REVISTA
INTERDISCIPLINAR DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ISSN 3086-7401

RIDES

EFEITO DE TRATAMENTOS HIDROTÉRMICOS SOBRE A QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PINHÃO (*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE

EFFECT OF HYDROTHERMAL TREATMENTS ON THE PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF BRAZILIAN PINE SEEDS (ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA) STORED AT AMBIENT TEMPERATURE

Pedro Augusto Resende Rimoli[1] Ariele Venezian Busso[2] Adriana Maria de Grandi[3] Romilda de Souza Lima[4]
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon, Paraná, Brasil.
E-mails: pedro.rimoli@yahoo.com.br[1]; ariele.venezianbusso@yahoo.com[2]; adrianadegrandi@gmail.com[3], romislima2@gmail.com[4]

Como citar: RIMOLI, Pedro Augusto Resende; VENEZIAN BUSSO, Ariele; MARIA DE GRANDI, Adriana; DE SOUZA LIMA, Romilda. Efeito de tratamentos hidrotérmicos sobre a qualidade físico-química e sensorial de pinhão (Araucaria angustifolia) armazenado em temperatura ambiente. **Revista Interdisciplinar de Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], [s.d.]. DOI: 10.48075/9xx5vd83. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/rides/article/view/38262. Acesso em: 20 ago. 2026.

Resumo: O pinhão (*Araucaria angustifolia*) possui relevância econômica, cultural e nutricional, porém sua conservação pós-colheita é limitada pela rápida perda de qualidade durante o armazenamento. Este estudo avaliou os efeitos de tratamentos hidrotérmicos sobre a qualidade físico-química e sensorial de sementes de pinhão armazenadas em temperatura ambiente. Foram conduzidos dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado. Nas análises físico-químicas, as sementes foram submetidas aos tratamentos controle, imersão em água a 50 °C por 20 minutos e imersão em água a 100 °C por 5 minutos, sendo avaliadas durante 20 dias quanto à perda de massa, firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e coloração. A qualidade sensorial foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada de nove pontos para os atributos aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade. O tratamento a 100 °C por 5 minutos promoveu maiores perdas de massa, redução da firmeza e alterações mais intensas nos atributos sensoriais ao longo do armazenamento. Em contraste, o tratamento a 50 °C por 20 minutos apresentou comportamento semelhante ao controle para a maioria das variáveis analisadas, preservando a qualidade física e sensorial das sementes. A aceitabilidade foi reduzida principalmente no tratamento a 100 °C a partir da segunda semana de armazenamento. Os resultados demonstram que tratamentos hidrotérmicos moderados podem contribuir para a manutenção da qualidade pós-colheita do pinhão durante o armazenamento em temperatura ambiente, fornecendo informações inéditas sobre a resposta físico-química e sensorial das sementes submetidas a diferentes combinações de temperatura e tempo de exposição.

Palavras-chave: Sementes florestais; análise hedônica; qualidade pós-colheita; tecnologia de conservação; produtos da sociobiodiversidade.

Abstract: *Brazilian pine seeds (Araucaria angustifolia) have economic, cultural, and nutritional importance; however, their postharvest conservation is limited by rapid quality losses during storage. This study evaluated the effects of hydrothermal treatments on the physicochemical and sensory quality of Brazilian pine seeds stored under ambient conditions. Two experiments were conducted using a completely randomized design. For physicochemical analyses, seeds were subjected to three treatments: control, immersion in water at 50 °C for 20 min, and immersion in water at 100 °C for 5 min. Evaluations were carried out over 20 days and included weight loss, firmness, pH, soluble solids, titratable acidity, and color parameters. Sensory quality was assessed using a nine-point hedonic scale for aroma, appearance, texture, flavor, and overall acceptability. The treatment at 100 °C for 5 min resulted in greater weight*

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional, o que permite compartilhar, copiar, distribuir, exibir, reproduzir, a totalidade ou partes desde que não tenha objetivo comercial e sejam citados os autores e a fonte.

loss, reduced firmness, and more pronounced changes in sensory attributes throughout storage. In contrast, seeds treated at 50 °C for 20 min showed a behavior similar to the control for most variables, preserving physicochemical and sensory quality. Acceptability decreased mainly in the 100 °C treatment from the second week of storage onward. The findings demonstrate that moderate hydrothermal treatments may contribute to maintaining the postharvest quality of Brazilian pine seeds during ambient storage, providing new information on the physicochemical and sensory responses of the seeds to different combinations of temperature and exposure time.

Keywords: *Forest seeds; hedonic evaluation; postharvest quality; preservation technology; sociobiodiversity products.*

INTRODUÇÃO

O pinhão, semente comestível de *Araucaria angustifolia*, apresenta elevada relevância econômica, nutricional, cultural e socioambiental no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Além de constituir importante fonte de carboidratos, fibras, minerais e vitamina C, sua exploração e comercialização representam uma importante fonte de renda para agricultores familiares, povos indígenas e comunidades extrativistas, configurando-se como um produto associado à sociobiodiversidade brasileira. Nas últimas décadas, a produção e o valor econômico associados à espécie apresentaram crescimento expressivo, reforçando sua importância para a segurança alimentar, a valorização de sistemas extrativistas sustentáveis e o desenvolvimento regional (CONAB, 2020; IBGE, 2024; TACO, 2011; Krupek & Anjos, 2021; Beninca, 2019; Santos, 2018).

Apesar de sua importância, a comercialização do pinhão é limitada pela rápida perda de qualidade durante o armazenamento pós-colheita. Por se tratar de uma semente recalcitrante, o pinhão apresenta elevada atividade metabólica e sensibilidade à perda de água, fatores que favorecem alterações fisiológicas, redução da qualidade visual e sensorial, além do comprometimento de sua conservação por períodos prolongados (Amarante *et al*., 2007; Costa *et al*., 2020). Estudos recentes também demonstram que a manutenção da umidade e das condições adequadas de armazenamento constitui um dos principais desafios para prolongar a vida útil das sementes de *Araucaria angustifolia*, dada sua susceptibilidade à deterioração pós-colheita e à perda gradual de qualidade durante a armazenagem (Costa *et al*., 2023; Shibata & Coelho, 2016).

Diante dessas limitações, o desenvolvimento de tecnologias capazes de prolongar a conservação pós-colheita do pinhão torna-se fundamental para ampliar seu período de comercialização, reduzir perdas e agregar valor à cadeia produtiva. Entre as alternativas disponíveis, os tratamentos hidrotérmicos destacam-se pela facilidade de aplicação, baixo custo operacional e potencial utilização em sistemas de conservação pós-colheita. Esses tratamentos baseiam-se na exposição controlada dos produtos à água aquecida durante períodos determinados, sendo amplamente empregados em procedimentos fitossanitários e na manutenção da qualidade de produtos vegetais (Baker, 1939; Oliveira, 2015; Kabelitz *et al.,* 2019). Além disso, tecnologias térmicas controladas vêm sendo apontadas como ferramentas promissoras para aumentar a estabilidade e reduzir perdas em produtos agrícolas armazenados, especialmente quando integradas a estratégias sustentáveis de pós-colheita (Palumbo *et al.,* 2022).

Entretanto, a adoção de qualquer tecnologia de conservação deve considerar não apenas sua eficiência operacional, mas também seus efeitos sobre os atributos de

qualidade percebidos pelo consumidor. Alterações promovidas pelo tratamento térmico podem afetar características importantes do alimento, como textura, aparência, aroma e sabor, influenciando diretamente sua aceitação comercial. Dessa forma, avaliações físico-químicas associadas à análise sensorial tornam-se essenciais para compreender os impactos dos tratamentos sobre a qualidade global do produto durante o armazenamento, uma vez que a percepção do consumidor e a aceitação dos alimentos dependem da integração de atributos como aparência, aroma, sabor e textura (DUTCOSKY, 2019).

Embora existam estudos sobre armazenamento de pinhão, composição química, qualidade pós-colheita e desenvolvimento de produtos derivados da espécie, as informações relacionadas ao emprego de tratamentos hidrotérmicos em sementes de *Araucaria angustifolia* ainda são limitadas. A literatura disponível concentra-se predominantemente nos efeitos das condições de armazenamento, refrigeração, embalagem e conservação da viabilidade fisiológica das sementes (Amarante *et al.*, 2007; Costa *et al*., 2023), havendo poucas evidências sobre a resposta simultânea dos atributos físico-químicos e sensoriais do pinhão submetido a tratamentos hidrotérmicos antes do armazenamento. Além disso, permanece insuficientemente compreendido como diferentes combinações de temperatura e tempo de exposição podem influenciar características determinantes para a aceitação do consumidor, como firmeza, aparência, aroma, textura e aceitabilidade global.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes estratégias de tratamento hidrotérmico, caracterizadas por distintas combinações de temperatura e tempo de exposição, sobre a qualidade físico-química e sensorial de sementes de pinhão armazenadas em temperatura ambiente, buscando gerar informações que contribuam para o desenvolvimento de estratégias de conservação pós-colheita compatíveis com a manutenção da qualidade do produto e com a valorização sustentável desse importante recurso da sociobiodiversidade brasileira.

METODOLOGIA

Delineamento experimental

Os pinhões foram coletados na região de Pinhalzinho, Paraná, e transportados, no mesmo dia da colheita, ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon, PR, onde foram conduzidos os experimentos.

Foram realizados dois experimentos independentes, um destinado às avaliações físico-químicas e outro às avaliações sensoriais, ambos conduzidos em delineamento inteiramente casualizado.

O experimento físico-químico foi conduzido em esquema fatorial 3 × 11, composto por três tratamentos (controle, tratamento hidrotérmico a 50 °C por 20 minutos e tratamento hidrotérmico a 100 °C por 5 minutos) e onze períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias), com 20 repetições por tratamento em cada período de avaliação. A unidade experimental foi constituída por quatro sementes, processadas conjuntamente para obtenção de uma única amostra analítica. A utilização de quatro sementes por unidade experimental teve como objetivo

aumentar a representatividade das amostras, reduzir a variabilidade individual entre sementes e fornecer quantidade suficiente de material biológico para a realização das análises físico-químicas.

O experimento sensorial foi conduzido em esquema fatorial 4 × 11, composto pelos tratamentos controle, visual, tratamento hidrotérmico a 50 °C por 20 minutos e tratamento hidrotérmico a 100 °C por 5 minutos, avaliados nos mesmos onze períodos de armazenamento.

Os tratamentos hidrotérmicos foram definidos com base em duas estratégias distintas de aplicação de calor. O tratamento a 50 °C por 20 minutos caracteriza uma condição de menor intensidade térmica e maior tempo de exposição, permitindo transferência gradual de calor para o interior das sementes. Em contrapartida, o tratamento a 100 °C por 5 minutos representa uma condição de maior intensidade térmica e curta duração, na qual o menor tempo de exposição busca minimizar possíveis danos associados ao aquecimento excessivo. Dessa forma, o estudo teve como objetivo comparar diferentes estratégias de tratamento hidrotérmico, e não avaliar isoladamente o efeito da temperatura sobre a qualidade do produto.

Após os tratamentos, as sementes foram resfriadas em água à temperatura ambiente por 10 minutos e armazenadas sem embalagem, a granel, sob temperatura ambiente (20 ± 2 °C), simulando as condições tradicionalmente observadas na comercialização do pinhão por mercados e vendedores independentes. As avaliações foram realizadas a cada dois dias durante 20 dias de armazenamento. Foram avaliadas as variáveis perda de massa, firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis, acidez titulável, coloração da casca (L*, °Hue, Croma e Índice de Escurecimento) e atributos sensoriais relacionados ao aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade.

Análise sensorial

Os avaliadores foram recrutados entre estudantes e servidores da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), mediante participação voluntária. Foram incluídos apenas indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos.

A avaliação sensorial foi realizada por meio de teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 ("intragável") a 9 ("excelente"), para os atributos aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade global.

As amostras foram constituídas por aproximadamente 10 g de pinhão cozido em panela de pressão durante uma hora e posteriormente descascado. As amostras foram apresentadas em recipientes codificados com números aleatórios de três dígitos e distribuídas aos consumidores de forma aleatorizada.

Participaram da pesquisa 220 consumidores. Em cada data de avaliação foi utilizado um grupo distinto de aproximadamente 20 consumidores, não havendo repetição de participantes entre os diferentes períodos de armazenamento. Dessa forma, cada sessão sensorial foi conduzida de forma independente, sem medidas repetidas por consumidor.

O tratamento visual consistiu na apresentação diferenciada das amostras em relação aos demais tratamentos, com o objetivo de avaliar a influência da forma de exposição do produto sobre a percepção dos consumidores.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob parecer nº 3.047.807 (CAAE 57031616.0.0000.0107), sendo todos os

procedimentos conduzidos em conformidade com os protocolos éticos aprovados.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o software SISVAR. Foram avaliados os efeitos dos tratamentos, dos períodos de armazenamento e da interação entre esses fatores. Quando observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para as avaliações físico-químicas destrutivas (firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável e coloração), cada período de armazenamento foi constituído por unidades experimentais independentes, sendo cada unidade composta por quatro sementes processadas conjuntamente para obtenção de uma única amostra analítica.

A variável perda de massa foi avaliada de forma não destrutiva utilizando as mesmas unidades experimentais ao longo de todo o período de armazenamento.

Nas análises sensoriais, cada período de armazenamento contou com um grupo distinto de consumidores, sem repetição de participantes entre as datas de avaliação. Assim, as observações obtidas em cada período foram consideradas independentes entre si.

Ao todo, foram utilizadas 2.880 sementes de pinhão durante a condução dos experimentos. Desse total, 2.640 sementes foram destinadas às avaliações físico-químicas destrutivas, correspondentes às combinações entre tratamentos, períodos de armazenamento e repetições experimentais, enquanto 240 sementes foram utilizadas na avaliação não destrutiva da perda de massa ao longo dos 20 dias de armazenamento. Cada unidade experimental foi composta por quatro sementes processadas conjuntamente para obtenção de uma única amostra analítica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos dos tratamentos hidrotérmicos sobre a qualidade do pinhão foram avaliados por meio de análises físico-químicas e sensoriais ao longo de 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Inicialmente são apresentados os resultados da análise de variância (Tabela 1), seguidos da discussão individual das variáveis físico-químicas e dos atributos sensoriais. A interpretação dos resultados buscou relacionar os efeitos dos tratamentos hidrotérmicos às alterações observadas durante o armazenamento, bem como comparar os achados com informações disponíveis na literatura.

A análise de variância permitiu identificar a influência dos tratamentos hidrotérmicos, dos períodos de armazenamento e da interação entre esses fatores sobre as variáveis avaliadas. A significância da interação tratamento × período indica que o comportamento das sementes ao longo do armazenamento depende da estratégia de tratamento hidrotérmico empregada, justificando a análise detalhada das variáveis nas seções subsequentes.

Tabela 1. Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solíveis (SS), acidez titulável (AT), luminosidade (L*), croma, ºhue e escurecimento (Esc) em pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetidas ao

Fator	G.L.	PM	Firmeza	pH	SS	AT	L*	Croma	°hue	Esc
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
D	10	0,081*	352,32*	0,075*	1,222*	0,0006*	81,493*	3,741*	0,059*	51,725*
T	2	0,125*	1591,7*	0,423*	19,482*	0,0003NS	26,025*	21,803*	0,010NS	135,849*
D x T	20	0,003*	98,62*	0,034*	0,753*	0,0001NS	5,688NS	2,856NS	0,005NS	35,699*
Erro	99	0,0001	48,600	0,007	0,333	0,0001	5,878	2,069	0,004	17,631
Total	131	-	-	-	-	-				
CV(%) =		5,65	5,65	13,47	1,06	1,04	3,13	3,38	2,88	2,94
Média Geral:		62,667	62,667	1,660	0,052	0,190	38,978	20,901	0,685	70,503

período de armazenamento em temperatura ambiente e tratamento hidrotérmico.
*Significativo e NS não significativo ao nível de 5% de probabilidade (p≤0,05) pelo teste de F. Período de armazenamento (D) e Temperatura (T). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A perda de massa foi influenciada pelos tratamentos hidrotérmicos e pelo período de armazenamento, apresentando aumento progressivo em todos os tratamentos ao longo dos 20 dias de avaliação (Tabela 2). Os maiores valores foram observados no tratamento a 100 °C por 5 minutos, que atingiu 33,2% de perda de massa ao final do armazenamento, enquanto os tratamentos a 50 °C por 20 minutos e controle apresentaram perdas de 26,7% e 18,9%, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios de Perda de Massa (%) de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100°C).

Perda de Massa			
Dias	Tratamentos		
	Controle	50 °C	100 °C
0	0,00% Ea	0,00% Ga	0,00% Ga
2	8,20% Da	9,30% Fa	9,50% Fa
4	11,8% Cc	13,9% Eb	17,4% Ea
6	14,0% Bc	17,2% Db	24,4% Da
8	14,8% Bc	19,3% Cb	27,8% Ca
10	15,4% Bc	20,9% Cb	29,6% Ba
12	16,8% Ac	23,1% Bb	31,7% Ba
14	16,9% Ac	23,7% Bb	31,8% Ba
16	17,5% Ac	24,7% Bb	32,2% Aa
18	18,4% Ac	26,1% Ab	33,1% Aa
20	18,9% Ac	26,7% Ab	33,2% Aa

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

O aumento da perda de massa está associado principalmente aos processos de transpiração e respiração das sementes, fenômeno esperado em pinhões devido ao elevado teor de água e à intensa atividade metabólica característica de sementes recalcitrantes. Resultados semelhantes foram observados por Amarante *et al.* (2007),

que verificaram aumento expressivo da perda de massa durante o armazenamento de pinhões submetidos a diferentes temperaturas, e por Costa *et al.* (2020), que apontaram a desidratação como um dos principais fatores limitantes para a conservação pós-colheita da espécie.

A maior perda de massa observada no tratamento a 100 °C sugere que a condição de maior intensidade térmica favoreceu alterações estruturais capazes de acelerar a perda de água durante o armazenamento. Em contraste, o tratamento a 50 °C apresentou comportamento intermediário e mais próximo ao controle, demonstrando maior capacidade de retenção de umidade e potencial para manutenção da qualidade pós-colheita das sementes.

A firmeza da casca foi influenciada pelos tratamentos hidrotérmicos ao longo do armazenamento (Tabela 3). De modo geral, os menores valores foram observados no tratamento a 100 °C por 5 minutos, que apresentou redução mais acentuada a partir do 14º dia de armazenamento, atingindo 40,50 N ao final do período experimental. Em contraste, os tratamentos controle e 50 °C por 20 minutos apresentaram comportamento semelhante durante todo o armazenamento, com valores finais de 58,16 N e 56,64 N, respectivamente.

A redução da firmeza observada no tratamento a 100 °C pode estar associada às maiores perdas de massa registradas nesse tratamento, uma vez que a desidratação favorece alterações estruturais nos tecidos da casca, reduzindo sua resistência mecânica. Essa relação entre perda de água e redução da firmeza também foi observada por Carrasco (2019), que relatou diminuição da firmeza em pinhões armazenados em temperatura ambiente ao longo do período de conservação.

Os resultados indicam que o tratamento a 50 °C foi mais eficiente na manutenção das características físicas das sementes, apresentando desempenho semelhante ao controle e reforçando seu potencial para a conservação pós-colheita do pinhão.

Tabela 3. Valores médios de Firmeza de Casca de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100°C).

Firmeza de Casca			
Dias	Tratamentos		
	Controle	50 °C	100 °C
0	64,92 Aa	64,92 Aa	64,92 Aa
2	70,34 Aa	66,90 Aa	58,52 Ab
4	69,27 Aa	68,31 Aa	67,93 Aa
6	75,51 Aa	66,29 Ab	59,88 Ab
8	65,69 Aa	67,49 Aa	58,82 Aa
10	70,86 Aa	66,66 Aa	65,45 Aa
12	64,67 Aa	71,94 Aa	61,70 Aa
14	69,55 Aa	62,83 Aa	45,08 Bb
16	62,89 Aa	64,95 Aa	42,21 Bb
18	61,42 Aa	64,48 Aa	48,20 Bb
20	58,16 Aa	56,64 Aa	40,50 Bb

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os valores de pH foram influenciados pelos tratamentos hidrotérmicos e pelo

período de armazenamento (Tabela 4), porém apresentaram pequena amplitude de variação durante o experimento, permanecendo entre 6,11 e 6,59. De maneira geral, o tratamento a 50 °C por 20 minutos apresentou maior estabilidade dos valores ao longo do armazenamento, enquanto o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou oscilações mais pronunciadas.

A reduzida variação observada sugere que os tratamentos hidrotérmicos não promoveram alterações substanciais nos compostos responsáveis pela acidez e alcalinidade das sementes durante os 20 dias de armazenamento. Esse comportamento indica que, apesar das diferenças observadas para perda de massa e firmeza, a composição química relacionada ao pH permaneceu relativamente estável, evidenciando a manutenção de uma característica importante para a qualidade do produto.

Resultados semelhantes foram relatados por Daudt *et al.* (2015) e Acorsi *et al.* (2009), que também observaram valores de pH próximos à neutralidade em produtos derivados de pinhão, com pequenas variações decorrentes do processamento e armazenamento. Assim, os resultados obtidos sugerem que os tratamentos hidrotérmicos avaliados exerceram maior influência sobre atributos físicos das sementes do que sobre sua estabilidade química.

Tabela 4. Valores médios do Potencial Hidrogeniônico de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100°C).

pH			
Dias	Tratamentos		
	Controle	50 °C	100 °C
0	6,59 Aa	6,59 Aa	6,59 Aa
2	6,50 Aa	6,35 Bb	6,22 Bb
4	6,41 Ba	6,47 Aa	6,40 Aa
6	6,39 Ba	6,38 Ba	6,11 Cb
8	6,38 Ba	6,44 Aa	6,26 Bb
10	6,32 Bb	6,49 Aa	6,28 Bb
12	6,37 Bb	6,47 Aa	6,28 Bb
14	6,54 Aa	6,55 Aa	6,29 Bb
16	6,55 Aa	6,59 Aa	6,44 Ab
18	6,51 Aa	6,53 Aa	6,44 Aa
20	6,43 Bb	6,57 Aa	6,38 Ab

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os teores de sólidos solúveis foram influenciados pelos tratamentos hidrotérmicos e pelo período de armazenamento (Tabela 5), sendo observados os maiores valores no tratamento a 100 °C por 5 minutos. Em diversos períodos de avaliação, esse tratamento apresentou valores superiores a 2,0 °Brix, enquanto o controle permaneceu próximo de 1,0 °Brix ao longo do armazenamento. O tratamento a 50 °C por 20 minutos apresentou comportamento intermediário, com valores situados entre aqueles observados para o controle e para o tratamento a 100 °C.

O aumento dos sólidos solúveis nos tratamentos hidrotérmicos pode estar

relacionado à maior perda de água observada nessas sementes, especialmente no tratamento a 100 °C, promovendo a concentração dos solutos presentes nos tecidos. Além disso, o aquecimento pode favorecer alterações em compostos de reserva, aumentando temporariamente a disponibilidade de açúcares e outros sólidos solúveis. Comportamento semelhante foi observado por Nascimento *et al.* (2019), que relataram aumento da concentração de sólidos solúveis associado à redução do teor de água dos tecidos vegetais.

A menor variação observada no tratamento a 50 °C sugere menor impacto sobre a composição do produto durante o armazenamento, resultado consistente com as menores perdas de massa e a melhor manutenção da firmeza verificadas nesse tratamento.

Tabela 5. Valores médios de Sólidos Solúveis (ºBrix) de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20.°C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100°C).

Sólidos Solúveis (ºBrix)			
Dias	Tratamentos		
	Controle	50 ºC	100 ºC
0	0,97 Aa	0,97 Ba	0,97 Ba
2	1,4 Aa	1,87 Aa	2,10 Aa
4	1,2 Ab	1,95 Ab	2,85 Aa
6	1,2 Ab	1,12 Bb	2,35 Aa
8	0,95 Ab	1,05 Bb	3,02 Aa
10	0,95 Ab	2,70 Aa	2,75 Aa
12	0,92 Ab	2,12 Aa	2,20 Aa
14	0,92 Ab	1,97 Aa	2,55 Aa
16	0,97 Ab	1,32 Bb	2,22 Aa
18	0,97 Ab	1,30 Bb	2,92 Aa
20	0,85 Ab	1,07 Bb	2,00 Aa

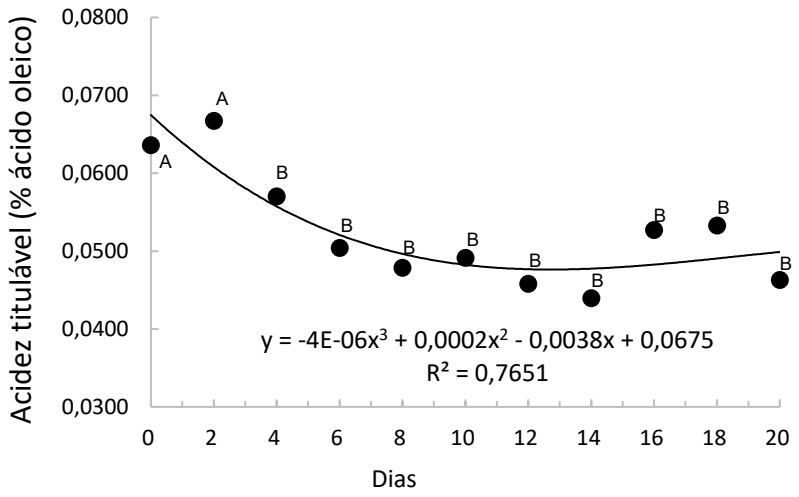
Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A acidez titulável não foi influenciada pelos tratamentos hidrotérmicos nem pelo período de armazenamento, permanecendo relativamente estável durante os 20 dias de avaliação (Figura 1). Esse comportamento indica que os tratamentos aplicados não promoveram alterações significativas nos compostos ácidos presentes nas sementes, preservando uma importante característica química relacionada à qualidade do produto.

A estabilidade observada para a acidez titulável está de acordo com os resultados obtidos para o pH, que também apresentou reduzida amplitude de variação durante o armazenamento, sugerindo manutenção do equilíbrio químico das sementes mesmo após a aplicação dos tratamentos hidrotérmicos. Resultados semelhantes foram relatados por Rockett *et al.* (2020) e Moreira (2018), que observaram pequenas variações nos parâmetros relacionados à acidez em produtos derivados de pinhão submetidos a diferentes condições de processamento e conservação.

Esses resultados sugerem que os tratamentos hidrotérmicos avaliados exerceram menor influência sobre os atributos químicos das sementes do que sobre suas características físicas e sensoriais ao longo do armazenamento.

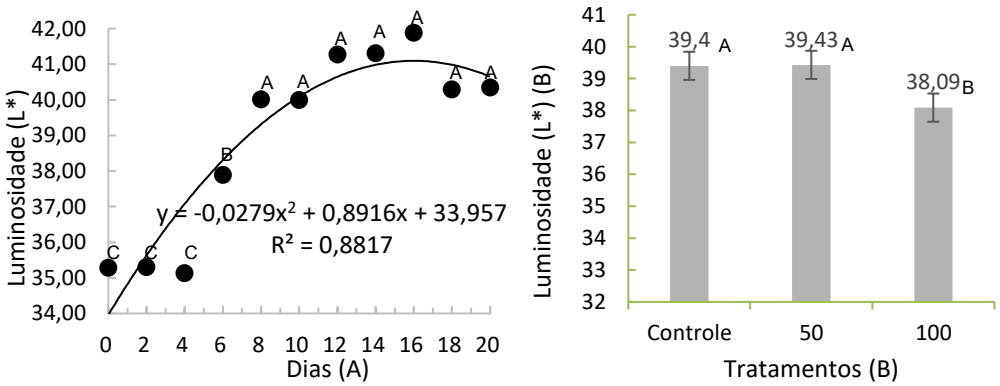
Figura 1. Acidez titulável (% de ácido oleico) de pinhão armazenado em temperatura ambiente após diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico, em função dos dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias). Letras maiúsculas comparam as médias dentro de cada dia pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

A luminosidade da casca foi influenciada pelo período de armazenamento e pelos tratamentos hidrotérmicos (Figura 2), apresentando tendência de aumento ao longo do experimento. Os valores médios passaram de aproximadamente 35 no início do armazenamento para valores superiores a 40 a partir do 12º dia, indicando maior refletância da superfície da casca e consequente clareamento visual das sementes.

Figura 2. Luminosidade de pinhão armazenados em temperatura ambiente após diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100 ºC) (B), em função dos dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) (A). Letras maiúsculas comparam as médias dentro de cada dia (A) e em cada temperatura (B) pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

Entre os tratamentos avaliados, apenas o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou menor luminosidade média em comparação ao controle e ao tratamento a 50 °C por 20 minutos, sugerindo maior alteração visual decorrente da exposição à

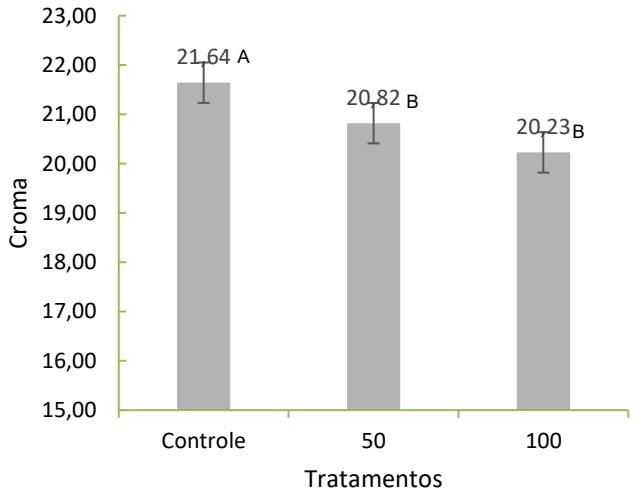
condição térmica mais intensa. Esse comportamento pode estar relacionado a alterações nos pigmentos superficiais e na estrutura da casca provocadas pelo aquecimento, fenômenos frequentemente associados a mudanças na coloração de produtos vegetais submetidos a tratamentos térmicos.

A manutenção dos valores de luminosidade no tratamento a 50 °C demonstra maior preservação da aparência das sementes durante o armazenamento. Resultados semelhantes foram relatados por Dorneles e Noreña (2020), que observaram que o processamento térmico pode promover alterações nos compostos responsáveis pela coloração de produtos derivados de Araucaria angustifolia. Assim, os resultados obtidos indicam que a estratégia de menor intensidade térmica preservou de forma mais eficiente a aparência externa do pinhão ao longo do armazenamento.

Os valores de croma não foram influenciados pelo período de armazenamento, porém apresentaram diferenças entre os tratamentos hidrotérmicos (Figura 3). O tratamento controle apresentou maior valor médio de croma (21,64), enquanto os tratamentos a 50 °C e 100 °C apresentaram valores inferiores (20,82 e 20,23, respectivamente), indicando redução da intensidade ou saturação da coloração da casca após a aplicação dos tratamentos térmicos.

A redução dos valores de croma nos tratamentos hidrotérmicos sugere que a exposição ao calor promoveu alterações nos pigmentos superficiais da casca, tornando a coloração menos intensa quando comparada às sementes não tratadas. Como não houve efeito significativo do período de armazenamento, as alterações observadas parecem estar mais relacionadas ao impacto inicial do tratamento térmico do que ao processo de armazenamento em si.

Figura 3. Croma de pinhão armazenados em temperatura ambiente após diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100 °C), em função dos dias de armazenamento. Letras maiúsculas comparam as médias dentro de cada temperatura pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Resultados semelhantes foram relatados por Dorneles e Noreña (2020) e Dall'Acqua (2021), que observaram modificações nos parâmetros colorimétricos de produtos derivados de Araucaria angustifolia em função do processamento térmico. Apesar da redução na saturação da cor, os valores observados foram relativamente próximos entre os tratamentos, indicando que os tratamentos hidrotérmicos

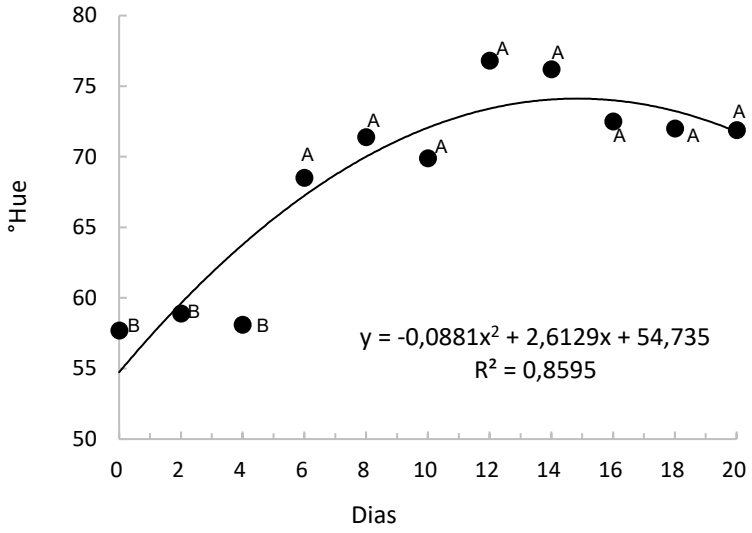
provocaram alterações visuais discretas na aparência geral das sementes.

Os valores de °Hue foram influenciados pelo período de armazenamento, apresentando aumento nos primeiros dias de avaliação e posterior estabilização ao longo do experimento (Figura 4). Os valores médios passaram de aproximadamente 57,7° no início do armazenamento para valores próximos de 72° após o 12º dia, indicando modificações graduais na tonalidade da casca durante o período de conservação.

A ausência de efeito significativo dos tratamentos hidrotérmicos demonstra que as diferentes estratégias de aplicação de calor não alteraram a tonalidade da casca das sementes. Esse resultado sugere que as mudanças observadas foram decorrentes principalmente dos processos naturais de armazenamento, e não da intensidade dos tratamentos aplicados.

Resultados semelhantes foram observados por Singla (2011) e Dorneles e Noreña (2020), que também relataram alterações graduais em parâmetros colorimétricos de produtos derivados de *Araucaria angustifolia* durante o processamento e armazenamento. Dessa forma, os resultados indicam que os tratamentos hidrotérmicos preservaram a tonalidade da casca, mesmo diante das mudanças fisiológicas ocorridas ao longo do armazenamento.

Figura 4. ºHue de pinhão armazenado em temperatura ambiente após diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico, em função dos dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias). Letras maiúsculas comparam as médias dentro de cada dia pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

O índice de escurecimento apresentou interação entre os tratamentos hidrotérmicos e o período de armazenamento (Tabela 6), embora as variações observadas ao longo dos 20 dias de avaliação tenham sido relativamente pequenas. De modo geral, o tratamento a 50 °C por 20 minutos apresentou comportamento semelhante ao controle na maior parte dos períodos avaliados, enquanto o tratamento a 100 °C por 5 minutos promoveu alterações mais pronunciadas em alguns momentos do armazenamento, especialmente entre o 4º e o 16º dia.

As diferenças observadas sugerem que a condição térmica mais intensa afetou parcialmente os processos relacionados à coloração da casca, possivelmente em

decorrência de alterações nos pigmentos e em reações de escurecimento induzidas pelo calor. Entretanto, a magnitude dessas alterações foi limitada, indicando que os tratamentos hidrotérmicos não comprometeram de forma expressiva a aparência visual das sementes durante o período avaliado.

O comportamento observado corrobora os resultados de luminosidade, nos quais o tratamento a 50 °C apresentou desempenho semelhante ao controle, evidenciando maior preservação dos atributos visuais da casca. Resultados semelhantes foram descritos por Carlesso *et al.* (2022), que observaram alterações discretas nos parâmetros relacionados ao escurecimento em produtos vegetais submetidos a condições de processamento e armazenamento, demonstrando que pequenas modificações colorimétricas nem sempre resultam em perdas significativas de qualidade visual.

Assim, os resultados indicam que a estratégia de menor intensidade térmica foi mais eficiente na manutenção da aparência externa do pinhão durante o armazenamento, reforçando sua adequação para aplicações de conservação pós-colheita.

Tabela 6. Valores médios de Índice de Escurecimento de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, 50 e 100 °C).

Índice de Escurecimento			
Dias	Tratamentos		
	Controle	50 °C	100 °C
0	75,92 Aa	75,92 Aa	75,92 Aa
2	72,44 Ba	71,22 Ba	70,70 Aa
4	79,43 Aa	70,21 Bb	65,39 Bb
6	72,83 Ba	74,14 Aa	63,74 Bb
8	71,58 Ba	67,03 Ba	71,27 Aa
10	69,17 Ba	70,43 Ba	70,83 Aa
12	70,86 Ba	69,58 Ba	66,71 Ba
14	72,64 Ba	69,73 Ba	67,88 Ba
16	74,95 Aa	65,97 Bb	69,31 Ab
18	68,05 Ba	67,67 Ba	69,45 Aa
20	69,15 Ba	67,93 Ba	68,43 Ba

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Em relação à análise sensorial, a análise de variância demonstrou que apenas a interação entre tratamento e período de armazenamento para a variável aroma não foi significativa (Tabela 7), indicando que o efeito dos tratamentos sobre esse atributo manteve comportamento semelhante ao longo do armazenamento. Entretanto, foram observados efeitos significativos dos fatores isolados período de armazenamento e tratamento hidrotérmico, evidenciando que tanto o tempo de conservação quanto as diferentes estratégias de tratamento térmico influenciaram a percepção aromática das amostras pelos consumidores.

Para os demais atributos sensoriais avaliados, verificou-se interação significativa entre tratamentos e período de armazenamento, demonstrando que a resposta dos consumidores variou em função da combinação desses fatores.

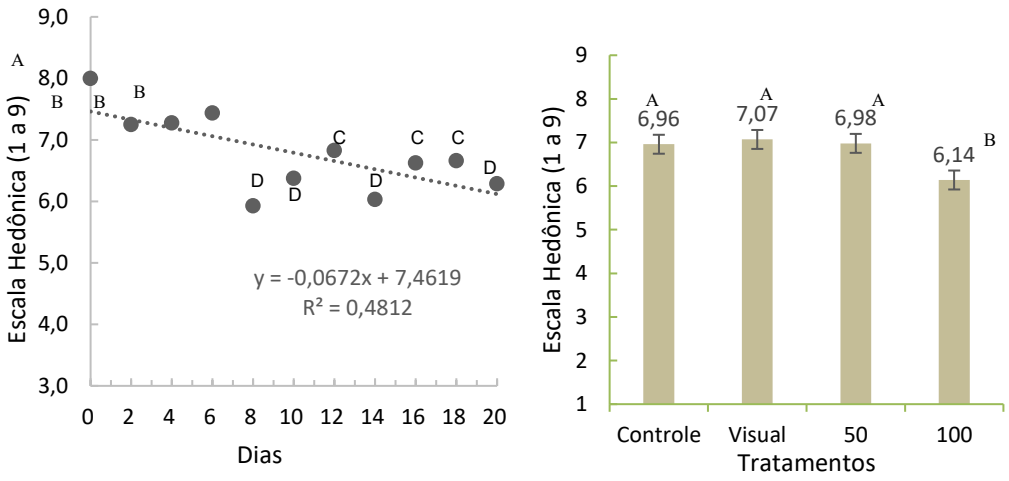
Tabela 7. Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade, em pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetidas a período de armazenamento em temperatura ambiente e tratamento hidrotérmico.

Fator	G.L.	Aroma	Aparência	Textura	Sabor	Aceitabilidade
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
D	10	1,2794*	1,1963*	1,3693*	0,7870*	1,1633*
T	3	1,570*	4,9993*	12,418*	7,5503*	9,2509*
D x T	30	0,1316NS	0,3374*	0,7401*	0,6042*	0,5840*
Erro	836	0,1085	0.0998	0,1300	0,1443	0,1224
Total	879	-	-	-	-	-
CV (%)		12,30	11,67	13,83	14,45	13,17
Média Geral		6.79	6.95	6.50	6.59	6.73

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

As notas de aroma foram influenciadas pelo período de armazenamento e pelos tratamentos hidrotérmicos (Figura 7), apresentando redução ao longo do período de conservação. Independentemente do tratamento aplicado, observou-se diminuição da percepção aromática das sementes em relação às avaliações iniciais, indicando perda gradual dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do pinhão.

Figura 7. Aroma do pinhão armazenados em temperatura ambiente após diferentes temperaturas de tratamento hidrotérmico (controle, visual, 50 e 100 °C) (B), em função dos dias de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) (A). Letras maiúsculas comparam as médias dentro de cada dia (A) e em cada temperatura (B) pelo teste de Scott-Knott (p≤0,05).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2026).

Entre os tratamentos avaliados, o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou a menor média de aceitação para aroma (6,14), enquanto os tratamentos controle, visual e 50 °C por 20 minutos apresentaram valores semelhantes entre si (6,96; 7,07 e 6,98, respectivamente). Esse resultado sugere que a condição térmica mais intensa promoveu alterações mais pronunciadas nos compostos aromáticos das sementes,

reduzindo sua aceitação pelos consumidores.

Resultados semelhantes foram observados por David e Silochi (2010), que associaram a redução da qualidade sensorial do pinhão ao armazenamento e à desidratação dos tecidos. Considerando que o tratamento a 100 °C também apresentou maiores perdas de massa, é possível que a intensificação da perda de água tenha contribuído para a redução da percepção aromática ao longo do

Tabela 8. Valores médios para Aparência em escala hedônica de pinhão (*Araucaria angustifolia)* submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, visual, 50 e 100 °C).

Aparência				
Dias	Tratamentos			
	Controle	Visual	50	100
0	8.15 Aa	8.15 Aa	8.15 Aa	8.15 Aa
2	7.25 Aa	7.40 Aa	7.30 Aa	7.60 Aa
4	7.80 Aa	7.60 Aa	7.20 Aa	7.25 Aa
6	7.45 Aa	8.05 Aa	7.20 Aa	7.20 Aa
8	6.75 Aa	7.15 Aa	6.35 Ba	5.65 Bb
10	7.27 Aa	7.45 Aa	6.95 Aa	5.45 Bb
12	7.80 Aa	7.75 Aa	7.55 Aa	5.25 Bb
14	7.23 Aa	7.23 Aa	6.58 Ba	4.58 Bb
16	7.40 Aa	7.70 Aa	5.75 Bb	5.05 Bb
18	7.50 Aa	8.10 Aa	7.10 Aa	4.55 Bb
20	6.85 Aa	6.50 Aa	6.05 Ba	4.70 Bb

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

As notas de aparência foram influenciadas pela interação entre os tratamentos hidrotérmicos e o período de armazenamento (Tabela 8). De maneira geral, verificou-se redução das notas ao longo do armazenamento, sendo os menores valores observados no tratamento a 100 °C por 5 minutos. A partir do 8º dia, esse tratamento passou a apresentar notas significativamente inferiores às dos demais tratamentos, atingindo valores próximos a 4,5 no final do período experimental, enquanto os tratamentos controle, visual e 50 °C por 20 minutos mantiveram notas predominantemente superiores a 6,0.

A menor aceitação visual observada no tratamento a 100 °C está de acordo com os resultados obtidos para luminosidade e índice de escurecimento, que indicaram maior alteração da aparência da casca sob a condição de maior intensidade térmica. Por outro lado, o tratamento a 50 °C apresentou comportamento semelhante ao controle durante grande parte do armazenamento, demonstrando maior preservação das características visuais do produto.

Segundo Gilbert *et al.* (2016), atributos visuais exercem forte influência sobre a percepção de qualidade e a aceitação dos alimentos pelos consumidores. Da mesma forma, Godoy *et al.* (2018) demonstraram que a aparência constitui um dos principais atributos considerados pelos consumidores de pinhão no momento da aquisição e consumo do produto. Dessa forma, os resultados obtidos reforçam que a estratégia de

tratamento a 50 °C foi mais eficiente na manutenção da qualidade visual das sementes ao longo do armazenamento.

As notas de textura foram influenciadas pela interação entre os tratamentos hidrotérmicos e o período de armazenamento (Tabela 9). De maneira geral, o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou redução significativa da aceitação ao longo do armazenamento, alcançando valores inferiores a 4,0 a partir do 12º dia, enquanto os tratamentos controle, visual e 50 °C por 20 minutos mantiveram notas predominantemente superiores a 6,0 durante grande parte do período experimental.

A menor aceitação da textura observada no tratamento a 100 °C pode estar diretamente relacionada às maiores perdas de massa e à redução da firmeza verificadas nesse tratamento. A desidratação mais intensa das sementes tende a provocar alterações estruturais nos tecidos, resultando em características menos desejáveis ao consumidor após o cozimento. Em contrapartida, a manutenção da firmeza e do teor de umidade nos tratamentos controle e 50 °C contribuiu para a preservação das características texturais do produto ao longo do armazenamento.

Resultados semelhantes foram relatados por Palhano *et al.* (2018), que associaram a redução da aceitabilidade da textura de pinhões armazenados à perda de água durante a conservação. Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a estreita relação entre a manutenção das características físicas das sementes e a percepção sensorial da textura pelos consumidores.

Tabela 9. Valores médios para Textura em escala hedônica de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, visual, 50 e 100 °C).

Textura				
Dias	Tratamentos			
	Controle	Visual	50	100
0	7.80 Aa	7.80 Aa	7.80 Aa	7.80 Aa
2	7.05 Aa	6.65 Ba	7.45 Aa	7.35 Aa
4	6.90 Aa	7.50 Aa	6.40 Aa	6.35 Ba
6	6.65 Ab	7.85 Aa	6.85 Ab	6.30 Bb
8	6.20 Aa	6.60 Ba	6.40 Aa	4.65 Cb
10	6.80 Aa	6.82 Ba	6.77 Aa	4.15 Cb
12	7.40 Aa	7.05 Ba	7.15 Aa	3.65 Cb
14	7.17 Aa	7.05 Ba	6.70 Aa	3.94 Cb
16	7.55 Aa	7.55 Aa	6.50 Aa	3.30 Cb
18	6.95 Ab	8.05 Aa	6.75 Ab	3.30 Cc
20	6.70 Aa	6.70 Ba	6.15 Aa	3.35 Cb

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

As notas de sabor foram influenciadas pela interação entre os tratamentos hidrotérmicos e o período de armazenamento (Tabela 10). De forma geral, o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou os menores índices de aceitação ao longo do experimento, especialmente a partir do 8º dia de armazenamento, quando passou a apresentar notas significativamente inferiores às observadas nos demais

tratamentos. Em contraste, os tratamentos controle, visual e 50 °C por 20 minutos mantiveram maiores níveis de aceitação durante a maior parte do período experimental.

A redução da aceitação do sabor no tratamento a 100 °C pode estar relacionada às alterações físico-químicas promovidas pela maior intensidade térmica, incluindo a maior perda de massa, redução da firmeza e aumento dos sólidos solúveis observados ao longo do armazenamento. Essas modificações podem influenciar a percepção sensorial dos consumidores, alterando características importantes para a aceitação do produto.

Resultados semelhantes foram observados por Zortêa-Guidolin *et al*. (2017), que verificaram que alterações decorrentes do processamento podem influenciar significativamente a percepção sensorial de produtos à base de pinhão. Dessa forma, os resultados indicam que a estratégia de tratamento a 50 °C preservou de maneira mais eficiente as características sensoriais relacionadas ao sabor, mantendo comportamento semelhante ao tratamento controle durante a maior parte do armazenamento.

Tabela 10. Valores médios para Sabor em escala hedônica de pinhão (*Araucaria angustifolia*) submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, visual, 50 e 100 °C).

Sabor				
Dias	Tratamentos			
	Controle	Visual	50	100
0	7.70 Aa	7.70 Aa	7.70 Aa	7.70 Aa
2	7.40 Aa	6.55 Aa	7.10 Aa	7.05 Aa
4	6.90 Aa	7.30 Aa	6.10 Bb	5.95 Bb
6	7.05 Aa	7.05 Aa	6.45 Ba	7.30 Aa
8	5.90 Aa	6.45 Aa	6.90 Aa	4.95 Cb
10	6.57 Aa	6.82 Aa	6.97 Aa	4.57 Cb
12	7.25 Aa	7.20 Aa	7.05 Aa	4.20 Cb
14	7.47 Aa	7.00 Aa	7.11 Aa	4.47 Cb
16	7.80 Aa	7.65 Aa	6.90 Aa	3.70 Cb
18	7.10 Aa	7.90 Aa	7.00 Aa	3.85 Cb
20	6.95 Aa	6.80 Aa	5.70 Bb	4.95 Cb

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A aceitabilidade foi influenciada pela interação entre os tratamentos hidrotérmicos e o período de armazenamento (Tabela 11). De maneira geral, o tratamento a 100 °C por 5 minutos apresentou as menores notas ao longo do armazenamento, com reduções mais acentuadas a partir do 8º dia, atingindo valores próximos a 4,0 ao final do período experimental. Em contraste, os tratamentos controle, visual e 50 °C por 20 minutos mantiveram níveis de aceitação significativamente superiores durante grande parte do armazenamento, evidenciando maior preservação da qualidade global do produto.

A menor aceitabilidade observada no tratamento a 100 °C pode ser explicada

pelo efeito combinado das alterações verificadas nos atributos sensoriais e físico-químicos avaliados. Esse tratamento apresentou maior perda de massa, menor firmeza, alterações visuais mais pronunciadas e redução das notas de aroma, textura e sabor, fatores que contribuíram para uma avaliação global menos favorável pelos consumidores. Em contrapartida, o tratamento a 50 °C apresentou comportamento semelhante ao controle para a maioria das variáveis analisadas, refletindo-se em maiores índices de aceitação ao longo do armazenamento.

Resultados semelhantes foram observados por Godoy *et al.* (2018), que identificaram a aparência, especialmente atributos relacionados à cor, brilho e tamanho das sementes, como fatores determinantes para a percepção de qualidade e para a decisão de compra dos consumidores de pinhão. Da mesma forma, Conto e Ide (2015) verificaram que atributos como sabor, textura e aceitação global exercem papel fundamental na avaliação de produtos derivados de *Araucaria angustifolia.* Dessa forma, os resultados indicam que a estratégia de menor intensidade térmica foi mais eficiente na manutenção da qualidade global do pinhão durante o armazenamento, preservando características determinantes para sua aceitação.

Tabela 11. Valores médios para Aceitabilidade em escala hedônica de pinhão (*Araucaria angustifolia)* submetido a 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente – 20 °C e 60%UR (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias) e tratamento hidrotérmico (controle, visual, 50 e 100 °C).

Aceitabilidade				
Dias	Tratamentos			
	Controle	Visual	50	100
0	8.10 Aa	8.10 Aa	8.10 Aa	8.10 Aa
2	7.60 Aa	7.00 Aa	7.45 Aa	7.10 Aa
4	7.20 Ba	7.70 Aa	6.30 Bb	6.15 Bb
6	7.15 Ba	7.40 Aa	6.50 Ba	7.15 Aa
8	6.20 Ba	6.80 Aa	7.00 Aa	4.90 Cb
10	6.67 Ba	7.20 Aa	7.15 Aa	4.65 Cb
12	7.15 Ba	7.60 Aa	7.30 Aa	4.40 Cb
14	7.52 Aa	7.29 Aa	7.17 Aa	4.35 Cb
16	7.95 Aa	7.80 Aa	6.65 Bb	3.70 Cc
18	7.25 Ba	7.85 Aa	7.05 Aa	3.60 Cb
20	7.00 Ba	6.75 Aa	5.70 Bb	4.45 Cc

Letras maiúsculas comparam os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento, enquanto letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada período de armazenamento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$). Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

De modo geral, os tratamentos hidrotérmicos influenciaram a qualidade físico-química e sensorial do pinhão durante o armazenamento em temperatura ambiente. A estratégia de alta temperatura e curta duração (100 °C por 5 minutos) promoveu maior perda de massa, redução da firmeza e alterações mais pronunciadas nos parâmetros relacionados à aparência das sementes. Em contraste, o tratamento a 50 °C por 20 minutos apresentou comportamento semelhante ao controle para a maioria das variáveis avaliadas, demonstrando maior capacidade de manutenção das características físicas do produto ao longo dos 20 dias de armazenamento.

As alterações observadas nos atributos físico-químicos foram acompanhadas

por mudanças na percepção dos consumidores, evidenciando a relação entre a conservação das características físicas das sementes e sua aceitação sensorial. O tratamento a 100 °C apresentou menores notas de aroma, aparência, textura, sabor e aceitabilidade, enquanto os tratamentos controle, visual e 50 °C mantiveram níveis de aceitação semelhantes durante grande parte do período experimental. Esses resultados reforçam a importância da adoção de estratégias de conservação capazes de preservar simultaneamente os atributos físicos e sensoriais do pinhão durante o armazenamento.

CONCLUSÃO

A aplicação de tratamentos hidrotérmicos influenciou as características físico-químicas e sensoriais do pinhão durante o armazenamento em temperatura ambiente. A estratégia de alta temperatura e curta duração (100 °C por 5 minutos) promoveu maior perda de massa, redução da firmeza e menor aceitação sensorial ao longo do período avaliado, indicando efeito negativo sobre a qualidade do produto.

Em contrapartida, a estratégia de menor intensidade térmica e maior tempo de exposição (50 °C por 20 minutos) apresentou comportamento semelhante ao tratamento controle para a maioria das variáveis analisadas, preservando características físicas importantes, como firmeza e menor perda de massa, além de manter níveis satisfatórios de aceitação sensorial durante grande parte do armazenamento.

Nas condições avaliadas neste estudo, o tratamento hidrotérmico a 50 °C por 20 minutos mostrou-se uma alternativa promissora para a manutenção da qualidade pós-colheita do pinhão durante o armazenamento em temperatura ambiente. Entretanto, estudos complementares envolvendo aspectos microbiológicos, econômicos e de validação em condições comerciais são necessários para ampliar a compreensão de seu potencial de aplicação na cadeia produtiva da espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor. Agradecem também ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável pelo apoio acadêmico e institucional e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) pela infraestrutura disponibilizada para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ACORSI, D. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; BARÃO, M. Z.; RIGO, M. Viabilidade do processamento de biscoitos com farinha de pinhão. **Ambiência**, v. 5, n. 2, p. 207-212, 2009.

AMARANTE, C. V. T.; MOTA, C. S.; MEGGUER, C. A.; IDE, G. M. Conservação pós-colheita

de pinhões [sementes de Araucaria angustifolia (Bertoloni) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 346-351, 2007.

BAKER, A. C. **The basis for treatment of products where fruit flies are involved as a condition for entry into the United States**. Florida: USDA, Circular n. 551, p. 8, 1939.

BENINCA, C. **Amido da semente de Araucaria angustifolia: caracterização e efeito das modificações química e física e da incorporação de extratos da casca de pinhão nas suas propriedades.** 2019. 167 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

CARLESSO, C.; BRANCHER, T. L.; KVITSCHAL, M. V.; HAWERROTH, M. C.; ARGENTA, L. C. Escurecimento de polpa de maçãs 'Fuji', 'Cripps Pink' e 'SCS427 Elenise' para uso como minimamente processadas. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 1, p. 36-39, 2022.

CARRASCO, P. B. **Uso da irradiação e de revestimento comestível na conservação de pinhão [*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] in natura e minimamente processado**. 2019. 85 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Pinhão. **Boletim da Sociobiodiversidade,** v. 4, n. 3, p. 40-46, 2020.

CONTO, L. C.; IDE, G. M. Avaliação físico-química e sensorial de conservas de pinhão (Araucaria angustifolia) processadas em diferentes meios de acidificação. **Ambiência**, v. 11, n. 2, p. 443-455, 2015.

COSTA, F. J. O. G.; LEIVAS, C. L.; GODOY, R. C. B.; WASZCZYNSKYJ, N. Quanto tempo o pinhão mantém sua estabilidade quando armazenado em temperatura ambiente? In: **ARAUCÁRIA: PESQUISA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS PARA SISTEMAS DE PRODUÇÃO; ERVA-MATE XXI: INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS PARA O SETOR ERVATEIRO**. Anais [...], 2020.

COSTA, F. J. O. G.; GODOY, R. C. B.; LEIVAS, C. L.; PEREIRA, L. O.; WASZCZYNSKYJ, N. Alterações na composição físico-química de pinhões (Araucaria angustifolia) armazenados em diferentes embalagens e ambientes. **Brazilian Journal of Food** Technology, 2023.

DALL'ACQUA, K. **Avaliação físico-química de biscoitos com farinha de pinhão e estudo com consumidor.** 2021. 64 p. Monografia (Bacharelado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2021.

DAUDT, R. M.; BACK, P. I.; CARDOZO, N. S. M.; MARCZAK, L. D. F.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C. Pinhão starch and coat extract as new natural cosmetic ingredients: topical formulation stability and sensory analysis. **Carbohydrate Polymers**, v. 134, p. 573-580, 2015.

DAVID, A. A. R.; SILOCHI, R. M. H. Q. Avaliação de métodos para conservação de pinhão. **Faz Ciência**, v. 12, n. 15, p. 207-216, 2010.

DORNELES, M. S.; NOREÑA, C. P. Z. Extraction of bioactive compounds from Araucaria angustifolia bracts by microwave-assisted extraction. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, 2020.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5. ed. Curitiba: PUCPRESS, 2019.

GILBERT, A. N.; FRIDLUND, A. J.; LUCCHINA, L. A. The color of emotion: a metric for implicit color associations. **Food Quality and Preference**, v. 52, p. 203-210, 2016.

GODOY, R. C. B.; DELIZA, R.; NEGRE, M. F. O.; SANTOS, G. G. Consumidor de pinhão: hábitos, atributos de importância e percepção. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, p. 1-8, 2018.

IBGE. PEVS 2020: com crescimento de 17,9%, valor da produção de silvicultura e extração vegetal chega a R$ 23,6 bilhões. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 abr. 2024.

KABELITZ, T.; SCHMIDT, B.; HERPPICH, W. B.; HASSENBERG, K. Effects of hot water dipping on apple heat transfer and post-harvest fruit quality**. LWT - Food Science and Technology**, v. 108, p. 416-420, 2019.

KRUPEK, R. A.; ANJOS, F. E. M. Estimativa do peso da semente de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze a partir de medidas lineares. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 19, n. 1, 2021.

MOREIRA, M. K. V. **Conservação de pinhões minimamente processados por meio de revestimentos comestíveis com características antimicrobianas**. 2018. 112 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

NASCIMENTO, M. A.; SILVA, T. L.; ROSENDO, B. H. B.; SILVA, R. S.; ALMEIDA, L. J. M.; FREITAS, A. B. T. M.; MIELEZRSKI. Teor de sólidos solúveis de duas variedades de cana-de-açúcar submetidas à calagem em dois ciclos produtivos da cultura. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 80-87, 2019.

OLIVEIRA, E. B. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. In: **Embrapa**. p. 270-277, 2015.

PALHANO, F. C.; DUARTE, T. R.; COSTA, B. M.; GUEDERT, P. C.; MARCELO, T. L.; SCHEFFER, B. P.; SEIBERT, E. Efeito de diferentes métodos de armazenamento sobre a aceitabilidade e qualidade de pinhões (Araucaria angustifolia) armazenados por até 210 dias. In: **SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE (SICT-SUL)**, 7., 2018. Anais [...].

PALUMBO, M.; ATTOLICO, G.; CAPOZZI, V.; et al. Emerging Postharvest Technologies to Enhance the Shelf-Life of Fruit and Vegetables: An Overview. **Foods**, v. 11, n. 23, 3925, 2022.

ROCKETT, F. C.; SCHMIDT, H.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, V. L.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. O. Composição físico-química, teor de vitaminas, minerais, compostos bioativos e capacidade antioxidante do pinhão (Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze). In: **SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, 7., 2020. Anais [...].

SANTOS, E. L. **Análise dos instrumentos organizacionais e políticos para a construção da cadeia produtiva do pinhão no Rio Grande do Sul.** 2018. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

SHIBATA, M.; COELHO, C. M. M. Early harvest increases post-harvest physiological quality of Araucaria angustifolia seeds. **Revista de Biología Tropical**, v. 64, n. 2, p. 885-

896, 2016.

SINGLA, N. **Effect of processing on pinhão seeds and extrudability of pinhão flour**. 2011. 108 p. Dissertação (Master of Science in Food Science) – The State University of New Jersey, New Jersey, 2011.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO).** Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

ZORTÉA-GUIDOLIN, M. E. B.; CARVALHO, C. W. P.; GODOY, R. C. B.; DEMIATE, I. M.; SCHEER, A. P. Influence of extrusion cooking on in vitro digestibility, physical and sensory properties of Brazilian pine seeds flour (Araucaria angustifolia). **Journal of Food Science**, v. 82, n. 4, p. 977-984, 2017.

Data de submissão: 10/08/2026
Data de aceite: 20/08/2026
Data de publicação: 21/08/2026