

**CARACTERIZAÇÃO DAS QUALIDADES FÍSICO-QUÍMICAS E DOS ASPECTOS
MICROBIOLÓGICOS DA POLPA DO FRUTO DO CAMBUCI (*CAMPOMANESIA PHAEA*),
SUBMETIDA À PASTEURIZAÇÃO E CONGELAMENTO**

Giovanna Fachini Dellaqua¹
Marcelo Machado Leão²
Fabiane Maximo³
Letícia Pavani Diehl⁴
José Guilherme Prado Martin⁵
Marta Helena Filet Spoto⁶

Campomanesia phaea (O. Berg). Landrum, popularmente conhecida como "cambuci" é uma espécie frutífera nativa da Mata Atlântica com interessante potencial comercial, pois possui frutos ricos do ponto de vista nutricional, apresenta sabor exótico, além de conter interessantes propriedades aromáticas e nutricionais. Este estudo teve como objetivo caracterizar as qualidades físico-químicas e aspectos microbiológicos da polpa pasteurizada e congelada do fruto. Para a realização das análises, foram processados 100 kg de polpa, coletados nas cidades, Paranapiacaba, Salesópolis, São Luis do Paraitinga, Natividade da Serra e Paraibuna, no estado de São Paulo, Brasil. A polpa pasteurizada foi embalada e armazenada a -18°C para conservação e levada para determinação das qualidades físico-químicas e microbiológicas a cada quinze dias. Os resultados demonstraram que o método de conservação é eficiente em preservar os aspectos químicos e fisiológicos da fruta e para preservar a qualidade microbiológica da sua polpa.

PALAVRAS-CHAVE: FRUTÍFERA NATIVA DA MATA ATLÂNTICA; MIRTÁCEA; MATA ATLÂNTICA; TRATAMENTO TÉRMICO DA POLPA; FRUTO DO BRASIL; CONSERVAÇÃO DE POLPA.

¹Giovanna Fachini Dellaqua - Doutoranda, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo (CENA/USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil (e-mail: giovanna_dellaqua@hotmail.com.br)

²Marcelo Machado Leão - Doutor, Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil (email: Marcelo@propark.com.br)

³Fabiane Maximo - Graduada em Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil (e-mail: fabiane.maximo@usp.br)

⁴Letícia Pavani Diehl – Graduada em Biologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Rio Claro, São Paulo, Brasil (e-mail: leticia_p_diehl@yahoo.com.br)

⁵José Guilherme Prado Martin - Doutor, Departamento de Agroindústria, nutrição e alimentos, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil (e-mail: gui.pmartin@gmail.com)

⁶Marta Helena Filet Spoto - Professora, Departamento de Agroindústria, nutrição e alimentos, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil (e-mail: martaspoto@usp.br)

1 INTRODUÇÃO

A *Campomanesia phaea*, popularmente conhecida como “cambuci”, é uma fruta nativa do Brasil, pertencente à família das *Myrtaceae*, de ocorrência restrita na Mata Atlântica, principalmente na Serra do Mar entre os estados de São Paulo e Minas Gerais (LEÃO, 2012; EREIO, 2005). A espécie chegou próxima da extinção, devido à exploração de sua madeira de excelente qualidade, muito utilizada na fabricação de ferramentas, e também pelo desmatamento da Mata Atlântica, que perdeu grande parte de sua vegetação original ao longo do tempo, atualmente, restam apenas 12,4% da floresta que existia originalmente, conforme monitoramento produzido pela SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (Inpe) (SOS Mata Atlântica; INPE, 2020; KAWASAKI; LANDRUM, 1997).

O fruto é caracterizado por sua estrutura ovóide-romboidal, com uma crista horizontal, forte cheiro doce e gosto extremamente azedo semelhante ao do limão (DONADO-PESTANA, 2015; LEÃO, 2012).

O cambuci apresenta grande potencial para industrialização, devido às suas particularidades, como elevado rendimento em polpa, alto teor de acidez, concentrações razoáveis de ácido ascórbico, minerais e fibras alimentares (BAGETTI, 2014; LEÃO; DELLAQUA; MARQUES; FACANALI *et al.*, 2016). O aproveitamento comercial do fruto ocorre de forma limitada, restringindo-se às regiões de ocorrência natural da espécie *Campomanesia phaea*, podendo se tornar uma grande oportunidade econômica com ênfase na preservação de recursos naturais, manutenção da biodiversidade e a valorização de produtos nativos do Brasil.

Visando o melhor aproveitamento comercial do cambuci, estimula-se a produção de polpas e o uso de tecnologias de processamento para aumentar a sua vida útil e reduzir as perdas (DELLAQUA, 2016).

Nas indústrias, um dos métodos mais utilizados para a conservação e prolongação da vida útil dos produtos é a pasteurização, devido ao custo relativamente baixo e a eficiência na destruição de microrganismos e inativação enzimática, proporcionando ao consumidor um produto seguro com características físico-químicas adequadas em seu período de vida útil (FELLOWS, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pasteurização na polpa de cambuci, observando as características físico-químicas e estabilidade microbiológica durante a vida útil do produto, determinando se este tipo de tratamento é aplicável para melhor aproveitamento comercial da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

Os frutos de *C. phaea* foram coletados junto a vários produtores das cidades de Paranapiacaba, Salesópolis, São Luis do Paraitinga, Natividade da Serra e Paraibuna, municípios localizados no estado de São Paulo – Brasil e transportados para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP (Piracicaba - SP, Brasil).

O ponto de colheita do cambuci, geralmente ocorre quando os frutos caem no chão o que ocasiona perdas significativas em sua qualidade e conservação pós-colheita. O ponto médio de maturação foi estabelecido por meio da análise visual de acordo com a avaliação da coloração da casca e resistência mecânica dos frutos (DELLAQUA, 2016).

Durante as coletas, foram levantadas informações sobre a localização geográfica das populações (latitude, longitude e altitude), por meio do *Global Positioning System*, com receptor portátil de sinal de satélite - GPS, modelo Garmim GPSII 40068128 (Tabela 1).

TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DAS ÁREAS DE COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Paranapiacaba	23°46'39.10"S	46°17'59.27"O	821
Salesópolis	23°31'48.20"S	45°50'49.09"O	796
São Luis do Paraitinga	23°13'22.48"S	45°18'42.19"O	745
Natividade da Serra	23°22'45.12"S	45°26'37.99"O	745
Paraibuna (SP)	23°27'50.77"S	45°42'37.37"O	728 a 755

2.2 PROCESSAMENTO DO FRUTO

A obtenção da polpa ocorreu por processamento em liquidificador industrial, após as etapas de seleção, lavagem e sanitização dos frutos. A pasteurização foi realizada em equipamento tubular, seguindo-se o binômio tempo × temperatura: 85°C por trinta segundos. O material foi embalado em sacos simples de polietileno tereftalato (PET) metalizado e armazenado em câmara fria à temperatura de -18°C. As avaliações microbiológicas e físico-químicas foram realizadas periodicamente a cada quinze dias, em 1, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a pasteurização.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA POLPA PASTEURIZADA

A avaliação dos parâmetros de qualidade da polpa de cambuci pasteurizada e congelada foi realizada por meio de análises de pH, coloração, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e *ratio*.

A coloração da polpa foi medida em equipamento *Minolta Chroma Meter* CR-400 (MINOLTA, 1998), com o emprego do sistema CIE L*a*b*.

A determinação do pH ocorreu em potenciômetro da marca *Marconi* – MA-522 (Piracicaba, SP, Brasil), de acordo com o método nº 981.12 da AOAC (2005) e a acidez titulável, expressa em percentual de ácido cítrico, de acordo com o método no 942.15 da AOAC (2005).

O teor de sólidos solúveis foi medido em refratômetro digital da marca *Krüss Optronic* GmbH, modelo DR201-95 (Hamburgo, Alemanha), segundo o método no 932.12 da AOAC (2005). Por meio da relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável foi calculado o valor de *ratio*.

2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A fim de assegurar a qualidade da polpa pasteurizada foram realizadas análises microbiológicas de contagem total de bolores e leveduras e de microrganismos psicotróficos, seguindo a metodologia de Silva *et al.* (2007), que se baseia no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWNES; ITO, 2001);

Para determinar o Número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se *kit Simplate* (Biocontrol).

A detecção de *Salmonella* sp., por sua vez, foi realizada por meio de *kit* rápido *1,2-Test* (Biocontrol). Para cada um dos períodos avaliados, foi utilizada uma amostra indicativa do lote contendo dois quilos, de acordo com o preconizado pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC), nº12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das análises físico-químicas de todos os períodos estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

Todas as análises apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os períodos. As variações verificadas nas análises de coloração, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e *ratio*, não apresentaram relação com o aumento do tempo de armazenamento. Apenas a análise de pH demonstrou comportamento, em função do tempo de estocagem, apresentando ligeira redução.

FIGURA 1. GRÁFICOS ANALÍTICOS DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA POLPA DE CAMBUCI PASTEURIZADA

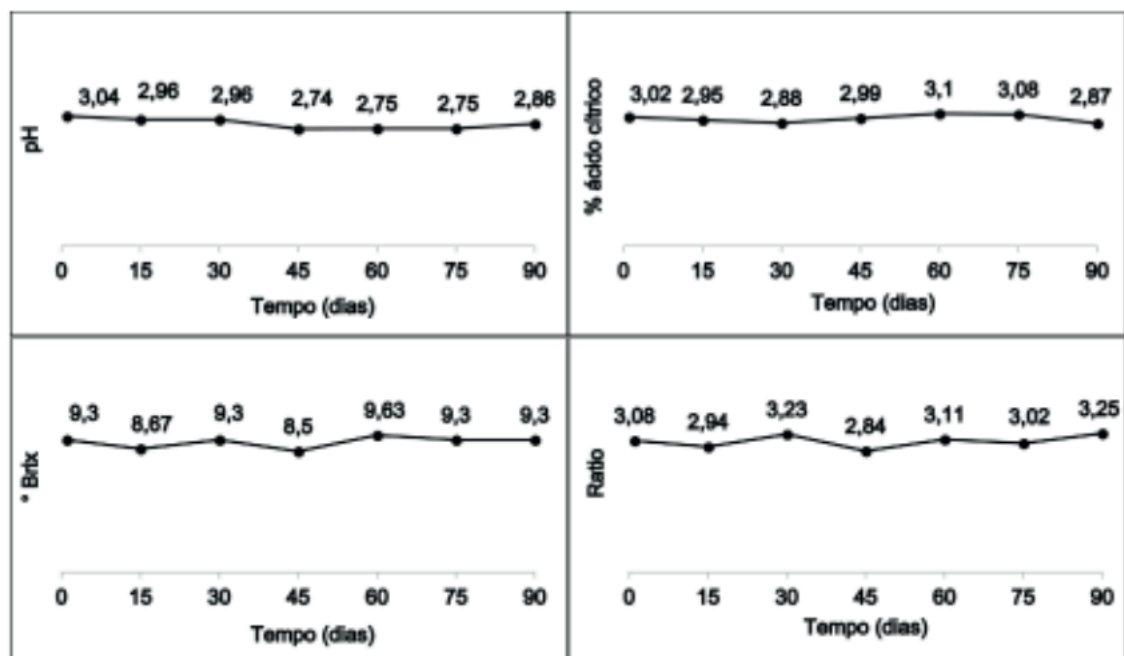
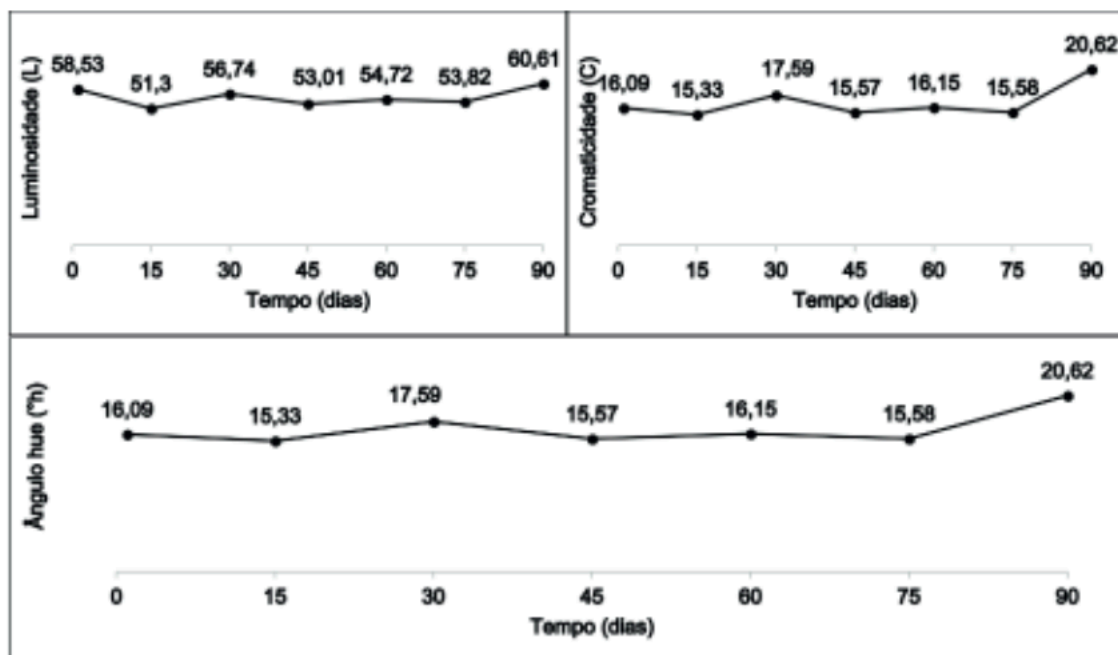


FIGURA 2. GRÁFICOS DE COLORAÇÃO DA POLPA DE CAMBUCI PASTEURIZADA DURANTE O ARMAZENAMENTO



Embora apresente diferença estatística significativa, as faixas de variação dos resultados para acidez titulável e pH foram pequenas, e demonstram que a polpa pasteurizada conservou sua acidez durante o armazenamento.

O pH variou entre 2,74 a 3,04 nos períodos analíticos. Os valores obtidos encontram-se dentro do observado em outros trabalhos com o fruto, apresentando-se semelhante aos resultados de Silva *et al.* (2012), que encontraram variação entre 2,75 a 2,97 no pH das variedades de cambuci.

No caso da acidez, obteve-se valores entre 2,87 a 3,10% durante o armazenamento, coincidindo com alguns valores encontrados por Bianchini *et al.* (2016). Essa acidez elevada auxilia no controle microbiano e é interessante sob o ponto de vista industrial, pois acentua o sabor da polpa, promovendo um fator de diluição elevado e um maior rendimento do produto final (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993).

O teor de sólidos solúveis na polpa pasteurizada apresentou pequena variação, mantendo-se entre 8,50 a 9,63 °Brix, apresentando diferenças significativas no conteúdo somente aos quinze dias e aos quarenta e cinco dias de armazenamento em relação aos demais. Estas diferenças podem ter ocorrido em função de variações analíticas, pois a polpa foi obtida a partir de um lote homogêneo de frutas, sendo, deste modo, as diferenças atribuídas à variabilidade da matéria-prima.

A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (*ratio*) para a polpa pasteurizada foi de 2,84 a 3,25 durante o armazenamento. Os valores obtidos foram considerados baixos, e coincidem com alguns resultados encontrados por Bianchini *et al.* (2016) em seus experimentos. Apesar das variações, ocorridas em função da oscilação do teor de sólidos solúveis e da acidez titulável nos períodos, os resultados demonstram que a polpa de cambuci pasteurizada conservou sua característica ácida, mantendo-se pouco doce e com alto teor de acidez, durante o armazenamento.

A luminosidade da polpa apresentou valores entre 51,30 e 60,61. O ângulo de cor *hue* manteve-se entre 104,95 a 110,86 h°, caracterizando-se com a tonalidade de cor amarelo-esverdeada. O tom, entretanto, demonstrou-se mais escuro, em função da cromaticidade, que obteve valores para a polpa pasteurizada no intervalo de 15,33 a 20,62, região que se aproxima do centro do círculo de cores. Apesar de a coloração apresentar-se mais diferente estatisticamente no último período, esta permaneceu semelhante em todos os períodos, sem alterações visualmente discrepantes.

3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A partir das análises realizadas, foi possível verificar a qualidade microbiológica da polpa pasteurizada, que atendeu todos os padrões exigidos pela legislação, bem como o efeito do tratamento na conservação do produto (tabela 2).

TABELA 2. RESULTADOS DAS ANÁLISES NOS SETE PERÍODOS AVALIADOS PARA POLPA PASTEURIZADA E CONGELADA.

POLPA PASTEURIZADA					
ANÁLISES					
		Bolores e leveduras (UFC.g ⁻¹)	Psicotrófi- cos (UFC.g ⁻¹)	Coliformes totais e termoto- lerantes (NPM.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> spp/25g
Dias de arma- zamento	0	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	15	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	30	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	45	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	60	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	75	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente
	90	<1,0	<1,0	<1,0	Ausente

Para a contagem total de bolores e leveduras, adotou-se a legislação vigente no âmbito do Ministério da Agricultura na data de realização do estudo em questão (Instrução Normativa nº1 de 7 de janeiro de 2000), que fixa os limites máximos microbiológicos para os bolores e as leveduras, sendo 2×10^3 UFC.g⁻¹ para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico.

Os resultados obtidos foram satisfatórios para as duas amostras, durante todo o período avaliado, estando dentro dos padrões microbiológicos preconizados pela legislação vigente (BRASIL, 2001) para coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella* sp., e a legislação vigente no âmbito do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000) para bolores e leveduras e microrganismos psicotróficos.

Como descrito por Siqueira e Borges (1997) a elevada acidez restringe o crescimento de microbiota deterioradora, principalmente os microrganismos patógenos. Os frutos do cambuci são ácidos, o que favorece o processo de industrialização durante toda fase de processamento e armazenamento (CORLETT Jr.; BROWN, 1980).

O processo de pasteurização foi bem eficiente na conservação microbiológica da polpa, uma vez que os resultados atenderam aos padrões exigidos pela legislação, caracterizando “Boas Práticas de Fabricação” (BPF) e qualidade em vida útil da polpa.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o processo de pasteurização conservou a cor e a acidez da polpa de cambuci (*Campomanesia phaea*), bem como sua qualidade microbiológica, uma vez que manteve suas características iniciais durante os noventa dias de avaliação.

Dessa forma, pode-se inferir que o processo de pasteurização da polpa de cambuci pode ser uma importante alternativa para sua conservação, garantindo seus parâmetros de qualidade e segurança alimentar dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, proporcionando, assim, mais competitividade para a sua comercialização.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF PHYSICO-CHEMICAL QUALITIES AND MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF CAMBUCI FRUIT PULP (*CAMPOMANESIA PHAEA*), SUBMITTED TO PASTEURIZATION AND FREEZING

Campomanesia Phaea (O. Berg). Landrum, popularly known as Cambuci, is a native fruit from the Atlantic rainforest with an interesting commercial potential, because it is rich from a nutritional standpoint, it presents exotic flavour, besides containing interesting aromatic and nutritional properties. The objective of this study was to characterize the physico-chemical qualities and microbiological aspects of the frozen pasteurized pulp of the fruit. For the realization of the analyses, 100 kg of pulp was processed, collected in the cities of Paranapiacaba, Salesópolis, São Luis do Paraitinga, Natividade da Serra and Paraibuna, in the state of São Paulo, Brazil. Pasteurized pulp has been packaged and stored at an ideal temperature for conservation and taken to determine the physico-chemical and microbiological qualities every fortnight. The results showed that the conservation method is efficient in preserving the chemical and physiological aspects of the fruit and to preserve the microbiological quality of its pulp.

KEYWORDS: FRUTÍFERA NATIVA DA MATA ATLÂNTICA; MYRTACEAE; ATLANTIC RAINFOREST; THERMAL TREATMENT OF THE PULP; BRAZILIAN FRUIT; PULP CONSERVATION.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. de S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. do N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-pera (*Psidium acutangulum*) D. C.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 23, n. 2-3, p. 213- 217, 1993.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 18th. ed. Gaithersburg, 2005.
- BAGETTI, M. “**Caracterização físico-química, compostos fenólicos majoritários da fruta e atividade antioxidante da geleia de cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg.)**”. 2014. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- BIANCHINI, F. G.; et al. Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 10-18, mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052016000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 10 fev. 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº1, de 7 de janeiro de 2000. **Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas**. Brasília: Diário Oficial da União 10 janeiro de 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília: Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.
- CASTELUCCI, A. C. L. **Avaliação da estabilidade dos compostos bioativos de polpas de frutas nativas submetidas ao processo de irradiação**. 2015. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- CORLETT Jr., P. A., BROWN, M. H. **pH and acidity**. In: **INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. Microbial ecology of foods: factors affecting life and death of microorganisms**. New York : Academic Press, 1980. v. 1, p. 92-111.
- DELLAQUA, Giovanna Fachini. Efeitos na caracterização físico-química e sensorial da polpa de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (cambuci) quando submetida a diferentes tratamentos agroindustriais. 2016. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. doi:10.11606/D.64.2017.tde-09032017-103710.
- DONADO-PESTANA, Carlos M. et al. Phenolic compounds from cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) fruit attenuate

- glucose intolerance and adipose tissue inflammation induced by a high-fat, high-sucrose diet. **Food Research International**, [s.l.], v. 69, p. 170-178, mar. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.032>.
- DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. American Public Health Association, Washington, 2001. 676p.
- KAWASAKI, M.L.; LANDRUM, L.R. A rare and potentially economic fruit of Brazil: cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). **Economic Botany**, v. 51, n. 4, p. 403-407, 1997.
- FELLOWS, P. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Práticas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Relatório anual SOS Mata Atlântica 2020**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2020.
- LEÃO, M. M. **Características do óleo essencial extraído das folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (cambuci) obtido em duas microrregiões da Mata Atlântica**. Orientador: BRITO, P. D. J. O. 2012. 124 f. (Tese (Doutorado em Recursos Florestais)) - Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) Universidade de São Paulo (USP), Biblioteca digital da USP. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-29102012-100529/>.
- LEÃO, M. M.; DELLAQUA, G. F.; MARQUES, M. O. M.; FACANALI, R. *et al.* The Potential of *Campomanesia phaea* O. Berg Landrum (Cambuci) as Natural Source of Vitamin C. Conference Papers Series. Athens, Greece: Athens Institute for Education and Research 2016.
- MALUF, A.M.; EREIO, W.A.P. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n. 7, p. 707-714, 2005.
- MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Osaka. 1998. 59p.
- SILVA, I.G.; CORREIA, A.F.K.; BIGARAN, J.T.; BAPTISTA, C.P.; CARMO, L.F.; SPOTO, M.H.F. Estudo da caracterização do fruto cambuci [*Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum] e sua aplicação no processamento de geleia. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 83-90, jan./jun. 2012.
- SILVA, S. **Frutas, cores e sabores do Brasil**. São Paulo: Ed. Europa, 2012. v. 1.
- SILVA et al. 3ª edição. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo. Logomarca Varela. 2007.
- SIQUEIRA, R. S.; BORGES, M. F. **Microbiologia de frutas e produtos derivados**. In: TORREZAN, R. (Coord). Curso de processamento de frutas. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CTAA, 1997. p. 2-13.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995–2000**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2001.

