



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GASTRONOMIA
CURSO DE BACHARELADO EM GASTRONOMIA

ANA REGINA SIMPLÍCIO DE MEDEIROS

DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE FRUTAS CRISTALIZADAS EM
DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO FRENTE A FRUTAS
CRISTALIZADAS MISTAS COMERCIAIS

João Pessoa-PB
2021

**DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE FRUTAS CRISTALIZADAS EM
DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO FRENTE A FRUTAS
CRISTALIZADAS MISTAS COMERCIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Bacharelado em Gastronomia
do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento
Regional da Universidade Federal da Paraíba,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Gastronomia.

Orientadora: Prof.^a Dra Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira
Coorientadora: Prof.^a Dra Estefânia Fernandes Garcia

**João Pessoa-PB
2021**

M488d Medeiros, Ana Regina Simplicio de.

Desenvolvimento e qualidade de frutas cristalizadas
em

diferentes estágios de maturação frente a frutas
cristalizadas mistas comerciais / Ana Regina Simplicio
de Medeiros. - João Pessoa, 2021.

20 f. : il.

Orientação: Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira.

Coorientação: Estefânia Fernandes Garcia.

TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Análise físico-química. 2. Análise microbiológica.
3. Desidratação osmótica. 4. Frutas cristalizadas. I.
Vieira, Patrícia Pinheiro Fernandes. II. Garcia,
Estefânia Fernandes. III. Título.

ANA REGINA SIMPLICIO DE MEDEIROS

**DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE FRUTAS CRISTALIZADAS EM
DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO FRENTE A FRUTAS
CRISTALIZADAS MISTAS COMERCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Gastronomia do
Centro de Tecnologia e Desenvolvimento
Regional da Universidade Federal da Paraíba,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Bacharel em Gastronomia.

Data: 09 Dezembro de 2021

Resultado: Aprovada

Banca Examinadora



Prof. Dra. Patrícia Pinheiro F. Vieira
UFFB-SIAPE 2549268

Prof.^a Dra Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira – Orientadora



Prof.^a Dra Estefânia Fernandes Garcia – Coorientadora



Dra. Cláudia Gouveia Rodrigues – Examinadora

**João Pessoa-PB
2021**

*Esse trabalho é dedicado à
memória de Lourival Izidro de
Morais que, com o seu grande
coração, me acolheu
carinhosamente.*

AGRADECIMENTOS

Minha orientadora, Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira, por todo o conhecimento compartilhado com paciência e dedicação, fundamentais à feitura desse trabalho e à minha formação pessoal e acadêmica. Que o seu desejo pelo ensino continue inspirando.

À Estefânia Fernandes Garcia que, com carinho, aceitou fazer parte dessa jornada. Pelo incentivo, paciência, leituras atentas e as contribuições necessárias, obrigada.

À Cláudia Gouveia Rodrigues, membro da banca examinadora, por toda a gentileza e atenção dedicadas nas longas horas laboratoriais.

À professora Ingrid Conceição Dantas Guerra, por ter aceito a suplência e pelo vasto conhecimento compartilhado ao longo desses anos, em diversas disciplinas.

À Maria de Fátima Simplício, minha tão querida mãe, exemplo diário de generosidade, força e amor. Com quem aprendi, desde cedo, sobre companheirismo e empatia. A ela serei eternamente grata. A ela, todo o meu amor.

A Luiz Alves de Medeiros, meu painho, homem justo que me encanta diariamente com o seu cuidado, sensibilidade e amor. A ele serei eternamente grata. A ele, todo o meu amor.

Às minhas irmãs mais velhas, Jacqueline e Luiza, com quem dividi a infância, as brincadeiras e as responsabilidades da vida. Por tanto, obrigada.

Aos irmãos mais novos, Marcelo e João Luiz, por me apoiarem e fazer de mim uma irmã mais paciente e responsável. Por tudo, obrigada.

A Eberth Filho, sobrinho querido, que me encanta constantemente com abraços apertados. Minha vida ficou mais alegre com a sua chegada.

A Fabrício de Sousa Moraes, por todo o companheirismo e amor. Agradeço por fazer dos meus dias sempre (e sempre) melhores.

À Dchirmeine, Mayslane e Rilávia, amigas que me acompanham em todas as jornadas, me apoiando, confortando e fazendo de mim uma pessoa melhor.

Aos queridos que tive o prazer de conviver e dividir essa caminhada: Anna Raphaella, Caroline Brasil, Liahona Assis, Marcus Couto, Myrna Melo e Tuany Silva.

À Universidade Federal da Paraíba, em especial à Pró-Reitoria de Pesquisa pelo incentivo aos pesquisadores, e ao corpo docente do Departamento de Gastronomia, pela contribuição essencial à minha formação profissional e acadêmica.

Às técnicas de Laboratório, Aline Souza e Vanessa Pedro, por terem me acompanhado de perto, incentivando e ensinando, de forma gentil e constante. Não existiria essa pesquisa se não fosse por elas.

À Tatiana Zanella que, incansável e pacientemente, me auxiliou nas leituras e interpretações estatísticas. O seu prazer em compartilhar é admirável.

Àqueles que de alguma maneira contribuíram para que essa pesquisa fosse realizada, meu mais sincero agradecimento.

ARTIGO COMPLETO

Título: Desenvolvimento e qualidade de frutas cristalizadas em diferentes estágios de maturação frente a frutas cristalizadas mistas comerciais.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo desenvolver e analisar as características microbiológicas e físico-químicas de frutas desidratadas osmoticamente (cristalizadas) em diferentes estágios de maturação, comparando com frutas cristalizadas comercializadas na cidade de João Pessoa, PB. Foram realizadas análises físico-químicas de atividade de água, acidez titulável, pH, umidade, sólidos solúveis e análises microbiológicas de bolores e leveduras, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. Os resultados das análises físico-químicas para as frutas elaboradas indicaram que o aumento do pH e a diminuição da acidez estão diretamente interligados, isto ocorre devido ao estágio de maturação e é durante o amadurecimento que os sólidos solúveis obtiveram maiores valores. Os resultados das frutas comercializadas revelaram que a umidade da maioria das frutas apresentou um percentual superior a 25%, este valor indica problemas durante a distribuição e o armazenamento estando em desacordo com a legislação vigente. Quanto às análises microbiológicas os resultados estavam dentro dos padrões exigidos pela Instrução Normativa nº 60/2019 da ANVISA: ausência de *Salmonella* spp. em 100% das amostras analisadas, quanto às contagens de *Escherichia coli* e bolores e leveduras as amostras não apresentaram crescimento superiores a <2 UFC/g e <4 UFC/g, respectivamente. Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a desidratação osmótica seguida de secagem é um método eficaz para a conservação dos alimentos e para a manutenção de sua estabilidade microbiológica.

Palavras chave: Análise físico-química; Análise microbiológica; Desidratação osmótica; Frutas cristalizadas.

ABSTRACT

This work aimed to develop and analyze the microbiological and physicochemical characteristics of osmotically dehydrated fruits (candied fruit) at different stages of maturation, compared to candied fruits sold in the city of João Pessoa, PB. Physicochemical analyzes of water activity, titratable acidity, pH, moisture, ash, soluble solids and microbiological analyzes of molds and yeasts, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. The results of the physicochemical analyzes for the elaborated fruits indicated that the increase in pH and the decrease in acidity are directly linked, this is due to the ripening stage and it is during ripening that the soluble solids obtained higher values. The results of commercialized fruits revealed that the moisture content of most fruits presented a percentage above 25%, this value indicates problems during distribution and storage and is in disagreement with current legislation. As for the microbiological analysis, the results were within the standards required by Normative Instruction No. 60/2019 of ANVISA: absence of *Salmonella* spp. in 100% of the analyzed samples, regarding the counts of *Escherichia coli* and molds and yeasts, the samples did not show growth above <2 CFU/g and <4 CFU/g, respectively. Based on the results obtained, we can conclude that osmotic dehydration followed by drying is an effective method for preserving food and maintaining its microbiological stability.

Keywords: Physicochemical analysis; Microbiological analysis; Osmotic dehydration; candied fruit

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, responsável por 4,6% de todo o volume colhido, ficando atrás apenas da China e da Índia, com 30,6% e 10,7% respectivamente. A extensa faixa territorial, assim como o clima e a posição geográfica, explicam a grande oferta de frutas durante boa parte do ano, destacando-se como principais produtos a laranja, a banana, o abacaxi, a uva e a maçã (ANDRADE, 2020).

Fazendo um recorte do Nordeste, que responde por 34,4% da produção nacional (VIDAL, 2020), ressaltam-se mudanças nos principais cultivos de frutas, sobressaindo as plantações de melão, manga, coco, maracujá, mamão e goiaba (FERREIRA e VIEIRA FILHO, 2021). Ainda de acordo com Vidal (2020) a maior parte dessa produção é destinada ao mercado interno. A grande variedade dessa região e o bom desempenho como produtor são explicados pelas condições climáticas favoráveis, como temperatura, umidade do ar e luminosidade (VIDAL; XIMENES, 2016).

Contudo, atreladas a estes altos níveis de produção, estão as perdas pós-colheita, estas podem chegar à 50% devido a transporte inadequado, má manipulação e temperaturas elevadas (FERREIRA, 2018). Para além dos fatores externos vale ressaltar, também, a alta atividade de água (A_w)¹ que as frutas possuem e que potencializa sua deterioração (GOMES et al, 2007). Existem técnicas capazes de reduzir os danos causados aos alimentos, em especial às frutas, diminuindo sua atividade de água e facilitando o seu transporte. Essas técnicas possibilitam ao produtor diminuir as perdas ocasionadas na pós-colheita, dando-lhes opções viáveis de investimento e comercialização. Vejamos a seguir.

A “conservação de alimentos pela secagem é uma das mais antigas e importantes práticas, pois a mesma permite a conservação do excedente da produção e seu consumo na entressafra” (HUHN, 1998, p.1). Mas considerando apenas a secagem para a conservação das frutas existiria uma limitação na qualidade do produto final, pois este método modifica sua consistência, sabor, cor e aroma (RATTI, 2001), fazendo com que percam propriedades consideradas importantes.

A desidratação osmótica é o processo da cristalização da fruta, que consiste em trocas dos fluxos entre a água disponível no alimento pelo soluto concentrado da solução, neste caso, o açúcar. O pré-tratamento osmótico pode potencializar aspectos importantes, como os nutricionais, funcionais e sensoriais, além das propriedades organolépticas, sem comprometer sua integridade (CASTRO et al, 2014; YADAV e SINGH, 2012).

Mas a cristalização sozinha também não seria interessante ao mercado, pois esta não fornece alimentos com a umidade baixa o suficiente para ir às prateleiras (SOUZA NETO et al, 2005). O ideal seria atrelar à cristalização a um método que reduzisse sua atividade de água como a secagem. A junção destes dois métodos de conservação permite produzir de maneira segura, alimentos que atendam à necessidade do produtor e do mercado.

O uso das frutas cristalizadas também poderia auxiliar no consumo de frutas entre os brasileiros tendo em vista que, apesar de deter o terceiro lugar na produção mundial, o país ainda possui uma forte deficiência no consumo deste alimento. Constatou-se, em pesquisa realizada pelo Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (Nupens/USP), que apenas 40,2% dos brasileiros têm o hábito de ingeri-las, embora esse número tenha aumentado para 44,6% durante a pandemia de Covid-19; sendo incerto afirmar que após a pandemia esse costume irá continuar (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

¹ Ditchfield (2000, p. 1) define a atividade de água como “a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar o alimento”.

Segundo o Instituto Brasileiro De Frutas (IBRAF), a ingestão nacional de frutas e hortaliças por pessoa é de 57 kg ao ano, valor muito abaixo do recomendado, a saber: 146 Kg/ano de acordo com a Organização Mundial da Saúde (GAMA, 2017). Talvez o consumo de frutas cristalizadas possa complementar essa alimentação desfalcada, basta lembrarmos que ela, por vezes, é mais apreciada que as frutas frescas por possuir atributos que agregam valores de palatabilidade.

Diante do exposto podemos observar a boa aceitação que as frutas cristalizadas têm no mercado, podendo ser utilizadas para reduzir as grandes perdas pós-colheita e conservar o excedente de produção. A facilidade de armazenamento e de traslado também são características de um produto com baixa umidade e, consequentemente, pouca perecibilidade. No entanto, é necessário conhecer suas características microbiológicas. Os processos de conservação reduzem a umidade, contudo não chegam a eliminá-la totalmente. Há, ainda, o risco de contaminação durante o seu preparo, principalmente se não forem atendidas as boas práticas de fabricação. Assim sendo o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar as características microbiológicas e físico-químicas de frutas desidratadas osmoticamente (cristalizadas) em diferentes estágios de maturação comparando com frutas cristalizadas comercializadas na cidade de João Pessoa, PB.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 MATERIAIS

Para a produção das frutas cristalizadas foram utilizadas frutas em diferentes estágios de maturação como descritos no quadro 1.

Quadro 1 – Critérios de seleção de frutas para produção de frutas cristalizadas

Fruta	Estado de maturação	Características
Abacaxi	Maturação incompleta	Casca esverdeada e rígida
	Maduro	Casca alaranjada e macia, com as folhas da coroa se soltando com facilidade
Banana	Maturação incompleta	Casca amarelada e fruta rígida
	Maduro	Casca amarelada com pontos escuros e fruta macia
Laranja	Maturação incompleta	Casca esverdeada
	Maduro	Casca amarelada
Mamão	Maturação incompleta	Casca esverdeada e fruta rígida
	Maduro	Casca alaranjada e fruta macia
Manga	Maturação incompleta	Casca esverdeada e fruta rígida
	Maduro	Casca amarelada/rosada e fruta macia

Para a produção das frutas cristalizadas também foi utilizado açúcar cristal (Açúcar Alegre, Mamanguape, Paraíba, Brasil), adquirido comercialmente em

supermercado da cidade de João Pessoa – PB.

Paralelamente a produção das frutas, também foram coletadas amostras de frutas cristalizadas mistas no mercado local. Foram coletadas e identificadas cinco diferentes marcas de frutas cristalizadas mistas, as quais foram coletadas em triplicata para serem analisadas quanto a qualidade físico-química e microbiológica.

2.2 MÉTODOS

A produção das frutas cristalizadas foi realizada no Laboratório de Cozinha Experimental – CTDR/UFPB. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos – CTDR/UFPB e as análises físico-químicas no Laboratório de Análises Físico-químicas – CTDR/UFPB

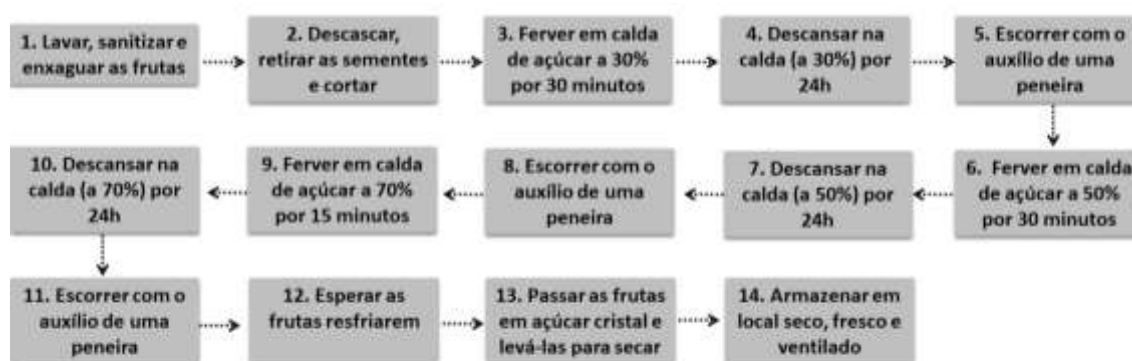
2.2.1 PRODUÇÃO DE FRUTAS CRISTALIZADAS ARTESANALMENTE

Para a produção de frutas osmoticamente desidratadas cinco tipos de frutas foram selecionadas e classificadas de acordo com os critérios descritos no quadro 1. O processo de produção foi desenvolvido segundo método descrito por Krolow (2007), com modificações (Imagem 1 e 2).

À princípio as frutas passaram por um processo de lavagem em água corrente com esponja e detergente neutro, logo após foram imersas em solução sanitizante (1 mL de hipoclorito de sódio a 10% para 10L de água) por 15 minutos.

Em seguida foram descascadas manualmente, retiradas as sementes e cortadas. Cada fruta foi fervida, por trinta minutos, em calda de 30% de açúcar e mantidas em repouso nessa calda por 24h, após o repouso foram escorridas com o auxílio de peneiras. Esse processo foi repetido mais duas vezes, aumentando a concentração de açúcar da calda: 50% (por 30 minutos) e 70% (por 15 minutos) respectivamente. A secagem, que ocorreu após o processo de desidratação osmótica, foi realizada no Laboratório de físico-química com o auxílio de uma estufa com circulação e renovação de ar (TECNAL) a 60°C. Após o processamento as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas, tipo bobinas picotadas, em temperatura ambiente; posteriormente foram avaliadas quanto às suas características físico-químicas e microbiológicas. Todo o processo de elaboração das frutas poderá ser observado na Imagem 1 e ilustrado na Imagem 2.

Imagem 1 – Fluxograma de Elaboração das Frutas Cristalizadas



Adaptado de Krolow, *Preparo artesanal de frutas cristalizadas*. Empresa, Documento 207, Editora Técnica, Pelotas, 2007.

Imagem 2 – Elaboração de Frutas Cristalizadas



Fonte: Dados da pesquisa

2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A avaliação físico-química das amostras de frutas cristalizadas (comercializadas e produzidas no presente estudo) consistiu na determinação de: atividade de água, acidez (g/100g), pH, sólidos solúveis (°Brix) e umidade (%) segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

No laboratório de microbiologia as análises realizadas foram para detecção de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e Bolores e Leveduras. Logo após a coleta, as amostras foram transportadas até o laboratório onde foram analisadas segundo metodologias descritas em American Public Health Association (APHA, 2001). Assepticamente uma unidade analítica de 25g de cada amostra foi transferida para 225mL de água peptonada 0,1% e, a partir desta, foram homogeneizadas e preparadas as diluições seriadas até 10^{-6} . Estas diluições foram utilizadas para as análises de *Escherichia coli* e Bolores e Leveduras.

Para detecção de *Salmonella* spp., foram retiradas 25g de amostra e esta passou por um pré-enriquecimento, em caldo lactosado, com incubação a 35°C, por 24h, seguido de enriquecimento seletivo, em caldo Tetracionato e caldo Rappaport incubados, respectivamente, a 35°C e 42° C, por 24h. Após a incubação foram feitas estrias de esgotamento em placas com os meios de Ágar Salmonella Shigella (SS) e Xilose Lisina Deoxicolato (XLD).

2.4 ANALISE ESTATÍSTICA

Todos os ensaios foram realizados em triplicata em três experimentos independentes e os resultados foram expressos como uma média dos ensaios. A análise estatística foi realizada para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) utilizando ANOVA seguido pelo teste Tukey. Para o cálculo dos dados, foi utilizado o programa Jamovi versão 1.6. Computer Software.

3 ANÁLISE DOS DADOS: RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FRUTAS CRISTALIZADAS INDUSTRIALIZADAS

Na Tabela 1 são apresentados os dados dos resultados do controle físico-químicos nas frutas industrializadas.

Tabela 01 - Valores médios \pm desvio padrão das análises físico-químicas das frutas cristalizadas comercializadas.

Amostras	Umidade (%)	Aw	pH	Acidez (g/100g)	Sólidos Solúveis (°Brix)
C1	27.5 \pm 0.50 ^{ac}	0.828 \pm 0.01 ^a	3.98 \pm 0.02 ^a	1.60 \pm 2.08 ^a	6.70 \pm 0.20 ^a
C2	27.0 \pm 0.00 ^{ac}	0.732 \pm 0.00 ^b	3.66 \pm 0.05 ^b	0.400 \pm 0.00 ^a	7.35 \pm 0.15 ^b
C3	20.5 \pm 0.50 ^b	0.713 \pm 0.01 ^{bc}	5.39 \pm 0.02 ^c	0.900 \pm 0.00 ^a	7.40 \pm 0.20 ^b
C4	26.5 \pm 0.50 ^a	0.694 \pm 0.00 ^c	3.74 \pm 0.00 ^d	0.400 \pm 0.00 ^a	7.30 \pm 0.20 ^b
C5	28.0 \pm 0.00 ^c	0.716 \pm 0.00 ^{bc}	4.26 \pm 0.02 ^c	0.400 \pm 0.00 ^a	7.00 \pm 0.10 ^a

^{a-c} Letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se, nas características físico-químicas, que há diferenças significativas ($p < 0,05$) na umidade das frutas cristalizadas comercializadas, sendo a C3 a única de acordo com a legislação vigente. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005) os valores de umidade para este produto devem ser inferiores a 25% para que haja a inibição de microrganismos deteriorantes, o que não acontece com as demais amostras. Além de se tratarem de marcas diferentes os dados sugerem que a absorção ocorra durante a distribuição e o armazenamento do produto, já que são vendidas a granel e armazenadas posteriormente em embalagens de polietileno tereftalato (PET) com tampa articulada. Esta embalagem, de acordo com Pereira et al (2003), consegue manter os atributos sensoriais e físico-químicos dos alimentos, reforçando a hipótese de que, ao mesmo tempo em que a desidratação reduz a disponibilidade de água presente no alimento, torna-o mais higroscópico (BORGES e VIDAL, 1994). Já os resultados obtidos na atividade de água demonstram uma Aw intermediária, prevista para esse tipo de alimento (BATISTA et al, 2014; CÂMARA et al, 2019), proporcionando certa estabilidade microbiológica ao produto.

Valores com pH inferiores a 4,5 são considerados como fatores inibidores do crescimento de microrganismos (HEVARTIN, 2009), devido a isto possuem um efeito seletivo sobre o desenvolvimento da microbiota (FRANCO; LANDGRAF, 2003). Deste modo, ao analisarmos as amostras, apenas a C3 está propensa ao desenvolvimento bacteriano, enquanto às demais ficam sujeitas ao crescimento de bolores e leveduras que, com o tempo, favorecem sua deterioração. Quanto a acidez, que é um indicador da quantidade de ácidos orgânicos presentes nos alimentos, não houve diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as amostras, eles são responsáveis por agregar características sensoriais tais como cor e sabor (CECCHI, 2003; GUIMARÃES, 2014). Resultados semelhantes foram encontrados por Brandão et al (2003), Lima et al (2004) e Monteiro et al (2020) em estudos sobre frutas que passaram por desidratação osmótica seguida de secagem.

O teor de sólidos solúveis presentes nos alimentos indica a quantidade de

açúcares ali disponíveis. Os resultados variaram entre 6,7° Brix e 7,4° Brix. Por se tratar de frutas desidratadas osmoticamente por adição de açúcar se esperava era uma maior concentração em sua composição, principalmente se comparadas com frutas *in natura*, uma vez que Guimarães (2014) e Brandão et al (2003) encontraram resultados de 5,46 e 16,0° Brix respectivamente. No entanto Campo et al (2014) enfatiza que a perda de água associada ao baixo ganho de sólidos solúveis é o ideal, pois não altera as propriedades sensoriais do produto.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FRUTAS CRISTALIZADAS ELABORADAS

Tabela 02 - Valores médios \pm desvio padrão das análises físico-químicas das frutas cristalizadas elaboradas.

Amostras	Umidade (%)	Aw	pH	Acidez (g/100g)	Sólidos Solúveis (°Brix)
Ab M*	12.5 \pm 0.50 ^a	0.729 \pm 0.00 ^a	4.35 \pm 0.02 ^a	0.90 \pm 0.00 ^a	8.35 \pm 0.05 ^a
Ab V	13.0 \pm 0.00 ^a	0.669 \pm 0.00 ^b	3.95 \pm 0.00 ^b	5.30 \pm 0.00 ^b	8.00 \pm 0.10 ^b
Bn M	12.5 \pm 0.50 ^a	0.522 \pm 0.00 ^a	4.82 \pm 0.00 ^a	5.80 \pm 0.00 ^a	3.85 \pm 0.15 ^a
Bn V	13.5 \pm 0.50 ^a	0.519 \pm 0.01 ^a	4.45 \pm 0.00 ^b	2.90 \pm 0.00 ^b	3.55 \pm 0.15 ^b
Lr M	12.5 \pm 0.50 ^a	0.771 \pm 0.00 ^a	4.33 \pm 0.01 ^a	1.40 \pm 0.00 ^a	8.05 \pm 0.05 ^a
Lr V	13.0 \pm 0.00 ^a	0.685 \pm 0.00 ^b	4.14 \pm 0.00 ^b	6.20 \pm 0.00 ^b	7.60 \pm 0.10 ^b
Mg M	9.00 \pm 0.00 ^a	0.484 \pm 0.00 ^a	4.61 \pm 0.02 ^a	0.65 \pm 0.25 ^a	8.95 \pm 0.15 ^a
Mg V	14.0 \pm 0.00 ^b	0.753 \pm 0.00 ^b	3.31 \pm 0.00 ^b	5.80 \pm 0.00 ^b	5.95 \pm 0.15 ^b
Mm M	10.5 \pm 0.50 ^a	0.826 \pm 6.00 ^a	4.74 \pm 0.02 ^a	0.90 \pm 0.00 ^a	7.85 \pm 0.05 ^a
Mm V	17.5 \pm 0.50 ^b	0.853 \pm 7.50 ^b	5.01 \pm 0.02 ^b	0.90 \pm 0.00 ^a	8.50 \pm 0.10 ^b

^{a-b} Letras iguais no mesmo grupo de frutas, por coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

* As Frutas foram codificadas com a Letra M de madura e V de verde, correspondendo Ab (abacaxi), Bn (banana), Lr (laranja), Mg (manga), Mm (mamão).

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à umidade das frutas elaboradas apenas a manga e o mamão diferem significativamente ($<0,05$) entre si, de acordo com o grau de maturação. Todas as amostras estão abaixo dos 25% exigidos pela ANVISA. Além da secagem ter sido realizada em estufa com circulação de ar, o armazenamento foi realizado logo após a produção, evitando que as frutas entrassem em contato excessivo com o ar e absorvessem umidade através de sua higroscopicidade. Este resultado, juntamente com a Aw intermediária obtida, inibem o desenvolvimento de microrganismos patogênicos.

A concentração dos ácidos advém do processo de secagem e implica em alterações sensoriais desejáveis ao produto (MONTEIRO et al, 2020). Pode-se perceber que as frutas maduras possuem o pH mais elevado, com exceção do Mm. Esse resultado se inverte na Acidez, onde as frutas verdes terão os maiores valores; segundo Adriano, Leonel e Evangelista (2011) o aumento do pH e a diminuição da acidez estão diretamente interligados, isto ocorre devido ao estágio de maturação, sendo a Bn uma exceção. Diversos estudos, entre eles os de Siqueira (2014), Carvalho (1989) e Sarmiento (2012), trazem a informação de que a banana atinge o seu nível máximo de acidez em frutos completamente maduros e declinam apenas quando atingem a senescência. Esse fato é explicado por Neris et al (2018), devido ser uma fruta climatérica, após a colheita, a banana continua passando por diversas transformações bioquímicas proporcionadas pela respiração. Se tratando dos teores de sólidos solúveis todas as amostras apresentaram diferenças significativas ($<0,05$), prevalecendo nas frutas maduras os maiores valores. A

degradação do amido e a síntese dos açúcares solúveis são características intrínsecas do processo de amadurecimento (SARMENTO, 2012; SIQUEIRA, 2014), o que explica os resultados obtidos.

3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICA

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através Instrução Normativa nº 60, regulamentou padrões microbiológicos para alimentos. Com relação às Frutas Cristalizadas estabeleceu valores < 4 UFC/g para Bolores e Leveduras; < 2 UFC/g para *Escherichia coli* e ausência de *Salmonella* spp. em 25g da amostra do produto (BRASIL, 2019).

Na Tabela 03 e Tabela 04 se encontram os resultados do controle microbiológico averiguados nas frutas cristalizadas industrializadas e artesanais. Como pode ser observado abaixo as análises foram satisfatórias, estando 100% das amostras dentro dos padrões exigidos.

Tabela 03 - Valores médios \pm desvio padrão das análises microbiológicas em frutas cristalizadas comercializadas.

Amostras	Contagem de Bolores e Leveduras (LOG UFC/g)
C1	1.00 \pm 1.73 ^a
C2	1.98 \pm 1.79 ^a
C3	2.57 \pm 2.23 ^a
C4	< 2
C5	< 2

^a Letras iguais, por coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 04 - Valores médios \pm desvio padrão das análises microbiológicas em frutas cristalizadas elaboradas.

Amostras*	Contagem de Bolores e Leveduras (LOG UFC/g)
Ab M*	0.667 \pm 1.15 ^a
Ab V	< 2
Bn M	< 2
Bn V	0.767 \pm 1.33 ^a
Lr M	< 2
Lr V	0.767 \pm 1.33 ^a
Mg M	2.28 \pm 1.98 ^a
Mg V	< 2
Mm M	1.06 \pm 1.83 ^a
Mm V	0.667 \pm 1.15 ^a

* As Frutas foram codificadas com a Letra M de madura e V de verde, correspondendo Ab (abacaxi), Bn (banana), Lr (laranja), Mg (manga), Mm (mamão).

^a Letras iguais no mesmo grupo de frutas, por coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Alguns microrganismos são utilizados para avaliar a qualidade microbiológica dos alimentos, conhecidos como microrganismos indicadores, estes revelam a origem da contaminação e quais os patógenos que podem estar presentes (FRANCO e LANDGRAF, 2003). A ausência de *Escherichia coli*, que é um microrganismo indicador, e *salmonella* spp. aponta condições higiênico-sanitárias adequadas, isto significa que foram atendidas

as boas práticas de fabricação. A presença de bolores e leveduras, ainda que em níveis aceitáveis, está relacionada ao baixo pH, à Aw e ao teor de umidade das amostras. Os resultados apresentados na Tabela 03 e 04 indicam que o crescimento desses microrganismos nas frutas elaboradas foi menor se comparadas às frutas comercializadas, consequentemente estas detinham maior umidade (Tabela 01). Franco e Landgraf, (2003) enfatiza que a baixa atividade de água associada aos alimentos ácidos favorece o crescimento destes microrganismos, que estão associados a deterioração de alimentos com umidade intermediária. A pesquisa da contagem de bolores e leveduras se justifica pelo risco relacionado a presença de micotoxinas, compostos tóxicos produzidos pelos bolores, que, quando presentes, representam um agravo eminente à saúde pública (HERVARTIN, 2009).

O Nordeste é um grande produtor de frutas que não são comumente encontradas cristalizadas nos supermercados, a produção dessas frutas não convencionais, tais como banana, goiaba, abacaxi, caju e manga, configura-se como uma alternativa viável e segura aos produtores locais, pois agregaria valor ao seu produto. Estudos realizados por Sousa et al. (2003), Landim (2016), Rodrigues (2016), Aragão et al. (2017) e Silva e Pedro (2018), corroboram o uso da desidratação osmótica como alternativa eficaz para a conservação destes alimentos, como foi possível observar no presente estudo.

CONCLUSÃO

Foi possível observar que a desidratação osmótica seguida de secagem é uma alternativa viável para a conservação e comercialização de alimentos, pois consegue manter suas características físico-químicas e sensoriais ao mesmo tempo em que dá a estabilidade microbiológica necessária para o armazenamento prolongado e consumo seguro. É o controle físico-químico atrelado às boas práticas de fabricação que resultarão diretamente na qualidade microbiológica do produto, podendo inibir ou favorecer o crescimento de microrganismos. Devemos atentar, também, ao cuidado durante o armazenamento para que não haja absorção de umidade devido a higroscopicidade que o produto possui e, consequentemente, o desenvolvimento indesejado de microrganismos. Quanto a elaboração das frutas osmoticamente desidratadas o grau de maturação do produto utilizado deve ser observado. As frutas maduras tiveram a textura aquém do esperado, dissolvendo-se facilmente nas concentrações de soluto durante o cozimento, sendo consideradas impróprias para a comercialização.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, E; LEONEL, S; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP. Volume Especial, E, p. 541-545, out., 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/ZctcGsP8w485RmzVN64j89R/abstract/?lang=pt> Acesso: 30 nov. 2021.
- AGÊNCIA BRASIL. **Brasileiro aumentou consumo de frutas, hortaliças e feijão na pandemia, aponta estudo**. 2020. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Hortifruti/noticia/2020/08/brasileiro-aumentou-consumo-de-frutas-hortalicas-e-feijao-na-pandemia-aponta-estudo.html>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- ANDRADE, Paulo Fernandes Souza. **Fruticultura: Análise da Conjuntura**. Departamento de Economia Rural – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Governo do Estado do Paraná. 2020. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf. Acesso: 16 ago. 2021.
- APHA. **American Public Helth Association. Compendium of methods for microbiological examinaton of foods**. 4. ed. Washingyton, 2001. p.515-516.
- ARAGÃO, P.P. et al. Avaliação do potencial de utilização de pré-tratamento osmótico na produção de manga desidratada. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 9, n. 4, p.161-173, 2017.
- BATISTA, D. V. S, et al. Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.10, p.1886-1892, out, 2014.
- BORGES, S. V; CAL-VIDAL, J. Análise higroscópica e microestrutural de frutas desidratadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.815-821, mai, 1994.
- BRANDÃO, M. C. C, et al. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 set. 2005
- CÂMARA, G. B, et al. Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da *Moringa oleifera* Lam secas e *in natura*. **Research, Society And**

Development, Itajuba, v. 8, n. 11, p. 1-17, ago. 2019. Disponível em: <https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/1450>. Acesso em: 20 out. 2019.

CAMPO, C, et al. Desidratação osmótica de morangos cv. aromas. *In*: Congresso brasileiro de engenharia química, XX, 2014, Florianópolis, **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. São Paulo: Blucher, 2015. p. 1-8.

CARVALHO, H. A. Qualidade da banana prata ‘prata’ previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada: acidez, sólidos solúveis e taninos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 24, n. 5, p.495-501, 1989.

CASTRO, D. S, et al. Influência da temperatura no processo de desidratação osmótica de pedaços de goiaba. **Revista Geintec**, São Cristóvão, v. 4, n. 5, p. 1413-1423, 2014. Disponível em: <http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/405>. Acesso em: 20 out. 2019. DOI 10.7198/S2237-0722201400050010

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

DITCHFIELD, C. **Estudo dos métodos para a medida da atividade de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 01. 2000.

FERREIRA, M.D. **Redução nas perdas pós-colheita em frutas e hortaliças**. Um grande desafio. *In*: RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, F. D. (Org.). Agricultura Irrigada: Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável, 1 ed. Fortaleza, 2018.

FERREIRA, Zenaide Rodrigues; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira. Irrigação pública e fruticultura no Semiárido. **Revista Política Agrícola**. ano XXX, n. 1, p. 34-50, jan.-fev.-mar./2021. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1595/pdf> Acesso em: 16 ago. 2021.

FRANCO B.D.G.M; LANDGRAF M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu; 2003.182 p.

GAMA, M. **Só 40% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças todos os dias**. Folha de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/10/1927705-so-40-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-todo-dia.shtml> . Acesso em: 20 mar. 2018

GOMES, et al. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 3, n. 3, p.212-226, set-dez/2007. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/032007/artigo8.pdf> . Acesso em: 25 mar. 2020.

GUIMARÃES, A, et al. Qualidade físicas e químicas de morango passa em diferentes embalagens. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 306-316, jul./ago. 2014.

HERVATIN, H. L. **Avaliação microbiológica e físico-química do pólen apícola in natura e desidratado sob diferentes temperaturas**. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2009.

HUHN, S. **Cristalização de frutas: Recomendações básicas**. Embrapa, v 40, out, p.1-5, 1998. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/375231/cristalizacao-de-frutas>. Acesso em: 03 abr. 2020.

INSTITUTO ADOLPHO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Guanabara Dois, 1985. 2005

KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de frutas cristalizadas**. Embrapa. Documento 207. Editora Técnica, Pelotas, 2007.

LANDIM, A. P. M. **Desidratação osmótica de banana utilizando soluções de frutooligosacarídeos e xarope de milho em diferentes temperaturas**. Seropédica, 2016. 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

LIMA, A. S, et al. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.26, n. 1, abr., p. 107-109, 2004

MONTEIRO, S.S, et al. Desidratação osmótica de fatias de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Verde** v.15, n.2, abr.-jun., p.183-192, 2020. DOI: 10.18378/rvads.v15i2.7811

NERIS, T. S, et al. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa* spp.) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. **Ciência e Sustentabilidade**, Juazeiro do Norte v. 4, n.1, p. 5-21, jan. – jun., 2018 I ISSN 2447-4606

PEREIRA, L. M et al. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e tecnologia dos alimentos**, Campinas, v. 23, n. 03, p. 427-433, set. /dez. 2003.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: review. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 2, p. 311-319, 2001.

RODRIGUES, L. B. A. **Análises microbiológicas de caju desidratados pelo calor e ação osmótica ao longo do armazenamento**. Natal, 2016. 49p. Monografia (TCC) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SARMENTO, C. A. R. **Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana princesa utilizando biofilme**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Produção de Agroecossistemas da Universidade Federal do Sergipe. São Cristóvão. Sergipe, 2012.

SILVA, A. S; PEDRO, M. A. M. **Estudo da influência da desidratação osmótica na secagem de fatias de abacaxi**. Disponível em: <http://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/100/80>. Acesso: 20 jun. 2019.

- SIQUEIRA, M. S. B. **Caracterização da qualidade de banana prata-anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada**. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2014/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Manuela.pdf Acesso: 30 nov. 2021
- SOUSA, P. H. M. et al. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.25, n.3, Jaboticabal, dec. 2003.
- SOUZA NETO, M. A. de et al. **Desidratação osmótica da manga seguida de secagem convencional: Avaliação das variáveis do processo**. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set. /out., 2005.
- VIDAL, Fátima. **Fruticultura na área de atuação do bnb: produção, mercado e perspectivas**. Caderno Setorial ETENE. Banco do Nordeste. Ano 5, nº 136. Out 2020. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/390> Acesso em: 16 ago. 2021.
- VIDAL, M. F; XIMENES, L. J. F. **Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização**. v. 1, n. 2, out., p. 18-26, 2016.
- YADAV, A. K; SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n.9, p. 1654-1673, fev. 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4152536/>. Acesso em: 20 out. 2019. DOI 10.1007 / s13197-012-0659-2