

# Avaliação de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca de mesa minimamente processada

| **Maria Madalena Rinaldi**  
Embrapa Cerrados

| **Josefino de Freitas Fialho**  
Embrapa Cerrados

| **Eduardo Alano Vieira**  
Embrapa Cerrados

| **Juaci Vitoria Malaquias**  
Embrapa Cerrados

# RESUMO

Avaliaram-se as características físico-químicas sensoriais e microbiológicas durante o armazenamento de raízes de mandioca submetidas a diferentes métodos de congelamento. As raízes foram caracterizadas fisicamente, processadas, acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 100  $\mu\text{m}$  de espessura e submetidas aos diferentes tratamentos: congelamento e armazenamento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , congelamento e armazenamento a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O período de armazenamento foi de 31 dias. O produto submetido a todos os tratamentos apresentou níveis aceitáveis de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico, tempo para a cocção, bem como quanto à contagem dos microrganismos avaliados. Nos tratamentos congelamento e armazenamento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  as raízes de mandioca foram aceitas sensorialmente durante todo o armazenamento. Apesar dos bons resultados apresentados no armazenamento de raízes de mandioca submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  sugerem-se estudos mais aprofundados quanto às exigências e custo para a utilização dessa tecnologia em nível de produtor. A temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  é satisfatória para manter o produto com características adequadas por no mínimo 31 dias.

**Palavras-chave:** *Manihot Esculenta Crantz*, Temperatura, Armazenamento, Conservação.

## ■ INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura amplamente utilizada nas regiões tropicais do mundo e o Brasil é o quarto maior produtor de mandioca do mundo (FAO, 2020), com uma produção total de aproximadamente 19 milhões de toneladas em 2020 (IBGE, 2021). Quase 40% da produção de mandioca no Brasil vem da região norte da Amazônia, e o estado do Pará é o maior produtor do país (IBGE, 2021).

A Região dos Cerrados do Brasil é um dos centros de dispersão da mandioca (HALSEY *et al.*, 2008) sendo a cultura, uma das mais indicadas para a região em razão de sua adaptação as condições climáticas locais (VIEIRA *et al.*, 2020). A mandioca é cultivada no bioma, principalmente visando o aproveitamento de suas raízes tuberosas ricas em amido na alimentação humana (VIEIRA *et al.*, 2018; PAZ *et al.*, 2020; VIEIRA *et al.*, 2020; MENDONÇA *et al.*, 2020), muito embora venha crescendo seu uso na alimentação animal (FERNANDES *et al.*, 2021).

A mandioca é um alimento muito consumido mundialmente, principalmente nos países em desenvolvimento. Grande parte da produção deste tubérculo vem de pequenos agricultores. A mandioca pode sofrer a infecção microbiana antes da colheita no campo e/ou após a colheita, se estocada sob condições inadequadas (ONO e TANIWAKI, 2021). Do ponto de vista do consumidor vem decrescendo a demanda por raízes *in natura*, em função da elevada perecibilidade das mesmas e do aspecto visual pouco atrativo, o que reflete na diminuição crescente da oferta das mesmas em supermercados e hipermercados de grandes centros consumidores.

A mandioca de mesa para uso culinário é comercializada como vegetal fresco ou minimamente processada, refrigerada, congelada, pré-cozida e em forma de “chips” facilitando seu preparo e consumo (RINALDI *et al.*, 2015; VIEIRA *et al.*, 2018; RINALDI *et al.*, 2019). O aproveitamento culinário de raízes de mandioca ocorre mundialmente, sendo utilizada na forma cozida, assada, frita ou integrando pratos mais complexos (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Dentre os vários métodos que podem ser empregados para a conservação das raízes de mandioca descascadas, o congelamento mostra-se eficiente por controlar ambos os tipos de deterioração: fisiológica e microbiológica (OLIVEIRA, 2009; RINALDI *et al.*, 2015). O congelamento consiste num dos métodos mais difundidos e utilizados na preservação de diversos alimentos, devido à conservação das suas qualidades (CARVALHO *et al.*, 2011). Além disso, a mandioca de mesa pode ser comercializada congelada para facilitar o preparo e o consumo (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Nesse sentido, o congelamento das raízes poderá auxiliar na manutenção do produto em condições adequadas ao consumo de forma a garantir a sua comercialização.

O presente estudo objetivou determinar as características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de raízes de mandioca de mesa, produzidas no Cerrado Brasileiro e armazenadas sob diferentes formas de congelamento.

## ■ MÉTODOS

Utilizaram-se raízes de mandioca da cultivar de mesa IAC 576-70, conhecida popularmente na região do Cerrado como Japonesinha. No Banco de Germoplasma de Mandioca do Cerrado (BGMC) esta cultivar está identificada como BGMC 753, sendo indicada para o cultivo na região (VIEIRA *et al.*, 2018). Em 14-03-2011 (doze meses após o plantio) foi efetuada a colheita das raízes. As amostras de raízes tuberosas foram obtidas a partir de plantas cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo (15°27'23" S e 47°38.603' W a uma altitude de 926 m), no município de Planaltina de Goiás - GO. As mesmas foram fornecidas por um produtor parceiro, participante do projeto de Melhoramento Participativo de Mandioca de Mesa, realizado pela Embrapa Cerrados junto a produtores da região. Em laboratório, as raízes foram caracterizadas quanto à massa (g), comprimento (cm) e circunferência (cm). Foram analisadas 135 raízes de mandioca provenientes de 45 plantas com quantidade média de cinco raízes comerciais por planta. O produto foi fornecido em caixas plásticas retornáveis, com capacidade para 20 kg de mandioca, utilizadas para a comercialização. As raízes foram lavadas em água corrente e resfriadas em câmara fria ( $10 \pm 1$  °C e 95% de umidade relativa). O processamento consistiu no descasque manual das raízes e descarte das pontas; lavagem em água corrente; corte da parte mediana das raízes em cilindros (10 cm de comprimento) e corte desses cilindros longitudinalmente em quatro partes. Imersão (10 minutos) em solução sanitizante de hipoclorito de sódio com  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro ativo. Enxágue (5 minutos) em solução de  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  do mesmo sanitizante e drenagem das raízes (5 minutos).

A temperatura da água de lavagem, sanitização e enxágues foi mantida a  $5 \pm 2$  °C, sendo controlada com a adição de gelo à mesma. As boas práticas de fabricação foram adotadas. A área de processamento foi previamente higienizada, bem como todos os utensílios mantidos em seu interior. A temperatura do ambiente foi mantida a  $15 \pm 3$  °C e utilizaram-se equipamentos de proteção individual (EPIs).

O produto (500 g) foi acondicionado em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 100  $\mu\text{m}$  de espessura e submetido ao congelamento e armazenamento em temperatura de  $-18$  °C; congelamento e armazenamento na temperatura de  $-80$  °C; congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento na temperatura de  $-80$  °C.

Somente após o processamento, o produto foi caracterizado quanto ao extrato etéreo, por meio da metodologia proposta por Campos *et al.* (2004), com à utilização de aparelho extrator da marca ANKOM<sup>XT10</sup>, modelo XT10L. Os teores de proteína foram avaliados de

acordo com a Association Of Official Agricultural Chemists – AOAC (HORWITZ, 2005), onde a conversão de nitrogênio para proteína foi realizada por  $N \times 6,25$ ; os teores de cinzas de acordo com Campos *et al.* (2004); os teores de fibra dietética segundo método 985.29 da AOAC (HORWITZ, 2005); e os carboidratos obtidos por diferença (fração Nifext). Todos os resultados foram expressos em porcentagem.

O período de armazenamento foi de 31 dias. Logo após o processamento e aos 14 e 31 dias de armazenamento o produto foi submetido à análise de umidade, sólidos totais, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio* e ácido ascórbico de acordo com Carvalho *et al.* (1990), tempo para a cocção conforme descrito por Butarelo *et al.* (2004) e análise sensorial quanto à aparência geral, cor e textura (FERREIRA, 2000) utilizando-se escala hedônica de nove pontos enumerados em ordem decrescente de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo). As amostras foram fornecidas aos julgadores de forma aleatória, codificadas com números aleatórios de três dígitos, colocadas em pratos plásticos de cor branca. Para cada julgador foi entregue uma ficha de análise sensorial.

A análise foi realizada com 60 julgadores não treinados e consumidores de mandioca. Toda a análise sensorial foi realizada no produto congelado, sendo que a textura foi analisada por cada julgador com o auxílio de um garfo plástico. A vida útil do produto seguiu um escore mínimo de aceitabilidade para os diferentes atributos, sendo rejeitado quando a nota média de cada atributo fosse  $\leq 5$ , e considerada indesejável para o consumo e comercialização.

As análises microbiológicas foram realizadas na matéria-prima e no produto congelado ao zero, 14 e 31 dias de armazenamento de acordo com Silva *et al.* (2007). Analisou-se a contagem total de aeróbios psicotróficos, bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes. Também foi realizada a análise de aeróbios mesófilos na matéria-prima.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição consistiu em uma embalagem contendo 500 g de raízes de mandioca. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias foram agrupadas por meio do teste aglomerativo de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2001).

## ■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterizações físicas da matéria-prima e composição centesimal

As raízes de mandioca apresentaram valores médios de massa de 602 g, comprimento de 34,89 cm e circunferência de 15,18 cm. Costa (2005) obteve valores médios de massa de 522 g, comprimento de 40,72 cm e diâmetro de 12,42 cm para essa mesma

variedade. A composição centesimal das raízes de mandioca consistiu em 60,00% de umidade, 0,30% de extrato etéreo, 0,68% de proteínas, 5,17% de fibra dietética (4,50% de insolúveis e 0,67% de solúveis), 0,92% de cinzas e 32,93% de carboidratos (fração Nifext). Resultados apresentados pela TACO (UNICAMP, 2011) em raízes de mandioca crua abordam valores muito próximos aos obtidos neste trabalho para as variáveis umidade (61,80%), lipídeos (0,30%) e carboidratos (36,20%) diferindo das variáveis proteínas (1,10%), fibra dietética (1,90%) e cinzas (0,60%). Oliveira *et al.* (2017) avaliaram quatro cultivares de mandioca de mesa na idade de 12 meses sendo que o BRS Jari apresentou o maior valor (75,18%), seguido do híbrido 2003 14-11 (71,75%). Rinaldi *et al.* (2015) avaliaram três variedades de mandioca com diferentes colorações de polpa também colhidas aos 12 meses com umidade de 64,48% a 72,15%.

Em análise realizada na mesma variedade e mesma época de colheita das raízes foram obtidos 66,86% de umidade, 0,12% de lipídeos, 0,70% de proteínas, 0,78% de cinzas, 0,74% de fibras insolúveis e 0,51% de fibras solúveis (FENIMAN, 2004) sendo valores próximos aos obtidos neste trabalho apenas para proteínas, cinzas e fibras solúveis. A diferença nos valores de umidade, lipídeos e fibras insolúveis provavelmente deve-se à região de cultivo, idade das raízes no momento da colheita e características intrínsecas das mesmas. Na composição centesimal de oito variedades de mandioca foi obtida fibra bruta de 0,046% a 0,093% e cinzas de 1,27% a 2,72% (OLIVEIRA *et al.*, 2007). No presente trabalho foram realizadas análises de fibras solúveis e insolúveis de acordo com as exigências da legislação não sendo possível a comparação com a fibra bruta apresentada pelos autores citados. Além disso, os autores estudaram oito variedades de mandioca o que pode justificar os maiores valores de cinzas apresentado pelos mesmos. Em contrapartida, Maieves (2010) relata valores de fibra solúvel e insolúvel próximos aos encontrados neste trabalho em 10 diferentes cultivares de mandioca. O conteúdo de carboidratos (fração Nifext) encontrado neste experimento ficou abaixo do reportado pela TBCA/USP (USP, 2008), que apresenta o valor de 33,86% em fração Nifext, sendo que a diferença pode estar relacionada a diferentes variedades estudadas, época de colheita, região de cultivo e às próprias características intrínsecas das matérias-primas utilizadas.

Os valores de umidade variaram entre 57,60% e 61,00% com valor médio de 59,55% (Tabela 1) não havendo efeito significativo dos tratamentos e período de armazenamento sobre essa variável. Os valores de umidade observados neste trabalho são inferiores aos obtidos (63,60% a 65,54%) por Oliveira *et al.* (2003) para mandioca minimamente processada durante 28 dias de armazenamento. Bezerra *et al.* (2002), trabalharam com a cultivar Baianinha minimamente processada, e a cultivar apresentou valor médio de 57,01% durante o armazenamento. Esses últimos autores enfatizaram a já conhecida importância da

manutenção da umidade de raízes de mandioca durante o armazenamento, uma vez que a sua diminuição implica no favorecimento das reações enzimáticas que culminam com a descoloração vascular. Além disso, o aumento nos valores de umidade devido às características da embalagem utilizada, centrifugação inadequada e outros problemas no armazenamento podem facilitar a multiplicação dos microrganismos presentes no produto, levando à redução da vida útil do mesmo.

O valor médio de umidade verificado para as raízes de mandioca congeladas e armazenadas durante 150 dias foi de 60,65% sendo que nos primeiros 30 dias quase não houve alteração no teor de água das raízes armazenadas sob congelamento, fato semelhante ao ocorrido neste trabalho; ainda de acordo com os autores, ocorreram diferenças significativas a partir de 60 dias de estocagem, com decréscimo da umidade (CARVALHO *et al.*, 2011). Várias cultivares de mandiocas descascadas, cortadas e armazenadas em embalagens plásticas e submetidas a congelamento a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  por dois meses, apresentaram umidade média em torno de 65,00% (CENI *et al.*, 2009), resultados próximos aos valores de umidade obtidos no presente estudo. O mecanismo de troca de vapor de água entre o alimento e o ambiente assume importância no seu processamento, particularmente, durante o armazenamento (SILVA *et al.*, 2002).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância com indicação dos graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficientes de variação (CVs) dos caracteres pH, sólidos solúveis em  $^{\circ}\text{Brix}$  (SS), acidez titulável em g de ácido cítrico em 100 gramas de matéria fresca (AT), *ratio*, ácido ascórbico em miligramas por 100 gramas de matéria fresca (AA), umidade em porcentagem (UM), sólidos totais em porcentagem (ST), tempo para a cocção (TC) em minutos, aparência geral (AG), cor (Cor) e textura (TX) avaliados em raízes de mandioca submetidas aos tratamentos congelamento e armazenamento em temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; congelamento e armazenamento na temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; congelamento com nitrogênio líquido; e armazenamento na temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  em função dos dias de armazenamento.

Fontes de Variação	GL	QM								GL	QM		
		pH	SS	AT	<i>ratio</i>	AA	UM	ST	TC		AG	Cor	TX
QM <sub>tratamentos</sub>	2	0,11*	1,58	0,005*	105*	43	2,48	2,48	0,04	2	0,41	0,54	0,03
QM <sub>armazenamento</sub>	2	0,14*	4,41*	0,032*	112*	796*	4,70	4,71	2,01	2	40,84*	8,47*	168*
QM <sub>txa</sub>	4	0,20*	0,37	0,003*	47*	27	3,37	3,37	15,20*	4	0,47	0,24	0,62
QM <sub>resíduo</sub>	18	0,02	0,67	0,001	16	17	5,11	5,11	2,66	261	2,84	2,32	4,56
CV (%)	-	2,34	13,11	10,52	17,44	6,35	3,79	5,59	9,58	-	23,35	21,20	33,77
Média	-	6,22	6,26	0,29	22,33	64,90	59,55	40,44	17,02	-	7,22	7,18	6,32

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

O valor médio de umidade verificado para as raízes de mandioca congeladas e armazenadas durante 150 dias foi de 60,65% sendo que nos primeiros 30 dias quase não houve alteração no teor de água das raízes armazenadas sob congelamento, fato semelhante ao ocorrido neste trabalho; ainda de acordo com os autores, ocorreram diferenças significativas a partir de 60 dias de estocagem, com decréscimo da umidade (CARVALHO *et al.*, 2011). Várias cultivares de mandiocas descascadas, cortadas e armazenadas em embalagens plásticas e submetidas a congelamento a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  por dois meses, apresentaram umidade



média em torno de 65,00% (CENI *et al.*, 2009), resultados próximos aos valores de umidade obtidos no presente estudo. O mecanismo de troca de vapor de água entre o alimento e o ambiente assume importância no seu processamento, particularmente, durante o armazenamento (SILVA *et al.*, 2002).

Os valores de sólidos totais variaram entre 39,00% e 42,40% com valor médio de 40,44% (Tabela 1) não tendo sido detectadas diferenças significativas durante o período de armazenamento e os tratamentos. Valor semelhante de matéria seca foi obtido por Mezette *et al.* (2009) na mandioca cultivar IAC 576-70 e no cultivar Pioneira e Catarina Amarela (PEREIRA e BELÉIA, 2004). O que não ocorreu com Feniman (2004), que encontrou valor médio inferior (33,10%) para a mesma cultivar utilizada neste estudo.

## **Análises físico-químicas**

### **pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico e tempo para a cocção**

Os valores de pH variaram de 5,92 a 6,69 durante todo o armazenamento (Tabela 2). O menor valor ocorreu nas raízes de mandioca congeladas e mantidas a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 14 dias de armazenamento e o maior valor nas raízes submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido aos 14 dias de armazenamento. A variação ocorrida nos valores de pH pode estar relacionada com as características do processo de congelamento, pois quanto mais baixa a temperatura de congelamento menores são as modificações físicas, químicas e estruturais no produto congelado. Além disso, podem ser devidas às características da matéria-prima uma vez que no tratamento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  também ocorreu aumento nos valores de pH aos 14 dias de armazenamento, não diferindo significativamente do produto congelado com nitrogênio líquido e mantido a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A variação do pH ocorrida nas amostras correspondeu à variação ocorrida nos valores de acidez titulável, na qual os maiores valores de pH corresponderam aos menores valores de acidez titulável, e vice-versa.



**Tabela 2.** Valores médios de pH, acidez titulável (g de ácido cítrico/100 g de matéria fresca), sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix), *ratio*, ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico/100 g de matéria fresca) e tempo para a cocção (minutos) em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Variáveis físico-químicas	Tratamentos	Teores médios dos constituintes			CV%
		Dias de armazenamento			
		0	14	31	
pH	-18 °C	6,13 <sup>Ba</sup>	6,47 <sup>Aa</sup>	6,09 <sup>Ba</sup>	2,34
	-80 °C	6,13 <sup>Aa</sup>	5,92 <sup>Bb</sup>	6,26 <sup>Aa</sup>	
	N2-80 °C	6,13 <sup>Ba</sup>	6,69 <sup>Aa</sup>	6,13 <sup>Ba</sup>	
Acidez titulável	-18 °C	0,30 <sup>Ba</sup>	0,34 <sup>Ab</sup>	0,27 <sup>Ba</sup>	10,51
	-80 °C	0,31 <sup>Ba</sup>	0,39 <sup>Aa</sup>	0,22 <sup>Cb</sup>	
	N2-80 °C	0,31 <sup>Aa</sup>	0,30 <sup>Ab</sup>	0,19 <sup>Bb</sup>	
Sólidos solúveis	-18 °C	6,93 <sup>Aa</sup>	5,63 <sup>Ba</sup>	4,77 <sup>Ba</sup>	13,11
	-80 °C	6,97 <sup>Aa</sup>	6,50 <sup>Aa</sup>	5,90 <sup>Aa</sup>	
	N2-80 °C	6,97 <sup>Aa</sup>	6,67 <sup>Aa</sup>	6,00 <sup>Aa</sup>	
<i>ratio</i>	-18 °C	22,91 <sup>Aa</sup>	16,46 <sup>Aa</sup>	17,40 <sup>Ab</sup>	17,44
	-80 °C	22,92 <sup>Aa</sup>	17,18 <sup>Ba</sup>	26,84 <sup>Aa</sup>	
	N2-80 °C	22,92 <sup>Ba</sup>	22,03 <sup>Ba</sup>	32,29 <sup>Aa</sup>	
Ácido Ascórbico	-18 °C	75,76 <sup>Aa</sup>	56,60 <sup>Ba</sup>	56,55 <sup>Bb</sup>	6,36
	-80 °C	75,76 <sup>Aa</sup>	60,90 <sup>Ba</sup>	65,20 <sup>Ba</sup>	
	N2-80 °C	75,76 <sup>Aa</sup>	61,33 <sup>Ba</sup>	56,24 <sup>Bb</sup>	
Tempo de cocção	-18 °C	16,83 <sup>Ba</sup>	15,33 <sup>Bb</sup>	19,00 <sup>Aa</sup>	9,58
	-80 °C	16,83 <sup>Aa</sup>	17,67 <sup>Aa</sup>	16,67 <sup>Aa</sup>	
	N2-80 °C	16,83 <sup>Ba</sup>	19,67 <sup>Aa</sup>	14,33 <sup>Bb</sup>	

DA: Dias de Armazenamento; -18 °C: Congelamento e armazenamento a -18 °C; -80 °C: Congelamento e armazenamento a -80 °C; N<sub>2</sub>-80 °C: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si probabilidade de erro de 5% pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott.

A acidez titulável variou entre 0,19 e 0,39 g de ácido cítrico/100g de matéria fresca (Tabela 2), não correspondendo ao observado por Carvalho *et al.* (2011) quando não ocorreu diferença significativa nos valores de acidez titulável em raízes de mandiocas congeladas por até 60 dias de estocagem. Entretanto, os mesmos autores observaram que a partir dos 90 dias de armazenamento houve acréscimo significativo em relação aos períodos anteriores. Os valores de acidez titulável obtidos no presente experimento foram bem inferiores aos obtidos (1,5%) por Oliveira *et al.* (2003) em raízes de mandioca *in natura* da mesma cultivar. Valores bem mais próximos (0,11% a 0,85%) foram obtidos em raízes de mandioca da mesma cultivar minimamente processadas e mantidas sob condição ambiente (HENRIQUE *et al.*, 2010). Os valores de acidez titulável tendem a diminuir durante o armazenamento de produtos refrigerados devido à utilização dos ácidos no processo respiratório. Em produtos congelados era esperada a manutenção desses valores, o que não ocorreu principalmente no produto congelado e mantido na temperatura de -80 °C, que apresentou a maior redução no final do armazenamento.

Os sólidos solúveis reduziram apenas no produto submetido a -18 °C durante o armazenamento com valor mínimo de 4,77 °Brix aos 31 dias de armazenamento (Tabela 2). O maior valor foi observado no início do armazenamento. O produto congelado com

nitrogênio líquido e mantido na temperatura de  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  apresentou maiores valores de sólidos solúveis durante todo o armazenamento, o que já era esperado devido ao processo de congelamento no qual o produto sofre menos modificações na sua estrutura mantendo por mais tempo as características iniciais. Os valores de sólidos solúveis observados neste trabalho situam-se na faixa ou acima da variação de 4,0 °Brix a 6,0 °Brix verificada por Silva *et al.* (2003). Com os dados obtidos no presente trabalho ficou comprovado que para a manutenção dos sólidos solúveis, dos tratamentos aos quais o produto foi submetido, aqueles com temperaturas mais baixas foram mais efetivos, sendo mais eficiente, dentre estes, o tratamento com nitrogênio líquido e manutenção a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A redução de sólidos solúveis durante o armazenamento geralmente está relacionada com a atividade metabólica ocorrida no produto durante o período.

O *ratio* apresentou oscilação de 16,46 a 32,29 (Tabela 2). Os menores valores foram para o tratamento  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 14 dias de armazenamento e o maior valor foi observado no tratamento  $\text{N}_2$ - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 31 dias de armazenamento. Os valores de *ratio* tendem a aumentar durante a maturação do vegetal, devido ao acréscimo nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos (CAVALINI *et al.*, 2006). A faixa de relação de sólidos solúveis/acidez que indica balanceamento sensorial equilibrado está entre 12 e 18 (CARVALHO *et al.*, 1990). Esse comportamento ocorreu nas raízes armazenadas a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  a partir de 14 dias de armazenamento e também nas raízes congeladas e mantidas a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  somente aos 14 dias de armazenamento. Não foram encontrados na literatura especializada valores que classificassem raízes de mandioca para esta variável.

Os valores de ácido ascórbico oscilaram entre 56,24 e 75,76 mg de ácido ascórbico/100 g de matéria fresca (Tabela 2). O maior valor foi para a matéria-prima no início do armazenamento e o menor foi para o tratamento  $\text{N}_2$ - $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  aos 31 dias de armazenamento. A vitamina C é mais estável em meio ácido e em baixas temperaturas (SEBASTIANY *et al.*, 2008). Em raízes de mandioca minimamente processada do cultivar Baianinha, o teor médio foi de 38,90 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa fresca durante 18 dias de armazenamento (BEZERRA *et al.*, 2002) sendo inferior aos dados obtidos neste trabalho.

Em produtos minimamente processados o conteúdo de ácido ascórbico geralmente tende a diminuir com a maturação e período de armazenamento (RINALDI *et al.*, 2009). No presente trabalho, com o produto mantido sob congelamento, foi detectada a redução no conteúdo de ácido ascórbico em todos os tratamentos do início aos 14 dias de armazenamento, diferindo dos resultados obtidos por Silva (2009) em raízes de mandioca minimamente processada do cultivar Pernambucana. Dessa forma, é possível inferir que houve uma considerável preservação do ácido ascórbico nos tratamentos estudados, provavelmente em função do produto ter sido mantido congelado, uma vez que a estabilidade dessa vitamina

aumenta à medida que diminui a temperatura, chegando ao máximo em temperaturas inferiores a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Em todos os tratamentos as raízes de mandioca apresentaram cocção variando de 14,33 a 19,67 minutos, não correspondendo ao aumento no tempo de cocção observado por Oliveira *et al.* (2009) em raízes de mandioca orgânica da variedade BRS Dourada minimamente processada, mantidas durante 36 dias de armazenamento, porém, não ultrapassaram 18,60 minutos. Neste trabalho, a variação dos valores de tempo para a cocção que ocorreram em alguns tratamentos e períodos de análise provavelmente deve-se a características intrínsecas das amostras. Também ocorreram diferenças significativas no tempo para a cocção das raízes de mandioca minimamente processadas em função dos períodos de armazenamento variando de 24,85 a 27,70 minutos (BEZERRA *et al.*, 2002) sendo bem superior aos valores obtidos neste trabalho. Altos valores para o tempo de cocção podem estar relacionados com a variedade, épocas de colheita, manejo da lavoura, idade das raízes no momento da colheita e outros fatores ainda não elucidados para esta variável. O consumidor deseja baixo tempo de cozimento resultando em economia de tempo e energia (MORETO e NEUBERT, 2014). Para Pedri *et al.* (2018) o tempo de cozimento está relacionado à qualidade da massa cozida, ou seja, quanto menor o tempo de cozimento melhor a qualidade da massa gerada.

## **Análises sensoriais**

### **Aparência geral, cor e textura**

A maior nota (8,0) atribuída pelos julgadores para a aparência geral foi para a matéria-prima no dia zero (Tabela 3) correspondendo a “gostei muito” na escala de notas utilizadas pelos julgadores. A aparência geral reduziu em todos os tratamentos no 14<sup>o</sup> dia e manteve-se até o 31<sup>o</sup> dia com valores entre 6,77 e 6,97 sendo ainda aceitáveis para a comercialização no final do armazenamento de acordo com a escala utilizada. A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra do consumidor, uma vez que é pela observação do aspecto global que o consumidor seleciona e consome o alimento (SOUZA, 2005).

As notas recebidas para o atributo cor variaram de 7,50 a 6,83 (Tabela 3) sendo aceitável pelos julgadores durante todo o armazenamento. Não houve influência do tempo de armazenamento sobre este atributo.

**Tabela 3.** Valores médios das notas atribuídas pelos julgadores para aparência geral, cor e textura em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Atributos sensoriais avaliados	Tratamentos	Notas médias atribuídas pelos julgadores			CV%
		Dias de armazenamento			
		0	14	31	
Aparência geral	-18 °C	8,00 <sup>Aa</sup>	6,63 <sup>Ba</sup>	6,80 <sup>Ba</sup>	23,35
	-80 °C	8,00 <sup>Aa</sup>	7,00 <sup>Ba</sup>	6,77 <sup>Ba</sup>	
	N2-80 °C	8,00 <sup>Aa</sup>	6,83 <sup>Ba</sup>	6,97 <sup>Ba</sup>	
Cor	-18 °C	7,50 <sup>Aa</sup>	6,87 <sup>Aa</sup>	7,00 <sup>Aa</sup>	21,20
	-80 °C	7,50 <sup>Aa</sup>	6,97 <sup>Aa</sup>	7,33 <sup>Aa</sup>	
	N2-80 °C	7,50 <sup>Aa</sup>	6,83 <sup>Aa</sup>	7,10 <sup>Aa</sup>	
Textura	-18 °C	7,80 <sup>Aa</sup>	6,07 <sup>Ba</sup>	5,13 <sup>Ba</sup>	33,77
	-80 °C	7,80 <sup>Aa</sup>	6,23 <sup>Ba</sup>	4,97 <sup>Ca</sup>	
	N2-80 °C	7,80 <sup>Aa</sup>	5,90 <sup>Ba</sup>	5,20 <sup>Ba</sup>	

DA: Dias de Armazenamento; -18 °C: Congelamento e armazenamento a -18 °C; -80 °C: Congelamento e armazenamento a -80 °C; N<sub>2</sub>-80 °C: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C.

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si probabilidade de erro de 5% pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott.

Escala de notas: 9 = gostei muitíssimo; 8 = gostei muito; 7 = gostei moderadamente; 6 = gostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 4 = desgostei ligeiramente; 3 = desgostei moderadamente; 2 = desgostei muito; 1 = desgostei muitíssimo.

Ocorreu redução de notas em todos os tratamentos avaliados para o atributo textura, sendo que o tratamento -80 °C recebeu a menor nota (4,97) no 31º dia de armazenamento, considerada abaixo do limite de aceitabilidade (Tabela 3). As raízes de mandioca submetidas a este tratamento quando mantidas sob condição ambiente durante as análises iniciaram o processo de descongelamento mais rapidamente quando comparado aos demais tratamentos. Esse comportamento não é desejável, pois poderia inviabilizar a manutenção do produto congelado do local de comercialização até a utilização pelo consumidor.

## Análises microbiológicas

A matéria-prima obteve contagem total de aeróbios mesófilos de  $4,9 \times 10^2$  UFC/g sendo uma contagem consideravelmente baixa por ser um produto oriundo do solo que é uma das principais fontes de contaminação por microrganismos. A contagem total de psicrotrofos variou de  $<2,5 \times 10^1$  est na matéria-prima a  $5,3 \times 10^4$  no tratamento -18°C no 31º dia de armazenamento (Tabela 4). Na legislação brasileira não há padrão para estes microrganismos em alimentos, porém Caruso e Camargo (1984) afirmam que quantidades elevadas ( $>10^5$  UFC/g) são completamente indesejáveis, considerando que o alimento pode estar inadequado para o consumo, com perda real ou potencial das qualidades sensoriais, comprometimento da aparência do alimento e presença de microrganismos patogênicos e/ou deterioradores. No presente trabalho, os valores obtidos de psicrotrofos encontravam-se abaixo do limite considerado pelos autores como limitante para a comercialização de produtos.

Para bolores e leveduras os tratamentos apresentaram baixa contagem ( $<10$  est. a  $5,2 \times 10^3$ ). Na Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), o limite para

vegetais refrigerados e congelados só existe para Salmonella e coliformes termotolerantes. As contagens de bolores e leveduras não foram altas em todos os tratamentos durante todo o período, permitindo sua comercialização após 31 dias de armazenamento.

A presença de coliformes totais foi baixa, variando entre  $< 3$  e  $0,36 \times 10^1$  NMP/g, demonstrando que as raízes estavam em boas condições higiênicas. A contagem de coliformes termotolerantes também foi baixa com valor máximo de  $< 3$  NMP/g, atendendo às exigências da Resolução RDC nº12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) e correspondendo aos resultados obtidos por Costa (2005) em raízes de mandioca *in natura* e minimamente processadas. Silva (2009) encontrou variação entre  $< 3$  e  $1,1 \times 10^3$  NMP/g para coliformes totais e valores  $< 3$  NMP/g para coliformes termotolerantes em mandioca minimamente processada. Valores mais altos de coliformes totais obtidos pelo último autor podem ser justificados pelas características da matéria-prima, condição de processamento e também pelo produto ter sido mantido apenas refrigerado e não congelado como no presente trabalho.

**Tabela 4.** Valores médios das análises microbiológicas em raízes de mandioca submetidas a diferentes tratamentos.

Dias de armazenamento	Tratamentos	Microrganismos avaliados			
		Contagem total de psicrotróficos (UFC/g)	Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g)	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes termotolerantes (NMP/g)
Zero	Matéria-prima	$< 2,5 \times 10^1$ est	$2,6 \times 10^3$	$0,36 \times 10^1$	$< 3$
	MMP	$< 2,5 \times 10^1$ est	$4,0 \times 10^2$ est	$< 3$	$< 3$
14	-18 °C	$8,0 \times 10^2$ est	$7,0 \times 10^2$ est	$0,36 \times 10^1$	$< 3$
	-80 °C	$4,9 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$0,36 \times 10^1$	$< 3$
	N2-80 °C	$5,6 \times 10^2$ est	$5,6 \times 10^2$ est	$0,36 \times 10^1$	$< 3$
31	-18 °C	$5,3 \times 10^4$	$2,8 \times 10^3$	$< 3$	$< 3$
	-80 °C	$2,3 \times 10^3$	$< 10$ est	$< 3$	$< 3$
	N2-80 °C	$1,9 \times 10^3$	$< 10$ est	$0,36 \times 10^1$	$< 3$

MMP: Mandioca Minimamente Processada; est.: contagem estimada; -18 °C: Congelamento e armazenamento a -18 °C; -80 °C: Congelamento e armazenamento a -80 °C; N<sub>2</sub>-80 °C: Congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C; est.: contagem estimada.

## ■ CONCLUSÃO

O tempo de armazenamento e o tratamento tiveram influência na qualidade das raízes de mandioca. O produto submetido a todos os tratamentos apresentou níveis aceitáveis de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, *ratio*, ácido ascórbico e tempo para a cocção, bem como quanto à contagem dos microrganismos avaliados.

Nos tratamentos congelamento e armazenamento a -18 °C, congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C, as raízes de mandioca foram aceitas sensorialmente durante todo o armazenamento.

Apesar dos bons resultados apresentados no armazenamento de raízes de mandioca submetidas ao congelamento com nitrogênio líquido e armazenamento a -80 °C sugere-se estudos mais aprofundados quanto às exigências e custo para a utilização dessa tecnologia.

A temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  é satisfatória para manter o produto com características adequadas por no mínimo 31 dias.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), à Fundação Banco do Brasil (FBB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

## ■ REFERÊNCIAS

1. BEZERRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D.; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processada: efeito do branqueamento na qualidade e conservação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 564-567, 2002.
2. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
3. BUTARELO, S. S.; BELEIA, A.; FONSECA, I. C. B.; ITO, K. C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 311-315, 2004.
4. CAMPOS, E. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.
5. CARUSO, J. G. B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R. (Ed.). **Tecnologia dos produtos agropecuários: n. alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. p. 35-49.
6. CARVALHO, A. V.; SECCADIO, L. L.; SOUZA, T. C. L.; FERREIRA, T. F.; ABREU, L. F. Avaliação físico-química e sensorial de mandioca pré-processada armazenada sob congelamento. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 223-228, 2011.
7. CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990. Manual Técnico.
8. CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for 'kumagai' and 'paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.
9. CENI, G. C.; COLET, R.; PERUZZOLO, M.; WITSCHINSKI, F.; TOMICKI, L.; BARRIQUELLO, A. L.; VALDUGA, E. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.
10. COSTA, M. G. S. **Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração**. 2005. 71 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
11. CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 442 p.



12. FAO. 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT ( [FAOSTAT \( http://www.fao.org/faostat/en/?#compare \)](http://www.fao.org/faostat/en/?#compare) ). Accessed on 28 Jan. 2022.
13. FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
14. FERNANDES, F. D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; CARVALHO, M. A.; BRAGA, G. J.; FONSECA, C. E. L.; CELESTINO, S. M. C.; MALAQUIAS, J. V. Valor nutricional e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de raízes de mandioca. **Científica**, Jaboticabal, v. 49, n. 2, 92-101, 2021.
15. FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBC-TA, 2000. 127 p.
16. HALSEY, M. E.; OLSEN, K. M.; TAYLOR, N. J.; CHAVARRIAGA-AGUIRRE, P. Reproductive biology of cassava (manihot esculenta crantz) and isolation of experimental field trials. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 49-58, 2008.
17. HENRIQUE, C. M.; PRATI, P.; SARMENTO, S. B. S. Alterações fisiológicas em raízes de mandioca minimamente processadas. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 7, p. 1-7, 2010.
18. HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. 1298 p. Método 985.29.
19. IBGE. 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. ( <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado> ). Accessed on 2 Feb 2022.
20. MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de novas cultivares de mandioca**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. 113 f.
21. MENDONÇA, R. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; RIBEIRO, M. R.; SENE, J. C. S.; PAIVA, W. M.; MALAQUIAS, J. V. Agronomic performance of sweet cassava cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 434-438, 2020.
22. MEZETTE, T. F.; CARVALHO, C. R. L.; MORGANO, M. A. M.; SILVA, M. G.; PARRA, E. S. B.; GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agrônômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 601-609, 2009.
23. MORETO, A. L., & NEUBERT, E. O. Avaliação de produtividade e cozimento de cultivares de mandioca de mesa (aipim) em diferentes épocas de colheita. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, 59-65, 2014.
24. OLIVEIRA, L. A.; AMORIM, T. S.; SANTOS, D. V.; SILVA, J. Composição físico-química de variedades de mandioca de mesa cultivadas no sistema orgânico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 3, 2007.
25. OLIVEIRA, L. A.; VIANA, E. S.; SILVA, J.; AMORIM, T. S. Qualidade físico-química, microbiológica e culinária de mandioca dourada orgânica minimamente processada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Anais...** Botucatu: CERAT/Unesp, 2009.



26. OLIVEIRA, M. A. Conservação pós-colheita de mandioca de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu: **Anais...** Botucatu: CERAT/Unesp, 2009. p. 118-125.
27. OLIVEIRA, M. A.; LEONEL, M.; CABELLO, C.; CEREDA, M. P.; JANES, D. A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivares de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 126-133, 2005.
28. OLIVEIRA, M. A.; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 339-344, 2003.
29. OLIVEIRA, L. A., REIS, R. C., SANTANA, H. M., SANTOS, V., & CARVALHO, J. L. V. Development and sensorial acceptance of biofortified cassava snack. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 6, 3579-3590, 2017.
30. OLIVEIRA, L. A., REIS, R. C.; VIANA, E. S.; SANTOS, J. F.; SOUZA, V. S.; ASSIS, J. L. J.; SASAKI, F. F. C.; SANTOS, V. S. Effect of the storage period on physical-chemical characteristics, microbiological composition and sensory acceptance of two varieties of frozen sweet cassava. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 24, e2020215, 2021.
31. **ONO, L. T.; TANIWAKI, M. H. Fungi and mycotoxins in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and its products.** Brazilian Journal of Food Technology, **Campinas**, v. 24, e2020240, 2021.
32. ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L.; DE LA, H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: componentes dos alimentos e processos.** Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p. (v. 1).
33. PAZ, R. B. O.; COSTA, C. H. M.; VIEIRA, E. A.; COELHO, M. V.; CRUZ, S. C. S.; MACHADO, L. B. Desempenho agrônômico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.3, p.37-47, 2020.
34. PEDRI, E. C. M., ROSSI, A. A. B., CARDOSO, E. S., TIAGO, A. V., HOOGERHEIDE, E. S. S., & YAMASHITA, O. M. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2018073, 2018. PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 59-63, 2004.
35. RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MORETTI, C. L. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 310-315, 2009.
36. RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. Conservação pós-colheita de diferentes cultivares de mandioca submetidas ao processamento mínimo e congelamento. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, 287-301, 2015.
37. RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. Postharvest conservation of minimally processed cassava roots subjected to different packaging systems. **Científica**, v.47, n.2, p. 144-155, 2019.
38. SEBASTIANY, E.; MOURA, E. R.; RÉGO, E. R.; VITAL, M. J. S. Perda de vitamina C durante o armazenamento de polpa de acerola congelada. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 281-288, 2008.

39. SILVA, J. A. **Conservação de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processada sob diferentes atmosferas modificadas**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
40. SILVA, M. M.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, M. M. Demanda energética envolvida no processo de dessorção de umidade em polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 107-117, 2002.
41. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; DANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 552 p.
42. SILVA, V. V.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 197-202, 2003.
43. SOUZA, E. C. **Qualidade de alface americana minimamente processada CV. Raider: efeito do hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido ascórbico**. 2005. 83 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
44. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA**. versão 5.0. São Paulo: USP; BRASILFOODS, 2008. Disponível em: <<http://www.intranet.fcf.usp.br/tabela/lista.asp?base=c>>. Acesso em: 01 dez 2021.
45. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. versão 2, 2. ed. Campinas: UNICAMP; NEPA, 2011. 113 p. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf)>. Acesso em: 06 nov 2021.
46. VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; JÚLIO, L.; CARVALHO, L. J. C. B.; DALLA CORTE, J. L.; RINALDI, M. M.; OLIVEIRA, C. M.; FERNANDES, F. D.; ANJOS, J. R. N. Sweet cassava cultivars with yellow or cream root pulp developed by participatory breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.18, n.4, p.450-454, 2018.
47. VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; OLIVEIRA, C.M.; RINALDI, M.M.; FERNANDES, F.D. New cassava cultivars for starch and flour production in the Cerrado of Central Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.20, e27362023, 2020.

# Desenvolvimento e análise sensorial de pão de forma enriquecido com concentrado protéico de peixe e farinha de taioba

| Mile Ane Larissa Costa Muricy  
UFRB

| Norma Suely Evangelista-Barreto  
UFRB

# RESUMO

**Objetivo:** elaborar e avaliar a aceitabilidade de pães de forma enriquecidos com proteína de peixe (CPP) e farinha de taioba (FT). **Método:** Foram elaborados quatro tratamentos para a elaboração dos pães: T1 (amostra controle, sem adição de CPP e FT), T2 (200g CPP + 40g FT), T3 (300g CPP + 40g FT) e T4 (400g CPP + 40g FT). Os pães foram avaliados mediante análise sensorial por provadores não treinados que conferiram notas para os atributos cor, sabor, textura, aroma e aspecto, além de testes de preferência, aceitação e intenção de compra. **Resultados:** Os atributos (cor, sabor, textura, aroma e aspecto) avaliados entre as diferentes formulações não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ), com índice de aceitabilidade  $> 70\%$ , o que indicou boa aceitação sensorial. No teste de aceitação, o tratamento T2 foi o que mais se aproximou da amostra T1 (controle), com o escore 7 (comeria frequentemente). No teste de preferência, quando avaliado os escores 7 a 9 (gostei moderadamente a gostei extremamente) verificou-se que 81% dos provadores também sinalizaram maior preferência para o tratamento T2. Já no teste de intenção de compra, ao avaliarmos os escores 5 a 7 (compraria de vez em quando a compraria sempre), o tratamento T4 foi o de maior escolha quando comparado a amostra controle, com 61% da intenção de compra. **Conclusão:** A adição de FT e CPP tem potencial para o enriquecimento nutricional em produtos de panificação, ao oferecer proteína de alto valor biológico e adição de fibras aos produtos de padaria.

**Palavras-chave:** Alimentos Funcionais, Proteína de Peixe, Taioba.

## ■ INTRODUÇÃO

A procura por uma vida saudável tem levado as pessoas a buscarem por novas formas de alimentação tendo em vista sua funcionalidade e sustentabilidade. Nesse contexto, tem-se percebido diversas mudanças em vários setores, que vêm crescendo nas últimas décadas levando o indivíduo ao retorno de uma vida mais natural. Uma alimentação composta por proteínas, gorduras, carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, encontrados nos cereais, frutas, legumes, carnes e verduras é uma alternativa de alimentação equilibrada e saudável (LIBERATO; LIMA; SILVA, 2019).

O consumo de pescado tem sido um dos alimentos em destaque mundial devido a ampla divulgação de informações relacionadas aos benefícios que fornece à saúde humana. O avanço no setor de comunicação, o aumento de renda e a expansão aquícola também tem influenciado positivamente para que esse alimento seja inserido na dieta da população (SILVA *et al.*, 2020).

Os produtos de pescado são alimentos com alto valor nutritivo, excelentes fontes de cálcio, ácidos graxos essenciais, vitaminas do complexo B e proteínas que apresentam elevado valor nutricional, com digestibilidade em torno de 90% (REBOUCAS; RODRIGUES; CASTRO, 2012). Dentre os benefícios relatados com a ingestão de uma ou duas porções de peixe por semana, que contêm cerca de 2g de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3, estão a redução do risco de acidente vascular cerebral (AVC), depressão, mal de Alzheimer e morte por doença cardíaca (SARTORI; AMANCIO, 2012). Por outro lado, os investimentos na diversificação e desenvolvimento de novos produtos à base de pescado, que atendam às exigências dos consumidores que buscam produtos práticos, exigindo menor tempo de preparo e maior prazo de validade, também tem influenciado positivamente no aumento do consumo dessa proteína (GOES *et al.*, 2017).

Dessa forma, a preocupação tanto de empresas quanto de consumidores em relação aos alimentos mais nutritivos, tem contribuído para que o enriquecimento de produtos com nutrientes funcionais seja uma prática aceita, visando aumentar o valor nutricional ao prevenir ou corrigir deficiências nutricionais (BASTOS *et al.*, 2014). Ainda segundo os autores as massas como pães tem sido um objeto de diversos estudos de enriquecimento de alimentos, uma vez que é acessível a diferentes classes sociais devido ao seu baixo preço e disponibilidade no mercado. Por isso, o enriquecimento do pão com complementação proteica aplicada à adição de proteínas do pescado tende a ser uma alternativa viável (SANTOS *et al.*, 2013). Para Cândido, Santos e Silva (2020), enriquecer pães com Plantas Alimentícias não Convencionais (PANCS) tem sido uma alternativa promissora e viável para a utilização destas plantas, além de permitir aos consumidores conhece-las e consumi-las na dieta.

As PANCS são importantes representantes da cultura brasileira, como por exemplo, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), moringa, amaranto, araruta, mangarito, vinagreira, taro, inhame, jurubeba, ora-pro-nobis, maxixe, caruru, quiabo, beldroega, azedinha, serralha, peixinho, entre outras (FINK *et al.*, 2018). Elas se apresentam como uma ótima fonte nutricional e funcional para a alimentação humana (LIBERATO *et al.*, 2019) devido seu elevado teor em minerais, compostos com função antioxidante como os carotenoides, flavonoides (compostos fenólicos), vitamina C (ácido ascórbico) e vitamina E (tocoferol) (JACKIX *et al.*, 2013).

Dentre as hortaliças não convencionais, a espécie *Xanthosoma sagittifolium* é pertencente à família Araceae e também conhecida popularmente como taioba (SOUZA, 2018). A composição nutricional da taioba se destaca pelo conteúdo de fibra alimentar, que resulta em efeitos fisiológicos positivos como a diminuição da glicemia, colesterol e a modulação da microbiota intestinal (SOUZA, 2018). Para Liberato *et al.* (2019), as PANCS além de serem utilizadas na fitoterapia e medicina popular, exercem o papel de alimentos funcionais, tendo em vista que elas apresentam em sua composição todos os nutrientes necessários para o organismo humano.

Nesse contexto de preocupação com uma alimentação saudável e rica nutricionalmente com a inserção de alimentos nutritivos e funcionais na dieta alimentar, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um pão de forma contendo proteína de peixe e farinha de taioba e sua avaliação quanto a aceitabilidade sensorial.

## ■ MÉTODO

### Obtenção da carne mecanicamente separada

A matéria-prima proteica, ou seja, a carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi obtida comercialmente. A CMS foi obtida congelada e mantida congelada a -18°C até o momento do seu uso. Para a utilização da CMS de tilápia, primeiro foi realizado o descongelamento sob refrigeração e após descongelada, submetida ao processo de lavagem em três ciclos de lavagem (3:1) para remoção de proteínas sarcoplasmáticas e concentração das proteínas miofibrilares. As duas primeiras lavagens foram realizadas com água potável a 10°C com filtragem entre os ciclos para retirada da gordura no sobrenadante usando saco de microfibras de poliéster. A terceira lavagem foi realizada com a imersão da polpa em uma solução de ácido acético a 0,05% a temperatura de 5 °C sob agitação de 15 minutos para auxiliar na desodorização da carne (SANTOS *et al.*, 2013). A carne lavada também foi prensada manualmente em saco de microfibras de poliéster. Em seguida, o concentrado proteico foi congelado a -18°C até o momento de sua utilização.