among the beverages evaluated.

Keywords: Anthocyanins; Antioxidant activity; Grape juice; Phenolic compounds.

1 INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida fermentada produzida a partir da fermentação aeróbica de uma infusão adoçada de *Camellia sinensis* por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY, *Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) (Morales et al., 2023). Na fermentação, as leveduras hidrolisam a sacarose em glicose e frutose por meio da enzima invertase, convertendo os açúcares em etanol e dióxido de carbono (Cánovas et al., 2026; Yeboah et al., 2026; Martins et al., 2025). Em seguida, bactérias ácido-acéticas oxidam o etanol, produzindo ácido acético e outros ácidos orgânicos responsáveis pela redução do pH e pela estabilidade microbiológica da bebida. Com isso, os microrganismos promovem modificações importantes na composição química do chá da kombucha, incluindo a liberação de compostos fenólicos ligados à parede celular vegetal pela ação de enzimas como β-glicosidases e tanases, aumentando a disponibilidade de compostos bioativos (Yeboah et al., 2026; Martins et al., 2025; Morales et al., 2023). Sendo assim, a kombucha contém ácidos orgânicos, vitaminas, aminoácidos, compostos fenólicos e compostos bioquímicos oriundos da fermentação, associados à elevada capacidade antioxidante e a diferentes propriedades biológicas descritas na literatura (Alves et al., 2025; Li et al., 2022; Nogueira et al., 2025; Lloyd et al., 2025; Xu et al., 2025).

O interesse por alimentos fermentados e bebidas funcionais tem fomentado significativamente o aumento comercial da kombucha, estimulando o desenvolvimento de novas formulações com maior valor nutricional, funcional e sensorial (Cánovas et al., 2026).

Nesse cenário, a diversificação das matérias-primas utilizadas na produção de kombucha tem recebido atenção da comunidade científica e da indústria de alimentos. Embora a bebida seja tradicionalmente elaborada utilizando infusões de chá verde ou chá preto, a incorporação de frutas, hortaliças, flores, ervas aromáticas, especiarias e subprodutos agroindustriais tornou-se uma estratégia empregada para modificar suas características físico-químicas e sensoriais (Morales et al., 2023; Cánovas et al., 2026; Xu et al., 2025; Mendonça et al., 2023). Esses ingredientes incorporam aromas, sabores, cores e novos compostos bioativos à bebida, enriquecendo seu perfil fitoquímico e potencializando sua atividade antioxidante (Martins et al., 2025; Alves et al., 2025; Luo et al., 2026).

Entre as diversas possibilidades de formulação, a combinação de suco de uva, canela, cravo e casca de laranja destaca-se por compor o perfil aromático característico de bebidas tradicionais de inverno, como o quentão brasileiro e o *mulled wine* (Dordevic et al., 2019; Liang et al., 2021; Cánovas et al., 2026;

Shahbazi et al., 2018). Além da reconhecida importância cultural dessas bebidas, seus ingredientes apresentam elevado potencial funcional. O suco de uva constitui uma importante fonte de compostos fenólicos e antocianinas, contribuindo para o incremento da atividade antioxidante e para a intensificação da coloração da bebida (Li et al., 2022). A canela e o cravo são ricos em compostos bioativos, destacando-se o aldeído cinâmico e o eugenol, respectivamente, associados à atividade antioxidante e antimicrobiana (Spence, 2024; Shahbazi et al., 2018). Complementarmente, a casca de laranja representa um subproduto agroindustrial rico em flavanonas, principalmente hesperidina e narirutina, compostos reconhecidos por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, além de constituir uma alternativa sustentável para o aproveitamento de resíduos da indústria citrícola (Cánovas et al., 2026). Assim, a associação desses ingredientes permite reunir diferentes classes de compostos bioativos em uma única matriz fermentada, ampliando seu potencial funcional e tecnológico.

Estudos recentes demonstram que a adição de frutas e especiarias durante a elaboração da kombucha promove alterações significativas na composição química da bebida, influenciando o conteúdo de compostos fenólicos, a atividade antioxidante e as características sensoriais (Morales et al., 2023; Shahbazi et al., 2018; Tomar, 2023). Da mesma forma, trabalhos envolvendo bebidas tradicionais aromatizadas, como o mulled wine, evidenciam que a combinação entre uva e especiarias favorece o aumento da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos (Dordevic et al., 2019; Liang et al., 2021). Entretanto, embora existam estudos abordando individualmente a utilização de suco de uva, especiarias ou casca de laranja na elaboração de kombuchas, a literatura disponível ainda não contempla a associação simultânea desses ingredientes em uma única formulação inspirada no perfil sensorial do quentão. Dessa forma, permanecem pouco conhecidos os efeitos dessa combinação sobre as características físico-químicas e o potencial bioativo da bebida.

Diante desse contexto, este capítulo apresenta o desenvolvimento de kombuchas elaboradas com duas concentrações de uma formulação inspirada no sabor do quentão, composta por suco de uva, canela, cravo e casca de laranja, utilizando uma kombucha tradicional como controle. As bebidas foram caracterizadas quanto aos sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável, compostos fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante, buscando avaliar o potencial dessa combinação de ingredientes para o desenvolvimento de uma kombucha com identidade sensorial inspirada em uma bebida tradicional brasileira e enriquecida em compostos bioativos.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

O SCOBY, com 8 cm de diâmetro e 150 mL de starter, e o chá verde foram adquiridos na loja Probióticos Brasil, especializada em diversos tipos de starters microbiológicos. O suco de uva tinto integral

(Marca Aurora), sacarose, canela, cravo e laranja foram obtidos em um mercado local em Pelotas, RS, Brasil.

2.2 PREPARO DAS KOMBUCHAS

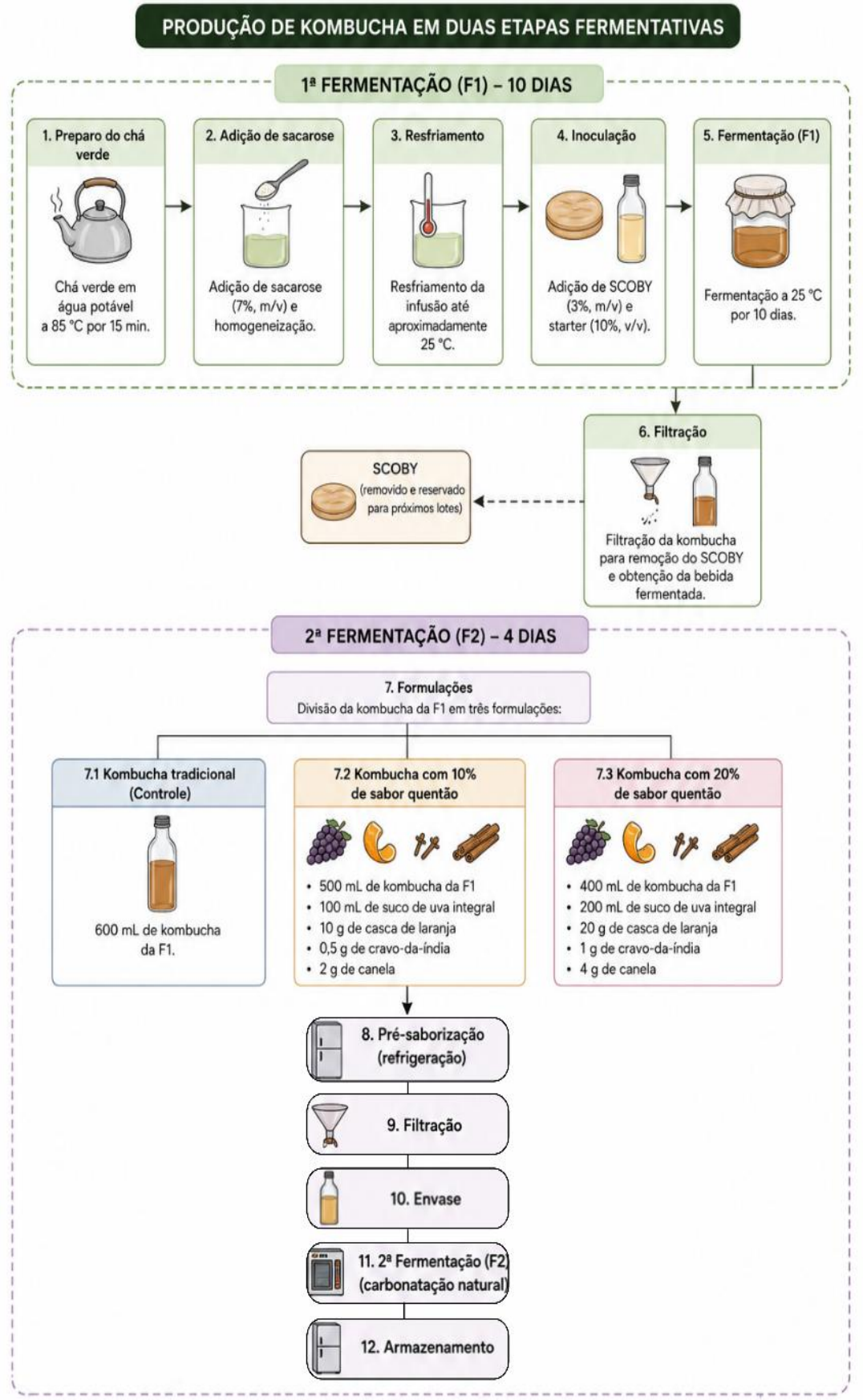
A kombucha foi produzida em duas etapas fermentativas utilizando água potável, chá verde (*Camellia sinensis*), sacarose, cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY) e líquido iniciador (*starter*). Na primeira fermentação (F1), o chá verde foi preparado em água potável a 85 °C por 15 min, seguido da adição de sacarose (7%, m/v). Após o resfriamento da infusão até aproximadamente 25 °C, foram adicionados o SCOBY (3%, m/v) e o *starter* (10%, v/v). A fermentação foi conduzida a 25 °C por 10 dias.

Ao término da F1, a bebida foi filtrada para a remoção do SCOBY e distribuída em três formulações: (i) kombucha tradicional, contendo 600 mL da kombucha obtida na F1; (ii) kombucha com 10% de formulação análoga ao quentão, composta por 500 mL da kombucha da F1, 100 mL de suco de uva integral, 10 g de casca de laranja, 0,5 g de cravo-da-índia e 2 g de canela; e (iii) kombucha com 20% de formulação análoga ao quentão, composta por 400 mL da kombucha da F1, 200 mL de suco de uva integral, 20 g de casca de laranja, 1 g de cravo-da-índia e 4 g de canela.

Após a incorporação dos ingredientes, as formulações foram mantidas sob refrigeração (4 °C) por 18 h para a etapa de pré-saborização, visando à extração dos compostos aromáticos das especiarias. Em seguida, as bebidas foram novamente filtradas, envasadas em garrafas plásticas apropriadas para bebidas fermentadas e submetidas à segunda fermentação (F2) em incubadora do tipo BOD, a 25 °C por 4 dias, para promover a carbonatação natural. Ao final da F2, as kombuchas foram armazenadas sob refrigeração (4 °C) até a realização das análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

O processo de fermentação foi apresentado na Figura 1.

Figura 1. Produção das kombuchas



Fonte: Autores, 2026

2.3 pH, ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

A caracterização físico-química das kombuchas foi realizada conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008), com adaptações. Foram determinados o pH, os sólidos solúveis totais (°Brix) e a acidez titulável.

O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro digital (Edge pH, Hanna Instruments), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

Os sólidos solúveis totais foram determinados em refratômetro digital (ATAGO Palette PR-320), sendo os resultados expressos em °Brix.

A acidez titulável foi determinada por titulação potenciométrica utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L^{-1}. Devido à coloração das amostras, o ponto final da titulação foi determinado com auxílio de pHmetro, adotando-se pH 8,2 como ponto de equivalência.

2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada conforme a metodologia de Singleton e Rossi (1965), com adaptações. Para a reação, foram adicionados 0,25 mL da amostra a 1,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (2 N) (0,2 mol L^{-1}). Após homogeneização, a mistura permaneceu ao abrigo da luz por 5 min. Em seguida, foram adicionados 1,0 mL de solução de carbonato de sódio, procedendo-se à homogeneização por aproximadamente 10 s. As amostras permaneceram em repouso ao abrigo da luz por 120 min e, posteriormente, a absorbância foi determinada a 760 nm em espectrofotômetro UV-Vis (modelo do equipamento), utilizando o branco da reação para calibração do equipamento. A quantificação foi realizada por curva analítica de ácido gálico (AG), e os resultados foram expressos em µg equivalentes de ácido gálico (AGE) por 100 mL de amostra fresca.

2.5 ANTOCIANINAS TOTAIS

O teor de antocianinas totais foi determinado por método espectrofotométrico, conforme metodologia descrita por Fuleki e Francis (1968), com adaptações. Para a extração, 1 mL de cada amostra foi adicionado a 2 mL de solução de etanol acidificado a 1% (v/v), homogeneizado em vórtex por 1 min e mantido ao abrigo da luz por 10 min. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 4000 × g, a 10 °C, por 20 min, sendo o sobrenadante utilizado para as análises.

A absorbância foi determinada a 535 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices). A quantificação foi realizada por curva analítica de malvidina-3,5-diglicosídeo (Extrasynthese, Genay, França), sendo os resultados expressos em mg equivalentes de malvidina-3,5-diglicosídeo (MDG) por 100 mL de amostra.

2.6 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos DPPH e ABTS conforme metodologias descritas por Brand-Williams et al. (1995) e Rufino et al. (2007) respectivamente, com adaptações. Para a preparação do extrato, 2 mL da amostra foi misturado com 20 mL de etanol P.A., homogeneizado em vórtex por 1 min e centrifugado a 4000 rpm, por 15 min, a 4 °C. O sobrenadante foi utilizado nas análises.

No método DPPH, a solução estoque do radical DPPH foi preparada em etanol P.A., sendo posteriormente diluída no mesmo solvente até atingir absorbância entre 1,08 e 1,12 a 515 nm. Para a reação, 100 µL do extrato foram adicionados a 1,9 mL da solução de DPPH•, homogeneizados e mantidos ao abrigo da luz por 30 min. Foi preparado uma amostra em branco, substituindo a amostra pelo solvente extrator (etanol P.A). A absorbância foi determinada a 515 nm e a quantificação foi realizada por curva analítica de Trolox, e os resultados foram expressos em µmol equivalentes Trolox (ET) por 100 mL de amostra fresca.

No método ABTS, o radical ABTS•+ foi obtido pela reação entre solução de ABTS (7 mM) e persulfato de potássio (140 mM), mantida ao abrigo da luz por 16 h. Posteriormente, a solução foi diluída em etanol até atingir absorbância de 0,700 ± 0,005 a 734 nm. Para a análise, 30 µL do extrato foram adicionados a 3,0 mL da solução de ABTS•+, permanecendo em repouso por 6 min ao abrigo da luz. A absorbância foi determinada a 734 nm em espectrofotômetro UV-Vis, e a quantificação foi realizada por curva analítica de Trolox. Os resultados foram expressos em µmol equivalentes Trolox (ET) por 100 mL de amostra fresca.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão das determinações realizadas em triplicata analítica. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatado efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024), por meio da interface RStudio (versão 2024.09.2+382), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas das kombuchas, incluindo pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Físico-química das kombuchas

Kombuchas	pH	SST (°Brix)	Acidez (mEq/100mL)
KT	3,62 ± 0,02[a]	6,90 ± 0,00[c]	2,33 ± 0,12[c]
K1	3,29 ± 0,01[b]	9,37 ± 0,06[b]	2,87 ±0,12[b]
K2	3,19 ± 0,02[c]	12,40 ± 0,00[a]	3,60 ±0,00[a]

Fonte: Autores, 2026

A adição de suco de uva, cravo, canela e casca de laranja nas kombuchas modificou significativamente ($p < 0,05$) os parâmetros físico-químicos, como a redução do pH e o aumento dos sólidos solúveis e da acidez titulável à medida que a concentração da formulação aumentou. A kombucha tradicional (KT) apresentou pH de 3,62, enquanto K1 e K2 registraram valores de 3,29 e 3,19, respectivamente. Esses resultados são compatíveis com os reportados para kombuchas elaboradas com frutas, nas quais o pH final geralmente permanece na faixa de 2,5 a 3,6, dependendo da matéria-prima e das condições fermentativas (Morales et al., 2023). Em kombuchas saborizadas com 20% de suco de uva, por exemplo, foram observados valores finais de pH entre 2,70 e 3,29, enquanto kombuchas produzidas com uva preta apresentaram pH de aproximadamente 2,53 após a fermentação (Mendonça et al., 2023; Tomar, 2023).

A redução do pH nas kombuchas K1 e K2 pode ser relacionada tanto à acidez natural dos ingredientes adicionados quanto à maior disponibilidade de substratos fermentescíveis provenientes do suco de uva, favorecendo a atividade metabólica das leveduras e bactérias ácido-acéticas (Morales et al., 2023; Mendonça et al., 2023). A hidrólise da sacarose pelas leveduras resulta na formação de glicose e frutose, que são convertidas em etanol e, posteriormente, em ácidos orgânicos, principalmente ácido acético, glucônico e glicurônico, responsáveis pela diminuição do pH e pelo aumento da acidez titulável (Yeboah et al., 2026; Martins et al., 2025).

Os sólidos solúveis totais diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre todas as formulações, aumentando de 6,90 °Brix na KT para 9,37 °Brix em K1 e 12,40 °Brix em K2. Esse comportamento pode ser relacionado à incorporação da formulação à base de suco de uva, já que apresenta elevada concentração de açúcares solúveis. Ayed, Abid, Ben e Hamdi (2017), ao utilizarem suco de uva tinta integral como único substrato para a produção de kombucha, reportaram um teor inicial de 18,2 ± 0,9 °Brix, demonstrando que o suco de uva apresenta importante fonte de glicose e frutose para o consórcio microbiano. Dessa forma, o aumento da proporção da formulação saborizante contribuiu para elevar o conteúdo de sólidos solúveis das bebidas finais, justificando os maiores valores observados em K1 e, principalmente, em K2.

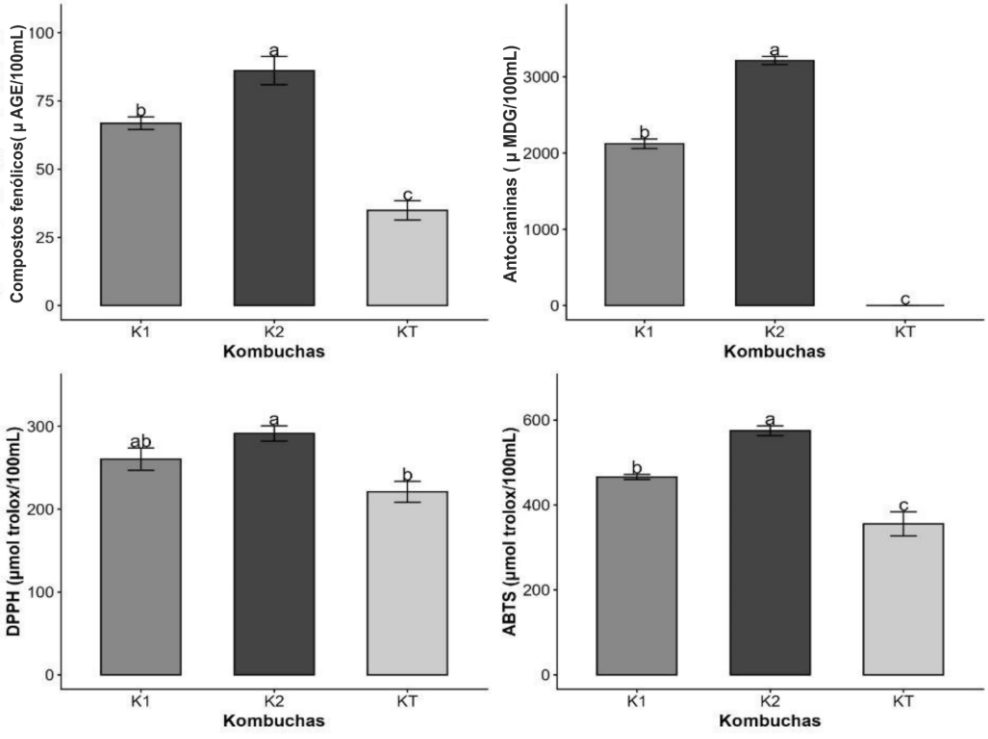
A acidez titulável aumentou significativamente com a incorporação da formulação saborizante, passando de 2,33 para 3,60 mEq/100 mL. O suco de uva apresenta naturalmente ácidos orgânicos, principalmente tartárico e málico, enquanto a casca de laranja contém ácido cítrico e outros ácidos orgânicos, contribuindo para o aumento da acidez da bebida à medida que a proporção da formulação foi elevada. Esse comportamento está de acordo com a literatura que relata maiores valores de acidez em kombuchas elaboradas com frutas, atribuindo esse efeito à composição intrínseca das matérias-primas adicionadas e não exclusivamente à fermentação (Cánovas et al., 2026; Mendonça et al., 2023).

A incorporação da formulação à base de suco de uva, cravo, canela e casca de laranja promoveu aumento significativo ($p < 0,05$) no teor de compostos fenólicos totais, com valores de 34,90, 66,85 e 86,15

µg/100 mL para KT, K1 e K2, respectivamente. Isso demonstra que o suco de uva e as especiarias constituíram importantes fontes de compostos fenólicos para a bebida. O incremento dos compostos fenólicos observado nas formulações saborizadas está de acordo com a tendência descrita para kombuchas enriquecidas com uva, nas quais a incorporação da fruta promove aumento do conteúdo de polifenóis em relação às bebidas controle (Li et al., 2022). Os maiores valores dos compostos fenólicos nas kombuchas saborizadas apresentam comportamento semelhante ao descrito para kombuchas adicionadas de uva, nas quais a incorporação da fruta promove aumento do conteúdo de polifenóis em relação às bebidas controle (Linhares et al., 2025). Esses resultados corroboram o observado no presente estudo, indicando que ingredientes como a uva constituem importantes fontes de compostos fenólicos para kombuchas.

As antocianinas apresentadas na Figura 2 atingiram 2123,48 µg MDG/100 mL em K1 e 3213,93 µg MDG/100 mL em K2, enquanto não foram detectadas na kombucha tradicional. A presença desses pigmentos está relacionada à adição do suco de uva, fonte de antocianinas da formulação. Mendonça et al. (2023) relataram que o suco de uva utilizado na segunda fermentação apresentava concentrações de antocianinas entre 48,87 e 101,64 mg/L, confirmando o potencial do suco de uva como fonte desses pigmentos. Além disso, a preservação do pH ácido nas kombuchas provavelmente favoreceu a estabilidade das antocianinas, já que essa condição preserva a estrutura de cátion flavílio, responsável pela estabilidade da coloração vermelha característica da uva (Ayed, Abid, Ben e Hamdi, 2017; Slavov et al., 2023).

Figura 2. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (DPPH e ABTS).



Fonte: Autores, 2026.

A maior concentração de compostos fenólicos e antocianinas teve influência sobre a atividade antioxidante das kombuchas. A kombucha K2 apresentou os maiores valores de DPPH (291,50 µmol Trolox/100 mL) e ABTS (574,80 µmol Trolox/100 mL), seguida por K1 e KT, indicando que o enriquecimento da formulação contribuiu para aumentar a capacidade antioxidante da kombucha. Resultado semelhante foi observado por Ayed, Abid, Ben e Hamdi (2017), que verificaram aumento de 55,7% e 38,1% na atividade antioxidante determinada pelos métodos DPPH e ABTS, respectivamente, durante a fermentação de suco de uva. Além disso, a refermentação da kombucha de chá verde com uva promoveu aumento significativo da capacidade antioxidante em relação à bebida controle, tanto pelo método ABTS quanto pelo FRAP (Li et al., 2022). Esses resultados reforçam que a incorporação do sabor quentão, contendo o suco de uva e as especiarias, representa uma estratégia eficiente para potencializar a capacidade antioxidante da kombucha.

4 CONCLUSÃO

A incorporação de uma formulação composta por suco de uva, canela, cravo e casca de laranja modificou significativamente as características físico-químicas e o potencial bioativo das kombuchas produzidas. O aumento da proporção da formulação promoveu redução do pH e incremento dos sólidos solúveis totais e da acidez titulável, refletindo a contribuição dos constituintes naturalmente presentes nos ingredientes adicionados. Além disso, observou-se aumento progressivo dos teores de compostos fenólicos totais, antocianinas e da atividade antioxidante, evidenciando que o suco de uva e as especiarias enriqueceram a composição bioativa das kombuchas. Entre as formulações avaliadas, a kombucha contendo 20% do sabor quentão apresentou o melhor desempenho para os parâmetros analisados, indicando maior potencial funcional. Dessa forma, a combinação de suco de uva, canela, cravo e casca de laranja mostrou-se uma estratégia promissora para o desenvolvimento de kombuchas com perfil sensorial inspirado no quentão brasileiro, agregando valor por meio do aproveitamento das propriedades bioativas dos ingredientes e ampliando as possibilidades de inovação em bebidas fermentadas.

Os resultados obtidos demonstram que a combinação de ingredientes tradicionalmente associados ao quentão pode ser explorada no desenvolvimento de bebidas fermentadas inovadoras, conciliando identidade cultural, potencial funcional e valorização de matérias-primas naturalmente ricas em compostos bioativos. Estudos futuros poderão avaliar a estabilidade desses compostos durante o armazenamento, a aceitação sensorial em diferentes públicos e a caracterização dos compostos fenólicos por técnicas cromatográficas, ampliando o conhecimento sobre essa nova categoria de kombuchas saborizadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. O. et al. Investigation of the Influence of Different Camellia sinensis Teas on Kombucha Fermentation and Development of Flavored Kombucha with Brazilian Fruits. **Beverages**, v. 11, n. 1, 1 fev. 2025.

AYED, L.; ABID, S. BEN; HAMDI, M. Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. **Annals of Microbiology**, v. 67, n. 1, p. 111–121, 1 jan. 2017.

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, jan. 1995.

CÁNOVAS, B. M. et al. New Fermented Beverage from Orange Peel By-Products Containing Bioactive Flavanones. **Beverages**, v. 12, n. 5, 1 maio 2026.

DANI, D.; JANCIKOVA, S.; TREMLOVA, B. Antioxidant profile of mulled wine. **Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences**, v. 13, n. 1, p. 415–421, 2019.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative Methods for Anthocyanins. 4. Determination of Individual Anthocyanins in Cranberry and Cranberry Products. **Journal of Food Science**, v. 33, n. 5, p. 471-478, 1968.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

LI, S. et al. Effect of Fermentation Time on Physiochemical Properties of Kombucha Produced from Different Teas and Fruits: Comparative Study. **Journal of Food Quality**, v. 2022, 2022.

LIANG, Zijian; ZHANG, Pangzhen; ZENG, Xin-An; FANG, Zhongxiang. The art of flavored wine: Tradition and future. **Trends in Food Science & Technology**, v. 116, p. 130–145, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.020.

LINHARES, M. DE F. D. et al. Powdered Kombucha Flavored with Fruit By-Products: A Sustainable Functional Innovation. **Processes**, v. 13, n. 9, 1 set. 2025.

LLOYD, A. J. et al. Daily Consumption of Kombucha Influences the Urinary and Plasma Metabolome in a Healthy Human Cohort. **Food Science and Nutrition**, v. 13, n. 10, 1 out. 2025.

LUO, L. et al. Unveiling the role of functional strains in flavor and bioactive compound formation of Cili (Rosa roxburghii Tratt) kombucha during fermentation by microbiota and metabolome. **Food Chemistry**, v. 520, 15 ago. 2026.

MARTINS, H. F. et al. Effect of the use of black and green tea (Camellia sinensis), honey, and guarana (Paullinia cupana) syrup on the chemical properties and microbiological composition of kombucha. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 42, 1 dez. 2025.

MENDONÇA, G. R. et al. Kombucha based on unconventional parts of the Hibiscus sabdariffa L.: Microbiological, physico-chemical, antioxidant activity, cytotoxicity and sensorial characteristics. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 34, 1 dez. 2023.

MORALES, D. et al. Novel kombucha beverages with antioxidant activity based on fruits as alternative substrates. **LWT**, v. 189, 1 nov. 2023.

NOGUEIRA, J. C. C. et al. Toxicity and Antioxidant Activity of Black Tea Kombucha in Wistar Rats: A 28-Day Repeated Dose Oral Study. **Chemistry and Biodiversity**, v. 22, n. 9, 1 set. 2025.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTSº+. **Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico**, v. 128, 2007.

SHAHBAZI, H. et al. Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. **Food Science and Nutrition**, v. 6, n. 8, p. 2568–2577, 1 nov. 2018.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144– 158, 1 jan. 1965.

SLAVOV, A. et al. Aromatized Wine-Type Beverages with Added Byproducts of Essential Rose Oil Industry. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 13, n. 18, 1 set. 2023.

SPENCE, C. Cinnamon: The historic spice, medicinal uses, and flavour chemistry. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, AZTI-Tecnalia, 1 mar. 2024.

TOMAR, O. Determination of some quality properties and antimicrobial activities of kombucha tea prepared with different berries. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 47, n. 2, p. 252–262, 2023.

XU, C. et al. Dynamic changes in physicochemical, bacterial, and volatile profiles during kombucha fermentation of mulberry fruits and leaves. **Food Research International**, v. 218, 1 out. 2025.

YEBOAH, P. J. et al. Microbiological and physicochemical dynamics during black tea kombucha fermentation and their association with Salmonella Enteritidis survival. **Food Microbiology**, v. 140, 1 dez. 2026.

CAPÍTULO 6

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DE SUCOS DE UVA INTEGRAIS COMERCIAIS

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION AND BIOACTIVE COMPOUNDS OF COMMERCIAL WHOLE GRAPE JUICES

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-006

Luiza de Oliveira Abreu
Cursando o Ensino Médio, Escola Estadual de Ensino Médio Comendador Eduardo Secco
E-mail: luizadoa@gmail.com

Lucía Gabriela Ferreira da Silva
Cursando o Ensino Médio, Colégio São Carlos de Santa Vitória do Palmar
E-mail: lugafada@gmail.com

Andreza de Brito Leal
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: andrezaleal.tecno@gmail.com

José Matheus Santos Oliveira
Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: josematheussantos98@gmail.com

Ana Cristina Silva da Natividade
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: ana25natividade@gmail.com

Maria Eduarda Anschau
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: mariaeduardaanschau@gmail.com

Renires dos Santos Teixeira
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: reniresantos@gmail.com

Flavia Tayna Serra Silva
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: flavia.belavista2@gmail.com

Leonardo Nora
Doutor em *Biologia Molecular de Plantas*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: lnora@me.com

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologia Molecular Vegetal*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

RESUMO

O presente capítulo teve como objetivo caracterizar os parâmetros físico-químicos e avaliar a capacidade antioxidante de sucos de uva integrais comerciais, contribuindo para a compreensão de aspectos relacionados à sua qualidade e ao seu potencial antioxidante. Foram analisadas duas amostras de suco de uva comercial, avaliadas por meio das metodologias de determinação de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, compostos fenólicos totais, antocianinas e da capacidade antioxidante pelos métodos de DPPH, ABTS e FRAP. Os resultados demonstraram que o suco NA apresentou pH de 3,13, sólidos solúveis totais de 14,70 °Brix e acidez titulável total de 92,67 mEq/L, enquanto a amostra SS apresentou pH de 2,97, sólidos solúveis totais de 13,53 °Brix e acidez titulável total de 110,00 mEq/L. Os teores de compostos fenólicos totais não diferiram significativamente entre os sucos NA e SS, com valores de aproximadamente 31 mg GAE/100 mL. Em relação às antocianinas, o teor foi significativamente superior no suco SS (6.900 µg C3G/100 mL) em comparação ao suco NA (5.576 µg C3G/100 mL). A atividade antioxidante diferiu entre os sucos avaliados e variou conforme o método empregado. O suco NA mostrou maior capacidade antioxidante pelos ensaios DPPH e FRAP, enquanto o suco SS apresentou maior atividade pelo método de ABTS. Conclui-se que ambas as amostras apresentaram características compatíveis com os sucos de uva integrais comerciais, porém evidenciaram diferenças nos parâmetros físico-químicos e no potencial antioxidante, destacando a relação entre a composição dos sucos e as propriedades antioxidantes presentes.

Palavras-chave: Antocianinas; Atividade antioxidante; Suco de uva integral.

ABSTRACT

This chapter aimed to characterize the physicochemical parameters and evaluate the antioxidant capacity of commercial whole grape juices, contributing to an understanding of aspects related to their quality and antioxidant potential. Two commercial grape juice samples were analyzed using methods to determine pH, total soluble solids, total titratable acidity, total phenolic compounds, and anthocyanins, as well as antioxidant capacity via DPPH, ABTS, and FRAP assays. The results showed that the NA juice had a pH of 3.13, total soluble solids of 14.70 °Brix, and total titratable acidity of 92.67 mEq/L, whereas the SS sample had a pH of 2.97, total soluble solids of 13.53 °Brix, and total titratable acidity of 110.00 mEq/L. Total phenolic compound levels did not differ significantly between the NA and SS juices, showing values of approximately 31 mg GAE/100 mL. Regarding anthocyanins, the content was significantly higher in the SS juice (6,900 µg C3G/100 mL) compared to the NA juice (5,576 µg C3G/100 mL). Antioxidant activity differed between the evaluated juices and varied according to the method employed. The NA juice demonstrated higher antioxidant capacity in the DPPH and FRAP assays, while the SS juice showed higher activity in the ABTS method. It is concluded that both samples exhibited characteristics consistent with

commercial whole grape juices; however, they showed differences in physicochemical parameters and antioxidant potential, highlighting the relationship between juice composition and antioxidant properties.

Keywords: Anthocyanins; Antioxidant activity; Whole grape juice.

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura brasileira destaca-se pela ampla diversidade climática e genética, permitindo o cultivo de videiras em regiões de clima temperado, subtropical e tropical, característica que diferencia o Brasil de outros países produtores (Charlo et al., 2011; Leão; Carvalho, 2024). Atualmente, a área cultivada com uvas no país corresponde a aproximadamente 83.700 hectares, com produção anual entre 1,3 e 1,4 milhão de toneladas. A maior parte dessa produção destina-se ao mercado interno, especialmente para a elaboração de vinhos, derivados e sucos de uva (Charlo et al., 2011).

Nesse contexto, a viticultura representa um setor de elevada relevância para a socioeconomia brasileira, contribuindo para a geração de renda e empregos em diversas regiões produtoras, como a Serra Gaúcha e outros municípios do Rio Grande do Sul, onde predominam pequenas propriedades rurais (Mello; Machado, 2020). Além disso, a cadeia vitivinícola gaúcha apresenta forte caráter social em razão da atuação das cooperativas em conjunto com a agricultura familiar. Essas organizações desempenham papel importante na organização da produção, na assistência técnica aos produtores e na comercialização da uva, fortalecendo a cadeia produtiva regional (Búrigo; Schneider, 2025).

Entretanto, apesar de sua importância econômica e social, o setor ainda enfrenta desafios relacionados à adoção de práticas sustentáveis, à modernização tecnológica e à adaptação às exigências do mercado (Junior; Wander, 2021). Além disso, a elaboração de produtos derivados, como vinhos e sucos de uva integrais, constitui uma estratégia para agregação de valor à produção e ampliação das oportunidades de comercialização, especialmente para agricultores familiares (Schneider; Gazolla, 2015).

O suco de uva integral é definido como uma bebida não fermentada, elaborada exclusivamente a partir da parte comestível da uva, sem adição de água, açúcares ou outros ingredientes, preservando a composição natural da fruta (Brasil, 2018). Em razão do processamento empregado, o produto mantém parcela significativa de seus compostos bioativos, incluindo compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, substâncias associadas à capacidade antioxidante e amplamente investigadas devido aos seus potenciais efeitos benéficos à saúde (Düsman et al., 2014; Düsman et al., 2017; Oliveira et al., 2025).

Nesse contexto, a caracterização físico-química e a avaliação da capacidade antioxidante constituem ferramentas importantes para a determinação da qualidade de sucos de uva integrais comerciais, permitindo verificar parâmetros relacionados à identidade, composição e potencial funcional do produto. Embora

existam estudos sobre a composição química e os compostos bioativos do suco de uva, ainda são relativamente escassos trabalhos que integrem, em uma mesma avaliação, parâmetros físico-químicos e métodos complementares de determinação da capacidade antioxidante em produtos comerciais disponíveis ao consumidor (Margraf et al., 2016; Baiano, 2020; Ferreira et al., 2020).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os parâmetros físico-químicos e avaliar a capacidade antioxidante de sucos de uva integrais comerciais, contribuindo para a compreensão de aspectos relacionados à sua qualidade e ao seu potencial antioxidante.

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

Foram utilizados dois sucos de uva integrais comerciais, adquiridos no comércio de Pelotas, produzidos no estado do Rio Grande do Sul. Um dos produtos analisados foi o suco de uva integral da Vinícola Cooperativa Nova Aliança (Suco NA), acondicionado em embalagem cartonada asséptica e contendo os antioxidantes INS 300 e INS 220, conforme informações disponibilizadas pelo fabricante. O segundo foi um suco de uva integral tinto produzido pela Cooperativa Agropecuária de Sertão Santana - RS (Suco SS), acondicionado em garrafa de vidro, elaborado a partir de blend de uvas e sem adição de conservantes, conforme informações descritas no rótulo. As análises foram realizadas utilizando um lote de cada produto, em triplicata analítica.

2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A caracterização físico-química dos sucos foi realizada conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz (1985), com adaptações. Foram determinados o pH, os sólidos solúveis totais (°Brix) e a acidez titulável. O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro digital (Edge pH, Hanna Instruments), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Os sólidos solúveis totais foram determinados em refratômetro digital (ATAGO Palette PR-320), sendo os resultados expressos em °Brix. A acidez titulável foi determinada por titulação potenciométrica utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L^{-1}. Devido à coloração das amostras, o ponto final da titulação foi determinado com auxílio de pHmetro digital, adotando-se pH 8,2 como ponto de equivalência. Os resultados foram expressos em miliquivalentes por litro.

2.3 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada conforme a metodologia de Singleton e Rossi (1965), com adaptações. Para a reação, foram adicionados 0,25 mL da amostra a 1,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteu . Após homogeneização, a mistura permaneceu ao abrigo da luz por 5 min. Em

seguida, foi adicionado 1,0 mL de solução de carbonato de sódio, procedendo-se à homogeneização por aproximadamente 10 s. As amostras permaneceram em repouso ao abrigo da luz por 120 min e, posteriormente, a absorbância foi determinada a 760 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices), utilizando o branco da reação para calibração do equipamento. A quantificação foi realizada por curva analítica de ácido gálico (AG), e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico (mg AGE) por 100 g de amostra fresca.

2.4 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP, conforme metodologias descritas por Brand-Williams et al. (1995), Rufino et al. (2007) e Benzie e Strain (1996), respectivamente, com adaptações. Para a preparação do extrato, 1 mL da amostra foi misturado com 5 mL de metanol P.A.. A mistura foi homogeneizada em vórtex por 1 min e centrifugado a 4000 rpm, por 15 min, a 10 °C. O sobrenadante metanólico foi utilizado nas análises.

No método ABTS, o radical ABTS•+ foi obtido pela reação entre solução de ABTS (7 mM) e persulfato de potássio (140 mM), mantida ao abrigo da luz por 16 h. Posteriormente, a solução foi diluída em etanol até atingir uma absorbância de 0,700 ± 0,005 a 734 nm. Para a análise, 30 µL do extrato foram adicionados a 3,0 mL da solução de ABTS•+, permanecendo em repouso por 6 min ao abrigo da luz. A absorbância foi determinada a 734 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices), e a quantificação foi realizada por curva analítica de Trolox. Os resultados foram expressos em µg de Trolox equivalentes (TE) por mL de amostra fresca.

No método DPPH, a solução estoque do radical DPPH foi preparada em metanol P.A., sendo posteriormente diluída no mesmo solvente até atingir absorbância entre 1,08 e 1,12 a 517 nm. Para a reação, 100 µL do extrato foram adicionados a 1,9 mL da solução de DPPH•, homogeneizados e mantidos ao abrigo da luz por 30 min. A absorbância foi determinada a 517 nm, utilizando metanol como branco. A quantificação foi realizada por curva analítica de Trolox, e os resultados foram expressos em µg de Trolox equivalentes (TE) por mL de amostra fresca.

Para o método FRAP, foi preparada uma solução-mãe pela diluição de 1 mL da amostra em 9 mL de água destilada. A reação foi conduzida utilizando 100 µL da solução-mãe, 100 µL de solução de cloreto férrico (3 mM em ácido cítrico 5 mM) e 1800 µL da solução de TPTZ (0,312 mg mL^{-1} em HCl 0,05 M). As amostras foram incubadas a 37 ± 2 °C por 30 min, seguidas de repouso por 10 min. A absorbância foi determinada a 620 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices). A quantificação foi realizada por curva analítica de Trolox, sendo os resultados expressos em µg de Trolox equivalentes (TE) por mL de amostra.

2.5 ANTOCIANINAS TOTAIS

O teor de antocianinas totais foi determinado por método espectrofotométrico, conforme metodologia descrita por Fuleki e Francis (1968), com adaptações. Para a extração, 1 mL de cada amostra foi adicionado a 2 mL de solução de etanol acidificado a 1% (v/v), homogeneizado em vórtex por 1 min e mantido ao abrigo da luz por 10 min. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 4000 × g, a 10 °C, por 20 min, sendo o sobrenadante utilizado para as análises.

A absorbância foi determinada a 535 nm em espectrofotômetro UV-Vis (SpectraMax 190, Molecular Devices). A quantificação foi realizada por curva analítica de cianidina 3-glicosídeo (Extrasynthese, Genay, França), sendo os resultados expressos em µg equivalentes de cianidina 3-glicosídeo (C3G) por 100 mL de amostra.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão das determinações realizadas em triplicata analítica. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software “R” version (4.4.2, 2024). A comparação entre as amostras foi realizada pelo teste paramétrico de Tukey e pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química dos sucos de uva integrais comerciais estão apresentados na Tabela 1. Já os valores referentes ao teor de compostos fenólicos totais e ao teor de antocianinas encontram-se na Tabela 2. A capacidade antioxidante das amostras está descrita na Tabela 3. As diferenças observadas entre as amostras podem estar associadas a variações na matéria-prima, nas condições de processamento e no armazenamento dos produtos, fatores conhecidos por influenciar a composição química de sucos de uva integrais.

3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os resultados das análises físico-químicas dos sucos de uva NA e SS estão apresentados na Tabela 1. Observa-se que o suco NA apresentou maiores valores de pH e sólidos solúveis totais, enquanto o suco SS apresentou maior acidez titulável, embora, para este último parâmetro, não tenha sido observada diferença significativa entre as amostras.

Tabela 1. Valores de pH, sólidos solúveis e acidez titulável das amostras de suco de uva.

Análise	Suco NA	Suco SS
pH	3,13 ± 0,02a	2,97 ± 0,06b
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	14,70 ± 0,17a	13,53± 0,06b
Acidez (mEq/L)	92,67 ± 7,02a	110,00 ± 14,00a

Fonte: Autores, 2026.

Na tabela 1, os valores de pH observados nas amostras de suco de uva integral apresentaram diferenças entre si. essalta-se que a legislação brasileira vigente sobre os padrões de qualidade do suco de uva (Brasil, 2018) não estabelece um valor mínimo ou máximo para esse parâmetro. Segundo Santos et al. (2017), o pH de sucos de uva varia entre 3,00 e 3,10, estando diretamente relacionado à eficiência dos tratamentos térmicos, como a pasteurização, impactando na ativação de leveduras e bactérias que possam vir a contaminar os sucos de uva. Os autores destacam que valores mais baixos de pH favorecem a eficiência dos tratamentos térmicos no controle de microrganismos. Os valores obtidos neste estudo estão de acordo com a faixa destacada de pH e as características de conservação do suco.

Os valores de sólidos solúveis (°Brix) indicaram maior concentração de compostos solúveis na amostra de suco NA, sendo esse parâmetro diretamente relacionado à cultivar, ao grau de maturação das uvas e às condições de processamento (Rizzon; Meneguzzo, 2007). De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2018), o suco de uva integral deve apresentar no mínimo 14 °Brix, sendo que apenas a amostra NA atendeu a esse requisito, enquanto a amostra de Suco SS apresentou valor inferior ao estabelecido.

A acidez titulável foi numericamente maior na amostra de suco SS, embora não tenha sido observada diferença significativa entre as amostras. Segundo Rizzon e Meneguzzo (2007), os principais ácidos orgânicos presentes no suco de uva são os ácidos tartárico, málico e cítrico, responsáveis pelo sabor ácido do suco de uva. Além disso, a relação entre acidez e sólidos solúveis influencia diretamente o equilíbrio entre doçura e acidez, sendo um fator importante para a avaliação da qualidade sensorial do produto. Os resultados obtidos para ambas as amostras atenderam aos valores estabelecidos pela legislação brasileira, que determina acidez total mínima de 55 mEq/L para os sucos de uva integrais (Brasil, 2018).

3.2 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ANTOCIANINAS

Os teores de compostos fenólicos totais e antocianinas dos sucos de uva NA e SS são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de compostos fenólicos totais e antocianinas em amostras de suco de uva integral.

Análise	Suco NA	Suco SS
Compostos Fenólicos Totais (mg GAE/100mL)	31,27 ± 0,341a	31,29 ± 0,352a
Antocianinas (µg C3G/100mL)	5.576 ± 26,37 b	6.900 ± 9,97a

Fonte: Autores, 2026.

Os compostos fenólicos totais não diferiram significativamente entre os sucos NA e SS, apresentando valores de aproximadamente 31 mg GAE/100 mL. Esse resultado sugere que as amostras possuem potencial bioativo semelhante em relação ao conteúdo fenólico, embora diferenças na composição individual desses compostos não possam ser descartadas. Na literatura, os compostos fenólicos em sucos de uva variam em função da cultivar, das condições climáticas, da safra e do processamento empregado (Liviz et al., 2025; Moreno-Montoro et al., 2015; Macueia et al., 2024). Além disso, fatores tecnológicos, como a intensidade da extração e o tratamento térmico, exercem influência direta sobre a liberação de fenólicos presentes principalmente nas cascas e sementes das uvas (Moreno-Montoro et al., 2015; Shanshiashvili et al., 2025).

O teor de antocianinas foi significativamente superior no suco SS em comparação ao suco NA. Os valores obtidos foram inferiores aos encontrados para um suco de uva comercial produzido no Paraná, que apresentou 141,33 ± 6,66 mg C3G/L (14.133 µg C3G/100 mL), e para suco da cultivar Isabel obtido por extração a vapor, cujo teor foi de 138 ± 22 mg/L (13.800 µg C3G/100 mL) (Liviz et al., 2025; Lopes et al., 2016). Entretanto, foram superiores aos observados para sucos da mesma cultivar obtidos por métodos mecânicos, que apresentaram 65, 42 e 3 mg/L (6.500, 4.200 e 300 µg C3G/100 mL, respectivamente), evidenciando a influência do método de extração sobre a recuperação desses pigmentos (Lopes et al., 2016).

eores ainda mais elevados foram descritos para sucos elaborados com a cultivar Bordô, os quais apresentaram 286,36 e 294,95 mg/L (28.636 e 29.495 µg C3G/100 mL), bem como para a cultivar Kösetevek, cujas concentrações variaram entre 433,7 e 1.129,1 mg/L (43.370 a 112.910 µg C3G/100 mL), dependendo do tratamento aplicado (Moreno-Montoro et al., 2015; Zemzemoğlu et al., 2026). Essas diferenças reforçam que o teor de antocianinas é influenciado pela cultivar, pelas condições de cultivo e pelo processamento industrial. Além disso, fatores como temperatura, oxigênio, incidência de luz e tempo de armazenamento favorecem a degradação desses pigmentos, contribuindo para menores concentrações no produto final. Dessa forma, a superioridade observada no suco SS em relação ao NA provavelmente está relacionada a diferenças na matéria-prima utilizada e/ou na eficiência do processamento empregado (Liviz et al., 2025; Macueia et al., 2024).

3.3 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos sucos de uva NA e SS, determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP, é apresentada na Tabela 3. O suco NA apresentou maiores valores de atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP, enquanto o suco SS apresentou maior atividade pelo método ABTS, com diferenças significativas entre as amostras em todos os métodos avaliados.

Tabela 3. Atividade antioxidante determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP em amostras de suco de uva integral.

Análise	Suco NA	Suco SS
DPPH (µg TE/mL)	799,75± 1,46a	716,43± 1,46b
ABTS (µg TE/mL)	81,37± 8,74b	104,30 ± 13,60a
FRAP (µg TE/mL)	4.600,00 ± 73,70a	3.712,00 ±55,97 b

Fonte: Autores, 2026.

A atividade antioxidante diferiu entre os sucos e variou conforme o método empregado. O suco NA apresentou maior capacidade antioxidante pelos ensaios DPPH e FRAP, enquanto o suco SS apresentou maior atividade pelo método ABTS. Esses resultados evidenciam que a resposta antioxidante depende do ensaio utilizado, uma vez que cada método se baseia em mecanismos distintos. O radical DPPH reage predominantemente por transferência de átomo de hidrogênio (HAT), enquanto os ensaios ABTS e FRAP estão associados principalmente à transferência de elétrons (SET), sendo mais sensíveis a compostos com elevado poder redutor, como as antocianinas (Liviz et al., 2025; Shanshiashvili et al., 2025; Moreno-Montoro et al., 2015).

Os valores de DPPH obtidos neste estudo foram superiores aos relatados por Liviz et al. (2025), que apresentaram 8.336,56 ± 30,73 mg TE/L, bem como aos observados para sucos de Chardonnay produzidos em duas safras consecutivas, com 0,761 e 0,388 mg TE/L (3,04 e 1,55 µmol TE/mL, respectivamente) (Shanshiashvili et al., 2025). A capacidade antioxidante determinada pelo FRAP foi superior à encontrada para sucos comerciais do Paraná, que apresentaram 181,65 ± 10,47 mg TE/L, e à observada em sucos comerciais espanhóis, cuja média foi de 9,16 mM TE/L (9,16 µmol TE/mL) para sucos tintos (Liviz et al., 2025; Moreno-Montoro et al., 2015). Para o ensaio ABTS, o suco SS também apresentou valores superiores aos descritos por Moreno-Montoro et al. (2015), para sucos comerciais, cuja atividade antioxidante média foi de 27,1 mM TE/L (27,1 µmol TE/mL).

Embora os sucos tenham apresentado teores semelhantes de compostos fenólicos totais, as diferenças observadas entre os ensaios antioxidantes sugerem que a composição qualitativa dos fenólicos exerceu maior influência do que sua concentração total. Esse comportamento é descrito na literatura, que demonstra forte correlação entre a atividade antioxidante e compostos específicos, como rutina, catequina, epicatequina e ácidos fenólicos, além das antocianinas (Liviz et al., 2025; Ochmian et al., 2024). Sendo assim, o maior teor de antocianinas observado no suco SS pode justificar sua maior atividade pelo método ABTS, enquanto os maiores valores de DPPH e FRAP observados no suco NA indicam uma possível maior contribuição de outros compostos fenólicos com elevada capacidade de doação de hidrogênio e poder redutor (Moreno-Montoro et al., 2015; Lopes et al., 2016). Contudo, é fundamental ressaltar que o desempenho expressivo do suco NA nestes ensaios também deve ser atribuído à presença dos aditivos antioxidantes INS 300 (ácido ascórbico) e INS 220 (dióxido de enxofre) em sua formulação. O ácido ascórbico é um potente agente redutor e, portanto, pode interferir diretamente nas reações colorimétricas

de transferência de hidrogênio e de elétrons. Consequentemente, esses aditivos podem contribuir para os valores de atividade antioxidante mensurados pelos métodos DPPH e FRAP, podendo superestimar a contribuição dos compostos bioativos naturais da matriz da uva. Esses resultados reforçam que a utilização de diferentes ensaios antioxidantes é essencial para caracterizar de forma abrangente o potencial antioxidante de sucos de uva, considerando a complexidade das interações entre seus compostos bioativos e eventuais aditivos tecnológicos.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar os parâmetros físico-químicos e avaliar a capacidade antioxidante de sucos de uva integrais comerciais, contribuindo para a compreensão de aspectos relacionados à sua qualidade e ao seu potencial antioxidante. As análises físico-químicas e do perfil bioativo mostraram que os sucos de uva integrais avaliados estão, em geral, dentro da legislação, exceto a amostra SS, que apresentou teor de sólidos solúveis abaixo do mínimo exigido. As duas amostras tiveram valores semelhantes de compostos fenólicos totais (cerca de 31 mg GAE/100 mL), mas diferenças na composição interna desses compostos influenciaram diretamente a capacidade antioxidante. amostra SS apresentou maior teor de antocianinas, o que pode estar relacionado ao seu maior valor no ensaio ABTS. Já a amostra NA apresentou maior atividade nos testes DPPH e FRAP, possivelmente relacionada à presença de outros compostos redutores, incluindo os aditivos INS 300 (ácido ascórbico) e INS 220 (dióxido de enxofre) presentes em sua formulação. Esses resultados reforçam a complexidade química dos sucos de uva integrais e mostram que a resposta antioxidante depende do tipo de reação envolvida em cada método analítico. O estudo evidencia a importância de usar diferentes ensaios para avaliar com precisão o potencial bioativo de matrizes alimentares complexas. ara pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o número de amostras, considerar diferentes safras e métodos de processamento e investigar separadamente o impacto de aditivos tecnológicos sobre a atividade antioxidante in vitro.

REFERÊNCIAS

BAIANO, A. Phenolic compounds and antioxidant activity of experimental and industrial table grape juices. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 9, e14655, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.14655.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 239, n. 1, p. 70–76, 1996.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.º 14, de 8 de fevereiro de 2018**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para suco e polpa de frutas. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 9 fev. 2018.

BÚRIGO, F. L.; SCHNEIDER, S. Producing and sharing value: identity and sustainability of cooperativism in debate. **Caderno CRH**, v. 38, e025068, 2025. DOI: 10.9771/ccrh.v38i0.58477.

CHARLO, H. C. O.; GALATTI, F. S.; BRAZ, L. T.; BARBOSA, J. C. Híbridos experimentais de melão rendilhado cultivados em solo e substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 144–156, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011005000028.

DÜSMAN, E.; ALMEIDA, I. V.; LUCCHETTA, L.; VICENTINI, V. E. P. Effect of processing, post-harvest irradiation, and production system on the cytotoxicity and mutagenicity of *Vitis labrusca* L. juices in HTC cells. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, e107974, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0107974.

DÜSMAN, E.; ALMEIDA, I. V.; PINTO, E. P.; LUCCHETTA, L.; VICENTINI, V. E. P. Influence of processing and storage of integral grape juice (*Vitis labrusca* L.) on its physical and chemical characteristics, cytotoxicity, and mutagenicity in vitro. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, 2017. DOI: 10.4238/gmr16029670.

FERREIRA, T. O.; LIMA, A. S.; MARQUES, A. T. B.; RYBKA, A. C. P.; LIMA, M. A. C. Porta-enxerto da videira 'BRS Magna' cultivada em região tropical afeta a qualidade do suco armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, e20186562, 2020. DOI: 10.5935/1806-6690.20200052.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. II. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. **Journal of Food Science**, v. 33, p. 78–83, 1968.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

JUNIOR, O. D. P. O.; WANDER, A. E. Factors for the success of agricultural cooperatives in Brazil. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v. 122, n. 1, p. 27–42, 2021. DOI: 10.17170/kobra-202102113202.

LEÃO, P. C. S.; CARVALHO, J. N. Viticultura tropical no Brasil: o Vale do São Francisco como importante fornecedor de uvas de mesa para o mercado mundial. In: GUTIÉRREZ GAMBOA, G.; FOURMENT, M. (org.). **Latin American Viticulture Adaptation to Climate Change**. Cham: Springer, 2024. DOI: 10.1007/978-3-031-51325-1_4.

LIVIZ, C. do A. M. et al. Physicochemical properties, bioactive compounds, and pesticide residues in commercial fruit juices. **Microchemical Journal**, v. 218, p. 115144, 2025.

MACUEIA, F. B. E. D. et al. Grape (*Vitis labrusca* L.) juices, cv. Bordô, from vineyards in organic production systems and conventional production: similarities and differences. **Scientia Horticulturae**, v. 336, p. 113252, 2024.

MARGRAF, T.; SANTOS, É. N. T.; ANDRADE, E. F.; VAN RUTH, S. M.; GRANATO, D. Effects of geographical origin, variety and farming system on the chemical markers and in vitro antioxidant capacity

of Brazilian purple grape juices. **Food Research International**, v. 82, p. 145–155, 2016. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.02.003.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira**: panorama *2019*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2020. (Comunicado Técnico, 214). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124189. Acesso em: 10 jun. 2026.

MENDES LOPES, M. L. et al. Grape juice obtained using steam extraction and other small-scale extraction methods: phenolic content, antioxidant capacity and stability during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 7, p. 1696–1702, 2016.

MORENO-MONTORO, M. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 38, p. 19–26, 2015.

OCHMIAN, I. et al. Antioxidant, nutritional properties, microbiological, and health safety of juice from organic and conventional 'Solaris' wine (*Vitis vinifera* L.) farming. **Antioxidants**, v. 13, n. 10, p. 1214, 2024.

OLIVEIRA, J. M. S.; LEAL, A. B.; CRIZEL, R. L.; MEINHART, A. D.; CABRAL, B. N.; ROMBALDI, C. V. BRS Carmem Grape: a rich source of malvidin-3,5-diglucoside with technological potential. **European Food Research and Technology**, v. 252, n. 1, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00217-025-04964-y

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 45 p. (Coleção Agroindústria Familiar). ISBN 978-85-7383-411-6.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 127).

SANTOS, C. E.; TOALDO, I. M.; CRUZ, F. T.; SILVA, E. L.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Caracterização físico-química e sensorial de sucos da uva Isabel em cortes com diferentes variedades produzidas na região do Vale do Rio do Peixe-SC. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, e2015110, 2017.

SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. Seeds and sprouts of rural development: innovations and nested markets in small-scale on-farm processing by family farmers in South Brazil. In: MARSDEN, T.; MORLEY, A. (ed.). **Constructing a New Framework for Rural Development**. Bingley: Emerald Group Publishing, 2015. DOI: 10.1108/S1057-192220150000022005.

SHANSHIASHVILI, G. et al. Extraction of grape juice: impact of laboratory-scale pressing methods on the chemical composition. **Beverages**, v. 11, n. 1, p. 23, 2025.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JUNIOR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

ZEMZEMOĞLU, T. E. A. et al. Effects of thermosonication pretreatment on the physicochemical and sensory properties of grape juice obtained from Kösetevek grapes. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, p. 104465, 2026.

CAPÍTULO 7

POTENCIAL TECNOLÓGICO DE LEVEDURAS AUTÓCTONES DA CAMPANHA GAÚCHA PARA A PRODUÇÃO DE VINHOS COM IDENTIDADE DE TERROIR

TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF INDIGENOUS YEASTS FROM THE CAMPANHA GAÚCHA WINE REGION FOR TERROIR-DRIVEN WINEMAKING

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-007

Suziane Antes Jacobs
Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: suzianeantes@unipampa.edu.br

Hyoran Caius Genindo Barreto Martins
Bacharel em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: hy.caius@gmail.com

Gabriela Beber Alves
Bacharel em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: enologagabibeber@vinicolaterrabenta.com.br

Bruno Jacobs
Mestre em Química, Universidade Federal do Pampa
E-mail: brunojacobs@unipampa.edu.br

Sara Barbosa Borghi
Bacharel em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: sara.borghi@blv.ifmt.edu.br

Daphne Dickmann Cunha Kammer
Graduanda em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: daphnekammer.aluno@unipampa.edu.br

Gastón Gutiérrez-Gamboa
Doutorado em *Enología, Viticultura y Sostenibilida*, *Instituto de Investigaciones Agropecuarias Cauquenes, Chile*
E-mail: gaston.gutierrez@inia.cl

Taís Testa
Graduanda em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: taistesta.aluno@unipampa.edu.br

Cassia Pacheco dos Santos
Graduanda em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: cassiapacheco.aluno@unipampa.edu.br

RESUMO

A região da Campanha Gaúcha recebeu recentemente o reconhecimento de Indicação de Procedência (IP), consolidando sua reputação como importante produtora de vinhos de qualidade no Brasil. Nesse contexto,

a prospecção de leveduras autóctones representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de vinhos com identidade regional, capazes de expressar as características do *terroir* local. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico de leveduras autóctones isoladas de uvas Tannat e Cabernet Sauvignon cultivadas na Campanha Gaúcha. Foram utilizadas uvas Tannat provenientes de vinhedos conduzidos sob sistema convencional e sob Manejo Integrado de Pragas (MIP), além de uvas Cabernet Sauvignon cultivadas em sistema convencional. Os mostos foram submetidos à fermentação espontânea em condições estéreis, sendo realizadas coletas ao longo do processo para o isolamento das leveduras em meio de cultura. Os isolados obtidos foram avaliados quanto às principais características de interesse enológico, incluindo tolerância à temperatura, produção de sulfeto de hidrogênio (H_2S), resistência a condições de estresse fermentativo e capacidade de produção de etanol. Os isolados provenientes de uvas Tannat cultivadas sob Manejo Integrado de Pragas apresentaram o melhor desempenho tecnológico, demonstrando maior potencial para aplicação em processos fermentativos. As leveduras isoladas de vinhedos convencionais de Tannat e Cabernet Sauvignon também apresentaram resistência às condições típicas da fermentação alcoólica, indicando potencial para contribuir com maior complexidade aromática e sensorial aos vinhos. Entretanto, esses isolados não atingiram níveis de produção de etanol suficientes para promover a completa conversão dos açúcares do mosto, evidenciando a necessidade de estudos complementares para sua aplicação em fermentações industriais, seja como culturas iniciadoras ou em fermentações mistas com leveduras comerciais.

Palavras-chave: Caracterização tecnológica; Fermentação espontânea; *Saccharomyces spp*.

ABSTRACT

The Campanha Gaúcha wine region has recently been granted Protected Geographical Indication (PGI) status, reinforcing its recognition as an important producer of high-quality wines in Brazil. In this context, the bioprospecting of indigenous yeasts represents a promising strategy for developing wines with a distinctive regional identity that reflects the unique characteristics of the local terroir. This study aimed to evaluate the technological potential of indigenous yeast strains isolated from Tannat and Cabernet Sauvignon grapes grown in the Campanha Gaúcha region. Tannat grapes cultivated under both conventional management and Integrated Pest Management (IPM), as well as Cabernet Sauvignon grapes produced under conventional management, were used. The grape musts underwent spontaneous fermentation under sterile conditions, and samples were collected throughout the fermentation process for yeast isolation on culture media. The isolates were subsequently evaluated for key enological traits, including temperature tolerance, hydrogen sulfide (H_2S) production, tolerance to fermentation-related stress conditions, and ethanol production capacity. The yeast isolates obtained from Tannat grapes grown under Integrated Pest

Management exhibited the best technological performance, indicating a greater potential for application in winemaking. The isolates obtained from conventionally managed Tannat and Cabernet Sauvignon vineyards also showed tolerance to fermentation conditions, suggesting their potential to enhance the aromatic and sensory complexity of wines. However, these isolates did not produce sufficient ethanol to achieve complete sugar conversion during alcoholic fermentation, indicating that further studies are required to assess their suitability for industrial winemaking applications, either as starter cultures or in mixed fermentations with commercial yeast strains.

Keywords: *Saccharomyces spp*.; Spontaneous fermentation; Technological characterization.

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é o principal estado produtor de uvas do Brasil, concentrando cerca de 62,5% da área vitícola nacional e sendo responsável por mais de 90% da produção brasileira de vinhos e suco de uva, além de aproximadamente 85% da produção de espumantes (Mello et al., 2021). A vitivinicultura gaúcha está distribuída principalmente nas regiões da Serra Gaúcha, Serra do Sudeste, Campos de Cima da Serra e Campanha Gaúcha. Dentre elas, a Campanha Gaúcha vem se destacando pelo crescimento da área cultivada e pela produção de vinhos finos, favorecida pelas condições edafoclimáticas que proporcionam elevada aptidão para a viticultura de qualidade. Atualmente, a região responde por cerca de 31% da produção nacional de vinhos finos e, em 2020, recebeu o reconhecimento de Indicação de Procedência (IP Campanha), reforçando sua importância para a vitivinicultura brasileira e abrindo perspectivas para a obtenção de futuras Denominações de Origem (Mello et al., 2021).

A decisão de compra do consumidor é influenciada por diversos atributos relacionados à qualidade e à autenticidade do produto, incluindo sua origem geográfica, características sensoriais, premiações, identidade visual e reputação da região produtora (Fabris et al., 2020). Nesse contexto, o conceito de *terroir* assume papel fundamental, uma vez que representa a interação entre fatores naturais, como solo e clima, e fatores humanos, como as práticas vitícolas e enológicas empregadas. Essa interação determina a composição química das uvas e influencia a síntese de metabólitos secundários responsáveis pelas características de cor, aroma, sabor e estrutura dos vinhos (Van Leeuwen et al., 2018).

O vinho é uma matriz química complexa, cuja composição resulta da interação entre os constituintes da uva, a atividade metabólica dos microrganismos envolvidos na fermentação e, quando aplicável, o contato com a madeira durante o envelhecimento. Além das características inerentes às cultivares, as escolhas tecnológicas realizadas durante a vinificação exercem influência direta sobre o perfil sensorial do produto final. Nesse processo, as leveduras desempenham papel central, promovendo não apenas a conversão dos açúcares em etanol e dióxido de carbono, mas também a formação de uma ampla variedade

de compostos voláteis e não voláteis que determinam a complexidade aromática, o sabor, a estabilidade da cor e a qualidade global do vinho (Swiegers et al., 2005).

Na indústria vinícola, é predominante a utilização de culturas iniciadoras comerciais, principalmente de *Saccharomyces cerevisiae*, selecionadas por apresentarem elevada eficiência fermentativa, tolerância ao etanol e ao dióxido de enxofre, além da capacidade de completar a fermentação alcoólica de forma rápida e segura. Embora essas leveduras garantam maior controle do processo e padronização da produção, seu uso contínuo pode reduzir a diversidade microbiológica das fermentações e contribuir para a elaboração de vinhos com perfis sensoriais semelhantes. Como alternativa, a seleção de leveduras autóctones adaptadas às condições ambientais de regiões vitivinícolas específicas tem despertado crescente interesse por seu potencial de conferir maior tipicidade e identidade regional aos vinhos (Lappa et al., 2020).

Entre as leveduras autóctones, as espécies não pertencentes ao gênero *Saccharomyces* têm recebido atenção especial devido à sua contribuição para a complexidade sensorial dos vinhos. Essas leveduras predominam nas fases iniciais da fermentação espontânea e apresentam capacidade de produzir enzimas e metabólitos que enriquecem o perfil aromático e a estrutura da bebida. Durante muitos anos, sua utilização foi limitada em razão da baixa tolerância ao etanol e da associação com fermentações lentas ou incompletas (Ciani et al., 2010). Entretanto, estudos recentes demonstram que fermentações sequenciais ou em co-inoculação com *S. cerevisiae* permitem explorar os benefícios dessas espécies, reduzindo simultaneamente a formação de metabólitos indesejáveis, como ácido acético, acetaldeído, acetoína, acetato de etila e fenóis voláteis relacionados ao desenvolvimento de *Brettanomyces/Dekkera* spp. (Ciani et al., 2010). Entre os gêneros não-*Saccharomyces* de maior interesse enológico destacam-se *Torulaspora*, *Lachancea*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces* e *Metschnikowia* (Ciani et al., 2010; Vicente et al., 2020).

Diante da crescente valorização da identidade territorial dos vinhos da Campanha Gaúcha e do reconhecimento da importância da microbiota autóctone na expressão do *terroir*, torna-se fundamental identificar e caracterizar leveduras nativas com potencial de aplicação enológica. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as características tecnológicas de leveduras autóctones isoladas de vinhedos da Campanha Gaúcha, visando à seleção de cepas com potencial para utilização como culturas iniciadoras na indústria vinícola.

2 METODOLOGIA

Foram utilizadas uvas da safra 2021, das cvs. Cabernet Sauvignon e Tannat, cultivadas em sistema convencional. Além destas, foram vinificadas uvas Tannat de um sistema com manejo integrado de pragas (MIP). As uvas foram cultivadas no vinhedo da empresa Guatambu Estância do Vinho, localizada no município de Dom Pedrito-RS (Latitude - 30.9855753741855 S, Longitude - 54.4943688125776 W).

Foram colhidas aproximadamente 2 kg de cada uma das variedades e sistemas avaliados, utilizando-se luvas e armazenando-as em sacos plásticos estéreis.

Todo o processo foi realizado em câmara de fluxo laminar. Os fermentadores e utensílios utilizados foram previamente autoclavados para garantir a ausência de contaminações. Os manipuladores utilizaram luvas higienizadas com álcool 70% para realizar o desengace e esmagamento, feitos de forma manual. Cada uma das amostras foi acondicionada em erlenmeyers estéreis com capacidade de 2 L, para a microvinificação. Após o acondicionamento dos mostos, os recipientes permaneceram no fluxo laminar onde foram manuseados do início ao fim do processo fermentativo. As fermentações alcoólicas foram conduzidas de forma espontânea, sem adição de nenhum insumo enológico. Foram realizadas duas remontagens ao dia, em cada uma das amostras. Os sinais de fermentação (gás carbônico e movimentação do mosto) começaram a ser notados entre o 4° e o 5° dia após o processamento. Amostras de mosto foram coletadas (em tubo falcon) e semeadas em placas com meio de cultura YEPD (Yeast Extract Peptone Dextrose) no dia do processamento e posteriormente, a cada 2 dias, totalizando nove coletas. Entre os microrganismos que cresceram nas placas de cada uma das nove coletas, foram isoladas as colônias de morfologia compatível com leveduras. Cada uma recebeu um código de acordo com a variedade, o número da coleta e uma letra para identificá-las. Ex: TM3b (Tannat MIP, 3°coleta, levedura b). Após sete dias de fermentação foi realizada a descuba e os vinhos foram transferidos para erlenmeyers de 1 L.

As análises físico-químicas de caracterização dos vinhos (teor alcoólico, açúcar residual, pH, acidez total e acidez volátil) foram realizadas empregando o equipamento WineScan SO2 ® (Foss Analytics, Hillerød, Dinamarca). A análise dos mostos foi realizada no mesmo equipamento, considerando os parâmetros: densidade, ºBrix, açúcar residual, pH e acidez total.

Para o isolamento das cepas, uma alíquota de 10 microlitros de mosto de cada variedade de uva e sistema de cultivo foi semeada na superfície de ágar YEPD. As placas foram incubadas a uma temperatura de 27 °C por 48 horas. Durante o período de fermentação foram realizados oito plaqueamentos da amostra de cv. Cabernet Sauvignon, nove plaqueamentos da cv. Tannat produzida em sistema MIP e nove plaqueamentos da cv. Tannat produzida em sistema convencional.

Uma lupa foi utilizada para selecionar as colônias com características de leveduras, as quais foram repicadas em placas com meio YEPD adicionado de cetoconazol, na concentração de 0,2%, para evitar crescimento de fungos filamentosos; e cloranfenicol, na concentração de 0,1%, para evitar crescimento de bactérias. As leveduras isoladas foram então armazenadas em meio YEPD, refrigerado a 4 °C, com repique de manutenção a cada 30 dias. As leveduras isoladas foram submetidas a testes para avaliar seu desempenho em parâmetros tecnológicos importantes e condições adversas encontradas durante uma vinificação.

Para o teste de exclusão por estresse, as leveduras foram submetidas a desenvolvimento em meio sólido YEPD a 37 ºC durante 72 horas. As leveduras que apresentaram crescimento nesta temperatura foram

transferidas para o meio sólido YEPD contendo 8% (v/v) de etanol e colocadas em estufa a 30 ºC durante 72 horas. As leveduras que apresentaram crescimento na presença de etanol foram semeadas em meio YEPD 20% (p/v) de glicose e colocadas em estufa a 30 ºC durante 72 horas. As leveduras resistentes a esta concentração de carbono (glicose) foram crescidas em meio YEPD contendo 20% (p/v) de sacarose adicionado de 8% (v/v) de etanol a 30 ºC durante 72 horas (Guimarães, 2006).

A capacidade fermentativa dos isolados foi verificada em tubos de ensaio contendo tubos de Durhan invertidos, 10 mL de meio para fermentação e um volume de inóculo contendo 10^{-7} UFC, os quais foram colocados em estufa a 28 °C por um período de nove dias, conforme metodologia adaptada de Anchorena-Matienzo (2002). O volume de álcool foi mensurado no equipamento WineScan SO_2 ® (Foss Analytics, Hillerød, Dinamarca) após o vinho passar por centrifugação.

Os isolados e a levedura controle foram semeadas em placas de Petri contendo meio Ágar LA e em placas de Petri contendo o meio sólido YEPD (controle). Para o crescimento estas placas foram colocadas em estufa a 30 ºC durante 10 dias. Decorrido o tempo, foi observado o aparecimento ou não de colônias enegrecidas, característica de produção do sulfeto de hidrogênio (Guimarães, 2006).

Os isolados e a levedura controle foram semeadas em placas de Petri contendo meio sólido YEPD e colocadas em estufas com diferentes temperaturas, durante 72 horas. Para verificar a tolerância foram empregadas as seguintes temperaturas: 25 ºC, 30 ºC, 37 ºC e 45 ºC (Guimarães, 2006).

Para verificar o efeito da concentração de etanol sobre o crescimento, as leveduras isoladas e a levedura controle foram semeadas em placas de Petri contendo meio YEPD, sem e com a suplementação de etanol nas concentrações de 10% (v/v), 13% (v/v) e 15% (v/v). As placas foram incubadas a 30ºC durante 72 horas (adaptado de GuimarãeS, 2006 e Reis, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os testes de exclusão por estresse, resistência à temperatura e ao etanol, as leveduras semeadas nas placas foram analisadas visualmente de acordo com o nível de seu crescimento. Quando não houve nenhum crescimento, a levedura apresentou alto nível de sensibilidade ao estresse em análise, sendo incapaz de se reproduzir na presença dessa condição. Quando houve crescimento o mesmo foi analisado conforme a quantidade constatada, indo de pouco crescimento a crescimento pleno. Os resultados foram classificados em 4 níveis: 0 - nenhuma resistência; 1 - pouca resistência; 2 - média resistência; 3 - resistente. No teste de produção de H_2S o nível de enegrecimento de colônias que indica a produção do composto foi avaliado visualmente e classificado em: 0 - nenhuma produção; 1 - pouca produção, 2 - produção média; 3 - alta produção. No teste de capacidade fermentativa o volume de álcool foi mensurado em porcentagem por volume.

Na Tabela 1 são apresentadas as características físico-químicas dos mostos submetidos à fermentação para bioprospecção e caracterização tecnológica de leveduras autóctones isoladas de uvas das cultivares Tannat e Cabernet Sauvignon.

Tabela 1. Características físico-químicas do mosto.

Amostra	Densidade	Brix	Açúcar redutor (g/L)	pH	Ácido Tartárico	Ácido Málico	Ácido Glucônico	Acidez Total (meq/L)
CSC*	1,083	19,7	200,0	3,54	4,9	1,9	0,3	66,6
TC	1,098	23,0	239,9	3,27	6,6	1,6	0,4	82,6
TMIP	1,091	21,5	222,7	3,35	5,7	1,8	0,5	80,0

*CSC: Cabernet Sauvignon Convencional; TC: Tannat Convencional; TMIP: Tannat em Manejo Integrado de Pragas Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Tabela 2 são apresentadas as características físico-químicas dos vinhos elaborados por fermentação espontânea para bioprospecção e caracterização tecnológica de leveduras autóctones isoladas de uvas das cultivares Tannat e Cabernet Sauvignon.

Tabela 2. Características físico-químicas dos vinhos elaborados por fermentação espontânea.

Amostra	Álcool (% v/v)	AT pH 8.2	pH	Acidez Volátil (g/L)	Açúcar (g/L)	Glicerol	Ácido málico	Ácido lático	Densidade	Ácido Tartárico
CSC*	8,5	7,1	3,65	1,9	54,5	7,4	1,4	0,7	1,018	2,9
TC	10,8	7,2	3,26	0,6	69,5	9,8	1,4	0,2	1,021	3,7
TMIP	12,1	7,0	3,48	0,8	31,1	10,0	0,7	1,1	1,005	3,0

*CSC: Cabernet Sauvignon Convencional; TC: Tannat Convencional; TMIP: Tannat em Manejo Integrado de Pragas Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nas tabelas 3, 4 e 5 são apresentados os resultados dos testes da caracterização tecnológica das leveduras isoladas das uvas Tannat Convencional, Tannat MIP e Cabernet Convencional.

Tabela 3. Avaliação dos isolados na vinificação de uvas Tannat cultivadas no sistema convencional.

Levedura	Resistência ao álcool (%)			Produção de H_2S	Resistência a temperatura (°C)				Teste de exclusão por estresse				Produção de álcool
	10	13	15		20	28	37	45	**TºC	etanol (8%)	glicose (20%)	glicose (20%) + álcool (8%)	
TC1a*	3	1	1	2	3	3	1	1	1	0	0	0	1,8
TC1b	3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0,8
TC1c	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	1,8
TC2b	3	1	1	0	3	3	1	1	1	0	0	0	1,8
TC3a	1	1	1	2	3	3	1	1	1	0	0	0	1,7
TC3b	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9
TC3c	1	0	1	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0,9
TC4a	3	3	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	1,3
TC4b	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	1	1,3
TC4c	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9
TC5a	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	1,3
TC5b	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	0,8
TC5c	1	1	1	0	3	3	4	1	1	0	0	0	1,6
TC6a	3	1	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	1,0
TC6b	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1,5
TC6c	3	1	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	1,6
TC6d	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9
TC7b	1	2	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	1,7
TC7c	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	5,5
TC7d	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0,8
TC8b	3	3	1	0	3	3	1	1	3	3	3	3	3,0
TC8c	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9
TC9a	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3,1
TC9b	3	3	3	2	3	3	1	1	1	3	3	3	4,6
TC9c	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0,8

TC1a* = Isolado encontrado na primeira coleta de Tannat convencional. TC= Tannat Convencional; 1 = indica primeira coleta; a = identificação local na placa. Nos testes de exclusão (estresse, resistência à temperatura e ao etanol) as leveduras foram analisadas de acordo com o seu crescimento. Quando não houve crescimento a levedura apresentou alto nível de sensibilidade ao estresse, sendo incapaz de se reproduzir. Quando houve crescimento os resultados foram classificados em: 0 - nenhuma resistência; 1 - pouca resistência; 2 - média resistência; 3 - resistente. No teste de produção de H_2S o enegrecimento das colônias indica a produção do composto, classificado em: 0 - nenhuma produção; 1 - pouca produção, 2 - produção média; 3 - alta produção. No teste de capacidade fermentativa o volume de álcool foi mensurado em porcentagem por volume.**T°C = Temperatura. Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 4 – Avaliação dos isolados na vinificação de uvas Tannat cultivadas no sistema MIP.

Levedura	Resistência ao álcool (%)			Produção de H_2S	Resistência a temperatura (°C)				Teste de exclusão por estresse				Produção de álcool
	10	**13**	**15**		**20**	**28**	**37**	**45**	****TºC**	**etanol (8%)**	**glicose (20%)**	**glicose (20%) + álcool (8%)**	
TM1b	3	3	1	0	3	3	3	1	1	1	1	0	2,0
TM1c	3	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	3	2,3
TM2a	1	3	2	0	3	3	1	1	1	0	0	0	1,9
TM2b	3	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	3	2,0
TM2c	1	1	1	0	3	3	1	1	1	1	1	0	1,0
TM2d	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	1,2
TM2f	1	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	1,4
TM3b	2	2	2	1	3	3	1	1	3	1	3	3	0,0
TM3c	3	2	2	1	3	3	0	0	1	1	3	3	1,1
TM4a	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1,0
TM4b	3	1	1	1	3	3	1	1	0	0	0	0	1,5
TM4c	3	1	1	0	3	3	3	1	1	1	0	0	1,9
TM4d	3	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2,9
TM5c	3	1	1	0	3	3	2	1	1	1	1	1	2,0
TM5d	3	1	1	0	3	3	3	1	3	3	3	3	2,4
TM6a	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	9,9
TM6b	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	7,8
TM6c	1	1	1	0	3	3	1	1	1	1	0	0	2,3
TM7a	3	3	2	1	3	3	1	2	3	3	3	3	9,7
TM7b	3	1	1	0	3	3	1	1	3	1	3	3	5,3
TM8a	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	10,8
TM8b	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	10,6
TM9a	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	10,1
TM9b	0	0	1	2	3	3	4	0	4	1	3	1	1,5
TM9c									2	3	3	3	10,2

TM1b* = Isolado encontrado na primeira coleta de Tannat MIP. TM= Tannat MIP; 1 = indica primeira coleta; b = identificação local na placa. Nos testes de exclusão (estresse, resistência à temperatura e ao etanol) as leveduras foram analisadas de acordo com o seu crescimento. Quando não houve crescimento a levedura apresentou alto nível de sensibilidade ao estresse, sendo incapaz de se reproduzir. Quando houve crescimento os resultados foram classificados em: 0 - nenhuma resistência; 1 - pouca resistência; 2 - média resistência; 3 - resistente. No teste de produção de H_2S o enegrecimento das colônias indica a produção do composto, classificado em: 0 - nenhuma produção; 1 - pouca produção, 2 - produção média; 3 - alta produção. No teste de capacidade fermentativa o volume de álcool foi mensurado em porcentagem por volume. **T°C = Temperatura. Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 5 – Avaliação dos isolados na vinificação de uvas Cabernet Sauvignon cultivadas no sistema convencional.

Levedura	Resistência ao álcool (%)			Produção de H_2S	Resistência a temperatura (°C)				Teste de exclusão por estresse				Produção de álcool
	10	13	15		20	28	37	45	**TºC	etanol (8%)	glicose (20%)	glicose (20%) + álcool (8%)	
CS1a	1	1	1	1	1	0	1	0	3	3	3	3	2,2
CS1b	2	1	1	1	3	1	3	1	3	3	3	3	2,5
CS2a	3	1	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	1,3
CS2b	3	2	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	1,7
CS2c	3	2	1	3	3	1	3	1	3	3	3	3	1,9
CS3b	3	3	1	3	3	2	3	1	3	3	3	3	1,5
CS4b	3	3	1	3	3	2	3	1	3	3	3	3	2,1
CS5a	1	3	1	0	3	1	3	1	0	0	0	0	2,7
CS5b	3	3	2	3	3	2	3	1	3	3	3	3	2,0
CS6a	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9
CS6b	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	1,8
CS6c	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	3	3	1,7
CS7a	3	3	1	0	3	1	3	1	1	1	3	3	4,4
CS7b	3	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	3,5
CS8a	3	3	1	0	3	2	3	1	3	1	0	0	4,1
CS8b	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1,7
CS8c	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	0,9

CS1a* = Isolado encontrado na primeira coleta de Cabernet Sauvignon. CS = Cabernet Sauvignon; 1 = indica primeira coleta; a = identificação local na placa. Nos testes de exclusão (estresse, resistência à temperatura e ao etanol) as leveduras foram analisadas de acordo com o seu crescimento. Quando não houve crescimento a levedura apresentou alto nível de sensibilidade ao estresse, sendo incapaz de se reproduzir. Quando houve crescimento os resultados foram classificados em: 0 - nenhuma resistência; 1 - pouca resistência; 2 - média resistência; 3 - resistente. No teste de produção de H_2S o enegrecimento das colônias indica a produção do composto, classificado em: 0 - nenhuma produção; 1 - pouca produção, 2 - produção média; 3 - alta produção. No teste de capacidade fermentativa o volume de álcool foi mensurado em porcentagem por volume. **T°C = Temperatura. Fonte: Elaborado pelo Autor.

4 DISCUSSÃO

Ao analisar os parâmetros físico-químicos dos vinhos resultantes da fermentação espontânea (Tabela 2), pode-se notar que o Tannat produzido no sistema MIP, que faz o uso de uma menor quantidade de agrotóxicos, apresentou a maior graduação alcoólica, menor quantidade de açúcar residual e menor acidez volátil. É possível que o menor uso de defensivos agrícolas tenha permitido a microbiota natural desta uva com maior variedade de leveduras e maior número de células viáveis para fermentação (Da Silva et al*.,* 2007).

O Tannat proveniente de uvas do sistema convencional apresentou boa graduação alcoólica e a menor acidez volátil, mas teve um açúcar residual alto. Já o Cabernet Sauvignon convencional apresentou os piores resultados, com baixo álcool e elevada acidez volátil, assim como um açúcar residual alto.

Os vinhos da variedade Tannat apresentaram alta concentração de glicerol. Este composto possui sabor adocicado semelhante ao da glucose e é considerado uma molécula de importância organoléptica. Produzido pelas leveduras, principalmente no início da fermentação alcoólica, o glicerol é acompanhado da formação de outros produtos secundários, como compostos de função carbonila e ácido acético, que impactam negativamente na qualidade do vinho (Ribéreau-Gayon et al., 2003).

A graduação alcoólica é uma das principais características dos vinhos, sendo este parâmetro regulamentado pela Lei 10.970/2004. Considerando que a lei exige, para vinhos finos, uma graduação alcoólica mínima de 8,6% (Brasil, 2014), optamos por descartar da discussão as leveduras que mostraram pouca ou nenhuma resistência ao etanol. No entanto, isto não impede a utilização destes isolados, principalmente se o objetivo da vinificação for a busca por complexidade aromática e gustativa, em que os isolados seriam responsáveis por uma pequena parcela de transformação do açúcar em álcool. Estes isolados também podem ser utilizados na produção de vinhos leves (7 a 8,5%), alguns vinhos frisantes (a partir de 7%) e vinhos moscato espumantes (a partir de 7%) (Brasil, 2014).

Em relação às leveduras isoladas na vinificação da variedade Tannat cultivada de forma convencional, a grande maioria destas se mostrou resistente à presença de álcool, principalmente na menor graduação (10%) avaliada (Tabela 3). A mesma tendência foi observada a 13% de álcool, onde apenas cinco isolados que se apresentaram resistentes a 10% de álcool não mantiveram a mesma resistência. Neste sentido, 15 isolados na vinificação do Tannat convencional, considerando a resistência ao álcool, poderiam ser avaliados para a produção comercial, uma vez que a grande maioria dos vinhos apresenta graduação alcoólica nesta faixa (10-13% de álcool). Se pensarmos na fermentação de vinhos nobres, que apresentam graduação alcoólica a partir de 14,1% (Brazil, 2014), apenas oito destes isolados poderiam ser empregados na vinificação.

Em relação à produção de sulfeto de hidrogênio (H_2S) a maioria dos isolados resistentes à faixa 10 a 13% de álcool apresentou produção que varia de nenhuma (TC4a e TC8c) a média produção de H_2S (grande maioria dos isolados). Neste sentido, podemos destacar os isolados TC4a e TC8c (nenhuma produção de H_2S) e TC4c, TC5a e TC5b que apresentaram pouca produção de sulfeto de hidrogênio. O sulfeto de hidrogênio é um gás incolor formado durante a fermentação alcoólica e que apresenta um aroma extremamente desagradável quando ultrapassa o umbral de percepção, degradando o aroma do vinho (Rankine, 2000).

Em relação ao teste de temperatura, os isolados apresentaram boa resistência a temperaturas que normalmente são atingidas em fermentações controladas (de 20 a 37 °C). Todos os isolados considerados

resistentes ao teste de álcool e com baixa a média produção de H_2S apresentaram resultados semelhantes nesta etapa, sendo resistentes a temperaturas elevadas (até 37 °C). Nenhum dos isolados apresentou resistência a temperaturas de 45 °C. No entanto, em uma produção comercial de vinhos, a resistência a essa temperatura extrema não é um pré-requisito fundamental, visto que fermentações alcoólicas tradicionais e bem executadas, geralmente não excedem os 28 °C (Ribéreau-Gayon et al., 2003).

No teste de exclusão por estresse, mais uma vez, os isolados que apresentaram resistência ao álcool, baixa produção de H_2S e resistência a temperaturas normalmente desenvolvidas durante a fermentação alcoólica, demonstraram comportamento adequado. Apenas dois destes isolados apresentaram pouca resistência ao estresse nessa etapa. O isolado TC4b apresentou baixa resistência ao estresse causado pela presença de 20% de glicose + 8% de álcool. Por sua vez, o isolado TC9b apresentou baixa resistência ao estresse causado pela temperatura. Esse resultado é importante, uma vez que este isolado foi um dos mais eficientes no teste de produção de álcool (4,6%) que será discutido a seguir.

Em relação à produção de álcool, apenas dois dos isolados considerados adequados nas etapas anteriores apresentaram capacidade igual ou superior a 3% (TC7c e TC8b). Mesmo assim, a capacidade de produção de álcool destes isolados não ultrapassou 5,5%. Neste sentido, podemos utilizar estes isolados de forma semelhante ao uso indicado para os isolados que não resistem a uma alta concentração de álcool no meio, ou seja, para a composição de complexidade aromática e gustativa, na fermentação de vinhos, que pode ser uma estratégia interessante, principalmente para a produção de vinhos brancos aromáticos.

Assim, entre os isolados avaliados na fermentação de vinhos Tannat provenientes de vinhedos com cultivo convencional, podemos destacar o isolado TC8b. Além de apresentar resistência a teores de álcool até 13%, nenhuma produção de H_2S e resistência aos testes de temperatura e de estresse, é um dos isolados que apresentou maior produção de álcool, cerca de 3%.

Ao analisar a Tabela 4, observamos que, comparativamente ao número total de avaliações, o sistema MIP apresentou um maior número de isolados com características adequadas ao processo de vinificação. Desde o teste de resistência ao álcool, a maioria dos isolados (cerca de 60%) apresentou adequado comportamento em concentrações intermediárias de álcool no meio (10-13%). Essa tendência pode indicar que sistemas com uso racional ou limitado de defensivos químicos podem elevar o aparecimento de leveduras com adequado desenvolvimento nos processos fermentativos.

No teste de produção de sulfeto de hidrogênio, cinco isolados (TM4d, TM6a, TM6b, TM8a e TM8b) apresentaram produção elevada de H_2S, apresentando então limitações para uso na indústria vinícola. Dos isolados adequados à resistência ao álcool e com nenhuma à média produção de sulfeto, todos apresentaram adequado comportamento em relação às temperaturas medianas de uma fermentação alcoólica (20-27 °C).

No teste de exclusão por estresse, o isolado TM1b apresentou baixa resistência ao estresse por temperatura, etanol e glicose. Além de nenhuma resistência à associação de glicose e álcool no meio

fermentativo. O isolado TM2a apresentou baixa resistência ao estresse por temperatura e nenhuma resistência aos estresses por etanol, glicose, e glicose + álcool. O isolado TM3c apresentou baixa resistência ao estresse causado por temperatura e também ao estresse causado pela presença de etanol.

No teste de produção de álcool destacaram-se dois isolados: o TM7a, que alcançou produção de 9,7% de álcool, e o isolado TM9a, que apresentou a maior capacidade de produção de álcool entre todos os isolados avaliados, de 10,1%. Esses dois isolados, com as características avaliadas neste trabalho, aparecem com maior potencial para utilização na indústria enológica.

Em relação aos dados apresentados na Tabela 5, considerando a resistência ao álcool, somente três isolados não apresentaram as características adequadas, uma vez que não são resistentes a concentrações baixas à médias de álcool (10-13%). Dos demais isolados, de adequada resistência ao teor de álcool, apenas oito colônias apresentaram baixa ou pouca produção de sulfeto de hidrogênio. Assim, considerando a produção elevada de H_2S como fator limitante ao processo de vinificação, excluímos os demais da análise que segue. No teste de temperatura, um desses isolados apresentou baixa resistência à temperatura de 20°C (CS7b). Essa característica é uma importante limitação, uma vez que mesmo na vinificação de brancos, esta temperatura é constantemente alcançada.

No teste de exclusão por estresse, mais três isolados apresentaram importantes limitações: CS5a apresentou nenhuma resistência ao estresse por temperatura, etanol, glicose e glicose + álcool; CS8a apresentou nenhuma resistência ao estresse por glicose e glicose + álcool, além de pouca resistência ao etanol; o isolado CS7a apresentou baixa resistência ao estresse causado por temperatura e por etanol. Finalmente, estes isolados foram avaliados em relação à produção de álcool. Os isolados CS6b e CS6c apresentaram as maiores capacidades de produção de álcool, quando comparados aos outros dois isolados avaliados (CS6a e CS8c).

5 CONCLUSÃO

O melhor desempenho tecnológico foi encontrado em leveduras isoladas das uvas Tannat provenientes de vinhedo com manejo integrado de pragas.

As leveduras TM7a e TM9a apresentaram maior produção de álcool, além de boa resistência a temperaturas e estresses e aceitável produção de H_2S.

As leveduras isoladas de vinhedos de Tannat e Cabernet Sauvignon cultivados de forma convencional apresentaram resistência às condições de fermentação, podendo ser testadas para adicionar complexidade organoléptica aos vinhos.

As leveduras isoladas de vinhedos de Tannat e Cabernet Sauvignon cultivados de forma convencional não alcançaram níveis de produção de álcool satisfatórios para uma fermentação completa.

REFERÊNCIAS

ANCHORENA-MATIENZO, Patricia. **Re-identificação e caracterização genética da levedura IZ-987 utilizando marcadores moleculares**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. DOI: https://doi.org/10.11606/D.11.2002.tde-08012003-081903.

ANDORRÀ, Imma; MIRÓ, Gemma; ESPLIGARES, Noelia; MISLATA, Ana Maria; PUXEU, Miquel; FERRER-GALLEGO, Raúl. Wild yeast and lactic acid bacteria of wine. In: **Yeasts in biotechnology**. London: IntechOpen, 2019. DOI: https://doi.org/10.5772/intechopen.84128.

BOKULICH, Nicholas A.; THORNGATE, John H.; RICHARDSON, Paul M.; MILLS, David A. Microbial biogeography of wine grapes is conditioned by cultivar, vintage, and climate. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 1, p. E139-E148, 2014. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1317377110.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 14, de 8 de fevereiro de 2018**. Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do vinho. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018. Disponível em: https://sistemasweb.agricultura.gov.br/conjurnormas/index.php/INSTRU%C3%87%C3%83O_NORMATIVA_N%C2%B0_14,_DE_8_DE_FEVEREIRO_DE_2018. Acesso em: 30 set. 2026.

CIANI, Maurizio; COMITINI, Francesca; MANNAZZU, Ilaria; DOMIZIO, Paola. Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-Saccharomyces yeasts in winemaking. **FEMS Yeast Research**, v. 10, n. 2, p. 123-133, 2010. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2009.00579.x.

DRUMONDE-NEVES, João; FRANCO-DUARTE, Ricardo; LIMA, Teresa; SCHULLER, Dorit; PAIS, Célia. Association between grape yeast communities and the vineyard ecosystems. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, e0169883, 2017. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169883.

FABRIS, Diego Cachapuz; KELLER, Felipe Chaves; CARVALHO, Bianca Pinto; RADTKE, Manoela Lawall; METTE, Frederike Monika Budiner. Mapa do comportamento do consumidor de vinho no Brasil: uma segmentação baseada em motivações. In: *XXIII SEMEAD* – **Seminários em Administração**, 2020. Anais [...]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.

GUIMARÃES, T. M. **Isolamento, identificação e seleção de cepas de levedura Saccharomyces cerevisiae para elaboração de vinho**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

IP CAMPANHA GAÚCHA. **Regulamento de uso da Indicação de Procedência Campanha Gaúcha**. 2021. Disponível em: https://www.vinhosdacampanha.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Regulamento-de-Uso.IP-Campanha-Gau%CC%81cha.Oficial.pdf. Acesso em: 30 jun. 2023.

LAPPA, Iliada K.; KACHRIMANIDOU, Vasiliki; PATERAKI, Chrysanthi; KOULOUGLIOTIS, Dionysios. Indigenous yeasts: emerging trends and challenges in winemaking. **Current Opinion in Food Science**, v. 32, p. 133-143, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.04.004.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira**: panorama 2020. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2021. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 223). Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1135990/vitivinicultura-brasileira-panorama-2020. Acesso em: 5 ago. 2022.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira**: panorama 2021. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2022. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 226). Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149674/vitivinicultura-brasileira-panorama-2021. Acesso em: 30 set. 2026.

RANKINE, Bryce. **Manual práctico de enología**. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 394 p.

RIBÉREAU-GAYON, Pascal; DUBOURDIEU, Denis; DONÈCHE, Bernard; LONVAUD, Aline. **Tratado de enología**: microbiología del vino, vinificaciones. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 655 p.

SILVA, G. A. da; GAVA, R.; SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R. Fungicidas empregados na viticultura e sua ação sobre atividade de leveduras autóctones e selecionada. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOPROCESSOS**, 2007, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: UFPR, 2007.

SILVEIRA, S. V. da. Projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação “Indicação de Procedência Campanha Gaúcha para vinhos finos tranquilos e espumantes”. In: SILVEIRA, S. V. da; PROTAS, J. F. da S. (ed.). **Vinhos finos da região da Campanha Gaúcha**: tecnologias para a vitivinicultura e para a estruturação de Indicação Geográfica. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2021. cap. 1, p. 17-52. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1139750. Acesso em: 6 jul. 2023.

SOUSA, Fernando de; PEREIRA, Conceição Meireles. **O Brasil, o Douro e a Real Companhia Velha (1756-1834)**. Porto: CEPESE – Centro de Estudos da População, Economia e Sociedade, 2008.

SWIEGERS, J. H.; BARTOWSKY, E. J.; HENSCHKE, P. A.; PRETORIUS, I. S. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 11, n. 2, p. 139-173, 2005.

UVIBRA – CONSELHO DELIBERATIVO DA UVIBRA-CONSEVITIS-RS. **Venda de vinhos e espumantes cresce 19% no Brasil no acumulado de 12 meses**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.uvibraconsevitis-rs.com.br/pt/noticias/venda-de-vinhos-e-espumantes-cresce-19-no-brasil-no-acumulado-de-12-meses-202. Acesso em: 31/07/2026.

VAN LEEUWEN, Cornélis; ROBY, Jean-Philippe; DE RESSÉGUIER, Laure. Soil-related terroir factors: a review. **OENO One**, v. 52, n. 2, p. 173-188, 2018. DOI: https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208.

VICENTE, Javier; RUIZ, Javier; BELDA, Ignacio; BENITO-VÁZQUEZ, Iván; MARQUINA, Domingo; CALDERÓN, Fernando; SANTOS, Antonio; BENITO, Santiago. The genus *Metschnikowia* in enology. **Microorganisms**, v. 8, n. 7, p. 1038, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/microorganisms8071038.

CAPÍTULO 8

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO VINHO SYRAH DA CAMPANHA GAÚCHA: IDENTIDADE TERRITORIAL E VALORIZAÇÃO AGROALIMENTAR

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF SYRAH WINE FROM THE CAMPANHA GAÚCHA: TERRITORIAL IDENTITY AND AGRI-FOOD VALORIZATION

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-008

Viviam Rodrigues Mônego
Mestranda em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: monegoviviam@gmail.com

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Júlia Kantorski Almeida
Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: juliakantorskialmeida@hotmail.com

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

Ângela Rossi Marcon
Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: angelamarcon@unipampa.edu.br

Elizete Beatriz Radmann
Doutora em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal do Pampa
E-mail: elizeteradmann@unipampa.edu.br

Marcos Gabbardo
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: marcosgabbardo@unipampa.edu.br

Wellynthon Machado da Cunha
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: wellynthoncunha@unipampa.edu.br

Wagner Brasil Costa
Doutor em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: vagnerbrasil@gmail.com

RESUMO

A Campanha Gaúcha consolidou-se como uma das principais regiões vitivinícolas emergentes do Brasil, destacando-se pela produção de vinhos finos com identidade territorial e elevado potencial enológico. Nesse contexto, a cultivar Syrah tem apresentado excelente adaptação às condições edafoclimáticas da região,

originando vinhos com características físico-químicas e sensoriais de elevada qualidade. O presente estudo teve como objetivo caracterizar os principais parâmetros físico-químicos de um vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha, discutindo sua qualidade enológica e seu potencial de inserção na gastronomia regional. As uvas foram colhidas na safra de 2026 no Vinhedo Experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), localizado em Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, e os vinhos foram elaborados conforme o protocolo institucional de vinificação. Foram analisadas quatro amostras de vinho tinto utilizando o analisador enológico multiparamétrico WineScan™, baseado em espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Foram determinados teor alcoólico, densidade, pH, acidez total titulável, acidez volátil, ácidos málico e lático, açúcares redutores, glicerol, índice de compostos fenólicos totais, absorbâncias a 420, 520 e 620 nm, intensidade de cor e tonalidade de cor. Os resultados evidenciaram um vinho seco, estruturado e quimicamente estável, apresentando teor alcoólico de 14,85%, baixa concentração de açúcares redutores, equilíbrio entre pH e acidez, adequada conversão malolática e elevado teor de compostos fenólicos. A predominância da absorbância em 520 nm, associada aos valores de intensidade e tonalidade de cor, indicou adequada extração e preservação dos pigmentos fenólicos, características compatíveis com vinhos tintos jovens de elevada qualidade. Os resultados demonstram o potencial da cultivar Syrah para a produção de vinhos finos na Campanha Gaúcha, reforçando a importância da vitivinicultura como atividade estratégica para a valorização da identidade territorial, da gastronomia regional e do patrimônio agroalimentar do Bioma Pampa.

Palavras-chave: Campanha Gaúcha; Parâmetros físico-químicos; Qualidade enológica; *Vitis vinifera* L.; Syrah.

ABSTRACT

The Campanha Gaúcha has emerged as one of Brazil’s leading wine-producing regions, distinguished by the production of fine wines with strong territorial identity and high enological potential. In this context, the Syrah grape cultivar has shown excellent adaptation to the region's edaphoclimatic conditions, producing wines with outstanding physicochemical and sensory characteristics. This study aimed to characterize the main physicochemical parameters of a Syrah wine produced in the Campanha Gaúcha, discussing its enological quality and potential for integration into regional gastronomy. Grapes were harvested during the 2026 vintage at the Experimental Vineyard of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), located in Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brazil, and the wines were produced according to the institution's standard winemaking protocol. Four red wine samples were analyzed using the WineScan™ multiparametric wine analyzer, based on Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. The evaluated parameters included alcohol content, density, pH, titratable acidity, volatile acidity, malic and

lactic acids, reducing sugars, glycerol, total phenolic compounds index, absorbance at 420, 520, and 620 nm, color intensity, and color hue. The results indicated a dry, well-structured, and chemically stable wine, characterized by an alcohol content of 14.85%, low concentration of reducing sugars, balanced pH and acidity, appropriate malolactic conversion, and a high total phenolic compounds index. The predominance of absorbance at 520 nm, together with the values of color intensity and hue, indicated adequate extraction and preservation of phenolic pigments, characteristics consistent with high-quality young red wines. These findings demonstrate the potential of the Syrah cultivar for the production of premium wines in the Campanha Gaúcha, reinforcing the importance of viticulture as a strategic activity for promoting territorial identity, regional gastronomy, and the agri-food heritage of the Pampa Biome.

Keywords: Campanha Gaúcha; Enological quality; *Vitis vinifera* L.; Physicochemical parameters; Syrah.

1 INTRODUÇÃO

A crescente valorização de alimentos e bebidas associados ao território tem impulsionado debates sobre desenvolvimento regional, sustentabilidade, patrimônio agroalimentar e gastronomia contemporânea. Nesse cenário, produtos cuja identidade está diretamente relacionada às características ambientais, culturais e históricas de determinada região vêm conquistando maior reconhecimento por consumidores e pesquisadores, sobretudo em função de sua autenticidade, rastreabilidade e potencial de agregação de valor (Heller-Fuenzalida et al., 2023). Essa perspectiva fortalece o conceito de territorialidade alimentar, no qual a interação entre fatores naturais, conhecimentos tradicionais e inovação tecnológica resulta em produtos com identidade própria e elevada relevância econômica, social e cultural (Ozório et al., 2024).

Entre os setores agroindustriais que melhor representam essa relação entre território e qualidade destaca-se a vitivinicultura. A produção de vinhos transcende o aspecto estritamente agrícola, constituindo-se como uma atividade capaz de integrar recursos naturais, práticas agronômicas, conhecimento técnico-científico, tradição cultural e inovação, contribuindo para a construção da identidade de diferentes regiões produtoras (Heller-Fuenzalida et al., 2023). Além de sua importância econômica, a vitivinicultura exerce papel significativo na preservação da paisagem rural, na promoção do turismo enogastronômico e no fortalecimento das cadeias produtivas locais, favorecendo estratégias de desenvolvimento territorial sustentável (Gridello et al., 2025).

No contexto brasileiro, a expansão da vitivinicultura para novas áreas produtoras tem proporcionado o surgimento de regiões com elevado potencial enológico, ampliando a diversidade de vinhos nacionais e valorizando diferentes condições edafoclimáticas. Entre essas regiões destaca-se a Campanha Gaúcha, situada na porção sul do estado do Rio Grande do Sul, cuja consolidação como polo vitivinícola decorre da combinação de relevo suavemente ondulado, boa insolação, amplitude térmica, baixa umidade relativa

durante o período de maturação das uvas e solos adequados ao cultivo da videira (Alves Filho et al., 2022). Essas características favorecem a obtenção de uvas com excelente equilíbrio entre açúcares, acidez e compostos fenólicos, atributos fundamentais para a produção de vinhos de elevada qualidade.

A Campanha Gaúcha consolidou-se como uma das principais regiões vitivinícolas emergentes do Brasil, apresentando condições edafoclimáticas altamente favoráveis ao cultivo de variedades tintas destinadas à elaboração de vinhos finos. Nesse cenário, a cultivar Syrah (Figura 1), tem despertado crescente interesse de produtores e pesquisadores devido à sua elevada capacidade de adaptação às condições ambientais da região e ao potencial para originar vinhos de expressiva qualidade sensorial e tecnológica (Mota et al., 2021).

Figura 1. Cultivar Syrah



Fonte: Vivai Cooperativi Rauscedo (2011).

A cultivar Syrah caracteriza-se pela produção de vinhos intensamente coloridos, estruturados, com elevada concentração de compostos fenólicos, taninos bem desenvolvidos e perfil aromático complexo, frequentemente associado a notas de frutas negras, especiarias e nuances minerais, características amplamente apreciadas pelo mercado consumidor (Zocche et al., 2017).

Os compostos fenólicos presentes nos vinhos tintos representam um dos principais indicadores de qualidade, uma vez que exercem influência direta sobre atributos como cor, estrutura, adstringência, estabilidade oxidativa e capacidade de envelhecimento (Alves Filho et al., 2022). Além disso, diversas

pesquisas têm demonstrado que esses metabólitos bioativos apresentam importante atividade antioxidante, despertando interesse tanto da comunidade científica quanto da indústria de alimentos e bebidas em razão de seus potenciais efeitos benéficos à saúde quando consumidos de forma moderada (Choi et al., 2024). Dessa forma, a caracterização físico-química desses vinhos constitui ferramenta indispensável para avaliação de sua qualidade tecnológica, identidade regional e potencial de diferenciação no mercado.

Sob a perspectiva da gastronomia, os vinhos produzidos na Campanha Gaúcha representam mais do que uma bebida fermentada, constituindo elementos culturais capazes de expressar o conceito de *terroir*, integrando características ambientais, práticas produtivas e patrimônio histórico da região (Dos Santos Triches et al., 2020). Essa relação fortalece experiências gastronômicas autênticas, estimula o enoturismo, promove a valorização dos produtores locais e amplia a visibilidade da sociobiodiversidade regional, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das comunidades envolvidas na cadeia vitivinícola (Ozório et al., 2024).

Considerando a crescente relevância da produção vitivinícola da Campanha Gaúcha no cenário nacional, torna-se fundamental ampliar o conhecimento acerca das características físico-químicas dos vinhos elaborados na região, fornecendo subsídios científicos que contribuam para a valorização da produção regional, o aprimoramento dos processos produtivos e a consolidação de sua identidade enológica.

Diante desse contexto, o presente capítulo teve como objetivo caracterizar os principais parâmetros físico-químicos de um vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha, discutindo sua qualidade enológica, sua identidade territorial e seu potencial de inserção na gastronomia regional, considerando sua contribuição para a valorização do patrimônio agroalimentar e da sociobiodiversidade do Bioma Pampa.

2 METODOLOGIA

As uvas da cultivar Syrah foram colhidas na safra de 2026 no Vinhedo Experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), localizado no município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil, região pertencente à Campanha Gaúcha. Após a colheita, as uvas foram submetidas ao processo de vinificação nas instalações da instituição, seguindo o protocolo padronizado de elaboração de vinhos tintos adotado pela universidade.

Foram avaliadas quatro amostras de vinho tinto elaboradas a partir da cultivar Syrah. Todas as determinações físico-químicas foram realizadas utilizando o analisador enológico multiparamétrico WineScan™ (FOSS Analytical A/S, Hillerød, Dinamarca), equipamento baseado na tecnologia de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), que permite a determinação simultânea de diversos parâmetros físico-químicos do vinho por meio de calibrações previamente validadas para matrizes enológicas (Foss, 2024; Chapman et al., 2019).

Foram determinados os seguintes parâmetros: teor alcoólico (% v/v), acidez total titulável ($g.L^{-1}$ em ácido tartárico - H_2T), acidez volátil ($g.L^{-1}$), potencial hidrogeniônico (pH), açúcares redutores ($g.L^{-1}$), densidade ($g.mL^{-1}$), glicerol ($g.L^{-1}$), ácido málico ($g.L^{-1}$), ácido lático ($g.L^{-1}$), índice de Folin-Ciocalteau (compostos fenólicos totais) e os índices de intensidade e tonalidade de cor. Todas as análises foram realizadas diretamente pelo equipamento WineScan™, conforme os métodos analíticos e calibrações específicas disponibilizados pelo fabricante para análise de vinhos.

A intensidade de cor foi determinada pela soma das absorbâncias medidas dos comprimentos de onda de 420, 520 e 620 nm, representando a contribuição conjunta das tonalidades amarela, vermelha e azul presentes no vinho tinto. A tonalidade de cor foi obtida pela razão entre as absorbâncias em 420 e 520 nm, constituindo um indicador do estado de evolução da cor do vinho, em que valores mais elevados refletem maior predominância de pigmentos amarelados em relação aos vermelhos. Ambos os parâmetros foram determinados automaticamente pelo analisador multiparamétrico WineScan™, utilizando as leituras espectrais obtidas pelo equipamento e suas calibrações específicas para matrizes enológicas (Glories, 1984; OIV, 2024).

Os resultados obtidos foram submetidos à estatística descritiva e expressos como média e desvio-padrão, permitindo a caracterização dos principais parâmetros físico-químicos do vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química do vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha encontra-se apresentada na Tabela 1. Os parâmetros avaliados demonstraram elevada uniformidade entre as amostras, evidenciada pelos baixos desvios-padrão observados para todas as variáveis analisadas, indicando consistência durante o processo de elaboração do vinho e estabilidade dos atributos físico-químicos determinados. De maneira geral, os resultados revelaram características compatíveis com vinhos tintos de elevada qualidade enológica, refletindo condições adequadas de maturação das uvas, eficiência fermentativa e adequado manejo das etapas de vinificação (Mota et al., 2021).

O teor alcoólico médio de 14,85 ± 0,11% (v/v), associado à densidade de 0,9950 ± 0,0001, demonstra elevada eficiência na conversão dos açúcares fermentescíveis em etanol durante a fermentação alcoólica (Tabela 1). Simultaneamente, o baixo teor de açúcares redutores (3,65 ± 0,29 $g.L^{-1}$) confirma a obtenção de um vinho seco, característica desejável para vinhos tintos estruturados e amplamente valorizada na elaboração de rótulos destinados ao consumo gastronômico. Esses parâmetros evidenciaram que a fermentação ocorreu de forma satisfatória, sem acúmulo expressivo de açúcares residuais, refletindo adequado desempenho das leveduras durante o processo fermentativo (Mota et al., 2021; Jordão et al., 2024).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos do vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha

Parâmetro	Média / Desvio Padrão
Teor alcoólico (% v/v)	14,85 ± 0,11
Densidade	0,9950 ± 0,0001
pH	3,73 ± 0,02
Acidez total (g.L^{-1} H_2T)	8,43 ± 0,19
Acidez volátil (g.L^{-1})	0,68 ± 0,22
Ácido málico (g.L^{-1})	0,53 ± 0,05
Ácido lático (g.L^{-1})	2,48 ± 0,05
Açúcares redutores (g.L^{-1})	3,65 ± 0,29
Glicerol (g.L^{-1})	14,35 ± 0,13
Índice de Folin-Ciocalteu	57,40 ± 2,37

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

O potencial hidrogeniônico apresentou valor médio de 3,73 ± 0,02, enquanto a acidez total titulável foi de 8,43 ± 0,19 g.L^{-1} H_2T. A associação entre esses parâmetros demonstra equilíbrio entre acidez e estrutura do vinho, aspecto determinante para a estabilidade química, microbiológica e sensorial da bebida (Jordão et al., 2024). A acidez exerce influência direta na percepção de frescor, na preservação dos compostos aromáticos e na estabilidade da coloração dos vinhos tintos, constituindo um dos principais indicadores de qualidade enológica (Jordão et al., 2024).

A acidez volátil apresentou média de 0,68 ± 0,22 meq.L^{-1}, permanecendo dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para vinhos finos (Brasil, 2024). Valores reduzidos de acidez volátil indicam adequado controle microbiológico durante a fermentação e o armazenamento, uma vez que concentrações elevadas normalmente estão associadas ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e à formação excessiva de ácidos orgânicos voláteis, especialmente ácido acético, que comprometem a qualidade sensorial do vinho (Jordão et al., 2024).

As concentrações de ácido málico (0,53 ± 0,05 g.L^{-1}) e ácido lático (2,48 ± 0,05 g.L^{-1}) sugerem a ocorrência da fermentação malolática, processo biotecnológico de elevada importância para vinhos tintos de qualidade. A redução do teor de ácido málico acompanhada pelo aumento da concentração de ácido lático evidencia a conversão desse ácido dicarboxílico em ácido monocarboxílico pelas bactérias láticas, promovendo diminuição da acidez mais agressiva, incremento da estabilidade microbiológica e maior complexidade sensorial do produto final (Mota et al., 2021; Casciato; Keller, 2025). Além de favorecer a estabilidade do vinho, a fermentação malolática contribui para o desenvolvimento de aromas e sabores mais equilibrados, aumentando a percepção de maciez durante a degustação (Casciato; Keller, 2025).

O teor médio de glicerol foi de 14,35 ± 0,13 g.L^{-1}, resultado que contribui significativamente para a percepção de corpo, viscosidade e suavidade do vinho. O glicerol constitui o principal álcool secundário formado durante a fermentação alcoólica e desempenha importante papel na sensação de volume em boca, além de influenciar positivamente o equilíbrio gustativo da bebida (Mota et al., 2021; Gergieva et al., 2026).

Ainda na Tabela 1, o índice de compostos fenólicos totais, estimado pelo analisador WineScan por calibração baseada no método de Folin-Ciocalteu, apresentou valor médio de 57,40 ± 2,37. Esse resultado evidencia elevada concentração de compostos fenólicos, metabólitos secundários amplamente reconhecidos por sua contribuição para a atividade antioxidante, estabilidade oxidativa, estrutura tânica, intensidade de cor e potencial de envelhecimento dos vinhos tintos (Oliveira et al., 2019; Minnaar; Van Der Rijst; Hunter, 2022). Além de influenciarem atributos sensoriais como adstringência e complexidade gustativa, esses compostos representam importantes marcadores de qualidade e autenticidade dos vinhos produzidos em diferentes regiões vitivinícolas (Georgieva et al., 2026).

Na Tabela 2, a caracterização cromática demonstrou absorbâncias médias de 0,684 ± 0,031 em 420 nm, 1,092 ± 0,053 em 520 nm e 0,264 ± 0,015 em 620 nm. Observa-se a predominância da absorbância a 520 nm, correspondente aos pigmentos vermelhos, seguida pelas absorbâncias em 420 nm e 620 nm, relacionadas, respectivamente, às tonalidades amareladas e azuladas. Esse perfil é característico de vinhos tintos que apresentam adequada extração e preservação dos pigmentos fenólicos durante a vinificação (Gordillo et al., 2021; Cesson et al., 2026).

Tabela 2. Caracterização espectrofotométrica da intensidade e tonalidade de cor das amostras.

Parâmetro	**Média / Desvio Padrão**
Absorbância a 420 nm	0,684 ± 0,031
Absorbância a 520 nm	1,092 ± 0,053
Absorbância a 620 nm	0,264 ± 0,015
Intensidade de cor (420+520+620)	2,041 ± 0,098
Tonalidade de cor (420/520)	0,626 ± 0,002

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A intensidade de cor apresentou valor médio de 2,041 ± 0,098, obtida pela soma das absorbâncias em 420, 520 e 620 nm, refletindo a concentração global de pigmentos presentes no vinho. Esse parâmetro constitui um importante indicador da riqueza fenólica e da eficiência da maceração durante a elaboração de vinhos tintos (Glories, 1984). A tonalidade de cor, determinada pela razão entre as absorbâncias em 420 e 520 nm (A420/A520), apresentou valor médio de 0,626 ± 0,002. A predominância da absorbância em 520 nm em relação à absorbância em 420 nm indica maior contribuição dos pigmentos vermelhos em comparação aos pigmentos amarelados, característica compatível com vinhos tintos jovens e bem conservados, nos quais ainda não ocorreu predominância dos processos oxidativos responsáveis pelo aumento da tonalidade amarela (Glories, 1984; Oliveira et al., 2019).

Em conjunto, os parâmetros físico-químicos obtidos demonstraram que o vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha apresenta equilíbrio entre composição química, estabilidade e atributos relacionados à qualidade sensorial. Os resultados reforçam o potencial enológico da cultivar Syrah nas condições

edafoclimáticas da região, evidenciando características que favorecem sua inserção na gastronomia regional e sua valorização como produto de identidade territorial, associado ao fortalecimento da vitivinicultura do Bioma Pampa e à agregação de valor aos produtos agroalimentares regionais (Mota et al., 2021; De Oliveira et al., 2021).

4 CONCLUSÃO

A caracterização físico-química do vinho Syrah produzido na Campanha Gaúcha demonstrou que o produto apresenta atributos compatíveis com vinhos tintos de elevada qualidade enológica. Os parâmetros avaliados evidenciaram adequada condução do processo fermentativo, equilíbrio entre acidez e pH, baixa concentração de açúcares redutores, elevado teor alcoólico e adequada composição de ácidos orgânicos, indicando um vinho seco, estruturado e quimicamente estável.

A elevada concentração de compostos fenólicos, aliada aos valores de intensidade e tonalidade de cor, evidencia características desejáveis para vinhos tintos de qualidade, refletindo boa extração dos compostos responsáveis pela estrutura, estabilidade cromática e potencial sensorial da bebida. Esses resultados reforçam a aptidão da cultivar Syrah para o cultivo nas condições edafoclimáticas da Campanha Gaúcha, destacando o potencial da região para a produção de vinhos com identidade enológica e territorial.

Além dos aspectos tecnológicos, os resultados ressaltam a relevância da vitivinicultura como atividade capaz de agregar valor aos recursos locais, fortalecendo a gastronomia regional, o enoturismo e a valorização do patrimônio agroalimentar do Bioma Pampa. Nesse contexto, o vinho Syrah da Campanha Gaúcha representa um produto que integra qualidade, identidade territorial e potencial de inserção em mercados que valorizam alimentos e bebidas de origem reconhecida.

Por fim, este estudo contribui para a ampliação do conhecimento sobre a composição físico-química dos vinhos produzidos na Campanha Gaúcha, fornecendo subsídios científicos para futuras pesquisas voltadas à caracterização sensorial, à evolução durante o envelhecimento e à avaliação de compostos bioativos, fortalecendo a produção de conhecimento e a consolidação da região como importante polo vitivinícola brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, E. G. et al. 1H NMR and UPLC-HRMS-based metabolomic approach for evaluation of the grape maturity and maceration time of Touriga Nacional wines and their correlation with the chemical stability. **Food Chemistry**, v. 382, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa MAPA nº 14, de 8 de fevereiro de 2018**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para bebidas de origem vegetal. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2018. Alterada pela Portaria MAPA nº 723, de 9 de outubro de 2024.

CASCIATO, W. K.; KELLER, M. Active and Passive Changes in Sugar Concentration during Grape Ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 76, n. 2, 1 jul. 2025.

CHAPMAN, J.; GANGADOO, S.; TRUONG, V. K.; COZZOLINO, D. Spectroscopic approaches for rapid beer and wine analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 28, p. 67–73, 2019.

CESSON, A. et al. Modulation of colour extraction in red wines by a combination of fermentation parameters: a multi-variety comparative study. **LWT**, v. 253, p. 119637, 1 ago. 2026.

CHOI, J.-S. et al. Quality Characteristics and Phenolic Compounds of Wine by Various Varieties of Grapes for Winemaking. **Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 11, p. 1185–1192, 2024.

DE OLIVEIRA, J. B.; PEREIRA, G. E. Syrah (Vitis vinifera L.) wines in Brazil. Em: DE CASTILHOS, M. B. M.; DEL BIANCHI, V. L.; MANFROI, V. (Eds.). **Fermented and Distilled Alcoholic Beverages**: A Technological, Chemical and Sensory Overview. Red Wines. [s.l.] Nova Science Publishers, Inc., 2021. p. 197–226.

DOS SANTOS TRICHES, W. et al. Physico-chemical characterization of wines produced by different rootstock and Vitis vinifera cv. Tannat clones in vineyards of subtropical climate region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 9, p. 1506–1518, 2020.

FOSS Analytical A/S. **WineScan™ User Guide.**

GEORGIEVA, P. et al. Stability of Individual Phenolic Compounds and Antioxidant Activity During Storage of a Syrah Grape Seed Extract. **Processes**, v. 14, n. 11, p. 1721, jan. 2026.

GLORIES, Y**.** La couleur des vins rouges. 2e partie: mesure, origine et interprétation. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v. 18, n. 4, p. 253–271, 1984.

GORDILLO, B. et al. Impact of a double post-fermentative maceration with ripe and overripe seeds on the phenolic composition and color stability of Syrah red wines from warm climate. **Food Chemistry**, Oxford, v. 346, p. 128919, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128919

GRIDELLO, E. et al. The resilient Merlot: from global growth to sustainable viticulture and winemaking in the age of climate change. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, 2025.

HELLER-FUENZALIDA, F. et al. Rootstock effect influences the phenolic and sensory characteristics of Syrah grapes and wines in a Mediterranean climate. **Agronomy**, Basel, v. 13, n. 10, p. 2530, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13102530

JORDÃO, A. M. et al. General Physicochemical Parameters, Phenolic Composition, and Varietal Aromatic Potential of Three Red Vitis vinifera Varieties (“Merlot”, Syrah”, and “Saborinho”) Cultivated on Pico Island—Azores Archipelago. **International Journal of Plant Biology**, v. 15, n. 4, p. 1369–1390, dez. 2024.

MINNAAR, P.; VAN DER RIJST, M.; HUNTER, J. J. Grapevine row orientation, vintage and grape ripeness effect on anthocyanins, flavan-3-ols, flavonols and phenolic acids: I. Vitis vinifera L. cv. Syrah grapes. **OENO One**, Paris, v. 56, n. 1, p. 1–18, 2022. DOI: https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.1.4857

MOTA, R. V. da et al. Characterization of Brazilian Syrah winter wines at bottling and after ageing. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 78, n. 3, p. 1–10, e20190233, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0233.

OLIVEIRA, J. B. de et al. Chemical characteristics of grapes cv. Syrah (Vitis vinifera L.) grown in the tropical semiarid region of Brazil (Pernambuco state): influence of rootstock and harvest season. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 99, n. 11, p. 5050–5063, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.9748

OZÓRIO, J. D. et al. Fatores que influenciam a intenção de experimentar o enoturismo na Campanha Gaúcha. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 16, p. 134–142, 2024.

VIVAI COOPERATIVI RAUSCEDO SCA. **Catalogo generale delle varietà e dei cloni ad uva da vino e da tavola**. Rauscedo: Vivai Cooperativi Rauscedo, 2011.

ZOCCHE, R. G. S. et al. Wines produced with “Cabernet Sauvignon” grapes from the region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 311–318, 2017.

CAPÍTULO 9

PERCEPÇÃO SENSORIAL DO VINHO EM CONTEXTOS MULTISSENSORIAIS: MODULAÇÃO CROSS-MODAL POR ESTÍMULOS AUDITIVOS NA DEGUSTAÇÃO

WINE SENSORY PERCEPTION IN MULTISENSORY CONTEXTS: CROSS-MODAL MODULATION BY AUDITORY STIMULI DURING TASTING

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-009

Yasmin de Souza Rix Silva
Graduada em Enologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: Yasminrix22@gmail.com

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Esther Pedroso Theisen
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: esthertheisen@unipampa.edu.br

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

Ângela Rossi Marcon
Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: angelamarcon@unipampa.edu.br

Elizete Beatriz Radmann
Doutora em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal do Pampa
E-mail: elizeteradmann@unipampa.edu.br

RESUMO

A percepção sensorial de vinhos constitui um processo complexo e multissensorial, influenciado pela interação entre estímulos gustativos, olfativos, visuais, táteis e auditivos. Nesse contexto, o ambiente no qual ocorre a degustação pode interferir tanto na experiência do consumidor quanto na percepção das características do produto. O presente estudo teve como objetivo investigar os impactos de diferentes ambientes de degustação, com estímulos auditivos distintos, sobre a percepção sensorial de um mesmo vinho. Foram avaliados três ambientes, mantidos sob temperatura controlada e condições adequadas de iluminação: Sala 1, caracterizada pelo silêncio; Sala 2, com música clássica; e Sala 3, com música Jazz Funk. Participaram do painel 29 degustadores com experiência prévia em análise sensorial. O experimento foi conduzido por meio de teste afetivo, utilizando escala hedônica para avaliação da experiência de degustação e intenção de compra, associado à Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) dos atributos sensoriais. Os resultados indicaram diferenças discretas entre os ambientes, porém evidenciaram tendências

relacionadas à influência do estímulo auditivo. A experiência de degustação apresentou respostas mais positivas nos ambientes com música, enquanto os atributos avaliados pela ADQ, incluindo complexidade, intensidade, equilíbrio e qualidade geral, apresentaram maiores notas na condição sem música. A análise dos descritores também revelou diferenças na frequência e na natureza dos vocábulos empregados pelos degustadores em cada ambiente. Esses resultados sugerem que estímulos sonoros podem modificar a experiência sensorial e a percepção do vinho, evidenciando a natureza cross-modal da avaliação de alimentos e bebidas. Entretanto, a percepção mais positiva da experiência não esteve associada a maior intenção de compra. Dessa forma, o ambiente de degustação apresenta potencial como elemento estratégico para a construção da experiência do consumidor no setor vitivinícola, embora sejam necessários estudos adicionais para aprofundar a compreensão das relações entre estímulos ambientais, percepção sensorial, experiência e comportamento de compra.

Palavras-chave: Análise sensorial; Estímulos cross-modais; Experiência do consumidor; Música; Percepção sensorial; Vinho.

ABSTRACT

The sensory perception of wines is a complex and multisensory process influenced by the interaction of gustatory, olfactory, visual, tactile, and auditory stimuli. In this context, the environment in which wine tasting takes place may affect both the consumer experience and the perception of the product's characteristics. This study aimed to investigate the effects of different tasting environments, with distinct auditory stimuli, on the sensory perception of the same wine. Three environments were evaluated, maintained under controlled temperature and appropriate lighting conditions: Room 1, characterized by silence; Room 2, with classical music; and Room 3, with Jazz Funk music. The panel consisted of 29 participants with previous experience in sensory analysis. The experiment included an affective test using a hedonic scale to evaluate the tasting experience and purchase intention, combined with Quantitative Descriptive Analysis (QDA) of sensory attributes. The results indicated slight differences among the environments, but revealed trends associated with the influence of auditory stimuli. The tasting experience showed more positive responses in the environments with music, whereas the attributes evaluated by QDA, including complexity, intensity, balance, and overall quality, received higher scores under the silent condition. The analysis of descriptors also revealed differences in the frequency and nature of the terms used by tasters in each environment. These findings suggest that auditory stimuli may modify the sensory experience and perception of wine, highlighting the cross-modal nature of food and beverage evaluation. However, a more positive perception of the tasting experience was not associated with greater purchase intention. Thus, the tasting environment may represent a strategic element for enhancing consumer

experience in the wine sector, although further studies are needed to deepen the understanding of the relationships among environmental stimuli, sensory perception, experience, and purchasing behavior.

Keywords: Consumer experience; Cross-modal stimuli; Music; Sensory analysis; Sensory perception; Wine.

1 INTRODUÇÃO

A percepção sensorial de alimentos e bebidas representa um fenômeno complexo e multifatorial, resultante da interação entre estímulos físicos, mecanismos fisiológicos e processos cognitivos (Spence, 2015). Durante o consumo de um alimento ou bebida, os indivíduos utilizam simultaneamente os sentidos da visão, audição, tato, paladar e olfato para interpretar informações provenientes do ambiente e do próprio produto, construindo uma experiência sensorial única (Montero; Ross, 2023). Dessa forma, a percepção não se limita à simples detecção de estímulos, mas envolve a interpretação e integração dessas informações pelo sistema nervoso, sendo influenciada por fatores biológicos, psicológicos, emocionais e socioculturais (Spence, 2015).

O interesse pela compreensão dos mecanismos da percepção humana acompanha a história do pensamento científico e filosófico. Entre as primeiras tentativas de explicar esse processo destacam-se as contribuições de Aristóteles, que descreveu a percepção como resultado da interação entre um objeto perceptível, um meio de transmissão, os órgãos sensoriais e um elemento integrador denominado *sensus communis* (Bynum, 1993). Embora elaborada há mais de dois mil anos, essa concepção apresenta paralelos com abordagens contemporâneas que compreendem a percepção como um processo integrado e dinâmico, dependente da interação entre diferentes sistemas sensoriais (Hamlyn, 1961).

Nas últimas décadas, o desenvolvimento das ciências sensoriais permitiu avanços significativos na compreensão da forma como os consumidores percebem e avaliam alimentos e bebidas (Spence, 2015). Estudos têm demonstrado que a experiência sensorial é fortemente influenciada não apenas pelas características intrínsecas dos produtos, como composição química, aroma, sabor e textura, mas também por fatores extrínsecos relacionados ao contexto de consumo (Sáenz-Navajas et al., 2014). Elementos como iluminação, temperatura ambiente, cores, formato das embalagens, companhia durante a refeição e estímulos sonoros podem modificar expectativas e alterar julgamentos sensoriais, afetando tanto a percepção da qualidade quanto a aceitação dos produtos (Spence; Shankar, 2010).

Esse fenômeno é frequentemente explicado por meio das chamadas interações multissensoriais ou *cross-modal interactions*, nas quais informações provenientes de diferentes sentidos são processadas de maneira integrada pelo cérebro, influenciando mutuamente a interpretação dos estímulos (Spence; Shankar, 2010). Nesse contexto, estímulos auditivos têm recebido atenção crescente por sua capacidade de modular

emoções, estados de humor e respostas comportamentais, podendo interferir na forma como sabores, aromas e outras características sensoriais são percebidos pelos consumidores (Spence; Shankar, 2010). Evidências recentes sintetizadas em uma revisão sistemática demonstram que estímulos auditivos, incluindo música e diferentes características sonoras, podem influenciar a percepção e a avaliação do sabor, reforçando a natureza multissensorial da experiência alimentar (Guedes et al., 2023).

Entre os diversos produtos estudados sob essa perspectiva, o vinho destaca-se por sua elevada complexidade sensorial e simbólica. Considerado uma das bebidas mais antigas da humanidade, o vinho possui forte relevância histórica, cultural e econômica, estando presente em diferentes sociedades ao longo dos séculos (Harutyunyan; Malfeito-Ferreira, 2022; Rodrigues; Parr, 2019). Sua apreciação transcende aspectos puramente químicos ou tecnológicos, envolvendo componentes hedônicos, emocionais e culturais que tornam a degustação uma experiência altamente subjetiva (Malfeito-Ferreira, 2021; Yang; Lee, 2020). A avaliação sensorial de vinhos depende não apenas dos atributos intrínsecos da bebida, mas também da experiência prévia do degustador, de suas expectativas e das condições ambientais em que a degustação ocorre (Danner et al., 2016).

A crescente valorização da experiência do consumidor no setor vitivinícola tem impulsionado pesquisas voltadas à compreensão dos fatores que influenciam a percepção sensorial durante a degustação. Vinícolas, enotecas, restaurantes e espaços de enoturismo têm investido em estratégias capazes de enriquecer a experiência dos consumidores, utilizando recursos visuais, sonoros e ambientais para criar atmosferas diferenciadas e emocionalmente envolventes (Danner et al., 2016). Nesse cenário, compreender como diferentes estímulos auditivos afetam a percepção sensorial do vinho pode fornecer informações relevantes para o desenvolvimento de experiências mais atrativas e memoráveis (Spence; Shankar, 2010).

Estudos prévios indicam que a música pode alterar a percepção de atributos sensoriais específicos, influenciando a intensidade percebida de sabores, a avaliação hedônica e até mesmo a disposição para compra de determinados produtos (Spence; Shankar, 2010; Lagraauw, 2019). Entretanto, os mecanismos envolvidos nessa relação ainda não são completamente compreendidos, especialmente quando se considera a diversidade de estilos musicais e contextos de degustação. Além disso, muitos dos resultados disponíveis na literatura apresentam variações decorrentes das características dos participantes, dos produtos avaliados e das metodologias empregadas, evidenciando a necessidade de novos estudos sobre a temática (Guedes et al., 2023).

Considerando a importância da percepção sensorial para a valorização da experiência de consumo e para a tomada de decisão dos consumidores, torna-se relevante investigar de que maneira diferentes ambientes de degustação podem influenciar a avaliação de um mesmo vinho. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos de distintos estímulos auditivos sobre a percepção sensorial, a apreciação

da experiência de degustação e a intenção de compra de um vinho, contribuindo para o avanço do conhecimento acerca das interações multissensoriais aplicadas ao contexto vitivinícola.

2 METODOLOGIA

2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AMBIENTES DE DEGUSTAÇÃO

O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de diferentes estímulos auditivos na percepção sensorial de um mesmo vinho, por meio da comparação de três ambientes de degustação distintos. Os ambientes foram mantidos sob condições controladas de temperatura (22 °C) e iluminação, buscando minimizar a interferência de fatores físicos e ambientais não relacionados ao tratamento experimental, conforme recomendações para a condução de análises sensoriais em ambientes controlados (ISO 8589:2007). Os tratamentos consistiram em três condições ambientais. A primeira condição (Sala 1) correspondeu ao ambiente tradicional de degustação técnica, caracterizado pela ausência de estímulos sonoros. A segunda condição (Sala 2) foi elaborada para proporcionar uma atmosfera de relaxamento e tranquilidade, utilizando música instrumental clássica como estímulo auditivo. A terceira condição (Sala 3) foi planejada para induzir uma percepção de maior dinamismo e energia, utilizando música do gênero Jazz Funk como estímulo auditivo. A reprodução das músicas ocorreu por meio de caixas acústicas posicionadas nos ambientes de degustação.

Em todos os tratamentos foi utilizada a mesma amostra de vinho, servida aos participantes em volume padronizado. Para evitar possíveis interferências associadas à identificação da amostra, o vinho foi apresentado sob códigos aleatórios de três dígitos, distintos em cada ambiente de degustação. Dessa forma, a única variável experimental considerada foi a condição sonora presente em cada sala.

O experimento seguiu um delineamento fatorial composto por três ambientes de degustação e uma única amostra de vinho (3 × 1), permitindo avaliar os efeitos dos diferentes estímulos auditivos sobre as respostas sensoriais dos participantes.

2.2 PAINEL DE DEGUSTAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

Participaram do estudo 29 avaliadores com experiência prévia em degustação e análise sensorial de vinhos. Antes do início do experimento, os participantes receberam orientações padronizadas sobre os procedimentos de avaliação, o preenchimento das fichas sensoriais e a sequência de execução das análises.

A degustação foi realizada de forma sequencial, de modo que todos os participantes avaliaram a mesma amostra de vinho nos três ambientes propostos. Após a conclusão da avaliação em uma sala, os degustadores eram direcionados para o ambiente seguinte, até completarem todas as etapas do experimento.

Para a coleta das informações sensoriais, foi utilizada uma ficha composta por dois instrumentos de avaliação. O primeiro consistiu em um teste afetivo, composto por uma escala hedônica estruturada para

avaliação da aceitação e por uma medida de intenção de compra. A utilização de escalas estruturadas para avaliação sensorial é contemplada pela ISO 4121:2003. O segundo instrumento correspondeu a uma Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), empregada para caracterizar e comparar os atributos sensoriais percebidos no vinho nas diferentes condições de degustação. A ADQ é uma metodologia estabelecida para a caracterização quantitativa de produtos e tem sido aplicada especificamente à avaliação sensorial de vinhos (CADOT et al., 2010).

Na ADQ, os participantes atribuíram notas aos atributos previamente definidos, possibilitando a comparação quantitativa das percepções sensoriais entre os tratamentos. Adicionalmente, foram coletadas descrições qualitativas fornecidas pelos degustadores acerca das características percebidas no vinho, permitindo uma análise complementar dos vocábulos empregados na caracterização sensorial da bebida.

2.3 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados provenientes dos testes afetivos e descritivos foram organizados e processados utilizando o software Microsoft Excel® 2013. Para os testes afetivos, foi realizada uma análise descritiva baseada na frequência relativa das respostas obtidas para cada categoria de avaliação, considerando o universo total de respostas dos participantes.

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa foram submetidos à análise estatística descritiva, sendo calculados os valores médios e os respectivos desvios-padrão para cada atributo sensorial avaliado (CADOT et al., 2010). Posteriormente, os dados foram representados graficamente por meio de diagramas radar.

As descrições qualitativas fornecidas pelos participantes foram analisadas com base na frequência de ocorrência dos termos. Essa abordagem é utilizada na caracterização sensorial de vinhos a partir da frequência de citação de descritores (Campo et al., 2010). Para essa etapa, utilizou-se o software RStudio®, por meio do qual os vocábulos registrados foram processados para a geração de nuvens de palavras (*word clouds*), permitindo identificar os descritores mais frequentemente associados ao vinho em cada condição experimental (Cáceres-Mella et al., 2025). A combinação de avaliações quantitativas com informações obtidas a partir de descrições em texto livre também é descrita por Bécue-Bertaut, Álvarez-Esteban e Pagès (2008). Essa abordagem possibilitou complementar os resultados quantitativos, fornecendo uma visão mais ampla das percepções sensoriais evocadas pelos diferentes estímulos auditivos durante a degustação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram que os diferentes ambientes de degustação exerceram influência sobre a experiência sensorial dos participantes, ainda que as alterações observadas na caracterização do vinho tenham ocorrido de maneira sutil. A natureza multifatorial da percepção sensorial torna esperado que

estímulos ambientais interfiram não apenas na avaliação dos atributos intrínsecos do produto, mas também nos aspectos hedônicos relacionados à experiência de consumo (Spence, 2015). Nesse contexto, os dados apresentados na Tabela 1 permitem identificar tendências relevantes quanto à apreciação da degustação e à intenção de compra do vinho avaliado.

Tabela 1. Respostas do grupo de degustação nos testes afetivos

Sala de degustação	**Testes Afetivos**	
	Apreciação da experiência da degustação	Intenção de compra do vinho
SALA 1	48.27% GOSTEI	55.17% PROVAVELMENTE EU COMPRARIA
	41.37% ADOREI	31.03% CERTAMENTE EU COMPRARIA
	6.89% NÃO GOSTEI	6.89% TALVEZ SIM/TALVEZ NÃO
	3.44% INDIFERENTE	6.89% PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA
SALA 2	51.85% GOSTEI	44.44% PROVAVELMENTE EU COMPRARIA
	37.03% ADOREI	33.33% CERTAMENTE EU COMPRARIA
	7.40% INDIFERENTE	11.11% TALVEZ SIM/TALVEZ NÃO
	3.70% NÃO GOSTEI	11.11% PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA
SALA 3	51.85% GOSTEI	40.74% PROVAVELMENTE EU COMPRARIA
	33.33% ADOREI	22.22% CERTAMENTE EU COMPRARIA
	11.11% INDIFERENTE	22.22% TALVEZ SIM/TALVEZ NÃO
	3.70% NÃO GOSTEI	14.81% PROVAVELMENTE NÃO COMPRARIA

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme demonstrado na Tabela 1, as salas submetidas à estimulação sonora apresentaram maior frequência de respostas positivas relacionadas à apreciação da experiência de degustação. A Sala 2, caracterizada pela presença de música clássica, apresentou incremento na proporção de respostas associadas à categoria “Gostei”, enquanto a Sala 3, ambientada com música Jazz Funk, manteve comportamento semelhante. Paralelamente, não se observou redução global das respostas negativas nas salas com música em comparação com o ambiente de degustação silencioso (Sala 1). Esses resultados sugerem que a presença de estímulos auditivos pode atuar sobre dimensões emocionais e afetivas da experiência, promovendo uma percepção mais agradável do contexto de consumo, independentemente de alterações significativas nos atributos sensoriais do vinho propriamente dito (Spence; Shankar, 2010).

Tais observações corroboram o entendimento de que a avaliação hedônica de alimentos e bebidas é fortemente influenciada por fatores contextuais, sendo a experiência global do consumidor resultado da integração entre estímulos sensoriais e respostas emocionais (Spence; Shankar, 2010). Sob essa perspectiva, a música pode atuar como um modulador do estado afetivo dos indivíduos, favorecendo sensações de relaxamento, conforto ou excitação, as quais são posteriormente incorporadas ao julgamento da experiência de degustação (Spence; Shankar, 2010).

Resultados relacionados à influência do contexto foram reportados por Danner et al. (2016), que observaram diferenças nas respostas emocionais dos consumidores entre diferentes contextos de consumo de vinho, incluindo ambientes que simulavam situações reais de consumo, como residências e restaurantes,

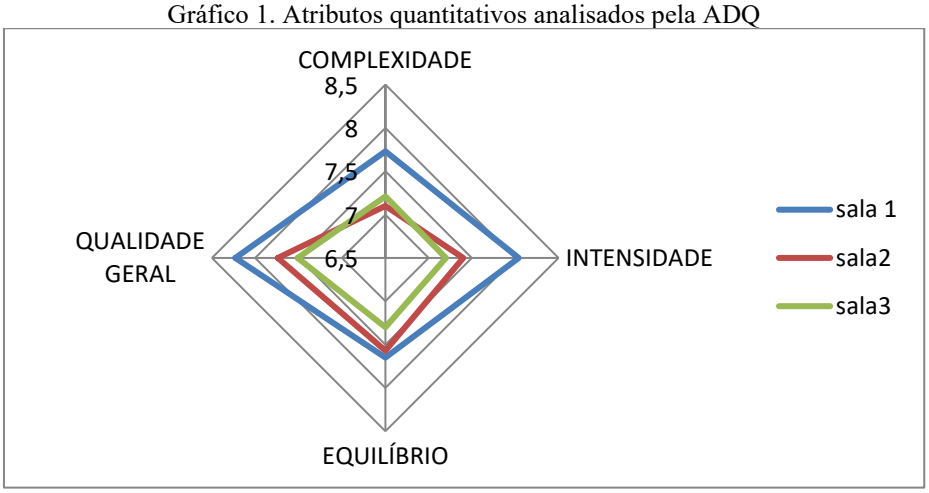
e um ambiente laboratorial. Os autores destacam que o contexto ambiental pode modificar a experiência emocional associada ao consumo do vinho, mesmo quando o produto avaliado permanece constante (Danner et al., 2016).

Em contrapartida, a análise da intenção de compra revelou comportamento distinto daquele observado para a apreciação da experiência. Embora os ambientes com música tenham apresentado avaliações hedônicas mais favoráveis, não foi constatado aumento proporcional na predisposição dos participantes à aquisição do produto. Conforme evidenciado na Tabela 1, as Salas 2 e 3 apresentaram incremento nas respostas intermediárias, especialmente nas categorias “Talvez sim/Talvez não” e “Provavelmente não compraria”, indicando maior indecisão dos consumidores em relação à compra do vinho.

Esse resultado sugere que a intenção de compra pode estar mais diretamente associada à percepção da qualidade do produto do que à qualidade da experiência proporcionada pelo ambiente. Tal interpretação reforça a complexidade dos mecanismos que regem o comportamento do consumidor, uma vez que experiências sensoriais positivas nem sempre se traduzem em maior predisposição à aquisição do produto (Danner et al., 2016).

A análise dos atributos sensoriais obtidos por meio da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), apresentada no Gráfico 1, contribui para a compreensão desse fenômeno. Embora os perfis sensoriais observados nos três ambientes apresentem configuração semelhante, indicando manutenção da percepção global do vinho, verificou-se uma discreta redução das médias atribuídas aos atributos “complexidade”, “intensidade”, “equilíbrio” e “qualidade geral” nas salas submetidas à estimulação sonora.

Gráfico 1. Atributos quantitativos analisados pela ADQ



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados evidenciados no Gráfico 1 sugerem que os estímulos auditivos não alteraram substancialmente a identidade sensorial da amostra, porém podem ter influenciado a intensidade com que

determinados atributos foram percebidos e valorizados pelos degustadores. Esse comportamento é compatível com o conceito de interação cross-modal, segundo o qual estímulos provenientes de diferentes modalidades sensoriais são processados de forma integrada pelo sistema nervoso central, produzindo efeitos sobre a interpretação e a avaliação dos estímulos gustativos e olfativos (Spence; Shankar, 2010; Lagraauw, 2019).

A influência da música sobre a experiência de degustação também foi observada em estudos experimentais específicos com vinhos. Pesquisas indicam que a presença de música pode atuar como um estímulo de *priming*, modificando respostas durante a degustação e contribuindo para a construção da experiência do consumidor (North, 2012; Spence et al., 2019). Dessa forma, as diferenças descritivas observadas na presente pesquisa podem indicar que o ambiente sonoro contribuiu para a dimensão hedônica da experiência, sem necessariamente produzir alterações de mesma magnitude na caracterização sensorial do vinho.

Sob uma perspectiva neurocognitiva, é possível inferir que a presença da música tenha competido por recursos atencionais durante a degustação, reduzindo parcialmente o foco dos participantes sobre aspectos específicos do vinho (Wang et al., 2019). Alternativamente, deve-se considerar a possibilidade de ocorrência de fadiga sensorial decorrente da realização sucessiva das degustações. Estudos experimentais demonstram que a apresentação de amostras duplicadas em uma mesma sessão pode modificar seletivamente a sensibilidade dos avaliadores em testes de ordenação de intensidade, evidenciando que a repetição das avaliações pode influenciar o desempenho sensorial (Carabante; Prinyawiwatkul, 2018).

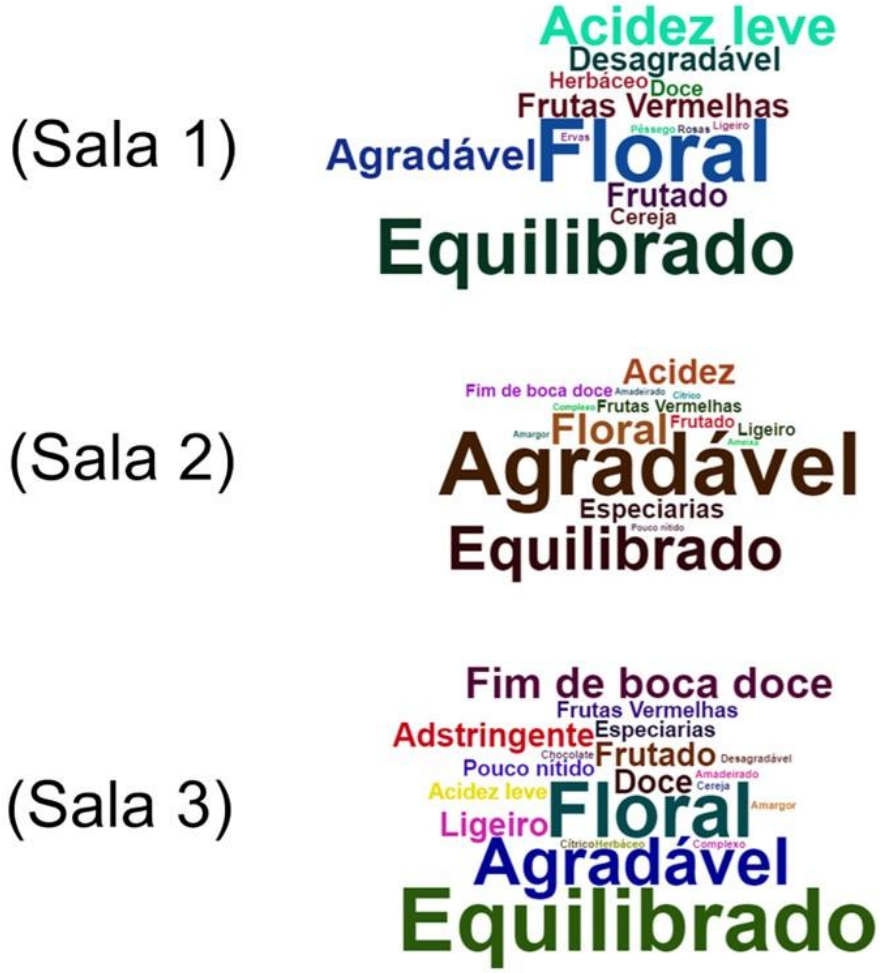
Complementando a análise quantitativa, as descrições verbais fornecidas pelos degustadores foram analisadas e representadas por meio das nuvens de palavras apresentadas na Figura 1. A avaliação dos descritores evidencia que, embora exista considerável convergência na caracterização do vinho entre os diferentes ambientes, algumas particularidades merecem destaque.

Na Sala 1, correspondente ao ambiente silencioso, observou-se predominância do descritor “floral”, além de maior frequência de termos relacionados à identificação de possíveis defeitos sensoriais. Esse comportamento sugere uma avaliação mais criteriosa e analítica da amostra, possivelmente favorecida pela ausência de distrações auditivas. Nesse sentido, a literatura sobre percepção multissensorial indica que estímulos ambientais podem direcionar a atenção e modificar a forma como os indivíduos processam e interpretam os estímulos provenientes dos alimentos e bebidas (Wang et al., 2019).

A Sala 2, caracterizada pela presença de música clássica, o vocábulo de maior destaque foi “agradável”, acompanhado por uma redução na diversidade de termos empregados para descrever o vinho. Tal resultado pode indicar que o ambiente musical favoreceu uma percepção mais global e emocional da experiência, em detrimento de uma análise detalhada dos atributos específicos da bebida. Esse comportamento encontra respaldo em estudos que demonstram a capacidade da música de influenciar

estados emocionais e modular julgamentos afetivos durante experiências gastronômicas (Reinoso-Carvalho et al., 2019). Em estudo específico com vinho tinto, Wang et al. (2019) demonstraram que diferentes estímulos musicais podem modificar a dinâmica temporal da percepção dos atributos sensoriais durante a degustação.

Figura 1. Nuvem de palavras com os vocábulos utilizados na descrição dos vinhos



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Por sua vez, a Sala 3 apresentou características particularmente interessantes. Além da recorrência do descritor “floral”, destacou-se a frequência do termo “equilibrado”, bem como o surgimento da percepção de adstringência, atributo não mencionado nos demais ambientes. Observou-se ainda maior diversidade lexical nas descrições dos participantes, sugerindo uma ampliação da complexidade perceptiva associada ao vinho. Entretanto, essa tendência não foi acompanhada pelo aumento das notas atribuídas aos atributos de complexidade no Gráfico 1, evidenciando uma dissociação entre a riqueza descritiva verbal e a avaliação quantitativa do produto.

Outro aspecto relevante observado na Figura 1 refere-se ao aumento da frequência da expressão “final de boca doce” na terceira degustação. Embora tal resultado possa estar relacionado à influência do

estímulo auditivo empregado, também é plausível considerar efeitos decorrentes da realização sucessiva das avaliações e da familiarização progressiva dos participantes com a amostra. A apresentação repetida de amostras em uma mesma sessão pode modificar o desempenho sensorial e a sensibilidade dos avaliadores, dependendo do atributo e das condições experimentais (Carabante; Prinyawiwatkul, 2018). Além disso, a exposição repetida ao vinho pode influenciar a apreciação e a estabilidade das preferências dos consumidores ao longo das avaliações (Tempere et al., 2019). Dessa forma, o aumento da frequência do descritor "final de boca doce" na terceira degustação pode estar associado não apenas ao estímulo auditivo, mas também aos efeitos decorrentes da repetição da exposição repetida à amostra.

De maneira geral, os resultados demonstram que os estímulos auditivos exerceram influência mais pronunciada sobre as dimensões afetivas e experienciais da degustação do que sobre a caracterização sensorial propriamente dita. Enquanto os ambientes com música apresentaram maior apreciação da experiência, a avaliação quantitativa dos atributos do vinho permaneceu relativamente estável entre os tratamentos. Esses achados reforçam a natureza multidimensional da percepção sensorial e evidenciam a relevância do contexto ambiental como elemento modulador da experiência de consumo, contribuindo para o avanço das discussões acerca das interações multissensoriais aplicadas ao setor vitivinícola (Spence, 2015; Reinoso-Carvalho et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a análise sensorial de vinhos constitui um processo essencialmente multissensorial, complexo e suscetível à influência de diferentes estímulos ambientais. Os resultados demonstraram que a presença de estímulos sonoros pode interferir na percepção sensorial do vinho, corroborando evidências da literatura que apontam o ambiente acústico como um componente capaz de modular as respostas perceptivas dos consumidores diante de alimentos e bebidas.

Entretanto, os achados revelaram uma distinção relevante entre a avaliação das características sensoriais do vinho e a apreciação da própria experiência de degustação. Enquanto o vinho foi avaliado de forma mais favorável no ambiente sem música sob a perspectiva sensorial, a experiência de degustação foi avaliada de maneira mais positiva nos ambientes acompanhados de música. Essa dissociação sugere que a apreciação hedônica da experiência não necessariamente acompanha a avaliação das características sensoriais do produto. Ademais, a maior apreciação da experiência nos ambientes com estímulo musical não se refletiu em aumento da intenção de compra, indicando que as relações entre ambiente, experiência sensorial, avaliação do produto e comportamento de consumo são complexas e não lineares.

Nesse contexto, a utilização estratégica de estímulos sonoros pode constituir uma ferramenta de interesse para vinícolas e demais estabelecimentos do setor vitivinícola que busquem qualificar e ampliar a experiência sensorial proporcionada aos consumidores. Contudo, sua aplicação deve considerar não apenas

a atmosfera criada durante a degustação, mas também a interação entre as características do ambiente e os atributos intrínsecos do vinho.

Diante disso, recomenda-se a realização de novos estudos que explorem diferentes estímulos auditivos, estilos musicais, intensidades sonoras, contextos de consumo e perfis de consumidores, bem como delineamentos fatoriais mais abrangentes. Investigações dessa natureza poderão aprofundar a compreensão das complexas relações entre estímulos ambientais, percepção sensorial, experiência hedônica e comportamento de consumo, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais assertivas de valorização da experiência enogastronômica e para a inovação dos serviços associados ao setor vitivinícola brasileiro.

REFERÊNCIAS

BÉCUE-BERTAUT, M.; ÁLVAREZ-ESTEBAN, R.; PAGÈS, J. Rating of products through scores and free-text assertions: comparing and combining both. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 1, p. 122–134, 2008. DOI: 10.1016/j.foodqual.2007.07.006.

BYNUM, W. F. A new look at Aristotle's theory of perception. In: **Aristotle's De Anima in focus**. [S. l.]: Routledge, 1993. E-book. ISBN 9781315673776.

CÁCERES-MELLA, A. et al. Sensory characterisation using text mining analysis: an approach for a site-typicity description in Chilean Sauvignon blanc wines. **OENO One**, v. 59, n. 4, 2025. DOI: 10.20870/oeno-one.2025.59.4.8494.

CADOT, Y. et al. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, n. 1–2, p. 53–62, 2010. DOI: 10.1016/j.aca.2009.10.006.

CAMPO, E. et al. Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: an application to Burgundy Pinot noir wines. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 1, p. 44–55, 2010. DOI: 10.1016/j.foodqual.2009.08.001.

CAMPO, R.; REINOSO-CARVALHO, F.; ROSATO, P. Wine experiences: a review from a multisensory perspective. **Applied Sciences**, v. 11, n. 10, p. 4488, 2021. DOI: 10.3390/app11104488.

CARABANTE, K. M.; PRINYWIAWATKUL, W. Serving duplicates in a single session can selectively improve sensitivity of duplicated intensity ranking tests. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 7, p. 1933–1940, 2018. DOI: 10.1111/1750-3841.14194.

DANNER, L. et al. Context and wine quality effects on consumers' mood, emotions, liking and willingness to pay for Australian Shiraz wines. **Food Research International**, v. 89, p. 254–265, 2016.

GUEDES, D. et al. Crossmodal interactions between audition and taste: a systematic review and narrative synthesis. **Food Quality and Preference**, v. 107, p. 104856, 2023. DOI: 10.1016/j.foodqual.2023.104856.

HARUTYUNYAN, M.; MALFEITO-FERREIRA, M. The rise of wine among ancient civilizations across the Mediterranean Basin. **Heritage**, v. 5, n. 2, p. 788–812, 2022. DOI: 10.3390/heritage5020043.

HAMLYN, D. W. **Sensation and perception**: a history of the philosophy of perception. 1. ed. London: Routledge, 1961. DOI: 10.4324/9781003316459.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 4121:2003:* **Sensory analysis — Guidelines for the use of quantitative response scales**. Geneva: ISO, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 8589:2007:* **Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms**. Geneva: ISO, 2007.

LAGRAAUW, D. M. **A multisensory wine tasting experience**: the influence of (in)congruent room design on taste perception and liking. 2019. Master's thesis (Behavioural, Management and Social Sciences) – University of Twente, Enschede, 2019. Disponível em: http://essay.utwente.nl/79814/. Acesso em: 20 ago. 2026.

MALFEITO-FERREIRA, M. Fine wine flavour perception and appreciation: blending neuronal processes, tasting methods and expertise. **Trends in Food Science & Technology**, v. 115, p. 332–346, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.06.053.

MONTERO, M. L.; ROSS, C. F. Physiology of sensory perception. In: CLARK, S.; DRAKE, M. A.; KAYLEGIAN, K. E. (ed.). **The sensory evaluation of dairy products**. 3. ed. Cham: Springer, 2023. p. 19–52. DOI: 10.1007/978-3-031-30019-6_4.

NORTH, A. C. The effect of background music on the taste of wine. **British Journal of Psychology**, v. 103, n. 3, p. 293–301, 2012. DOI: 10.1111/j.2044-8295.2011.02072.x.

REINOSO-CARVALHO, F. et al. Not just another pint! The role of emotion induced by music on the consumer's tasting experience. **Multisensory Research**, v. 32, n. 4–5, p. 367–400, 2019. DOI: 10.1163/22134808-20191374.

RODRIGUES, H.; PARR, W. V. Contribution of cross-cultural studies to understanding wine appreciation: a review. **Food Research International**, v. 115, p. 251–258, 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.09.008.

SÁENZ-NAVAJAS, M. P. et al. Extrinsic attributes responsible for red wine quality perception: a cross-cultural study between France and Spain. **Food Quality and Preference**, v. 35, p. 70–85, 2014. DOI: 10.1016/j.foodqual.2014.02.005.

SPENCE, C. Multisensory flavor perception. **Cell**, v. 161, n. 1, p. 24–35, 2015. DOI: 10.1016/j.cell.2015.03.007.

SPENCE, C.; REINOSO-CARVALHO, F.; VELASCO, C.; WANG, Q. J. Extrinsic auditory contributions to food perception & consumer behaviour: an interdisciplinary review. **Multisensory Research**, v. 32, n. 4–5, p. 275–318, 2019. DOI: 10.1163/22134808-20191403.

SPENCE, C.; SHANKAR, M. U. The influence of auditory cues on the perception of, and responses to, food and drink. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 406–430, 2010. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2009.00267.x.

TEMPERE, S. et al. Consumer preferences for different red wine styles and repeated exposure effects. **Food Quality and Preference**, v. 73, p. 110–116, 2019. DOI: 10.1016/j.foodqual.2018.12.009.

WANG, Q. J. et al. Analysing the impact of music on the perception of red wine via Temporal Dominance of Sensations. **Multisensory Research**, v. 32, n. 4–5, p. 455–472, 2019. DOI: 10.1163/22134808-20191401.

YANG, J.; LEE, J. Current research related to wine sensory perception since 2010. **Beverages**, v. 6, n. 3, p. 47, 2020. DOI: 10.3390/beverages6030047.

CAPÍTULO 10

VARIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE BAGAÇOS DE CULTIVARES VINÍFERAS E IMPLICAÇÕES PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL

PHYSICOCHEMICAL VARIABILITY OF GRAPE POMACE FROM WINE GRAPE CULTIVARS AND ITS IMPLICATIONS FOR SUSTAINABLE VALORIZATION

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-010

Joana Darque Ribeiro Ozório
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: joanaozorio@gmail.com

Júlia Kantorski Almeida
Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: juliakantorskialmeida@hotmail.com

Esther Pedroso Theisen
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: esthertheisen@unipampa.edu.br

Chirle de Oliveira Raphaelli
Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: chirleraphaelli@gmail.com

Wellynthon Machado da Cunha
Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa
E-mail: wellynthoncunha@unipampa.edu.br

Ângela Rossi Marcon
Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: angelamarcon@unipampa.edu.br

Elizete Beatriz Radmann
Doutora em Fruticultura de Clima Temperado, Universidade Federal do Pampa
E-mail: elizeteradmann@unipampa.edu.br

RESUMO

A vitivinicultura gera expressivos volumes de coprodutos, entre os quais o bagaço de uva se destaca pelo potencial de valorização em diferentes aplicações tecnológicas. Nesse contexto, sua caracterização físico-química constitui uma etapa essencial para subsidiar estratégias de aproveitamento sustentável, em consonância com os princípios da economia circular e da gastronomia sustentável. O presente estudo teve como objetivo caracterizar os perfis físico-químicos de bagaços provenientes de diferentes cultivares de uvas viníferas após o processo fermentativo, comparando suas características composicionais e discutindo seu potencial de valorização tecnológica e gastronômica. Foram avaliados bagaços das cultivares Cabernet Sauvignon, Manzoni Bianco, Merlot, Refosco, Touriga Nacional e Tannat, provenientes da safra 2026. As

amostras foram preparadas na proporção de 10 g de bagaço para 50 mL de água destilada, sendo todas as análises realizadas em triplicata. Determinaram-se sólidos solúveis, densidade, pH, açúcares residuais, ácidos tartárico e málico, amônia, acidez total e acidez volátil utilizando equipamento WineScan. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Observou-se diferença significativa entre as cultivares para todos os parâmetros avaliados. A cultivar Touriga Nacional apresentou os maiores valores de sólidos solúveis, densidade, açúcares residuais, pH, enquanto ´Cabernet Sauvignon` destacou-se pelos maiores teores de ácido málico, amônia, acidez total e acidez volátil. As cultivares Manzoni Bianco, Merlot, Refosco e Tannat apresentaram perfis intermediários, evidenciando a influência da cultivar sobre a composição do coproduto. Os resultados demonstram que o bagaço de uva apresenta composição físico-química variável conforme a cultivar, indicando que esse material não deve ser considerado um co-produto homogêneo. A caracterização realizada fornece subsídios para futuras estratégias de valorização tecnológica e gastronômica, contribuindo para o aproveitamento sustentável dos coprodutos gerados pela cadeia vitivinícola e para o fortalecimento dos princípios da economia circular.

Palavras-chave: Bagaço de uva; Caracterização físico-química; Cultivares viníferas; Economia circular; Valorização sustentável.

ABSTRACT

The wine industry generates substantial amounts of agro-industrial by-products, among which grape pomace stands out due to its potential for valorization in a wide range of technological applications. In this context, its physicochemical characterization is an essential step toward supporting sustainable utilization strategies in accordance with the principles of the circular economy and sustainable gastronomy. The present study aimed to characterize the physicochemical profiles of grape pomace obtained from different wine grape cultivars after the fermentation process, comparing their compositional characteristics and discussing their potential for technological and gastronomic valorization. Pomace samples from the Cabernet Sauvignon, Manzoni Bianco, Merlot, Refosco, Touriga Nacional, and Tannat cultivars, harvested during the 2026 growing season, were evaluated. Samples were prepared by mixing 10 g of grape pomace with 50 mL of distilled water, and all analyses were performed in triplicate. Soluble solids, density, pH, residual sugars, tartaric acid, malic acid, ammonia, total acidity, and volatile acidity were determined using a WineScan analyzer. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Tukey's test ($p \leq 0.05$). Significant differences were observed among cultivars for all evaluated parameters. Touriga Nacional exhibited the highest values for soluble solids, density, residual sugars, pH, and tartaric acid, whereas Cabernet Sauvignon showed the highest concentrations of malic acid, ammonia,

total acidity, and volatile acidity. The Manzoni Bianco, Merlot, Refosco, and Tannat cultivars displayed intermediate physicochemical profiles, highlighting the influence of cultivar on the composition of grape pomace. These findings demonstrate that the physicochemical composition of grape pomace varies according to cultivar, indicating that this by-product should not be regarded as a homogeneous material. The characterization performed provides a scientific basis for future technological and gastronomic valorization strategies, contributing to the sustainable utilization of by-products generated by the wine industry and reinforcing the principles of the circular economy.

Keywords: Circular economy; Grape pomace; Physicochemical characterization; Sustainable valorization; Wine grape cultivars.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por sistemas alimentares mais sustentáveis tem impulsionado estratégias voltadas ao aproveitamento integral das matérias-primas agrícolas, promovendo a valorização de coprodutos agroindustriais e reduzindo o desperdício ao longo da cadeia produtiva (Teixeira et al., 2015; Ozório et al., 2024). Nesse contexto, a vitivinicultura destaca-se como uma importante atividade agroindustrial, desempenhando papel econômico, social e cultural em diversos países (Zocche et al., 2017). Além da produção de vinhos e derivados, essa cadeia gera grandes volumes de coprodutos, entre os quais o bagaço de uva constitui a principal fração residual do processamento, sendo composto por cascas, sementes e parte da polpa remanescente após a fermentação (Spigno; Marinoni; Garrido, 2017). Dependendo da cultivar e do processo de vinificação, esse coproduto pode representar aproximadamente 20 a 30% da massa total das uvas processadas (Antonić et al., 2020).

Tradicionalmente destinado à alimentação animal, empregado na compostagem ou destinado ao descarte, o bagaço de uva tem despertado crescente interesse devido ao seu potencial de reaproveitamento, em consonância com os princípios da economia circular, que visam à redução de resíduos e à valorização de recursos ao longo da cadeia produtiva (Galanakis, 2012). Além de contribuir para a sustentabilidade ambiental, esse coproduto apresenta elevado potencial para o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado (Ozório et al., 2024).

O bagaço de uva caracteriza-se pela presença de fibras alimentares e compostos bioativos, especialmente compostos fenólicos, incluindo flavonoides, antocianinas e taninos, reconhecidos por suas propriedades antioxidantes e pelo potencial de aplicação nas indústrias de alimentos, cosméticos e nutracêuticos (Rockenbach et al., 2011). Essas características reforçam seu interesse como ingrediente funcional e matéria-prima para o desenvolvimento de produtos inovadores (Choi et al., 2024).

No âmbito da gastronomia, a valorização de coprodutos agroalimentares constitui uma estratégia relevante para a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis, promovendo a redução do desperdício, a diversificação de ingredientes e a elaboração de alimentos com características nutricionais, funcionais e de identidade territorial (Antonić et al., 2020; Ozório et al., 2024). Nesse contexto, o bagaço de uva apresenta potencial para aplicação em produtos de panificação, massas, biscoitos, confeitaria e outras preparações alimentícias, com potencial para contribuir para o aporte de fibras e compostos bioativos nas formulações (Choi et al., 2024). Para que esse aproveitamento seja viável, a caracterização físico-química do coproduto torna-se fundamental, uma vez que subsidia sua aplicação tecnológica e gastronômica e orienta o desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios (Choi et al., 2024).

Entretanto, a composição físico-química do bagaço varia em função da cultivar, das condições de cultivo e das etapas de processamento e fermentação, influenciando diretamente suas propriedades tecnológicas e seu potencial de aplicação (Deng et al., 2011). Embora diversos estudos investiguem o aproveitamento do bagaço de uva como fonte de compostos bioativos, ainda são limitados os estudos comparativos entre diferentes cultivares viníferas sob condições semelhantes de vinificação, limitando a compreensão da influência do material genético sobre a composição e as possibilidades de valorização desse coproduto (Triches et al., 2020).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os perfis físico-químicos de bagaços provenientes de diferentes cultivares de uvas viníferas após o processo fermentativo, comparando suas características composicionais e discutindo seu potencial de valorização para aplicações tecnológicas e gastronômicas, em consonância com os princípios da economia circular.

2 METODOLOGIA

Foram avaliados bagaços provenientes de seis cultivares de uvas viníferas (*Vitis vinifera* L.), provenientes da Vinícola Experimental da Unipampa - Campus Dom Pedrito, entre elas, ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Manzoni Bianco’, ‘Merlot’, ‘Refosco’, ‘Touriga Nacional’ e ‘Tannat’, obtidos após o processo fermentativo da safra 2026.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído por seis tratamentos, correspondentes às cultivares avaliadas, com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais. Para o preparo de cada uma das amostras, foram pesados 10 g de bagaço, aos quais foram adicionados 50 mL de água destilada, estabelecendo-se uma proporção de 1:5 (m/v), conforme procedimento descrito por Lima (2017), com adaptações. As amostras foram homogeneizadas para dispersão do material sólido e, posteriormente, submetidas às determinações analíticas.

As determinações físico-químicas compreenderam sólidos solúveis (°Brix), densidade, pH, açúcares residuais, concentrações de ácido tartárico e ácido málico, amônia, acidez total e acidez volátil, realizadas

utilizando o WineScan™ (FOSS Analytical A/S, Hillerød, Dinamarca), equipamento baseado na tecnologia de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), que permite a determinação simultânea de diversos parâmetros físico-químicos do vinho por meio de calibrações previamente validadas para matrizes enológicas (Foss, 2024; Chapman et al., 2019).

O tratamento dos dados foi realizado com o programa Sisvar, por meio da análise de variância (ANOVA) e, quando constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis físico-químicos dos bagaços provenientes das seis cultivares de uvas viníferas diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) para todos os parâmetros avaliados, demonstrando que a composição do coproduto é fortemente influenciada pela cultivar. Essas diferenças podem estar associadas às características próprias de cada cultivar e às condições do processo fermentativo, que influenciam a composição dos compostos remanescentes na matriz sólida após a vinificação (Deng et al., 2011). Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura, evidenciando a variabilidade da composição físico-química dos bagaços de uva e reforçando a importância de sua caracterização para estratégias de valorização do coproduto (Spigno; Marinoni; Garrido, 2017; Alves Filho et al., 2022).

A cultivar Touriga Nacional (Tabela 1) destacou-se por apresentar os maiores valores de sólidos solúveis (4,60 °Brix), densidade (1,012), açúcares residuais (22,87 $g.L^{-1}$) e pH (3,307) em relação às demais cultivares (Tabela 1). O teor de açúcares residuais da ‘Touriga Nacional’ foi aproximadamente 4,3 vezes superior ao observado na ‘Cabernet Sauvignon’ (5,33 $g.L^{-1}$), indicando maior retenção de açúcares residuais após a fermentação. Esse comportamento pode estar relacionado às características do processo de maceração utilizado na fermentação alcoólica, fatores reconhecidamente capazes de modificar a composição do bagaço (Deng et al., 2011; Alves Filho et al., 2022). Estudos também demonstraram que cultivares distintas apresentam diferentes capacidades de retenção de açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos após a vinificação, influenciando diretamente o potencial de aproveitamento do coproduto (Choi et al., 2024; Deng et al., 2011).

Sob a perspectiva tecnológica, maiores concentrações de sólidos solúveis e açúcares residuais podem favorecer a utilização do bagaço como ingrediente em produtos de panificação, barras alimentícias, bebidas fermentadas, farinhas funcionais e outros alimentos destinados à gastronomia sustentável, contribuindo para características sensoriais, maior retenção de umidade e desenvolvimento de sabores durante o processamento (Choi et al., 2024). Da mesma forma, o alto teor de ácido tartárico observado na ‘Touriga Nacional’ pode contribuir para o equilíbrio da acidez e para a estabilidade química de produtos

alimentícios, aspecto importante em formulações nas quais a acidez exerce influência sobre a conservação e as propriedades sensoriais (Alves Filho et al., 2022).

Tabela 1. Perfil físico-químico dos bagaços de uvas viníferas

Parâmetros	Cabernet Sauvignon	Manzoni Bianco	Merlot	Refosco	Touriga Nacional	Tannat
Sólidos Solúveis (°Brix)	3,53 c	3,47 c	3,50 c	3,77 b	4,60 a	3,97 b
Densidade	1,005 c	1,005 c	1,005 c	1,007 b	1,012 a	1,009 b
Açúcares Residuais ($g.L^{-1}$)	5,33 d	6,30 cd	6,67 c	9,67 b	22,87 a	13,83 b
pH	3,123 e	3,207 c	3,203 c	3,177 d	3,307 a	3,233 b
Ácido Tartárico ($g.L^{-1}$)	0,63 d	1,70 ab	1,63 bc	1,27 c	2,00 a	1,93 ab
Ácido Málico ($g.L^{-1}$)	0,63 a	0,27 d	0,20 d	0,47 bc	0,40 c	0,53 ab
Amônia ($mg.L^{-1}$)	83,33 a	64,00 b	62,33 b	67,00 b	43,33 d	51,00 c
Acidez Volátil ($meq.L^{-1}$)	0,20 a	0,133 ab	0,133 ab	0,10 b	0,10 b	0,10 b
Acidez Total ($g\ L^{-1}\ H_2T$)	3,37 a	2,87 cd	2,73 de	3,03 bc	2,57 e	3,17 ab

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Em contraste, o bagaço da cultivar Cabernet Sauvignon apresentou os menores valores de pH (3,123) e ácido tartárico (0,63 $g.L^{-1}$) e as maiores concentrações de amônia (83,33 $mg.L^{-1}$). O menor pH, associado aos teores de ácidos orgânicos e à maior acidez total observada, caracteriza um co-produto com maior acidez residual, condição que pode contribuir para maior estabilidade microbiológica e influenciar seu comportamento durante o processamento tecnológico (Zocche et al., 2017).

A elevada concentração de amônia pode estar associada a diferenças na dinâmica do nitrogênio durante a fermentação, uma vez que compostos nitrogenados residuais permanecem parcialmente retidos no bagaço após o processamento (Triches et al., 2020). Embora esse parâmetro possa representar potencial para processos biotecnológicos, sua aplicação específica depende de avaliações complementares.

As cultivares Refosco, Merlot, Manzoni Bianco e Tannat apresentaram, de modo geral, valores intermediários para diversas das variáveis analisadas, evidenciando que as diferenças entre as cultivares estão associadas a variações significativas na composição do coproduto. Esses resultados corroboram observações de que a composição físico-química do bagaço é determinada pela interação entre cultivar, condições edafoclimáticas, estágio de maturação das uvas e tecnologia empregada na vinificação (Spigno; Marinoni; Garrido, 2017; Deng et al., 2011; Pereira et al., 2026).

De maneira geral, os valores de pH observados neste estudo (3,12–3,31) encontram-se dentro da faixa normalmente descrita para bagaços de uvas viníferas após a fermentação, assim como os teores de açúcares residuais e de ácidos orgânicos, embora diferenças entre cultivares sejam frequentemente relatadas na literatura (Choi et al., 2024). Essas variações reforçam que a composição do bagaço não pode ser generalizada, devendo ser considerada individualmente para cada cultivar quando se pretende desenvolver ingredientes alimentícios ou produtos de maior valor agregado.

Sob a perspectiva da economia circular, a caracterização físico-química dos bagaços permite identificar cultivares mais adequadas para diferentes aplicações tecnológicas e gastronômicas, favorecendo o aproveitamento integral dos recursos gerados pela cadeia vitivinícola. Enquanto cultivares com maiores teores de açúcares residuais e sólidos solúveis podem ser mais indicadas para o desenvolvimento de ingredientes alimentícios e produtos fermentados, aquelas com maior acidez podem apresentar potencial para aplicações em alimentos que demandem maior estabilidade microbiológica e perfil sensorial ácido (Pereira et al., 2026). Assim, os resultados demonstram que a escolha da cultivar representa um fator determinante na valorização sustentável do bagaço de uva, contribuindo para o desenvolvimento de produtos inovadores e para a redução do desperdício na indústria vitivinícola.

A interpretação integrada dos resultados evidencia que a composição físico-química dos bagaços varia significativamente entre as cultivares, influenciando seu potencial de aproveitamento tecnológico e gastronômico (Quadro 1). As diferenças observadas nos teores de sólidos solúveis, açúcares residuais, ácidos orgânicos, pH, densidade e acidez demonstram que cada cultivar origina um coproduto com características específicas, corroborando estudos que apontam a cultivar como um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade composicional dos coprodutos da vinificação (Deng et al., 2011; Spigno; Marinoni; Garrido, 2017).

Quadro 1. Interpretação tecnológica dos perfis físico-químicos dos bagaços de diferentes cultivares de uvas viníferas e suas potenciais aplicações

Cultivar	**Características físico-químicas**	**Potencial de aproveitamento tecnológico e gastronômico**
Cabernet Sauvignon	Menor pH e maiores teores de acidez total e amônia.	Formulações nas quais a acidez seja um atributo relevante e aplicações em que o perfil ácido possa contribuir para características sensoriais e estabilidade do produto.
Manzoni Bianco	Baixos teores de sólidos solúveis e açúcares residuais, com acidez intermediária.	Potencial para formulações nas quais se busque menor contribuição de açúcares, possibilitando maior controle da composição da matriz alimentícia.
Merlot	Composição físico-química equilibrada, com baixos teores de açúcares residuais e acidez moderada.	Potencial para aplicações alimentícias nas quais se busque uma composição físico-química intermediária.
Refosco	Valores intermediários de sólidos solúveis, densidade e acidez.	Coproduto com potencial para diferentes aplicações tecnológicas, especialmente em formulações que busquem equilíbrio entre propriedades físico-químicas.
Touriga Nacional	Maiores teores de sólidos solúveis, densidade, açúcares residuais, pH e ácido tartárico.	Potencial para o desenvolvimento de ingredientes com maior concentração de sólidos remanescentes, farinhas, produtos de panificação, bebidas fermentadas e outras aplicações em gastronomia sustentável.
Tannat	Elevados teores de açúcares residuais e ácido tartárico, associados à acidez moderada.	Potencial para formulações que busquem equilíbrio entre compostos solúveis e acidez, especialmente em produtos alimentícios nos quais essas características sejam relevantes.

Nota: A interpretação baseia-se nas características observadas, não constituindo validação de aplicações alimentícias.

Dessa forma, o bagaço de uva não deve ser considerado um co-produto homogêneo, mas uma matéria-prima cujas propriedades dependem da cultivar de origem. O conhecimento dessas particularidades permite direcionar estratégias de valorização mais específicas, favorecendo a seleção do co-produto conforme as características desejadas para diferentes aplicações alimentícias (Gridello et al., 2025).

Sob a perspectiva da economia circular, essa abordagem contribui para a utilização mais eficiente dos recursos gerados pela indústria vitivinícola, promovendo a agregação de valor aos coprodutos e reduzindo o desperdício ao longo da cadeia produtiva (Galanakis, 2012).

Assim, a caracterização físico-química fornece subsídios para futuras pesquisas voltadas ao desenvolvimento de ingredientes alimentícios e ao aproveitamento sustentável desses materiais (Alves Filho et al., 2022).

Além disso, a caracterização físico-química representa uma etapa fundamental para o desenvolvimento de novos ingredientes destinados à gastronomia sustentável, subsidiando futuras pesquisas relacionadas ao desempenho tecnológico, à estabilidade, às propriedades sensoriais e à funcionalidade desses materiais em diferentes matrizes alimentícias (Antonić et al., 2020; Gridello et al., 2025).

4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a cultivar exerce influência significativa sobre o perfil físico-químico dos bagaços de uvas viníferas após o processo fermentativo, evidenciando diferenças nos teores de sólidos solúveis, densidade, açúcares residuais, pH, ácidos orgânicos, amônia e acidez. Essas variações confirmam que o bagaço de uva não deve ser considerado um co-produto homogêneo, uma vez que suas características dependem da cultivar de origem e influenciam seu potencial de aproveitamento tecnológico.

Entre as cultivares avaliadas, a Touriga Nacional destacou-se pelos maiores teores de sólidos solúveis, densidade e açúcares residuais, indicando maior potencial para aplicações em ingredientes alimentícios e formulações que demandam elevada concentração de compostos solúveis. Em contrapartida, a ‘Cabernet Sauvignon’ apresentou alto teor de acidez e concentração de amônia, evidenciando características que podem direcionar seu aproveitamento para diferentes finalidades tecnológicas. As demais cultivares apresentaram perfis diferenciados, com valores intermediários para diversas das variáveis avaliadas, ampliando as possibilidades de utilização conforme as propriedades desejadas em diferentes aplicações.

Os resultados obtidos reforçam a importância da caracterização físico-química como ferramenta para a seleção e valorização de coprodutos da vitivinicultura, fornecendo subsídios para estratégias de aproveitamento mais eficientes e sustentáveis. Sob a perspectiva da economia circular e da gastronomia sustentável, o conhecimento das particularidades de cada cultivar contribui para o desenvolvimento de

novos ingredientes alimentícios e para a agregação de valor ao bagaço de uva, favorecendo a redução do desperdício e a utilização integral dos recursos gerados pela cadeia vitivinícola.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros investiguem a composição centesimal, o conteúdo de compostos bioativos, as propriedades antioxidantes e o desempenho tecnológico e sensorial desses bagaços em diferentes matrizes alimentícias, ampliando o conhecimento sobre seu potencial de aplicação e contribuindo para a consolidação de estratégias de valorização sustentável desse co-produto agroindustrial.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, E. G. et al. 1H NMR and UPLC-HRMS-based metabolomic approach for evaluation of the grape maturity and maceration time of Touriga Nacional wines and their correlation with the chemical stability. **Food Chemistry**, v. 382, 2022.

ANTONIĆ, B.; JANČÍKOVÁ, S.; DORDEVIĆ, D.; TREMLOVÁ, B. Grape pomace valorization: a systematic review and meta-analysis. **Foods**, Basel, v. 9, n. 11, p. 1627, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/foods9111627

CHAPMAN, J.; GANGADOO, S.; TRUONG, V. K.; COZZOLINO, D. Spectroscopic approaches for rapid beer and wine analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 28, p. 67–73, 2019.

CHOI, J.-S. et al. Quality Characteristics and Phenolic Compounds of Wine by Various Varieties of Grapes for Winemaking. **Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 11, p. 1185–1192, 2024.

DENG, Q.; PENNER, M. H.; ZHAO, Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 9, p. 2712–2720, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026.

DOS SANTOS TRICHES, W. et al. Physico-chemical characterization of wines produced by different rootstock and Vitis vinifera cv. Tannat clones in vineyards of subtropical climate region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 9, p. 1506–1518, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

FOSS Analytical A/S. **WineScan™ User Guide.**

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 26, n. 2, p. 68–87, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.03.003

GRIDELLO, E. et al. The resilient Merlot: from global growth to sustainable viticulture and winemaking in the age of climate change. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, 2025.

LIMA, V. J. C. de. **Valorisation of phenolic compounds from grape pomace**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, 2017. Disponível em: https://run.unl.pt/handle/10362/28541. Acesso em: 17 ago. 2026.

OZÓRIO, J. D. et al. Fatores que influenciam a intenção de experimentar o enoturismo na Campanha Gaúcha. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 16, p. 134–142, 2024.

PEREIRA, S. et al. Impact of cultivar on grapevine physiological adaptation to drought and subsequent rehydration. **Frontiers in Plant Science**, v. 17, 2026. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1757730

SPIGNO, G.; MARINONI, L.; GARRIDO, G. D. State of the art in grape processing by-products. In: GALANAKIS, C. M. (Ed.). **Handbook of Grape Processing By-Products**: Sustainable Solutions. London: Academic Press, 2017. p. 1–27. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7.00001-6

TEIXEIRA, A.; CALDEIRA, I.; DUARTE, F. L. Molecular and oenological characterization of Touriga Nacional non-Saccharomyces yeasts. **Journal of Applied Microbiology**, v. 118, n. 3, p. 658–671, 2015. DOI: https://doi.org/10.1111/jam.12727

ZOCCHE, R. G. S. et al. Wines produced with “Cabernet Sauvignon” grapes from the region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 311–318, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000500004

CAPÍTULO 11

BAGAÇO DE UVA: VALORIZAÇÃO, SUSTENTABILIDADE E INTEGRAÇÃO COM A GASTRONOMIA E O TURISMO NO PAMPA GAÚCHO

GRAPE POMACE: VALORIZATION, SUSTAINABILITY AND INTEGRATION WITH GASTRONOMY AND TOURISM IN THE PAMPA GAÚCHO

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-011

Andreza de Brito Leal
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: andrezaleal.tecno@gmail.com

Raquel Moreira Oliveira
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: raquelmoroli@gmail.com

Aguiar Afonso Mariano
Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: aguiarafonso.mariano488@gmail.com

Maicon da Silva Lacerda
Doutorando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: maicon.lcrd@gmail.com

Cecylia Carolina Santos da Silva Souza
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cecyliacarolinassilva@gmail.com

Brunna Fernanda Zahlouth Ferreira
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: bz.brunnazahlouth@gmail.com

Gabriela Porciuncula Quevedo
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: gabrielaporciunculaquevedo@gmail.com

Tatielen Ribeiro Soares
Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: tatielensoares15@gmail.com

Ananaíra Maffei
Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: nana2maffei@gmail.com

Cesar Valmor Rombaldi
Doutor em *Biologia Molecular Vegetal*, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br

RESUMO

A indústria vitivinícola gera grandes volumes de subprodutos, destacando-se o bagaço de uva, que corresponde de 20 a 25% da massa total da uva processada, composto por cascas, sementes e engaços. Este capítulo tem como objetivo analisar as características físicas, morfológicas e funcionais do bagaço de uva, bem como investigar suas estratégias de valorização e aplicação como ingrediente funcional na indústria alimentícia. Além disso, explora-se o potencial sustentável desse resíduo sob a perspectiva da economia circular, avaliando seu valor como matéria-prima promissora nos âmbitos tecnológico, nutricional e socioeconômico para o desenvolvimento do enoturismo e da gastronomia do Pampa Gaúcho. Os resultados revelam que o bagaço exibe elevado valor funcional devido à presença de compostos fenólicos, fibras, ácidos graxos insaturados, vitaminas e minerais, que conferem propriedades antioxidantes, antimicrobianas e prebióticas. Sua aplicação em produtos de panificação e cárneos mostra-se promissora, a despeito dos desafios atrelados à padronização e à aceitação sensorial. A valorização desse resíduo reduz os impactos ambientais da cadeia vitivinícola e alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Por fim, a integração do bagaço na gastronomia e no enoturismo do Pampa Gaúcho fortalece a identidade cultural, a autenticidade do destino e a competitividade regional, convertendo um subproduto de descarte em símbolo de sustentabilidade e inovação.

Palavras-chave: Bagaço de uva; Economia circular; Enoturismo; Ingrediente funcional; Pampa Gaúcho.

ABSTRACT

The wine industry generates large volumes of byproducts, most notably grape pomace, which accounts for 20 to 25% of the total mass of processed grapes and consists of skins, seeds, and stems. This chapter aims to analyze the physical, morphological, and functional characteristics of grape pomace, as well as to investigate strategies for its valorization and application as a functional ingredient in the food industry. In addition, the sustainable potential of this byproduct is explored from the perspective of the circular economy, evaluating its value as a promising raw material in the technological, nutritional, and socioeconomic spheres for the development of wine tourism and gastronomy in the Pampa Gaúcho region. The results reveal that grape pomace exhibits high functional value due to the presence of phenolic compounds, fiber, unsaturated fatty acids, vitamins, and minerals, which confer antioxidant, antimicrobial, and prebiotic properties. Its application in baked goods and meat products shows promise, despite the challenges related to standardization and sensory acceptance. The valorization of this byproduct reduces the environmental impacts of the wine production chain and aligns with the UN's Sustainable Development Goals (SDGs). Finally, the integration of grape pomace into the gastronomy and wine tourism of the Pampa

Gaúcho strengthens cultural identity, the authenticity of the destination, and regional competitiveness, transforming a discarded byproduct into a symbol of sustainability and innovation.

Keywords: Circular economy; Functional ingredient; Grape pomace; Pampa Gaúcho; Wine tourism.

1 INTRODUÇÃO

O bioma Pampa, especialmente na região da Campanha Gaúcha**,** 62,2% do território **e** é um dos mais amplos ecossistemas campestres da América do Sul, englobando parte do Brasil, Uruguai e Argentina (Brasil, 2023). Atualmente, a vitivinicultura compõe parte cultural, econômica, social e política nas principais cidades da Campanha, são diversos os agricultores que cultivam uva na região, tanto para venda *in natura* quanto para vinificação própria (Almanza-Oliveros et al., 2024).

A indústria vitivinícola constitui um dos setores agroindustriais de maior expressão econômica mundialmente, gerando não apenas vinhos, mas também subprodutos que representam um desafio ambiental e uma oportunidade de inovação (Chowdhary et al., 2021; Almanza-Oliveros et al., 2024). Entre esses subprodutos, o bagaço de uva, composto por cascas, sementes e engaços remanescentes após a extração do mosto, destaca-se como a fração sólida mais abundante, correspondendo a aproximadamente 20 a 25% da massa total da uva processada (Milinčić et al., 2021).

O bagaço de uva é tradicionalmente destinado ao descarte, à compostagem ou aplicações de baixo valor agregado, quando destinado de forma inadequada pode contribuir para problemas ambientais, além de representar perda de matéria-prima com potencial econômico e tecnológico (Zoppas et al., 2026). Esse subproduto tem recebido crescente atenção científica e industrial devido à sua riqueza em compostos bioativos, fibras alimentares e constituintes de interesse tecnológico e nutricional (Almanza-Oliveros et al., 2024; Zoppas et al., 2026).

A composição do bagaço de uva (Figura 1) varia conforme a sua fração, variedade da uva e condições de processamento. As sementes concentram compostos fenólicos e lipídios, as cascas são fontes de fibras e antocianinas, enquanto os engaços apresentam elevados teores de fibras insolúveis e polifenóis (Milinčić et al., 2021). Essa diversidade permite direcionar suas diferentes frações a aplicações específicas, incluindo a obtenção de ingredientes funcionais (Mohamed Ahmed et al., 2020; Bocsan et al., 2022).

Seu potencial funcional está relacionado à presença de fenólicos, flavonoides, taninos, proantocianidinas e antocianinas, associados a atividades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de fibras, oligossacarídeos, ácidos graxos insaturados, proteínas e minerais que complementam seu valor nutricional (Caponio et al., 2022; Abouelenein et al., 2023; Sinrod et al., 2023; Abreu et al., 2025; Wang et al., 2026). A sua incorporação em produtos alimentícios, especialmente de

panificação e cárneos, apresenta resultados promissores no enriquecimento nutricional, na estabilidade oxidativa e microbiana e na extensão da vida útil (Cilli et al., 2020; Karslıoğlu, 2025; Santos et al., 2026).

Figura 1. Composição do bagaço de uva.



Fonte: Imagem gerada por IA (2026).

Entretanto, a sua aplicação industrial ainda é limitada por desafios relacionados à padronização da matriz, às propriedades físico-químicas, ao processamento e efeitos sensoriais em concentrações elevadas (Struck & Rohm, 2020; Piccoli et al., 2022; Angilè et al., 2025). Nesse sentido, a sua valorização alinha-se aos princípios da economia circular, possibilitando a obtenção de farinhas funcionais, extratos bioativos, óleos, bioenergia e biomateriais, com potencial de redução de impactos ambientais e geração de valor econômico por meio de sistemas integrados de biorrefinaria (Chowdhary et al., 2021; Kovalcik et al., 2020; Martinez et al., 2022; Taifouris et al., 2023; Almanza-Oliveros et al., 2024; Zoppas et al., 2026).

As regiões vinícolas do Pampa Gaúcho favorecem a valorização do bagaço de uva ao relacionar-se com o enoturismo e com a gastronomia regional (Martínez-Falcó et al., 2024; Marinac & Pisker, 2026). A incorporação de subprodutos do vinho na culinária regional fortalece a economia circular, agrega valor à cadeia produtiva e fomenta uma oferta gastronômica associada à identidade territorial e à inovação (Jantsch et al., 2024; Duque et al., 2025; Flores et al., 2025).

Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo analisar as características físico-químicas, morfológicas e funcionais do bagaço de uva, bem como investigar suas estratégias de valorização e aplicação como ingrediente funcional na indústria alimentícia. Além disso, propõe-se explorar o potencial sustentável desse resíduo sob a perspectiva da economia circular, visando explorar seu potencial como matéria-prima promissora sob as perspectivas tecnológica, nutricional e socioeconômica ao desenvolvimento do enoturismo e da gastronomia regional do Pampa Gaúcho.

2 METODOLOGIA

Efetuou-se uma revisão bibliográfica sobre o bagaço de uva, enfatizando as suas características físicas, morfológicas e funcionais, além de explorar suas estratégias de valorização no contexto da economia circular, visando o seu potencial como matéria-prima promissora sob a perspectiva tecnológica, nutricional e socioeconômica de forma integrada ao desenvolvimento e à valorização da gastronomia e do enoturismo no Pampa Gaúcho.

revisão foi elaborada por meio de pesquisa científica na base de dados *Scopus*, sendo selecionados artigos no período de 2010 a 2026, utilizando-se as seguintes palavras-chave para a pesquisa: *"Bagaço de uva", "Alimentos Funcionais", "Compostos bioativos", "Subproduto da vinificação", "Economia circular", "Sustentabilidade", "Enoturismo" e "Pampa gaúcho"*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 BAGAÇO DE UVA: CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO

O bagaço de uva é o principal subproduto sólido da vinificação, constituído por cascas, sementes e engaços. A compreensão de sua composição (Tabela 1) é fundamental para direcionar estratégias de valorização, uma vez que cada fração apresenta perfis distintos de compostos bioativos, fibras e propriedades tecnológicas (Milinčić et al., 2021).

Tabela 1. Composição das frações do bagaço de uva.

Fração	Composição química	Teor de fibras	Perfil fenólico	Referências
Cascas	Baixo teor de óleo, moderado em proteínas e açúcares.	Alto teor de fibras alimentares.	Compostos fenólicos e antocianinas.	Milinčić et al., 2021.
Sementes	Maior teor de óleo, menor teor de açúcares.	Fibra moderada.	Elevado teor de fenólicos e atividade antioxidante	Milinčić et al., 2021.
Engaços	Baixo teor de proteína e óleo, alto teor de polifenóis extraíveis.	Muito rico em fibras insolúveis.	Rico em polifenóis extraíveis, especialmente em variedades brancas	González-Centeno et al., 2010.

Fonte: Autores (2026).

As sementes destacam-se pela presença de compostos fenólicos e lipídios, enquanto as cascas constituem importante fonte de fibras e compostos fenólicos, incluindo antocianinas, e os engaços, apresentam elevada proporção de fibras, especialmente insolúveis, além de compostos fenólicos (Milinčić et al., 2021). O potencial funcional do bagaço de uva está associado à presença de uma diversidade de compostos fenólicos, cuja concentração e distribuição variam entre as diferentes frações e cultivares. Esses compostos apresentam atividade antioxidante (Milinčić et al., 2021).

Em relação à coloração das uvas, as variedades tintas tendem a apresentar maior concentração de antocianinas, enquanto as variedades brancas apresentam concentrações inferiores desses pigmentos. Além das antocianinas, o bagaço pode apresentar flavonoides, taninos condensados, ácidos fenólicos e outros metabólitos secundários (Bocsan et al., 2022; Mohamed Ahmed et al., 2020). Neste contexto, a heterogeneidade do bagaço de uva exige o conhecimento de sua composição anatômica e nutracêutica para direcionar seu processamento. A caracterização dessas frações otimiza a recuperação de compostos de alto valor agregado, viabilizando rotas eficientes de aproveitamento nas indústrias alimentícias.

3.2 APROVEITAMENTO DO BAGAÇO DE UVA

O bagaço de uva pode ser aproveitado (Tabela 2) por múltiplas rotas de valorização, desde a produção de farinha até a recuperação seletiva de compostos bioativos, fibras e lipídios (Zoppas et al., 2026; Almanza-Oliveros et al., 2024; Taifouris et al., 2023).

Tabela 2. Principais estratégias de aproveitamento do bagaço de uva.

Estratégia	Características e aplicações	Referências
Farinha de bagaço	Obtida por secagem e moagem. Fonte de fibras e compostos bioativos para alimentos.	Santos et al., 2026. Shukla et al., 2025. Baldan et al., 2023.
Extração de polifenóis	Métodos como *EAU, MAE** e SFE** recuperam compostos fenólicos e antioxidantes para aplicações alimentícias e nutracêuticas.	Voss et al., 2023.
Óleo de sementes	Rico em ácido linoleico, tocoferóis e fitosteróis. Obtido por prensagem ou extração com solvente.	Hałdys et al., 2025.
Bioenergia e bioprodutos	Conversão em biogás, bio-óleo ou biomateriais, integrando o resíduo em cadeias de economia circular .	Taifouris et al., 2023.

* EAU: Extração Assistida por Ultrassom; MAE**: Extração Assistida por Micro-ondas; SFE: Extração com Fluidos Supercríticos. Fonte: Autores (2026).

A produção de farinha envolve secagem, moagem e peneiramento, sendo que a escolha do método de secagem influencia a retenção de nutrientes e compostos bioativos (Shukla et al., 2025). A extração de polifenóis pode ser conduzida por tecnologias assistidas, como ultrassom e micro-ondas, que aumentam a eficiência de recuperação, já o óleo de sementes apresenta elevado grau de insaturação e compostos minoritários de interesse, podendo ser recuperado por prensagem ou extração supercrítica (Hałdys et al., 2025).

A combinação dessas rotas em esquemas de biorrefinaria multiproduto potencializa a recuperação global de valor da biomassa (Ferri et al., 2020). No contexto do Pampa Gaúcho, essa abordagem integrada viabiliza a transformação de um resíduo abundante da vinificação em ingredientes funcionais de alto valor agregado, fortalecendo a economia circular local e criando novas oportunidades de inovação para a gastronomia e o enoturismo regional.

3.3 BAGAÇO DE UVA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL

O bagaço de uva evidencia-se como matéria-prima de potencial funcional, concentrando compostos bioativos (Tabela 3) que permanecem na matriz sólida após a extração do mosto (Wang et al., 2026; Abreu et al., 2025; Abouelenein et al., 2023; Sinrod et al., 2023; Caponio et al., 2022).

Tabela 3. Principais compostos bioativos do bagaço de uva.

Composto	**Propriedades funcionais**	**Referências**
Compostos fenólicos (flavonoides, taninos, antocianinas)	Antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatório, anticancerígeno	Abreu et al., 2025. Wang et al., 2026. Caponio et al., 2022.
Polissacarídeos (fibras)	Prebiótico, saúde intestinal	Sinrod et al., 2023.
Ácidos graxos insaturados	Suporte nutricional e cardiovascular	Ferreira; Santos, 2022.
Vitamina E (tocoferóis)	Antioxidante	Ferreira; Santos, 2022.
Minerais e proteínas	Enriquecimento nutricional	Ferreira; Santos, 2022.

Fonte: Autores (2026).

O alto teor de compostos fenólicos confere ao bagaço propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias, com potencial aplicação na prevenção de doenças crônicas e na prevenção de desenvolvimento de tumores (Yang et al., 2024). As fibras e oligossacarídeos atuam como prebióticos, beneficiando a microbiota intestinal (Sinrod et al., 2023; Hạnh et al., 2021).

Em comparação a outros subprodutos de frutas, o bagaço de uva destaca-se pelo elevado teor de fibras (até 716 g/kg de matéria seca) e pela expressiva capacidade antioxidante (até 1.773 mg GAE. 100 g), tornando-se fonte superior de compostos funcionais (Catanzaro et al., 2026; Hạnh et al., 2021). Assim, os compostos nutricionais e bioativos desse resíduo viabilizam a sua incorporação em matrizes alimentícias como um ingrediente funcional, permitindo o enriquecimento, a substituição parcial de matérias-primas convencionais, e o alinhamento de novos produtos alimentícios às diretrizes da economia circular e à demanda por alimentos promotores de saúde na região do Pampa Gaúcho.

3.4 APLICAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

O bagaço de uva tem sido incorporado (Tabela 4) em produtos de panificação, como pães, muffins, brownies e massas na forma de farinha, substituindo parte da farinha de trigo e aumentando o teor de fibras e antioxidantes (Santos et al., 2026; Zmuncilă et al., 2025). Em produtos cárneos e de peixe, seu uso melhora a estabilidade oxidativa e microbiana, podendo ser adicionado diretamente ou como extrato (Karslıoğlu, 2025; Cilli et al., 2020).

Tabela 4. Efeitos da incorporação de bagaço de uva em produtos alimentícios.

Propriedade	Efeito observado	Referências
Valor nutricional	Aumento de fibras, antioxidantes e micronutrientes	Santos et al., 2026 Piccoli et al., 2022.
Estabilidade oxidativa	Maior estabilidade em carnes e peixes, prolongamento da vida útil	Karslıoğlu et al., 2025. Cilli et al., 2020.
Textura e cor	Aumento da firmeza e coloração mais escura	Santos et al., 2026.
Aceitação sensorial	Níveis de 10-15% são bem aceitos; acima disso, podem comprometer o sabor	Piccoli et al., 2022.

Fonte: Autores (2026).

Apesar do potencial, a incorporação industrial enfrenta desafios. A complexidade da matriz dificulta a padronização, as propriedades físico-químicas, como a alta retenção de água, afetam a textura dos produtos e a variabilidade na composição (Karslıoğlu, 2025; Struck; Rohm, 2020). Além disso, níveis elevados de bagaço podem alterar negativamente as propriedades sensoriais, limitando sua aceitação pelo consumidor.

3.5 SUSTENTABILIDADE E VALORIZAÇÃO DO RESÍDUO

O descarte convencional (Tabela 5) do bagaço de uva acarreta contaminação hídrica e do solo (Chowdhary et al., 2021; Zoppas et al., 2026). A sua valorização em economia circular reduz a poluição, recupera compostos nutricionais e bioativos, e gera produtos de valor agregado, como aditivos alimentares e bioenergia (Almanza-Oliveros et al., 2024; Taifouris et al., 2023; Kovalcik et al., 2020).

Tabela 5. Destinação versus valorização do bagaço de uva.

Aspecto	Descarte (Economia Linear)	Valorização (Economia Circular)
Impacto ambiental	Contaminação da água e do solo; desafios de gestão por volumes e sazonalidade	Redução da poluição e emissões; gestão sustentável de recursos
Utilização de recursos	Desperdício de compostos bioativos	Recuperação de polifenóis, fibras e minerais
Impacto econômico	Custos de descarte e perda de oportunidades	Produtos de valor agregado e novas fontes de receita

Fonte: Autores (2026).

A valorização do bagaço alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), notadamente ao ODS 12 (consumo e produção responsáveis), ODS 13 (ação contra a mudança climática), ODS 3 (saúde e bem-estar) e ODS 9 (indústria e inovação) (Zoppas et al., 2026; Almanza-Oliveros et al., 2024; Taifouris et al., 2023; Chowdhary et al., 2021). A adoção de biorrefinarias e processos de economia circular reduz e otimiza o uso de recursos hídricos em comparação ao gerenciamento convencional (Taifouris et al., 2023; Martinez et al., 2022).

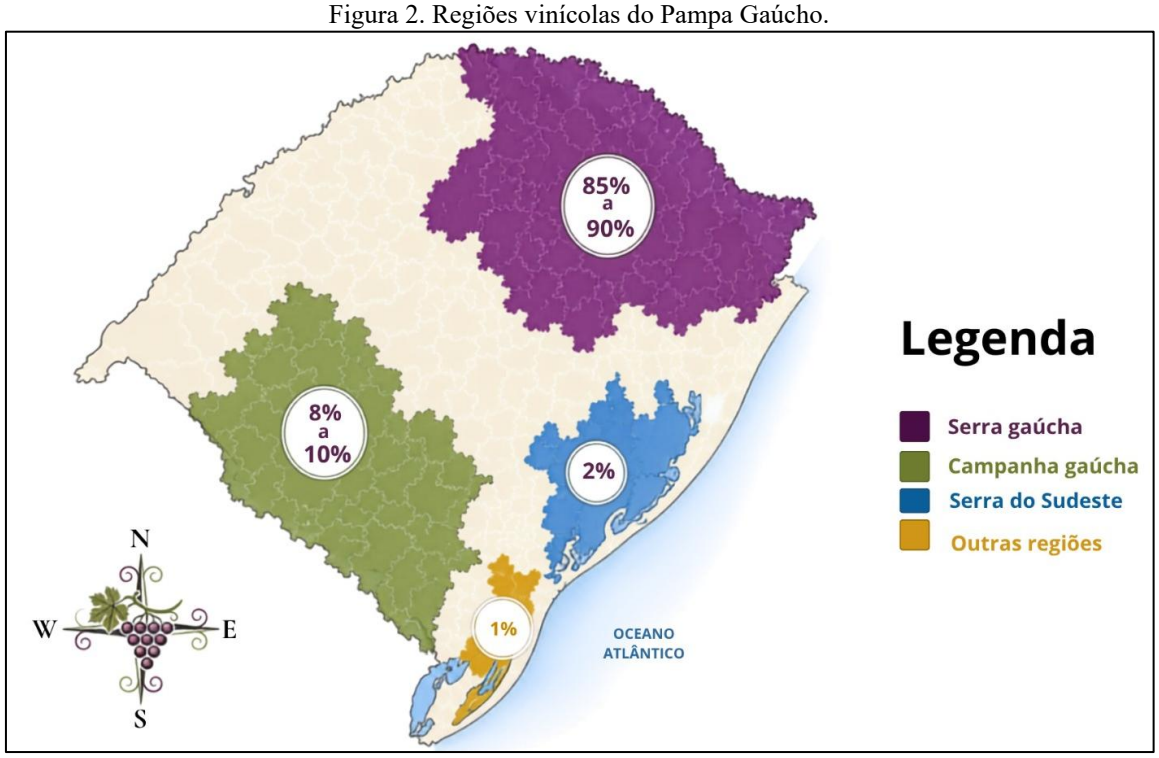
Economicamente, a valorização do bagaço reduz custos de descarte, cria novas fontes de receita e melhora a competitividade das vinícolas (Taifouris et al., 2023). No Pampa Gaúcho, essa abordagem

fortalece a competitividade do setor vitivinícola local e agrega valor ecológico e socioeconômico ao desenvolvimento regional.

3.6 RELAÇÃO COM A GASTRONOMIA E O TURISMO NO PAMPA GAÚCHO

As regiões vinícolas do Pampa Gaúcho (Figura 2), com destaque para a Campanha Gaúcha e a Região Central do Estado, consolidam-se como destinos de enoturismo, impulsionadas pela qualidade dos vinhos e pela tradição gastronômica campeira (Martínez-Falcó et al., 2024; Marinac & Pisker, 2026).

Figura 2. Regiões vinícolas do Pampa Gaúcho.



Fonte: Imagem gerada por IA (2026).

Nesse cenário, o bagaço de uva emerge como elemento capaz de articular economia circular, identidade regional e desenvolvimento turístico (Tabela 6) (Marinac; Pisker, 2026; Martínez-Falcó et al., 2024).

As práticas de economia circular nas vinícolas gaúchas, como a reutilização de subprodutos e minimização de resíduos fortalecem a autenticidade do destino e apoiam o desenvolvimento rural (Marinac; Pisker, 2026). A introdução do bagaço de uva na gastronomia local, por meio de farinhas enriquecidas para pães e massas, cria uma oferta culinária inovadora (Jantsch et al., 2024; Duque et al., 2025).

Tabela 6. Integração entre economia circular, gastronomia e turismo no Pampa Gaúcho.

Prática	Impacto no turismo e na gastronomia	Referências
Reutilização de subprodutos na gastronomia	Aumenta a autenticidade e a experiência do visitante	Marinac; Pisker, 2026. Flores et al., 2025.
Integração com alimentos locais	Fortalece a economia rural e o atrativo turístico	Marinac; Pisker, 2026.
Rotas gastronômicas e enogastronomia	Reforça a identidade cultural e a competitividade do destino	Duque et al., 2025. Jantsch et al., 2024.

Fonte: Autores (2026).

Rotas enogastronômicas que integram vinícolas, restaurantes e produtores locais utilizam o bagaço de uva como elemento estratégico, transformando a visita em uma experiência que compreende o ciclo completo da produção vinícola, da videira ao prato.

4 CONCLUSÃO

O bagaço de uva evidencia-se como matéria-prima estratégica para a economia circular no setor vitivinícola, dada a sua riqueza em compostos bioativos, fibras alimentares e lipídios que viabilizam rotas de aplicação industrial. Sua incorporação como ingrediente funcional em alimentos é promissora, embora desafios de padronização e sensorial exijam otimização contínua. Ambientalmente, sua valorização reduz impactos negativos e alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e fomenta o surgimento de novas fontes de receita por meio de biorrefinarias multiproduto. No Pampa Gaúcho, a pesquisa contribui para consolidar o bagaço de uva como um elemento que articula sustentabilidade, gastronomia regional e turismo enogastronômico, transformando-se de resíduo em símbolo de identidade territorial e inovação. Por fim, sugere-se para pesquisas futuras o desenvolvimento de estudos de escalonamento de processos de extração verde, testes de estabilidade sensorial de prateleira em alimentos enriquecidos e avaliações de viabilidade econômica aplicadas às agroindústrias locais.

REFERÊNCIAS

ABOUELENEIN, D.; MUSTAFA, A. M.; CAPRIOLI, G.; RICCIUTELLI, M.; SAGRATINI, G.; VITTORI, S. Perfis fenólico, nutricional e atividade antioxidante de bagaços e sementes de uva das variedades Lacrima di Morro d'Alba e Verdicchio. **Food Bioscience**, v. 53, p. 102808, 2023.

ABREU, T.; FERREIRA, R.; CASTILHO, P. C.; CÂMARA, J. S.; TEIXEIRA, J.; PERESTRELO, R. Unlocking the fatty acid and antioxidant profile of grape pomace: a systematic assessment across varieties and vintages for its sustainable valorization. **Molecules**, v. 30, n. 15, p. 3150, 2025.

ALMANZA-OLIVEROS, A.; BAUTISTA-HERNÁNDEZ, I.; CASTRO-LÓPEZ, C.; AGUILAR-ZÁRATE, P.; MEZA-CARRANCO, Z.; ROJAS, R.; MARTÍNEZ-ÁVILA, G. C. G. Grape pomace—Advances in its bioactivity, health benefits, and food applications. **Foods**, v. 13, n. 4, p. 580, 2024.

ANGILÈ, F.; TUFARIELLO, M.; GIOVINAZZO, G.; GERARDI, C. Bagaço de uva branca (cv Fiano) como ingrediente alternativo vegetal na indústria alimentícia: Estabilidade dos componentes funcionais do bagaço branco moído. **Food Chemistry Advances**, p. 101122, 2025.

BALDAN, Y.; RIVEROS, M.; FABANI, M. P.; RODRIGUEZ, R. Grape pomace powder valorization: A novel ingredient to improve the nutritional quality of gluten-free muffins. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 13, n. 11, p. 9997-10009, 2023.

BOCSAN, I. C.; MĂGUREANU, D. C.; POP, R. M.; LEVAI, A. M.; MACOVEI, Ş. O.; PĂTRAŞCA, I. M.; BUZOIANU, A. D. Antioxidant and anti-inflammatory actions of polyphenols from red and white grape pomace in ischemic heart diseases. **Biomedicines**, v. 10, n. 10, p. 2337, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Pampa**. Brasília, DF: MMA, [2025]. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/pampa. Acesso em: 16 ago. 2026.

CAPONIO, G. R.; NOVIELLO, M.; CALABRESE, F. M.; GAMBACORTA, G.; GIANNELLI, G.; DE ANGELIS, M. Effects of grape pomace polyphenols and in vitro gastrointestinal digestion on antimicrobial activity: Recovery of bioactive compounds. **Antioxidants**, v. 11, n. 3, p. 567, 2022.

CATANZARO, D.; FALLETICO, B.; ARENA, E. Farinha de bagaço de uva: um ingrediente funcional e sustentável para wangmassa sem glúten. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, p. 101466, 2026.

CHOWDHARY, P.; GUPTA, A.; GNANSOUNOU, E.; PANDEY, A.; CHATURVEDI, P. Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. **Environmental Pollution**, v. 278, p. 116796, 2021.

CILLI, L. P.; CONTINI, L. R. F.; SINNECKER, P.; LOPES, P. S.; ANDREO, M. A.; NEIVA, C. R. P.; VENTURINI, A. C. Efeitos da farinha de bagaço de uva nos parâmetros de qualidade do hambúrguer de salmão. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 2, p. e14329, 2020.

DUQUE, A. S.; DE LURDES MARTINS, M.; BARROCO, C. It's All About Cheese!: Gastronomic Routes Around Certified Cheese Products in Portugal. **In: Global Perspectives on Cheese Tourism. IGI Global Scientific Publishing,** 2025. p. 447-462.

FERREIRA, S. M.; SANTOS, L. A potential Valorization Strategy of Wine Industry By-Products and Their Application in Cosmetics Case study: Grape Pomace and Grapeseed. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 969, 2022.

FERRI, M.; VANNINI, M.; EHRNELL, M.; ELIASSON, L.; XANTHAKIS, E.; MONARI, S.; TASSONI, A. From winery waste to bioactive compounds and new polymeric biocomposites: A contribution to the circular economy concept. **Journal of Advanced Research**, v. 24, p. 1-11, 2020.

FLORES, C.; RIBEIRO, T.; SANTOS, J.; PRISTA, C.; BOTELHO, G. Proposal for upcycling sparkling winemaking waste for Oenogastronomy Tourism. Millenium-Journal of Education, **Technologies, and Health**, n. 19e, p. e41097, 2025.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S.; GARAU, M. C.; LÓPEZ, F.; FEMENIA, A. Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: Grape pomaces and stems. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 10, p. 1580-1586, 2010.

HAŁDYS, K.; CIECHANOWSKA, A.; LEWIŃSKA, A. Design, Sustainable Processing and Nanoliposome Encapsulation of Red Grape Pomace Rich in Polyphenolic Compounds with Antioxidant Activity. **Molecules**, v. 31, n. 1, p. 72, 2025.

HẠNH, T. T. H.; PHÚC, L. N.; DUY, H. H. B.; XUYẾN, N. K.; TRÀ, T. T. T.; NGUYỆT, T. N. M.; MẪN, L. V. V. Effects of cellulolytic treatment conditions on dietary fiber content of grape pomace and use of enzyme-treated pomace in cookie making. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 947, n. 1, p. 012045, 2021.

JANTSCH, L.; FLORES, S. S.; VALE, Z. D. N. Local gastronomy and wine geographical indications (GIs): Framework for identifying pairing potential. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 35, p. 100856, 2024.

KARSLIOĞLU, B. Effect of grape pomace on oxidative and microbial quality of chill-stored beef model systems**. LWT**, p. 118344, 2025.

KOVALCIK, A.; PERNICOVA, I.; OBRUCA, S.; SZOTKOWSKI, M.; ENEV, V.; KALINA, M.; MAROVA, I. Grape winery waste as a promising feedstock for the production of polyhydroxyalkanoates and other value-added products. **Food and Bioproducts Processing**, v. 124, p. 1-10, 2020.

MARINAC, A.; PISKER, B. From Circular Gastronomy to Destination Competitiveness: Evidence from Rural Tourism Economies. **Tourism and Hospitality**, v. 7, n. 6, p. 179, 2026.

MARTINEZ, G. A.; PUCCIO, S.; DOMINGOS, J. M.; MORSELLI, E.; GIOIA, C.; MARCHESE, P.; BERTIN, L. Upgrading grape pomace contained ethanol into hexanoic acid, fuel additives and a sticky polyhydroxyalkanoate: an effective alternative to ethanol distillation. **Green Chemistry**, v. 24, n. 7, p. 2882-2892, 2022.

MARTÍNEZ-FALCÓ, J.; MARCO-LAJARA, B.; ZARAGOZA-SÁEZ, P. D. C.; MILLAN-TUDELA, L. A. Do circular economy practices moderate the wine tourism–green performance relationship? A structural analysis applied to the Spanish wine industry. **British Food Journal**, v. 126, n. 1, p. 134-155, 2024.

MILINČIĆ, D. D.; STANISAVLJEVIĆ, N. S.; KOSTIĆ, A. Ž.; BAJIĆ, S. S.; KOJIĆ, M. O.; GAŠIĆ, U. M.; PEŠIĆ, M. B. Phenolic compounds and biopotential of grape pomace extracts from Prokupac red grape variety. **LWT**, v. 138, p. 110739, 2021.

MOHAMED AHMED, I. A.; ÖZCAN, M. M.; AL JUHAIMI, F.; BABIKER, E. F. E.; GHAFOOR, K.; BANJANIN, T.; ALQAH, H. A. Chemical composition, bioactive compounds, mineral contents, and fatty acid composition of pomace powder of different grape varieties. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 7, p. e14539, 2020.

PICCOLI, R. C.; PEREIRA, P.; NICOLAI, M.; STEFANELLO, F. M.; TAVARES, R. G. Farinha de bagaço de uva: de subproduto da vinificação a alternativa sustentável para benefícios à saúde. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, 2022.

SANTOS, L. D. P.; CRUZ, R. S.; CAMILLOTO, G. P. Viabilidade técnica da farinha de bagaço de uva em macarrão seco tipo gomiti rigati. **Ciência Rural**, v. 56, p. e20250101, 2026.

SHUKLA, V.; PADILLA-ZAKOUR, O. I.; CHEN, C. Microwave vacuum drying of Concord grape (Vitis labrusca) pomace: drying kinetics and quality attributes for enhanced valorization. **Sustainable Food Technology**, v. 3, n. 6, p. 1793-1804, 2025.

SINROD, A. J.; SHAH, I. M.; SUREK, E.; BARILE, D. Uncovering the promising role of grape pomace as a modulator of the gut microbiome: An in-depth review. **Heliyon**, v. 9, n. 10, 2023.

STRUCK, S.; ROHM, H. Fruit processing by-products as food ingredients. In: VALORIZATION OF FRUIT PROCESSING BY-PRODUCTS. **Academic Press**, 2020. p. 1-16.

TAIFOURIS, M.; EL-HALWAGI, M.; MARTIN, M. Evaluation of the economic, environmental, and social impact of the valorization of grape pomace from the wine industry. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 11, n. 37, p. 13718, 2023.

VINHA, A, da F.; SOARES, M. Subprodutos vinícolas: transformação do bagaço de uva em produtos nutracêuticos na ótica da tecnologia alimentar. *In*: **AVANÇOS, inovações e saberes em ciência e tecnologia de alimentos**. [S. l.]: Científica Digital, 2026. cap. 1, p. 8-30.

VOSS, M.; CALCIO GAUDINO, E.; TABASSO, S.; FORTE, C.; CRAVOTTO, G. et al. Current emerging green technologies for the valorization of grape and cherry wastes. **Current Food Science and Technology Reports**, v. 1, p. 47–61, 2023.

WANG, J.; XU, J.; YANG, Z.; TIAN, F.; CAO, S. Functional Characteristics of Grape Pomace Polyphenols and the Current Research Status of Their Application in the Food Industry. **Science and Technology of Food Industry**, v. 47, n. 2, p. 503-514, 2026.

YANG, C.; HAN, Y.; TIAN, X.; SAJID, M.; MEHMOOD, S.; WANG, H.; LI, H. Composição fenólica do bagaço de uva e seu metabolismo. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 64, n. 15, p. 4865-4881, 2024.

ZMUNCILĂ, A.; POP, C. R.; FĂRCAŞ, A. C.; MAN, S. M.; CHIŞ, M. S.; LIŢOIU, A.; PĂUCEAN, A. Bioprocessamento de bagaço de uva para ingredientes de valor agregado com utilização em produtos assados. **Foods**, v. 15, n. 1, p. 50, 2025.

ZOPPAS, F. M.; BENVENUTI, T.; MAFFESSONI, D. Advances and Perspectives on Valorization of Grape Pomace into Functional Materials for Water and Wastewater Purification. **Agriengineering**, v. 8, n. 4, p. 126, 2026.

CAPÍTULO 12

O TERROIR DO PAMPA E A ENOGASTRONOMIA: CARNE OVINA, VINHOS E VALORIZAÇÃO TERRITORIAL NA CAMPANHA GAÚCHA

THE TERROIR OF THE PAMPA AND FOOD AND WINE CULTURE: SHEEP MEAT, WINES, AND REGIONAL DEVELOPMENT IN THE CAMPANHA GAÚCHA

https://doi.org/10.63330/livroautoral952026-012

Regiane Vieira Saraiva
Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: regianevieirazootec@gmail.com

Eduarda da Rosa Libio
Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
E-mail: eduarda.darosa.libio@gmail.com

Natalia de Assunção Teixeira da Silva
Bacharel em Zootecnia, Universidade Federal do Pampa
E-mail: natalia.assu@gmail.com

RESUMO

A relação entre o terroir do Bioma Pampa e a enogastronomia na Campanha Gaúcha evidencia o potencial da interação entre a carne ovina e os vinhos produzidos na região para a valorização territorial, cultural e gastronômica, bem como para o fortalecimento do turismo de experiência e do desenvolvimento regional. O estudo possui caráter teórico-conceitual, descritivo e exploratório, fundamentado em pesquisa bibliográfica e documental, com consulta a livros, artigos científicos, documentos, registros oficiais, jornais, sites, revistas locais e outras fontes secundárias. A pesquisa abrange a Campanha Gaúcha, localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul e integralmente inserida no Bioma Pampa. Caracterizado pela diversidade de espécies animais e vegetais e por condições naturais singulares, o Pampa apresenta um terroir diferenciado. A Campanha Gaúcha possui extensas áreas de campos nativos e tradição na pecuária extensiva, destacando-se a ovinocultura. Paralelamente, suas características edafoclimáticas favoreceram a produção de vinhos, contribuindo para ressignificar a identidade territorial da região, atualmente reconhecida entre as importantes produtoras de vinhos finos do Brasil. Nesse contexto, a alimentação dos ovinos em campo nativo pode contribuir para características sensoriais diferenciadas da carne, ampliando seu potencial gastronômico. Associada aos vinhos regionais, a carne ovina pode compor experiências enogastronômicas por meio de pratos tradicionais e preparações contemporâneas. Conclui-se que a enogastronomia pode conectar a produção de vinhos e ovinos, fortalecendo a identidade territorial e o turismo enogastronômico ao valorizar a cultura, a história, as tradições e a diversidade de produtos do Pampa.

Palavras-chave: Campanha Gaúcha; Carne ovina; Enogastronomia; Identidade territorial; Vinhos.

ABSTRACT

The relationship between the terroir of the Pampa Biome and wine and food culture in the Campanha Gaúcha region highlights the potential interaction between sheep meat and wines produced in the region to enhance territorial, cultural, and gastronomic values, as well as to strengthen experiential tourism and regional development. This study is theoretical-conceptual, descriptive, and exploratory in nature, based on bibliographic and documentary research, including consultation of books, scientific articles, documents, official records, newspapers, websites, local magazines, and other secondary sources. The research focuses on the Campanha Gaúcha region, located in the southwestern part of Rio Grande do Sul and entirely within the Pampa Biome. Characterized by the diversity of animal and plant species and unique natural conditions, the Pampa presents a distinctive terroir. The Campanha Gaúcha has extensive areas of native grasslands and a long-standing tradition of extensive livestock farming, with sheep farming standing out as an important activity. At the same time, its edaphoclimatic characteristics have favored wine production, contributing to the redefinition of the region's territorial identity, which is currently recognized as one of Brazil's important fine wine-producing regions. In this context, feeding sheep on native grasslands may contribute to distinctive sensory characteristics of the meat, expanding its gastronomic potential. When paired with regional wines, sheep meat can contribute to wine and food experiences through traditional dishes and contemporary preparations. It is concluded that wine and food culture can connect wine and sheep production, strengthening territorial identity and wine tourism by valuing the culture, history, traditions, and diversity of products of the Pampa.

Keywords: Campanha gaucha; Food and wine; Sheep meat; Territorial identity; Wines.

1 INTRODUÇÃO

O bioma Pampa é conhecido por seus ecossistemas naturais, possuindo uma alta diversidade de espécies animais e vegetais. Atualmente, ele abrange três países da América do Sul: Brasil, Uruguai e Argentina. No território brasileiro, o bioma Pampa está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa aproximadamente 68,8% de sua área (IBGE, 2019). O Pampa possui uma identidade única, com paisagens de leves planícies, campos abertos, clima temperado e solos adequados para a produção agropecuária. Segundo Tonietto (2019) a interação de fatores como o campo, solo, clima, relevo e trabalho humano, é chamada de terroir, associado à tradição, cultura e história local. Essa interação constrói um ambiente propício à produção de produtos com características singulares e de qualidade, agregando valor ao local de origem e integrando os benefícios proporcionados pelo bioma à cultura e à história da região.

A campanha gaúcha, também conhecida como “Coração do Pampa”, é historicamente moldada pela pecuária extensiva. A ovinocultura foi uma das primeiras e mais tradicionais atividades pecuárias desenvolvidas na região, utilizando o campo nativo como fonte de alimento para os ovinos (Viana et al., 2012). Além de ser uma atividade econômica, a produção de ovinos se tornou parte da cultura gaúcha, que por décadas teve forte relação com a produção de lã. Entretanto, a partir do final dos anos 1990, a carne ovina começou a ser valorizada e está atualmente associada à cultura, à gastronomia, à economia e à conservação do Pampa (SEAPI, 2025).

Antes do processo de valorização da carne ovina, a partir da década de 1970, foram identificadas características edafoclimáticas favoráveis à produção de vinhos, contribuindo para a expansão da viticultura na Campanha Gaúcha. A partir disso, foram surgindo novas vinícolas que se desenvolveram por meio de técnicas modernas de cultivo e vinificação, o que levou à consolidação da produção vitivinícola na região, que se tornou um dos mais importantes polos vitícolas do Brasil e passou a contribuir para o desenvolvimento territorial (Buchabqui, 2021; Silva, 2018).

A identidade territorial de um lugar é construída pelas pessoas e por suas atividades cotidianas, sejam elas realizadas no campo ou na cidade, levando em consideração os aspectos históricos, econômicos, sociais, culturais, políticos e ambientais (Saquet, 2006). Diante disso, a região da campanha construiu sua própria identidade territorial, marcada pelo tradicionalismo gaúcho, ligado à atividade pecuária. Contudo, nos últimos anos, esse espaço passou a ser compartilhado pela viticultura, que tem construído sua própria identidade, sem abrir mão da história, tradição e cultura local. A sinergia entre o consumo de carne ovina e vinhos pode consolidar a campanha como um polo de desenvolvimento regional sustentável no Pampa, com potencial para fortalecer a identidade territorial por meio da enogastronomia, contribuindo para a valorização dos produtos regionais (Figura 1) (Manfio, 2019).

Figura 1. Terroir do bioma Pampa.



Fonte: elaborada pelo autor, 2026.

Com isso, este capítulo tem como objetivo analisar a relação entre o terroir do Pampa e a enogastronomia na Campanha Gaúcha, destacando como a interação entre a carne ovina e os vinhos

produzidos na região pode contribuir para a valorização territorial, cultural e gastronômica, bem como para o fortalecimento do turismo de experiência e do desenvolvimento regional.

2 METODOLOGIA

O presente estudo tem caráter teórico-conceitual, com uma abordagem descritiva e exploratória, acerca do território da Campanha Gaúcha, voltada para a análise da sinergia entre a produção de carne ovina e vinhos, associada ao terroir do Pampa. O estudo busca compreender como essa junção está relacionada ao desenvolvimento enogastronômico e à valorização da identidade regional, bem como mapear as potencialidades para a consolidação da identidade territorial da Campanha. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, envolvendo a consulta a documentos, livros, artigos científicos, além de pesquisa em registros de dados oficiais, jornais, sites e revistas locais, entre outras fontes secundárias.

O estudo abrange a região da Campanha Gaúcha, localizada no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, como é demonstrado na Figura 2, e inserida integralmente no Bioma Pampa. A região possui 14 municípios: Aceguá, Bagé, Barra do Quaraí, Candiota, Dom Pedrito, Itaqui, Lavras do Sul, Maçambará, Rosário do Sul, Santana do Livramento, São Gabriel, Uruguaiana, Quaraí e Hulha Negra. Esses municípios são reconhecidos pelo selo de Indicação de Procedência da Campanha Gaúcha (IP) (EMBRAPA, 2017). Além disso, a região detém a maior concentração do rebanho ovino do estado, responsável por quase 40% do rebanho total (IBGE, 2024).

Figura 2. Municípios que compõem a Campanha Gaúcha.



Fonte: Embrapa Uva e Vinho, 2017.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A enogastronomia pode contribuir para a valorização dos produtos e das características do ambiente. A presença dessas duas atividades em um mesmo território permite a construção de experiências gastronômicas envolvendo o consumo dos alimentos, a história e a cultura (Silva, 2015). A gastronomia destaca-se na construção de experiências turísticas associadas à identidade e aos produtos de um território, assumindo papel importante na construção da identidade gastronômica da região.

As grandes extensões de áreas planas no Pampa gaúcho facilitaram a mecanização na viticultura, aumentando a escala de produção. Em 2020, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial concedeu o registro de Indicação de Procedência (IP) "Campanha Gaúcha" para vinhos finos e espumantes. Tornando a região o 2.º maior produtor de vinhos finos do Brasil, responsável por 31% da produção nacional (INPI, 2020).

O selo de Indicação Geográfica atua não apenas como instrumento de proteção e garantia de qualidade para o consumidor, mas também como vetor de diferenciação de mercado e alavanca para o enoturismo regional (Figura 3) (Valduga, 2012).

Figura 3. Delimitação e vinícolas da IP Campanha Gaúcha.



Fonte: Viajante Maduro, 2025.

A conquista do selo de IP contribuiu para alavancar o turismo na região, que hoje conta com roteiros como a Rota dos Vinhos da Campanha Gaúcha e Trem do Pampa, em que as pessoas podem ter uma experiência cultural e enogastronômica única, conhecendo as vinícolas, desfrutando das belezas do Pampa, da culinária gaúcha e conhecendo as atividades campeiras (Rota Vinhos da Campanha Gaúcha, 2021).

Levando em consideração que a presença cultural e identidade gaúcha são muito fortes no terroir da campanha gaúcha, a carne produzida em campo nativo do Pampa se torna uma grande aliada na construção dessa rota enogastronômica. Por ser um bioma com uma das maiores diversidades florísticas de gramíneas e leguminosas nativas, é possível que a carne de animais alimentados em campo nativo apresente características sensoriais diferenciadas em decorrência dessa alimentação diversificada (Jacondino et al., 2024).

O ovino já foi utilizado somente para consumo na propriedade, porém atualmente ele não fica restrito somente a isso. Por meio de estudos de qualidade da carne, foi comprovado que a carne de cordeiro é caracterizada por um perfil lipídico benéfico para a saúde humana, rico em ácidos graxos insaturados e antioxidantes naturais (Jacondino et al., 2024). A carne de cordeiro passou de um produto de baixo consumo para um produto de maior valorização, fazendo parte da identidade gastronômica do Pampa, apreciada por consumidores que buscam carne com alto valor nutricional, advindo da produção sustentável (Viana et al., 2012). O fato é que a carne do cordeiro é saborosa e muito macia, e a diversidade de cortes trouxe novas possibilidades para a elaboração de pratos. O cordeiro passou a ser preparado assado, grelhado e voltou a estar presente na mesa dos brasileiros (Figura 4) (Correa et al., 2023).

Figura 4. Harmonização de carne de cordeiro e vinhos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Segundo Valduga (2007), o beber está associado ao comer, o que fez com que o enoturismo abrisse espaço para o crescimento da enogastronomia, agregando o vinho e o ambiente. O vinho se tornou protagonista na dinâmica do enoturismo, sendo não apenas uma bebida, mas uma viagem exploratória

(Santos, 2004). Já a carne de cordeiro, pode constituir um produto relevante para o turismo de experiência enogastronômica, por estar diretamente relacionada à tradição pecuária, à cultura campeira e à gastronomia da Campanha Gaúcha (Figura 5). Ela participa da culinária tradicional gaúcha, em preparações como churrasco e assados em fogo de chão, além de pratos elaborados que incorporam ingredientes do próprio Pampa com técnicas gastronômicas.

Figura 5. O cordeiro tradicional gaúcho e em pratos elaborados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

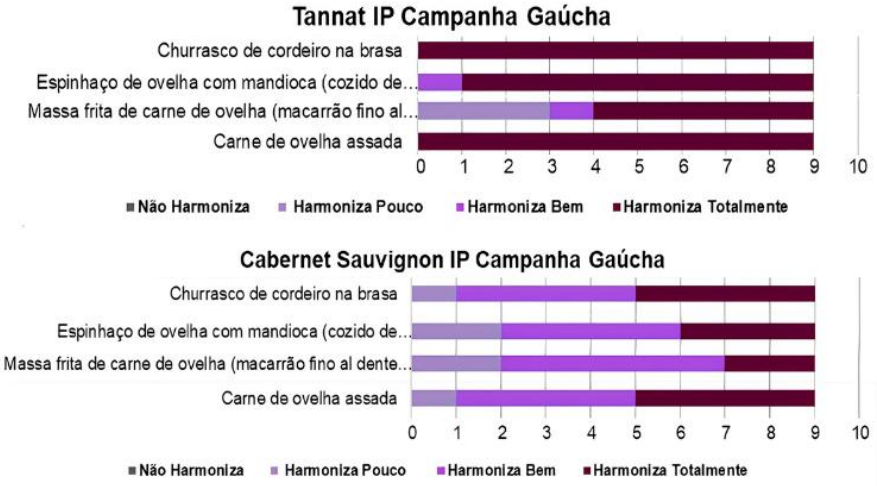
Dessa forma, a carne de cordeiro ultrapassa a condição de alimento tradicional e passa a constituir um elemento de conexão entre território, gastronomia, cultura e vitivinicultura. Sua associação aos vinhos regionais permite construir experiências sensoriais e culturais capazes de apresentar ao visitante diferentes aspectos do Pampa, fortalecendo a valorização dos produtos locais e da identidade gastronômica da Campanha Gaúcha (Manfio, 2019).

Uma pesquisa feita por Jantsch (2022) harmonizou vinhos Tannat e Cabernet Sauvignon com IP da Campanha gaúcha e pratos regionais, utilizando uma escala de 1 a 10 com os seguintes critérios: não harmoniza; harmoniza pouco; harmoniza bem; e harmoniza totalmente. Observou-se que houve um consenso entre os especialistas quanto ao vinho Tannat harmonizado com carne de ovelha assada e churrasco de cordeiro na brasa. O espinhaço de ovelha com mandioca também teve resultados positivos. Já a massa frita de carne de ovelha, seguiu os mesmos resultados dos pratos harmonizados com Cabernet Sauvignon, nos quais as avaliações variaram entre as categorias “harmoniza pouco”, “harmoniza bem” e “harmoniza totalmente”.

O turismo enogastronômico no Pampa transformou essas características regionais, antes associadas principalmente à produção de vinhos e à criação de ovinos, em experiências para os consumidores, representando os aspectos culturais, históricos, produtivos e culinários da região, o que contribui para

caracterizar a Campanha Gaúcha por um terroir singular. Atualmente, existem várias iniciativas voltadas ao desenvolvimento regional do Pampa, com a rota Vinhos da Campanha Gaúcha que atua como principal promotora da enogastronomia na região, por meio de e-books como "A rota dos sabores do Pampa", nos quais são apresentados locais destinados à experiência gastronômica da culinária gaúcha que harmonizam com os premiados vinhos da campanha (Rota Vinhos da Campanha Gaúcha, 2022). Essas iniciativas aproximam os produtores dos consumidores interessados nessas experiências, permitindo conhecer a história dos vinhedos, dos pratos e dos vinhos apreciados na região, além de valorizar os produtos regionais e incentivar o turismo.

Figura 6. Harmonização de vinhos com IP da Campanha Gaúcha com pratos de carne ovina.



Fonte: Jantsch, 2022.

4 CONCLUSÃO

O terroir do Pampa vai além das características do território, sendo constituído por práticas produtivas, cultura, história, tradição e costumes do dia a dia que foram se estabelecendo ao longo do tempo, conferindo à região da Campanha Gaúcha características singulares que podem ser percebidas por aqueles que vivenciam essa experiência. A enogastronomia atua como um elo para conectar duas atividades produtivas, que são a viticultura e a ovinocultura, possibilitando a construção e a valorização da identidade territorial. Conclui-se que a carne de cordeiro, associada a vinhos finos produzidos na região, é essencial para o fortalecimento do turismo enogastronômico, por proporcionar uma experiência de imersão na cultura gaúcha, valorizando a diversidade de produtos e características que o Pampa oferece.

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, Ilsi. **Bioma Pampa**: diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre: Pallotti, 2010.

BUCHABQUI, Rafael Pinheiro Machado. **Desenvolvimento territorial e danos**: um estudo sobre a região da campanha gaúcha. 2021.

CORREA, Gladis Ferreira; DUTRA, Jussara Pereira; MARTINS, Liana Bach. **Cordeiro do Pampa & receitas**. Porto Alegre: Digrapho Produções Culturais, 2023.

EMBRAPA UVA E VINHO. **IP Campanha Gaúcha**. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/uva-e-vinho/indicacoes-geograficas-de-vinhos-do-brasil/ip-campanha-gaucha. Acesso em: 12 ago. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-agricola-municipal.html. Acesso em: 12 ago. 2026.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Campanha Gaúcha ganha indicação geográfica para vinhos e espumantes**. Rio de Janeiro: INPI, 2020.

JACONDINO, Luiza et al. Plant Bioactive Compounds of Brazilian Pampa Biome Natural Grasslands Affecting Lamb Meat Quality. **Foods**, v. 13, n. 18, p. 2931, 2024.

JANTSCH, Liane et al. **Relações enogastronômicas nas indicações geográficas de vinho**. 2022.

MANFIO, Vanessa. A articulação entre turismo, vinho e a gastronomia na região da Campanha Gaúcha, Brasil. **Ágora**, v. 21, n. 1, p. 35-41, 2019.

OVERBECK, Gerhard E. et al. Bioma negligenciado do Brasil: os Campos do Sul do Brasil. **Perspectivas em Ecologia Vegetal, Evolução e Sistemática**, v. 9, n. 2, p. 101-116, 2007.

SAQUET, Marcos Aurelio. Campo-território: considerações teórico-metodológicas. **Revista Campo-Território**, v. 1, n. 1, p. 60-81, 2006.

SEAPI – SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E IRRIGAÇÃO. **3º Simpósio Gaúcho de Ovinocultura ocorre em Bagé no fim de junho**. Porto Alegre, 28 abr. 2025. Disponível em: https://seapi.rs.gov.br/3-simposio-gaucho-de-ovinocultura-ocorre-em-bage-no-fim-de-junho. Acesso em: 12 ago. 2026.

SILVA, Fernanda Novo da; DOS ANJOS, Flavio Sacco; DA SILVEIRA, Danielle Farias. Ressignificação identitária: o caso da vitivinicultura na região da Campanha Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Theomai**, n. 38, p. 186-206, 2018.

SILVA, Roberto do Nascimento. A identidade territorial enogastronômica como elemento de sustentação turística regional: a experiência do Tirol e Südtirol. **Cenário: Revista Interdisciplinar em Turismo e Território**, v. 3, n. 5, p. 107-124, 2015.

TONIETTO, J. **Terroir**: conexão entre território, produto, identidade cultural e patrimônio coletivo. 2019.

TONIETTO, Jorge et al. **Afinal, o que é Terroir?** 2007. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/542312. Acesso em: 13 ago. 2026.

VALDUGA, Vander. O desenvolvimento do enoturismo no Vale dos Vinhedos (RS/Brasil). **CULTUR-Revista de Cultura e Turismo**, v. 6, n. 2, p. 127-143, 2012.

VIANA, João Garibaldi Almeida. **Evolução da produção ovina no Rio Grande do Sul e Uruguai**: análise comparada do impacto da crise da lã na configuração do setor. 2012.

POSFÁCIO

Encerrar esta obra é, de certa forma, retomar o olhar para a diversidade que a motivou. Ao longo de seus capítulos, diferentes pesquisadores partiram de matérias-primas, produtos, processos, práticas e saberes para revelar uma riqueza que ultrapassa suas características individuais. Frutas nativas, bebidas, vinhos, microrganismos, coprodutos e experiências gastronômicas tornam-se, sob diferentes perspectivas, objetos de conhecimento, investigação e possibilidades de inovação.

Os estudos aqui reunidos mostram que caracterizar uma fruta, investigar um microrganismo, compreender a composição de um vinho, analisar uma experiência sensorial ou buscar novas formas de aproveitamento de um coproduto são também maneiras de ampliar o conhecimento sobre os recursos agroalimentares e suas possibilidades. Quando ciência e experiência se aproximam, aquilo que poderia ser apenas uma matéria-prima ou um subproduto passa a ser compreendido em suas dimensões tecnológica, cultural, econômica e ambiental.

Ao reunir estudos de diferentes naturezas, esta obra evidencia que inovação não significa necessariamente afastamento das origens. Muitas vezes, ela nasce justamente daquilo que já existe, dos recursos disponíveis, dos conhecimentos construídos e das características que distinguem cada contexto produtivo. A ciência, nesse processo, amplia possibilidades, produz evidências e oferece novos caminhos para que esses recursos sejam utilizados de forma mais consciente e sustentável.

Talvez esteja aí uma das contribuições mais significativas desta obra: aproximar diferentes formas de conhecimento e mostrar que biodiversidade, produção agroalimentar, vitivinicultura, gastronomia, sustentabilidade e turismo podem estabelecer diálogos fecundos. Os capítulos não representam um ponto de chegada, mas recortes de uma realidade dinâmica, que continua oferecendo perguntas, desafios e possibilidades de pesquisa.

Que os resultados e reflexões aqui apresentados estimulem novas investigações, parcerias e iniciativas, contribuindo para que os recursos agroalimentares do Rio Grande do Sul sejam cada vez mais conhecidos, estudados e valorizados, respeitando suas especificidades e os contextos nos quais estão inseridos.

Conhecer é o primeiro passo; transformar conhecimento em valor, inovação e legado é o desafio que permanece.

Joana Darque Ribeiro Ozório.

REALIZAÇÃO:



CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná
www.aurumeditora.com