

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

BEATRIS CAMPARA

**USO DE ADITIVOS NA REDUÇÃO DO ESCURECIMENTO DE CONSERVAS DE
CEBOLA BRANCA E SUA ESTABILIDADE**

DISSERTAÇÃO

FRANCISCO BELTRÃO

2021

BEATRIS CAMPARA

**USO DE ADITIVOS NA REDUÇÃO DO ESCURECIMENTO DE CONSERVAS DE
CEBOLA BRANCA E SUA ESTABILIDADE**

**USE OF ADDITIVES TO REDUCE THE BROWNING OF WHITE ONION
PRESERVES AND THEIR STABILITY**

Dissertação de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Francisco Beltrão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de alimentos.

Orientador(a): Prof. Dr. Luciano Lucchetta

Coorientador(a): Prof.^a Dr.^a Ana Paula de Oliveira Schmitz.

FRANCISCO BELTRÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Londrina



BEATRIS CAMPARA

USO DE ADITIVOS NA REDUÇÃO DO ESCURECIMENTO DE CONSERVAS DE CEBOLA BRANCA E SUA ESTABILIDADE

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 14 de Maio de 2021

Prof Luciano Lucchetta, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Cleusa Ines Weber, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Marcio Roggia Zanuzo, Doutorado - Universidade Federal de Mato Grosso (Ufmt)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 14/05/2021.

Dedico este trabalho a minha mãe, Lourdes Campara
(*in memoriam*), primeiro abrigo, primeiro amor e
primeira mestra de tantos ensinamentos preciosos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e plena saúde.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Lucchetta, por me conduzir pelos caminhos desta pesquisa com ensinamentos, conselhos, paciência, experiência, dedicação e disponibilidade em todos os momentos. Agradeço por sempre acreditar em mim.

À minha co-orientadora, Prof^a. Dra. Ana Paula de Oliveira Schmitz, por estar sempre presente em todos os momentos de maior dificuldade, por acolher todas as dúvidas e incertezas transformando-as em ensinamento e impulsionando a seguir em frente. Agradeço a paciência, dedicação e empenho. Por me inspirar a não desistir.

Às Professoras Dra. Sheila Oro e Dra. Cláudia Eugênia Castro Bravo pela ajuda e contribuição.

À aluna de Iniciação Científica Patrícia Dall Agnol, pela dedicação, empenho e disponibilidade em contribuir na pesquisa.

À todos os docentes do Curso.

A todos os colegas do curso, pela oportunidade de trocar experiências e apoio constante e em especial aos amigos da turma 2018/2 Mariana, Fabiane, Ana, Gustavo, Marlon, Thiago.

Aos meus pais, Lourdes Campara (*in memoriam*) e José Campara Neto por todos os ensinamentos, pelo amor e incentivo que recebi durante toda minha vida, fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Aos meus irmãos Adelmor e Oneide, pela presença amiga, por estarem sempre do meu lado me apoiando, incentivando e sempre estendendo a mão nos momentos de necessidade.

Ao meu esposo Emersom, gratidão imensa pelo apoio, pelo carinho e por sempre acreditar em minha capacidade de ir além. Por entender as angústias e ausências em tantos momentos desta trajetória.

À minha filha Ana Beatriz, pelo brilho que derrama em minha vida, pelo amor que dela recebo todos os dias, pelo abraço apertado, por compreender minhas ausências com tanta maturidade.

A todos os amigos e familiares, por me incentivarem a continuar e enviarem boas vibrações e orações me dando forças para a caminhada, em especial aos

cunhados Márcio e Elizandra por me receberem em sua casa com tanto carinho durante o período de aulas.

À Cantu Agroindustrial Ltda pelo apoio incondicional recebido em todos os momentos. Agradeço imensamente ao meu gerente Ivonei J. Perin pelo apoio, compreensão e incentivo durante o período do mestrado. Agradeço a todos os colegas da linha de produção por auxiliar na realização dos testes, por me ouvirem e opinarem sobre o assunto, compartilhando experiências. Agradecimento especial a Lorenzo Santilan pelo total disponibilidade e zelo no preparo das formulações e auxílio nos testes.

Ao PPGTAL e UTFPR.

Aos professores membros da banca, Prof^a. Dra. Cleusa Weber e Prof. Dr. Márcio Roggia Zanuzo, que desde a qualificação muito contribuíram, por toda a experiência e tempo dispensados a este trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

CAMPARA, Beatris. **Uso de aditivos na redução do escurecimento de conservas de cebola branca e sua estabilidade.** 2021. 82 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2021.

Cebolas em conserva produzidas em escala industrial sofrem alterações de cor e formações de precipitado na calda o que influencia negativamente na aceitação do consumidor. Entre as estratégias para inibir estas alterações, pode-se adicionar na formulação da calda de cobertura (salmoura), ingredientes ou aditivos químicos com diferentes funções tecnológicas. Diante disso, este estudo buscou avaliar a influência dos aditivos químicos sorbato de potássio, benzoato de sódio e metabissulfito de sódio, utilizados em conjunto na formulação da calda de cobertura de conservas de cebola branca. Além destes aditivos, também foi testada a adição de ácido cítrico a formulação da calda. Na primeira etapa do estudo, partiu-se de uma salmoura base para todos os testes, contendo vinagre, água, cloreto de sódio e açúcar cristal, analisando-se os parâmetros físico-químicos pH, acidez total, teor de sódio, sólidos solúveis e vácuo. As conservas de cebola foram avaliadas aos 20 e 240 dias de armazenamento. As formulações contendo os aditivos químicos sorbato de potássio, benzoato de sódio e metabissulfito de sódio não apresentaram formação de precipitados, atribuídos à presença de fungos. No entanto, ocorreu escurecimento da salmoura e das cebolas durante o período de armazenamento, indicando não ser adequado o uso concomitante dos três aditivos. As formulações sem adição de metabissulfito de sódio apresentaram rápido escurecimento dos bulbos de cebola e da calda durante o armazenamento, indicando a relevância da presença deste aditivo na formulação. A adição de ácido cítrico (0,50 mg L⁻¹), manteve o pH da salmoura mais baixo, mostrando-se eficaz o impedimento do escurecimento da calda, formação de manchas e precipitados. Em uma segunda etapa do estudo, buscou-se avaliar estatisticamente os efeitos de diferentes dosagens de ácido cítrico e sorbato de potássio. Para tanto, foram realizados ensaios com 9 formulações distintas, sendo avaliados ao longo do tempo de armazenamento (0, 45, 90 e 145 dias) os parâmetros pH, acidez, cor, compostos fenólicos, sólidos solúveis e contagem de fungos. Na análise dos componentes principais (CP), os testes com diferentes dosagens de sorbato de potássio e ácido cítrico, demonstraram que as variáveis pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos tiveram correlação entre si, compondo a CP1, enquanto que, as variáveis sólidos solúveis e contagem de fungos compuseram a CP2. Na análise multivariada de variância, foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre as médias para o tempo de armazenamento e a formulação. Pelo teste de Tukey, sugere-se diferença significativa principalmente entre os tempos de armazenamento avaliados e algumas formulações para as variáveis pH, acidez e sólidos solúveis. As formulações com maiores teores de ácido cítrico (1 mg L⁻¹) combinadas com adição de metabissulfito de sódio e sorbato de potássio, apresentaram os melhores resultados na manutenção de coloração e inibição de aparecimento de precipitados.

Palavras-chave: Cebolas. Salmoura. Microrganismo. Escurecimento. Ácido Cítrico.

ABSTRACT

CAMPARA, Beatris. **Use of additives to reduce the browning of white onion preserves and their stability**. 2021. 82 p. Dissertation (Master in Food Technology) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2021.

Canned onions produced on an industrial scale undergo color changes and precipitate formation in the syrup, which influences negatively consumer acceptance. Among the strategies to inhibit these changes, it is possible to add chemical ingredients or additives with different technological functions in the covering syrup formulation (brine). Therefore, this study sought to evaluate the influence of the chemical additives potassium sorbate, sodium benzoate, and sodium metabisulfite used together in the formulation of the covering syrup for canned white onion. In addition to these additives, the addition of citric acid to the syrup formulation was also tested. In the first stage of the study, a base brine was used for all tests. It had vinegar, water, sodium chloride, and crystal sugar to investigate the physical-chemical parameters pH, total acidity, sodium content, soluble solids, and vacuum. The onion preserves were evaluated at 20 and 240 days of storage. The formulations containing the chemical additives potassium sorbate, sodium benzoate, and sodium metabisulfite did not show any formation of precipitates ascribed to the presence of fungi. However, there was a browning of the brine and onions during the storage period, indicating that the concomitant use of the three additives was not appropriate. The formulations without the addition of sodium metabisulfite showed rapid browning of the onion bulbs and the syrup during storage, indicating the relevance of the presence of this additive in the formulation. The addition of citric acid (0.50 mg L⁻¹) kept the pH of the brine lower, being effective in preventing the syrup darkening, the formation of stains, and precipitates. In the second stage of the study, we sought to statistically evaluate the effects of different dosages of citric acid and potassium sorbate. For that, tests were carried out with 9 different formulations, being evaluated along the storage time (0, 45, 90, and 145 days) the parameters pH, acidity, color, phenolic compounds, soluble solids, and fungus count. In the analysis of the principal components (CP), tests with different dosages of potassium sorbate and citric acid showed that the variables pH, acidity, ΔE^* , and phenolic compounds were correlated with each other, composing the CP1, while the variables soluble solids and fungus count made up CP2. In the multivariate analysis of variance, a statistically significant difference ($p < 0.05$) was observed between the means for storage time and formulation. By Tukey's test, a significant difference is suggested mainly between the storage times evaluated and some formulations for pH, acidity, and soluble solids variables. The formulations with higher levels of citric acid (1 mg L⁻¹) combined with the addition of sodium metabisulfite and potassium sorbate showed the best results to keep color and to prevent the appearance of precipitates.

Keywords: Onions. Brine. Microorganism. Darkening. Citric acid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de fabricação das cebolas em conserva.....	32
Figura 2 – Amostras de cebolas <i>in natura</i> submetidas a análise microbiológica de contagem de fungos.....	48
Figura 3 – Conservas de cebolas processadas com diferentes aditivos químicos na salmoura, armazenadas por 20 dias.....	55
Figura 4 – Conservas de cebolas processadas com diferentes aditivos químicos na salmoura, armazenadas por 240 dias.....	56
Figura 5 – Autovalores em função do número de componentes principais obtidas por meio da análise dos componentes principais dos dados obtidos no Experimento 2	60
Figura 6 – Contribuição das variáveis da componente principal 1 (CP1) na análise de dados obtidos no Experimento 2.....	61
Figura 7 – Contribuição das variáveis da componente principal 2 (CP2)na análise de dados obtidos no Experimento 2.....	61
Figura 8 – Gráfico bidimensional (Biplot) da CP1 e CP2 obtidas pela ACP das variáveis explicativas como vetores e indivíduos (marcações para os diferentes tempos).....	63
Figura 9 – Avaliação da distribuição dos resíduos para as variáveis físico-químicas e microbiológicas realizadas no Experimento 2	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes das cebolas de acordo com o diâmetro transversal do bulbo.....	23
Tabela 2 - Composição nutricional da cebola média (148g) e porcentagem (%) do valor diário para uma dieta de 2000 kcal.....	25
Tabela 3 - Formulações empregadas no Experimento 1 para o preparo das conservas de cebola branca.....	38
Tabela 4 - Formulações empregadas no Experimento 2 para o preparo das conservas de cebola branca.....	39
Tabela 5 - Caracterização físico –química e microbiológica da cebola <i>in natura</i>	46
Tabela 6 - Análise físico-química da salmoura base e demais formulações avaliadas no Experimento 1 para diferentes tempos de armazenamento.....	49
Tabela 7 - Análise de variância para os parâmetros físico-químicos avaliados no Experimento 1 em função da variação do tempo de armazenamento e diferentes formulações.....	50
Tabela 8 - Comparação das médias dos valores de pH em função da variação da formulação.....	51
Tabela 9 - Comparação das médias dos valores de acidez, pH e concentração de sódio em função da variação do tempo de armazenamento.....	52
Tabela 10 - Registro das alterações visuais ao longo do tempo de armazenamento das conservas preparadas com diferentes formulações.....	53
Tabela 11 - Dados experimentais obtidos através do Experimento 2, com avaliação do efeito de diferentes formulações da calda das conservas de cebola tradicional sob diferentes parâmetros físico-químicos e microbiológicos ao longo do tempo.....	57
Tabela 12 - .Estimativa dos autovalores e porcentagens acumuladas da variância total, obtidas por meio da análise dos componentes principais dos dados obtidos no Experimento 2.....	60
Tabela 13 - Coeficientes de ponderação das componentes principais e coeficientes de correlações correspondentes.....	62
Tabela 14 - Matriz correlação de Spearman para as variáveis físico-químicas e microbiológicas avaliadas no Experimento 2.....	64

Tabela 15 - Avaliação dos pressupostos da Manova para os dados das variáveis físico-químicas e microbiológicas avaliadas no Experimento 2.....	66
Tabela 16 - Teste de igualdade dos vetores de médias de acordo com os tempos de armazenamento e formulações avaliadas.....	66
Tabela 17 - Composição da médias pelo teste de Tukey para as variáveis físico-químicas e microbiológicas realizadas no Experimento 2, observadas para os diferentes tempos de armazenamento e formulações.....	68

LISTA DE SIGLAS

CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
POD	Peroxidase
PPO	Polifenoloxidase
PIB	Produto Interno Bruto
pH	Potencial Hidrogênico
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
NaCl	Cloreto de Sódio
UFC	Unidade Formadora de Colônias
mEq	Miliequivalente
CP1	Componente Principal 1
CP2	Componente Principal 2
MANOVA	Análise Multivariada de Variância
ANOVA	Análise de Variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 INDUSTRIALIZAÇÃO DE VEGETAIS	19
3.2 CEBOLA	21
3.2.1 Origem e Produção	21
3.2.2 Cultivo	22
3.2.3 Classificação para Comercialização	23
3.2.4 Composição da Cebola e Parâmetros Físico-Químicos de Influência na Qualidade	24
3.2.5 Teor de Sólidos Solúveis	25
3.2.6 Acidez Total	26
3.2.7 Compostos Fenólicos	26
3.2.8 Cor	27
3.2.9 pH	28
3.3 PRODUÇÃO DE CONSERVAS VEGETAIS	28
3.4 ADITIVOS QUÍMICOS	33
3.4.1 Sorbato de Potássio	34
3.4.2 Benzoato de Sódio	34
3.4.3 Metabissulfito de Sódio	34
3.4.4 Ácido Cítrico	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	37
4.2 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRESENÇA DE DIFERENTES ADITIVOS QUÍMICOS NAS CONSERVAS DE CEBOLAS	37
4.3 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE DIFERENTES DOSAGENS DE SORBATO DE POTÁSSIO E ÁCIDO CÍTRICO NAS CONSERVAS DE CEBOLAS	38
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS	39
4.4.1 pH	40

4.4.2 Acidez Total	40
4.4.3 Sólidos Solúveis.....	40
4.4.4 Índice de Sódio	40
4.4.5 Teste de Vácuo.....	41
4.4.6 Cor	41
4.4.7 Compostos Fenólicos	41
4.4.8 Contagem Total de Fungos	42
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
4.5.1 Análise Estatística dos Dados Obtidos a Partir do Experimento 1	43
4.5.2 Análise Estatística dos Dados Obtidos a Partir do Experimento 2	43
4.5.2.1 Análise dos Componentes Principais.....	43
4.5.2.2 Análise por Correlação de Sperman	44
4.4.2.3 Análise de Multivariada de Variância.....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	46
5.2 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRESENÇA DE DIFERENTES ADITIVOS QUÍMICOS NAS CONSERVAS DE CEBOLAS.....	48
5.3 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE DIFERENTES DOSAGENS DE SORBATO DE POTÁSSIO E ÁCIDO CÍTRICO NAS CONSERVAS DE CEBOLAS	57
5.3.1 Análise de Componentes Principais	59
5.3.2 Análise por Correlação de Spearman	64
5.3.3 Análise Multivariada de Variância.....	65
6 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é cultivada em cerca de 175 países, adaptada a temperaturas tropicais e subtropicais. No Brasil, a produção de cebolas concentra-se nas regiões nordeste, centro oeste, sudeste e sul (IBGE, 2017). A cebola destaca-se ao lado da batata e do tomate como as olerícolas economicamente mais importantes em função do volume produzido e também pela renda gerada (COPERCITRUS, 2012). O cultivo é realizado tanto por pequenos agricultores, que utilizam a mão de obra familiar quanto como atividade empresarial em grandes propriedades, gerando empregos e renda de forma direta e indireta.

A cebola é utilizada normalmente como condimento, para dar sabor aos mais variados tipos de pratos e saladas em todas as cozinhas do mundo. Além disso, as cebolas podem ser processadas em forma de pastas, conservas, óleos essenciais, minimamente processadas, flocos ou em pó (BOTREL, 2012).

Na comercialização, o mercado consumidor absorve com facilidade as cebolas de tamanho médio e grande. As cebolas menores, que no processo de separação são chamadas de caixa 1, não tem boa aceitação nas cozinhas domésticas e/ou restaurantes. Assim, essas cebolas menores, pelo seu diâmetro apropriado e baixo custo tornam-se matéria prima para a produção de conservas (COPERCITROS, 2012). Esse aproveitamento das cebolas de tamanho reduzido torna-se interessante do ponto de vista comercial e contribui para a redução de desperdícios de produtos agrícolas e agregação de valor para o produtor e indústria.

A cebola em conserva é um alimento acidificado artificialmente e tradicionalmente é obtido com o uso de líquidos ácidos à base de vinagre, proporcionando-lhes um sabor acético peculiar em função do ácido acético presente (MATOS *et al.*, 2019). O pH de equilíbrio deve ser igual ou inferior a 4,5 no produto final, devendo ser submetida ao tratamento térmico de pasteurização para sua conservação (BRASIL, 2002). Além do vinagre, para conservação e formação de sabor, adiciona-se cloreto de sódio e açúcar cristal. Buscando obter uma cebola branca em conserva com coloração adequada e estabilidade durante a vida de prateleira, as indústrias produtoras utilizam agentes químicos como sorbato de potássio, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e ácido cítrico, atuando como conservantes contra deteriorações por microrganismos (BRASIL, 2002; JAY, 2005) e

também para inibir atividade de enzimas causadoras de escurecimento enzimático como as polifenoloxidasas (PPOs) (MOON *et al.*, 2020).

Porém, mesmo contando com esses aditivos adicionados no líquido de cobertura das conservas de cebolas branca, as indústrias encontram dificuldade em manter a aparência ideal em relação a cor após determinado período de fabricação. Dentre os aspectos mais relevantes observados como alterações de qualidade nas cebolas brancas em conserva, podem-se citar as características visuais como cor escura, manchas amarelas e formação de precipitados causando devoluções e descarte de produtos.

A aparência visual dos alimentos geralmente determina se o item é selecionado para compra ou consumo, sendo utilizada como medida de qualidade e valor econômico e indicador de degradação biológica ou físico-química, dentre outras características de qualidade (TAUB; SINGH, 1997). Considerando que as cebolas em conserva são comercializadas em embalagens de vidro transparentes, a cor do produto e da calda destaca-se na gôndola e acabam causando atração ou rejeição pelo consumidor no momento da compra.

Dentre as principais causas apontadas para os problemas citados, sugere-se a ocorrência de interação negativa entre os conservantes quando aplicados em conjunto no líquido de cobertura e a presença de contaminações por fungos (bolores e leveduras) através da matéria prima. Também estão envolvidas reações de escurecimento que requerem a presença de oxigênio, compostos fenólicos e polifenoloxidasas (PPOs), levando à formação de pigmentos escuros (GORINSTEIN, 2008; OETTERER, 2006).

As indústrias produtoras de conserva, de maneira geral, utilizam formulação padrão contendo sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$), benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$) e metabissulfito de sódio ($Na_2S_2O_5$) além dos aditivos condimentares vinagre, cloreto de sódio e açúcar.

Buscando avaliar a influência de cada aditivo químico na redução de escurecimento e formação de precipitados nas conservas de cebolas, foram realizados testes preliminares com presença/ausência de sorbato de potássio, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e ácido cítrico.

Como continuidade, o estudo busca também avaliar a efetividade da utilização do ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) como incremento desta formulação padrão em

diferentes combinações com sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$), a fim minimizar as alterações visuais na conserva de cebolas branca.

Para tanto, foi realizada a caracterização físico-química das caldas, cebolas *in natura* e das conservas. A análise microbiológica de fungos (bolores e leveduras) foi realizada nas cebolas *in natura* e nas conservas. Foi realizado o acompanhamento das características do produto em função do tempo de prateleira e realizada análise estatística multivariada para interpretação dos resultados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a efetividade dos aditivos químicos sorbato de potássio, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e ácido cítrico na redução de escurecimento e estabilidade em conservas de cebolas branca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar qual melhor formulação que previne o escurecimento e o desenvolvimento de fungos utilizando diferentes concentrações de ácido cítrico e sorbato de potássio;
- Avaliar a estabilidade físico-química de cebolas em conserva em função de diferentes tipos de conservantes;
- Caracterizar a salmoura em função da estabilidade físico-química durante o processamento e armazenamento;
- Avaliar as alterações de coloração ao longo do armazenamento;
- Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das cebolas *in natura* antes do processamento;
- Realizar a caracterização físico-química e microbiológica das conservas de cebolas em diferentes tempos de estocagem;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 INDUSTRIALIZAÇÃO DE VEGETAIS

A Revolução Industrial atingiu a história da alimentação brasileira em muitos aspectos, principalmente devido ao desenvolvimento das indústrias alimentares, haja vista que os alimentos passaram a ser fabricados pelas fábricas e indústrias, deixando de serem fabricados artesanalmente, excluindo-se, principalmente, os aspectos naturais dos alimentos. (ABREU *et al.*, 2001). Neste quesito, Garcia (2003) destaca que a evolução das ciências e tecnologias, mostra a possibilidade de uma conscientização da alimentação moderna, tanto as vantagens quanto as inconveniências. Nesse sentido é que a urbanização e industrialização são determinantes na mudança dos hábitos alimentares, transformando o estilo de vida da população.

Mezomo (2002), destaca que há profundas diferenças alimentares dos antepassados, os quais viviam em contato com a natureza e alimentavam-se basicamente do que nela existia, porém, devido as facilidades que a indústria alimentícia oferece e, considerando a falta de tempo, passou-se a adquirir novos hábitos alimentares.

Produto deste *modus vivendi* urbano, a comensalidade contemporânea se caracteriza pela escassez de tempo para o preparo e consumo de alimentos; pela presença de produtos gerados com novas técnicas de conservação e de preparo, que agregam tempo e trabalho; pelo vasto leque de itens alimentares; pelo deslocamento das refeições de casa para estabelecimentos que comercializam alimentos – restaurantes, lanchonetes, vendedores ambulantes, padarias, entre outros; pela crescente oferta de preparações e utensílios transportáveis; pela oferta de produtos provenientes de várias partes do mundo; pelo arsenal publicitário associado aos alimentos; pela flexibilização de horários para comer agregada à diversidade de alimentos; pela crescente individualização dos rituais alimentares (GARCIA, 2003, p7).

Ressalta-se que surgiu essa tendência alimentar criados pela industrialização dos alimentos em que ocorre um excessivo consumo de produtos artificiais, bem como, industrializados, os quais são consequência da globalização que atinge indústrias de alimentos, setor agropecuário e na distribuição de alimentos

em mercados, lanchonetes, restaurantes, entre outros setores do comércio alimentício. (SOUZA, 2002).

Garcia (2003), destaca que a industrialização juntamente com outras inovações tem significativa parte do processo para a transformação no estilo de vida das pessoas, mais precisamente ao que se refere aos costumes alimentares da população brasileira.

A indústria de conservas vegetais está inserida no agronegócio, que agrupa o conjunto de atividades que engloba a produção e distribuição de insumos rurais, a produção dos agricultores, o armazenamento e o processamento dos produtos rurais e seus subprodutos (SILVA, 2018). Além das relações com o agronegócio, liga-se com outros setores da indústria da transformação, relações com canais de distribuição, indústrias de embalagens, máquinas e equipamentos dentre outras. Sua contribuição com a geração de empregos e produto interno bruto (PIB) é muito grande (VIANA, 2016).

No segmento das indústrias produtoras de conservas vegetais, no Brasil são 1418 unidades cadastradas no código CNAE 10-03 (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) como “Fabricantes de conservas de frutas, legumes e outros vegetais” com valor bruto de produção industrial estimado em R\$ 22 666 262,00 (IBGE, 2016).

No período de 2005 a 2014 a indústria de conservas de legumes e outros vegetais teve um crescimento de 224%. No mesmo período outros setores como de fabricação de produtos de panificação e pratos prontos tiveram grande crescimento, sinalizando a busca de maior praticidade e comodidade pelos consumidores (VIANA, 2016). Em 2017, o segmento de conservas vegetais se manteve em crescimento, ocupando o 2º lugar no ranking de crescimento em vendas com cerca de 5,8% (DUAS RODAS, 2018).

Paralelo a isso, o agronegócio brasileiro destaca o segmento olerícola como sendo o mais expressivo nos últimos anos disponibilizando matéria prima (CARVALHO *et al.*, 2013). O segmento de hortaliças enlatadas e em conservas, contribui para o aumento da rentabilidade econômica para os produtores, agregando valor, reduzindo perdas, e possibilidade de atender mercados longínquos visto que na sua forma natural os produtos vegetais são perecíveis e, de modo geral tem uma vida útil curta (JUNQUEIRA, 2000; FURTADO, 2005). Os consumidores também se beneficiam pois, além da praticidade do produto oferecido, há uma maior garantia de

regularidade no abastecimento durante todo o ano, com uma conseqüente regularização dos preços, independente do efeito sazonal (JUNQUEIRA, 2000).

3.2 CEBOLA

3.2.1 Origem e Produção

Quanto ao centro de origem da cebola, até o presente, persistem dúvidas, pois não foram encontradas espécies selvagens de *Allium cepa* L. A maioria dos botânicos, todavia, aponta a Ásia Central, como o seu provável centro de origem ou primário (BRESWSTER, 2008). A cebola é a hortaliça condimentar mais difundida no mundo. Foi cultivada na Índia e China desde tempos remotos e muito apreciada na Grécia, Roma e Egito antigo (KASSAB, 1994). Na Idade Média, era uma hortaliça habitual na Europa. Cristóvão Colombo a introduziu na América, em 1494, onde posteriormente foi reintroduzida pelas expedições espanholas (SOBRINO-ILLESCAS; SOBRINO-VESPERINAS, 1992). O gênero ocupa a seguinte classificação taxônomica: Classe- *Monocotiledônes*; Ordem- *Asparagales*; Família- *Alliaceae*; Gênero- *Allium* (BRESWSTER, 2008).

A cebola é uma monocotiledônea herbácea pertencente à família *Alliaceae*, juntamente com outras espécies de utilização condimentar, e é classificada botanicamente como *Allium cepa* L. (COSTA; ANDREOTTI 2002). Apresenta como parte comestível o bulbo, que é formado por um conjunto de folhas modificadas entumescidas, denominadas catafilos. Conhecida e muito apreciada pelos egípcios, romanos e gregos, esta espécie foi explorada inicialmente como planta medicinal antes de se tornar um condimento vegetal (ABDOU, 2015). A importância econômica da cultura da cebola tem aumentado sensivelmente nos últimos anos. O emprego da cebola na culinária geralmente é motivado pelo seu aroma, por realçar o sabor e até mesmo por suas propriedades terapêuticas como atividade antibacteriana, anticancerígena, hipoglicêmica e antioxidante (BERETTA *et al.*, 2017; NILE *et al.*, 2018).

A cebola (*Allium cepa* L.) é cultivada em cerca de 175 países, adaptada a temperaturas tropicais e subtropicais (DOSSA; FUCHS, 2017). Destacam-se como principais países produtores: China, Índia, Estados Unidos e Turquia, sendo que o Brasil ocupa a nona posição (EPAGRI, 2013). A cebola é amplamente cultivada no

Brasil. A média de produção nacional nos últimos 5 anos foi de 1,56 milhões de toneladas e os principais estados produtores por ordem decrescente são Santa Catarina, Bahia e Minas Gerais (IBGE, 2017).

A expansão da cultura da cebola em território nacional se deu a partir do início do século XX, com a chegada dos imigrantes europeus. A cultura passou a ser produzida em diversos estados brasileiros, principalmente Santa Catarina e Bahia (MENEZES; MARCUZZO, 2016). A diversidade e as condições climáticas permitem uma boa distribuição de safras com o plantio de diferentes cultivares nas diversas regiões geográficas. Nos dias atuais praticamente, não há mais período de entressafra de cebola no Brasil, e o mercado nacional é abastecido de maneira satisfatória durante todo o ano (COOPERCITRUS, 2012).

Em nível nacional existem grandes produtores, que são responsáveis por boa parte da produção de cebola. No entanto, a cultura da hortaliça ainda tem como característica a exploração por pequenos agricultores (MENEZES; MARCUZZO, 2016). Em função da natureza de seu uso, a cebola tornou-se um produto agrícola de elevada demanda por isso atualmente ocorre produção e comércio de cebolas na maioria das regiões do planeta (COSTA; ANDREOTI, 2002).

3.2.2 Cultivo

As empresas de sementes e instituições de pesquisa investem na oferta de diversidade, buscando sempre atender as exigências do mercado consumidor. Atualmente, é possível encontrar diferentes cores de casca, polpa, sabores e tamanhos (CEAGESP, 2001).

As condições ambientais influenciam fortemente a cebola, sendo o fotoperíodo e a temperatura os elementos climáticos que mais influenciam nas fases vegetativa e reprodutiva. Cultivares mal adaptados as condições endofoclimáticas, com ciclo vegetativo irregular ou muito suscetíveis a doenças e pragas contribuem para a redução da produção e tornam necessário o aumento das aplicações de agrotóxicos (MENEZES; MARCUZZO, 2016).

As diferentes variedades de cebola são muito sensíveis à duração do dia. São geralmente agrupados em três categorias: variedades de dia curto, dia médio e dia longo com necessidades de 8 a 12 horas, 13 a 14 horas e 14 a 16 horas de luz por dia para desenvolvimento dos bulbos, respectivamente (ABDOU *et al.*, 2015).

Um ambiente ótimo para a germinação da semente deve apresentar temperaturas entre 20 e 25°C, de 13 a 24°C para o crescimento vegetativo, entre 15 e 21°C antes do desenvolvimento do bulbo, enquanto deve variar de 20 à 25°C durante o seu desenvolvimento (BREWSTER, 2008; DOSSA.; FUCHS, 2017). O fotoperíodo varia de região para região de acordo com a latitude e a época do ano. Se uma cultivar de dias médios for cultivada em região que tem uma duração aproximada de 11,5 a 12,5 horas de luz por dia, poderá ter seu desenvolvimento fisiológico prejudicado e apresentar entre outras anomalias um percentual elevado de plantas improdutivas, conhecidas como "charutos". Entretanto, se uma cultivar de dias curtos (precoce) for utilizada em regiões com fotoperíodo muito superior ao exigido, haverá uma formação prematura de bulbos que, normalmente, não possuem valor comercial em decorrência de seu tamanho reduzido (COSTA; ANDREOTI, 2002).

3.2.3 Classificação para Comercialização

A cebola para consumo *in natura* é classificada em classes ou calibres de acordo com o maior diâmetro transversal do bulbo, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1- Classes das cebolas de acordo com o diâmetro transversal do bulbo.

Classes ou calibres	Maior diâmetro transversal do bulbo (mm)
2	maior que 35 até 50
3	maior que 50 até 70
4	maior que 70 até 90
5	maior que 90

Fonte: BRASIL (1995).

Os defeitos graves apresentados nas cebolas para comercialização são talo grosso, brotado, podridão, mancha negra e mofado e os defeitos leves são colo mal formado, deformado, falta de catáfilas externas, flacidez, descoloração e dano mecânico (BRASIL, 1995).

A cebola deverá ser embalada em locais cobertos, secos, limpos, ventilados, com dimensões de acordo com os volumes a serem acondicionados e de fácil higienização, a fim de evitar efeitos prejudiciais a qualidade e conservação do mesmo. As embalagens para acondicionamento devem ser novas, limpas e secas,

que não transmitam odor ou sabor estranhos ao produto, podendo ser sacos ou caixas, contendo até 25 kg líquidos, de bulbos (BRASIL, 1995).

3.2.4 Composição da Cebola e Parâmetros Físico-Químicos de Influência na Qualidade

Nas *Allium cepa* L., o genótipo e o ambiente (tipo de solo, sistemas de produção, irrigação, clima) influenciam na composição (BREWSTER, 2008).

Os vegetais do gênero *Allium* são dotados de uma matriz rica em fitoquímicos. Apesar dos compostos organossulfurados serem citados como os principais responsáveis pelos benefícios à saúde, existem na composição dessas bulbosas várias outras substâncias que podem agir sinergicamente. São inúmeros os estudos que tratam da determinação e quantificação desses compostos e suas influências na saúde e processamento industrial (SALGADO, 2017).

As cebolas são ricas em compostos de enxofre que são responsáveis por odor e sabor e também são agentes antimicrobianos ativos (LIGUORI *et al.*, 2017). Além disso, outros compostos, como ácidos orgânicos e açúcares podem contribuir para o perfil sensorial cebolas. Assim, os ácidos orgânicos influenciam na acidez no pH do suco de cebola em maior ou menor grau, enquanto que os açúcares solúveis influenciam a doçura das cebolas e, portanto, a aceitabilidade deste vegetal pelos consumidores (LIGUORI *et al.*, 2017, BREWSTER, 2008).

A química do sabor das espécies do gênero *Allium* é complexa, porque os compostos sulfurados responsáveis pelo sabor são lábeis e reativos. Eles são liberados somente quando as células são danificadas por corte ou esmagamento (BREWSTER, 2008).

Os precursores de compostos contendo enxofre são hidrolisados por meio da enzima alinase em piruvato, amônia e uma mistura de ambos. A concentração de piruvato produzido pela atividade da alinase permite avaliar a pungência das cebolas (LIGUORI *et al.*, 2017). Outros parâmetros como fenóis totais e atividade antioxidante apresentam variações entre cultivares e estação da colheita (LIGUORI *et al.*, 2017; SHARMA *et al.*, 2013).

As cebolas são pouco calóricas, destacando-se o seu grande conteúdo de água, em média 89% e apresentam teores de vitaminas e minerais, conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2- Composição nutricional da cebola média (148 g) e porcentagem (%) do valor diário para uma dieta de 2000 kcal.

Composição nutricional da cebola	Dosagem	Porcentagem do valor diário (%)
Calorias	64 cal	3
Carboidratos totais	11g	4
Gordura total	0 g	0
Colesterol	0 g	0
Fibra Alimentar	3 g	12
Açúcares	9 g	**
Proteínas	1,6 g	3
Vitaminas		
Vitamina A	3 IU	0
Vitamina C	11,8 mg	20
Vitamina B6	0,2 mg	9
Folato	28,5 mcg	7
Minerais		
Cálcio	3,8 mg	4
Ferro	0,3 mg	2
Magnésio	15 mg	4
Fósforo	43,5 mg	4
Potássio	190 mg	5
Sódio	5,0 mg	0
Zinco	0,3 mcg	2
Cobre	0,1 mg	3
Manganês	0,2 mcg	10
Selênio	0,7 mcg	1
Fluoreto	1,8 mg	**

** Valor diário não estabelecido

Fonte: NATIONAL ONION ASSOCIATION (2019).

3.2.5 Teor de Sólidos Solúveis

Em alimentos os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas na água. Os sólidos solúveis variam com a espécie, cultivar, o estágio de maturação e também com o clima e são constituídos principalmente por açúcares. Apresentam valores médios entre 8 e 14 °Brix e a faixa de variação ocorre entre 2 a 25 °Brix. O teor de sólidos solúveis geralmente é determinado utilizando uma medida rotineira por refratometria e o resultado, expresso em °Brix (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em cebolas, os açúcares influenciam no perfil sensorial. Para diferentes variedades de cebolas foram encontrados três açúcares solúveis: sacarose, glicose e frutose (LIGUORI, 2017).

3.2.6 Acidez Total

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade. A proporção relativa de ácidos orgânicos presentes em frutas e vegetais varia com o grau de maturação e condições de crescimento (CECCHI, 2010). A acidez é usualmente determinada por titulometria ou potenciometria. Os resultados podem ser expressos em mEq 100 mL⁻¹ do ácido orgânico mais abundante, assumindo como único presente. Como os ácidos orgânicos encontram-se presentes em misturas complexas, a expressão dos resultados em mEq torna-se mais correta para representar a acidez total (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.2.7 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que lhes confere o poder antioxidante. Quando presentes em vegetais podem estar em formas livres ou complexadas com açúcares e proteínas. Dentre eles, destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural (ANGELO, 2007).

As cebolas contêm altos níveis de compostos fenólicos, sendo os flavonoides um dos tipos predominantes (LIGUORI *et al.*, 2017). Em processamento industrial que envolvem danos às células, esses compostos podem estar envolvidos em reações de escurecimento enzimático. A reação de escurecimento requer a presença de oxigênio, compostos fenólicos e polifenóis oxidases (PPO) e é geralmente iniciado pela enzima que oxida monofenóis em o-difenóis e estes em quinonas, que sofrem ainda mais polimerização não enzimática levando à formação de pigmentos (GORINSTEIN, 2008; OETTERER, 2006; HAN *et al.*, 2016). Reações não enzimáticas como a autooxidação de compostos fenólicos podem estar envolvidas no escurecimento de vegetais do gênero *Allium* (HONG; KIM, 2001).

A determinação dos compostos fenólicos pode ser quantificação total, individual e/ou de um grupo ou classe de componentes fenólicos utilizando métodos espectrofotométricos, eletroquímicos ou cromatográficos (ANGELO, 2007).

3.2.8 Cor

O primeiro julgamento da qualidade de um alimento é muito dependente de sua aparência, e a cor atua como uma característica muito útil neste contexto, afetando aceitabilidade de um alimento e interfere nos julgamentos de doçura, amargor, salinidade e intensidade do sabor. Funciona como um indicador de degradação e concentração de corantes ou pigmentos (AFSHARI-JOUYBARI; FARAHNAKY, 2011).

A cor dos vegetais se deve a quatro grupos principais de pigmentos naturais: clorofilas, carotenoides, flavonoides (por exemplo, antocianinas, flavonas e flavonóis) e betalaínas (por exemplo, betacianinas e betaxantinas). As clorofilas são verdes, os carotenoides amarelos, laranja ou vermelhos, as antocianinas azuis ou vermelhas, os outros flavonoides são incolores ou amarelos e os betaína vermelhos ou amarelos (MACDOUGALL, 2002).

Os flavonoides são amplamente distribuídos nas plantas. Eles são produzidos principalmente como pigmento e importante papel no crescimento, desenvolvimento e defesa natural das plantas (SELLAPPAN; AKOC, 2002). De acordo com sua estrutura química, esses pigmentos são agrupados em várias classes. A estrutura básica de todos esses compostos compreende dois anéis de benzeno conectados por um heterociclo. A classificação dos flavonoides é baseada na natureza do heterociclo (que está aberto em uma classe). A maioria desses pigmentos é amarela (latim, *flavus*). Uma exceção importante são as antocianinas, que apresentam uma grande variedade de tons de vermelho e azul (MACDOUGALL, 2002).

Em cebolas são encontrados dois subgrupos dos flavonoides, as antocianinas, que são responsáveis pela cor vermelha/roxo de algumas variedades, e flavonóis, como a quercetina, responsáveis pelo sabor amargo e pela cor amarela e marrom da pele/casca de muitas variedades (GRIFFITHS *et al.*, 2002). Para comercialização, as cebolas são classificadas pela cor de sua casca em brancas, amarela, vermelha (pinhão ou bahia) e roxa (CEAGESP, 2001).

A cor é particularmente importante, mas não é tão fácil de definir pela percepção humana por isso recorre-se a métodos instrumentais para medir a cor sob condições padronizadas (MACDOUGALL, 2002). Os aparelhos mais utilizados para medição de cores, pela sensibilidade são os espectrofotômetros e os colorímetros tristímulos, com filtros desenhados para reproduzir a sensação psicofísica da percepção de cor pelo olho humano (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em sistemas visuais, as comparações são feitas com referências de cores sob iluminação controlada ou com cores padrão, necessitando de treinamento especializado para o observador (AFSHARI-JOUYBARI; FARAHNAKY, 2011).

O espaço de cores $L^*a^*b^*$ (também conhecido como CIELab) é atualmente dos espaços de cores mais populares para a medição de cores e é amplamente utilizado em praticamente todos os campos de aplicação. No espaço de cores $L^*a^*b^*$, o L^* indica a luminosidade, enquanto que o a^* e o b^* , representam as coordenadas cromáticas. O a^* e o b^* b indicam as direções das cores: sendo $+a^*$ a direção do vermelho, $-a^*$ a direção do verde, $+b^*$ a direção do amarelo e $-b^*$ a direção do azul (MINOLTA CORP, 1994).

3.2.9 pH

A medida do potencial hidrogeniônico (pH), é um índice que indica a alcalinidade, neutralidade ou acidez de um meio qualquer e sua determinação é feita com a utilização de um potenciômetro e eletrodos. Em alimentos a medição de pH é importante para o controle de muitos parâmetros como atividade de enzimas, índices de maturação em frutas, texturas entre outros (CECCHI, 2003).

O pH de um alimento é determinado principalmente pelos grupos carboxila e amino livres de baixo peso molecular e, em menor grau, nas macromoléculas celulares (proteínas, ácidos nucléicos, polissacarídeos). O valor do pH afeta o crescimento de microrganismos e também propriedades sensoriais e de consistência em alimentos (RAHMAN, 2008).

3.3 PRODUÇÃO DE CONSERVAS VEGETAIS

Existe uma grande quantidade de produtos preparados como *picles* empregando-se as hortaliças como matérias prima (OETTERER, 2006). Os *picles*

podem ser agrupados em quatro categorias: na primeira estão incluídos os produtos preparados diretamente das hortaliças, sem que as mesmas sofram fermentação; na segunda, os produtos fermentados em salmoura de concentração relativamente baixa; na terceira categoria estão incluídas hortaliças que são fermentadas em salmoura de concentração relativamente elevada; a quarta categoria engloba os produtos que são preparados pela salga seca (SCHMIDELL *et al.*, 2001).

Na produção de conservas vegetais o princípio básico é a conservação pelo calor, porém são utilizados diferentes processos de conservação, cada qual individual ou associadamente, agindo especificamente (EVANGELISTA, 2003).

As principais causas de deterioração dos alimentos são reações de origem microbiana, química e/ou enzimática e tais reações ocorrem em função de características próprias do alimento, como: composição, pH, atividade de água, emprego de boas práticas de fabricação e em decorrência de fatores externos ao alimento, tais como: temperatura, presença ou ausência de oxigênio e luz, e devem ser consideradas nos processamentos industriais (FURTADO; SILVA, 2005; KLUGE *et al.*, 2015).

As alterações de origem enzimática contribuem para qualidade da cor em produtos de frutas e vegetais e ocorrem devido a ação da enzima polifenoloxidase (PPO) presente no alimento (MOON *et al.*, 2020) e seu controle é de grande importância para as indústrias processadoras destes produtos.

O escurecimento enzimático ocorre principalmente em frutas e verduras durante a colheita, transporte, armazenamento e processamento. Estímulos mecânicos e físicos como descascar, cortar, fatiar, picar em cubos e ralar durante o processamento e mudanças severas de temperatura durante o armazenamento podem causar danos ao tecido físico em frutas e verduras (QUEIROZ *et al.*, 2008).

Devido a danos nos tecidos, os compostos fenólicos e PPOs encontrados nos alimentos são expostos ao oxigênio, iniciando a oxidação de fenóis em quinonas. Posteriormente, essas quinonas e seus derivados são polimerizados por meio de várias reações, formando um pigmento marrom relativamente insolúvel conhecido como melanina (QUEIROZ *et al.*, 2008). Podem ser controladas através de tratamento térmico pois as enzimas são compostas por proteínas e desnaturadas pelo calor ou por métodos químicos que incluem a acidificação ou redução usando antioxidantes, agentes quelantes ou extratos naturais (MOON *et al.*, 2020; GUIAMBA I.R.F.; SVANBERG U, 2016).

Na produção de conservas vegetais, os métodos de preservação ocorrem através do uso de conservantes. Alguns conservantes são condimentos culinários como: açúcar, sal, álcool, ácido acético (vinagre), ácidos orgânicos, mostarda, cravo, alho entre outros. Além de agirem como condimentos, possuem certo poder germicida, fungistático e antifermentativo. Também são usados os conservantes químicos não condimentares, como: benzoato de sódio, ácido sórbico, ácido bórico, anidrido sulfuroso e tocoferóis (SCHMIDELL *et al.*, 2001). Nas indústrias de conservas vegetais são utilizados métodos de preservação por conservantes culinários condimentares e por conservantes químicos não condimentares.

Dentre os conservantes culinários destacamos o ácido acético. Esse é um ácido natural que se forma no vinagre mediante a ação da bactéria *Acetobacter*. O ácido acético e seus compostos não têm somente ação preservativa, mas funcionam como sequestrantes, acidulantes, agentes flavorizantes e estabilizador da acidez dos alimentos. Apenas a *Acetobacter*, as bactérias lácticas e as bactérias butíricas ácidas são tolerantes ao ácido acético (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2014).

Basicamente as operações a serem executadas no processamento das hortaliças em conserva são: colheita, transporte, descarregamento, limpeza, seleção, classificação, preparo, branqueamento, acondicionamento, exaustão, fechamento hermético, pasteurização e resfriamento (OETERER, 2006). Após acondicionamento, o alimento deve ser coberto com um líquido, em geral salmoura à concentração de 2 a 3%, ácido acético, especiarias, açúcar e conservantes (em alguns casos) (MATOS *et al.*, 2019).

Uma etapa de grande importância para conservas de hortaliças é o ajuste do pH. Como o pH das hortaliças é maior que 4,6, as medidas de acidificação adotadas são particularmente importantes para a segurança da indústria e do consumidor, inclusive quanto ao botulinismo, problema já ocorrente no Brasil (OETERER, 2006).

A acidificação por meio de ácido acético é muito utilizada já que o vinagre tem o sabor compatível com os vegetais (MATOS *et al.*, 2019).

Outra etapa de grande importância para a produção de conservas vegetais é o branqueamento, sendo realizado antes dos processos de preservação como secagem, enlatamento e congelamento, e determinam em grande parte a qualidade do produto (XU *et al.*, 2015; XIAO *et al.*, 2014). O branqueamento tem como principais objetivos inativar as enzimas, manter a consistência firme e as propriedades organolépticas e eliminar o ar presente nos interstícios celulares,

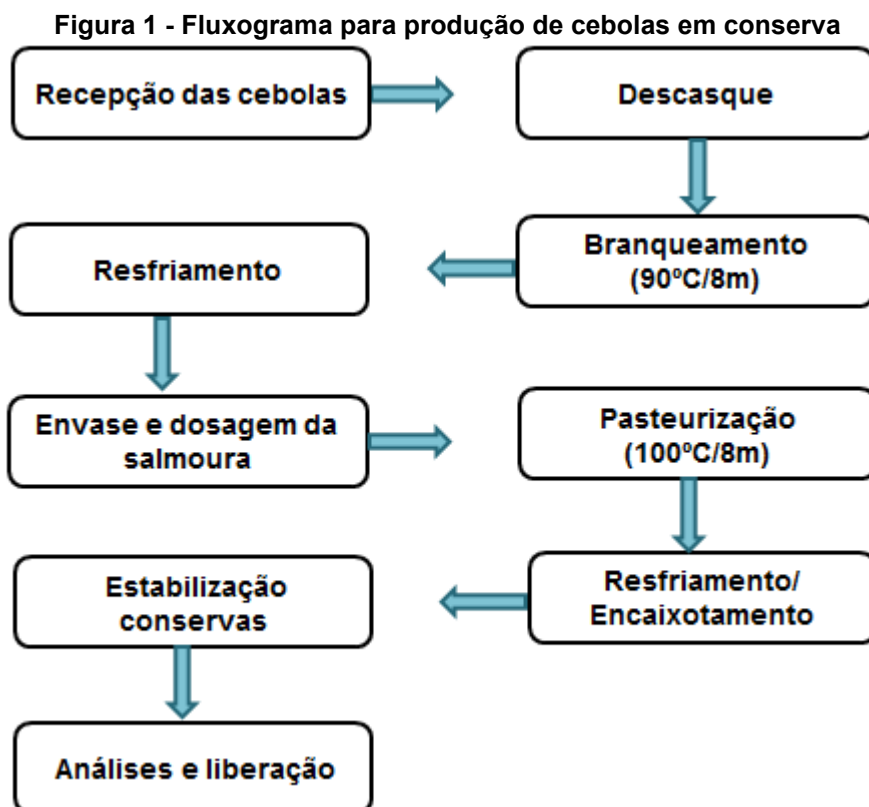
responsáveis pela ocorrência de oxidações indesejáveis (OETTERER, 2006). A inativação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) é dependente da temperatura aplicada e da duração do branqueamento (WANG *et al.*, 2016).

Para garantir a conservação das conservas utiliza-se a pasteurização como tratamento térmico que atua na inativação de enzimas e eliminação de microrganismos patogênicos ou deterioradores relativamente sensíveis ao calor que causam mudanças nas propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos. A severidade do tratamento térmico e a extensão resultante de vida de prateleira são determinados principalmente pelo pH do alimento (OETTERER, 2005; RAHMAN, 2007).

Dentre os vegetais comumente utilizados como conserva, encontra-se a cebola conservada em vinagre e em embalagens de vidro. Sendo disponível no mercado, com tamanho grande, formato alongado e variado, cor amarelada e sabor picante. Diferente do que o mercado demanda: formato globular, coloração branca, tamanho padronizado (15 a 30 mm de diâmetro), sabor suave e maior teor de sólidos solúveis (SIRTOLI; FURLAN; RODRIGUES, 2006). Porém, o mercado produtor ainda é limitado para cebolas brancas, preferidas pelas indústrias e para o processamento das cebolas tradicional em conserva é utilizado o excedente do produto destinado a comercialização *in natura* (COSTA; ANDREOTI, 2002).

A produção de conservas de cebolas passa por diversas etapas que se iniciam na colheita e seleção da matéria prima, passando pelo processamento industrial, armazenamento e distribuição.

O processo de fabricação deve ser realizado de forma padronizada, seguindo as etapas desenvolvidas especificamente para esse produto, conforme as etapas apresentadas na Figura 1.



Fonte: Autoria própria (2021)

Recepção das cebolas: as cebolas já são adquiridas após classificação como caixa 1 (diâmetro de até 35 mm) e inspecionadas quanto a presença de deterioração ou sujidades.

Descasque das cebolas: as cebolas são depositadas em equipamento que realiza o descasque preliminar por meio de abrasão nas laterais e no disco inferior, e com auxílio de um jato de água, a pele solta é separada das cebolas enquanto são descascadas. Após este processo as cebolas são retiradas e depositadas em caixas plásticas. Na sequência, manualmente retira-se as extremidades das cebolas e restos das cascas.

Branqueamento: o branqueamento das cebolas é realizado por imersão em água aquecida a 90 °C por 8 minutos.

Resfriamento: após a etapa de branqueamento as cebolas são depositadas em recipientes com água a temperatura ambiente até iniciar o processo de envase.

Preparo e dosagem da salmoura: as cebolas já resfriadas são acondicionadas manualmente em vidros com capacidade de 300 g e adicionada a salmoura, seguindo-se da aplicação da tampa.

Pasteurização: a pasteurização ocorre em túnel de pasteurização por *spray* vapor direto a 100 °C pelo tempo de 8 minutos.

Resfriamento: as conservas são resfriadas com jatos de água potável à temperatura ambiente por 4 minutos e na sequência recebem jatos de ar para a retirada da umidade e posterior rotulagem e encaixotamento.

Estabilização das conservas: as conservas já encaixotadas permanecem por 10 dias no depósito para estabilização.

Análises e liberação: após o período de estabilização as conservas são analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos de pH, acidez titulável, °brix, teor de sódio e o parâmetro físico de vácuo. O transporte do produto ocorre em caixas de papelão e veículos sem refrigeração.

A expressiva exigência de qualidade pelos consumidores e busca por alta níveis de qualidade levam à rejeição de cebolas em conserva que não seguem padrões visuais e de qualidade desejáveis decorrentes de forma irregular, peças lesionadas, tamanhos não comerciais, bem como problemas de coloração no produto levando as indústrias a buscarem melhor padronização das matérias primas e processos.

3.4 ADITIVOS QUÍMICOS

Conforme a Portaria nº 540 de 27 de outubro de 1997 da Anvisa, coadjuvante de tecnologia de fabricação é toda substância, excluindo os equipamentos e os utensílios utilizados na elaboração e/ou conservação de um produto, que não se consome por si só como ingrediente alimentar e que se emprega intencionalmente na elaboração de matérias-primas, alimentos ou seus ingredientes, para obter uma finalidade tecnológica durante o tratamento ou fabricação. Deverá ser eliminada do alimento ou inativada, podendo admitir-se no produto final a presença de traços de substância, ou seus derivados. Ainda segundo a mesma Portaria, conservador é toda substância que impede ou retarda a alteração dos alimentos provocada por microrganismos ou enzimas (BRASIL, 1997). De acordo com seus mecanismos de ação, os inibidores químicos podem ser categorizados como antioxidantes, agentes redutores, agentes quelantes, acidulantes e/ou inibidores de PPO de tipo misto (MOON *et al.*, 2020).

3.4.1 Sorbato de Potássio

Desde 1995, os sorbatos são aprovados como conservantes de alimentícios em quase todos os países do mundo. Como conservantes, os sorbatos são muito versáteis, inibindo um longo espectro de microrganismos, protegem o frescor de grande variedade de produtos e apresentam efeito quase nulo sobre o sabor dos alimentos. Mesmo quando usado nas maiores concentrações, o efeito no gosto é quase imperceptível. A aplicação do sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$) é eficaz na maioria dos alimentos em concentrações entre 0,05 e 0,3% (FOOD INGREDIENTES BRAZIL, 2011).

O sorbato de potássio é frequentemente adicionado a vegetais em conserva como coadjuvantes de preservação, com a finalidade de inibir bolores e leveduras, embora também sejam ativos contra bactérias (SÁNCHEZ *et al.*, 2012).

3.4.2 Benzoato de Sódio

O benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$) é obtido a partir da neutralização do ácido benzóico por hidróxido de sódio. A maior parte da produção mundial de ácido benzóico destina-se à síntese química, para produção de fenol e caprolactama. Embora o ácido benzóico não dissociado seja o agente antimicrobiano mais efetivo, usa-se preferencialmente o benzoato de sódio, o qual é cerca de 200 vezes mais solúvel (FOOD INGREDIENTES BRAZIL, 2011).

A atividade antimicrobiana do benzoato de sódio está relacionada ao pH e é maior em valores de pH reduzidos. A alta acidez normalmente já é suficiente para evitar a proliferação de bactérias, contudo não evita o aparecimento de certos mofos e leveduras. Como é utilizado em alimentos ácidos, o benzoato de sódio atua essencialmente como inibidor de leveduras e mofos. Em pH em torno de 5,0 a 6,0 cerca de 100 a 500 mg L⁻¹ são necessários para inibir as leveduras, enquanto para os mofos são suficientes de 30 a 300 mg L⁻¹ (JAY, 2005).

3.4.3 Metabissulfito de Sódio

Por razões técnicas importantes e diversas em algumas conservas vegetais são utilizados agentes químicos. O mais comumente utilizado é o metabissulfito de

sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), com as funções de prevenir o escurecimento enzimático e não enzimático, ação antimicrobiana e atuar como agente antioxidante, redutor e clarificante (ARAÚJO, 2004). As leveduras possuem sensibilidade intermediária ao SO_2 e podem ser classificadas entre as bactérias produtoras de ácido lático e acético e os mofo.

Concentrações de 0,2 a 20 mg L^{-1} de ácido sulfuroso são eficientes contra algumas leveduras, incluindo *Saccharomyces*, *Pichia* e *Candida*, ao passo que o *Zygosaccharomices bailii* necessitou de até 230 mg L^{-1} para sua inibição em certas bebidas de frutas com pH 3,1 (JAY, 2005).

Estudos mostram que a aplicação de baixas concentrações de sulfitos (1%) em filmes produzidos a base de polímero celulósico inibiu o escurecimento de maçãs cortadas ao meio. Foi avaliada a inibição do escurecimento através da atividade da polifenoloxidase pela análise de cor (sistema CIELab) (OLIVEIRA, 2008). Outra aplicação foi o uso de metabissulfito de sódio a 0,2% como inibidor de escurecimento enzimático em cogumelos *A. Bisporus* congelados durante 8 meses, este mostrou-se mais efetivo na conservação da cor quando comparado a solução aquosa de ácido l-ascórbico a 0,1%, ácido cítrico a 0,5% e extrato de cebola (1 kg/5 L) (BERNAS, 2015).

3.4.4 Ácido Cítrico

Como aditivos para a indústria alimentícia, os ácidos possuem uma dupla finalidade: acidulante e conservante (FOOD INGREDIENTES BRAZIL, 2011).

O ácido cítrico é um ácido fraco e o principal efeito de tais ácidos como conservante é diminuir o pH citoplasmático dos microrganismos e o ácido não dissociado pode ter efeitos específicos sobre o metabolismo, que amplificam os efeitos. A acidez do ácido cítrico é devida aos três grupos carboxilas (-COOH) que podem perder um próton em soluções. Como consequência forma-se um íon citrato. Os citratos são bons controladores de pH de soluções ácidas (RAHMAN, 2007).

Em vegetais submetidos a processamento térmico em conserva aplica-se ácido cítrico como acidulante/regulador de acidez (ANVISA, 2013). Na indústria de conservas, o ácido cítrico de baixo pH é utilizado para reduzir o processamento térmico, e na quelação de metais traços, para evitar a oxidação enzimática, degradação da cor e realçar o sabor. O uso do ácido cítrico como agente quelante

ajuda a preservar a cor natural e impedir a descoloração de cogumelos, feijão e milho em conserva (FOOD INGREDIENTES BRAZIL, 2011). Estudo utilizando a metodologia da superfície de resposta para determinar o efeito dos agentes anti-escurecimento ácido cítrico, ácido ascórbico e L-cisteína na inibição do escurecimento enzimático da polpa de yacon, demonstrou que os três agentes apresentaram controle adequado do escurecimento enzimático (RODRIGUES, 2014). O ácido cítrico também mostrou-se efetivo para inibição do escurecimento enzimático em fatias de rabanetes minimamente processados. Utilizando duas tecnologias de barreiras, ácido cítrico nas concentrações 0,3%, 0,6% e 0,9%, tratamento térmicos por 1, 2 e 3 min a 50 °C, as análises mostraram que o tratamento 0,3% ácido cítrico e 1 min a 50 °C foi selecionado como o melhor tratamento para a retenção da cor natural típica dos rabanetes processados (GOYENECHÉ *et al.*, 2014).

Estudos demonstram a eficácia da combinação de ácidos com cloreto de sódio (NaCl) em *picles*. Quando 0,5% de ácido málico, 0,5% de ácido tartárico, 0,5% de ácido cítrico ou 0,25% de ácido fosfórico foi combinado com 3% de sal, houve uma redução maior de bactérias gram-negativas (*Escherichia coli* O157: H7 e *Salmonella Typhimurium*) em comparação com o uso dos mesmos ácidos sozinhos (BAE; LEE, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

As conservas foram preparadas e armazenadas na empresa Cantu Agroindustrial Ltda no município de São Jorge d'Oeste/PR.

Para os ensaios realizados neste estudo, foram utilizadas cebolas classificadas como caixa 1 (diâmetro de 35 mm) provenientes da região sudeste do Brasil. As cebolas tradicionalmente utilizadas na indústria para o preparo de conservas são aquelas classificadas no mercado como “caixa 1”, decorrente do tamanho reduzido que não é atrativo para a comercialização *in natura*.

Para o envase das conservas foram utilizadas embalagens de vidro transparente de 600 mL e tampas metálicas número 74, com rosca de vedação. Na montagem das conservas foi empregado procedimento padrão utilizado pela indústria. As cebolas foram descascadas preliminarmente de forma automática, seguido de descasque complementar manual, branqueamento a 90 °C por 8 minutos, acondicionamento das cebolas nos vidros, preparo e dosagem da calda (salmoura), fechamento hermético dos vidros, pasteurização (túnel de pasteurização) nas seguintes condições: temperatura de 100 °C por 8 min e resfriamento com água à temperatura ambiente por 6 min, e por fim o armazenamento em bancada à temperatura ambiente.

O processo de fabricação utilizado foi o mesmo para todos os experimentos, porém os experimentos foram realizados em diferentes composições da calda das conservas.

4.2 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRESENÇA DE DIFERENTES ADITIVOS QUÍMICOS NAS CONSERVAS DE CEBOLAS

Foi avaliado o efeito da presença dos aditivos químicos sorbato de potássio, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e ácido cítrico nas conservas de cebolas brancas nos tempos de armazenamento de 20 e 240 dias.

Para o preparo da calda de cobertura/salmoura, teve-se como base água, vinagre branco (17%), cloreto de sódio (3%) e açúcar cristal (0,15%) e fracionou-se esta calda em 6 partes, onde cada parte serviu como base para as formulações do

experimento. Os aditivos sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$), ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$) e metabissulfito de sódio ($Na_2S_2O_5$) foram adicionados alternando-se presença ou ausência à calda base perfazendo 6 formulações, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Formulações empregadas no Experimento 1 para o preparo das conservas de cebola branca

Ingredientes	Formulações					
	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5	Fórmula 6
Água (%)	79,78	79,80	79,80	79,80	79,28	78,78
Vinagre (%)	17	17	17	17	17	17
Açúcar cristal (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de sódio (%)	3	3	3	3	3	3
Sorbato de potássio (%)	0,03	0,03	0	0,03	0,03	0,03
Benzoato de sódio (%)	0,02	0	0,03	0,02	0,02	0,02
Metabissulfito de sódio (%)	0,02	0,02	0,02	0	0,02	0,02
Ácido cítrico (%)	0	0	0	0	0,5	1

As análises físico-químicas das conservas foram realizadas com amostragem em três tempos, 0, 20 e 240 dias, quanto aos parâmetros físico-químicos da calda: pH, sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), quantidade total de sódio (%), acidez total (g ác. acético/100g) e vácuo (polHg).

O aspecto visual das conservas foi averiguado sendo observadas as possíveis alterações de coloração da salmoura ou dos bulbos. Foi realizada ainda a análise microbiológica, sendo essa feita apenas nas amostras que apresentaram precipitados e no tempo de 240 dias de armazenamento.

4.3 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE DIFERENTES DOSAGENS DE SORBATO DE POTÁSSIO E ÁCIDO CÍTRICO NAS CONSERVAS DE CEBOLAS

Foi avaliado o efeito de diferentes dosagens de sorbato de potássio e ácido cítrico nas conservas de cebolas. Para tanto, foram estipulados valores máximos e mínimos de cada produto e combinados entre si.

A calda de cobertura (salmoura) das conservas foi composta por água, vinagre branco (17%), açúcar cristal (0,15%), cloreto de sódio (3%) e metabisulfito de sódio (0,02%), servindo como base para as todas as formulações. Os aditivos sorbato de potássio e ácido cítrico, foram adicionados à calda padrão em diferentes dosagens, perfazendo 9 formulações (SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6, SA7, SA8 e SA9) com diferentes concentrações de sorbato de potássio (S) e ácido cítrico (A), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Formulações empregadas no Experimento 2 para o preparo das conservas de cebola branca

Ingredientes	Formulações								
	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9
Água (%)									
Vinagre (%)	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Açúcar cristal (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Cloreto de sódio (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Metabisulfito de sódio (%)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sorbato de potássio (mg L ⁻¹)	0,02	0,02	0,07	0,07	0,005	0,08	0,04	0,04	0,04
Ácido cítrico (mg L ⁻¹)	0,3	1	0,3	1	0,5	0,5	0,01	1	0,5

Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas tanto da matéria prima (cebola *in natura*) como das cebolas em conserva, sendo avaliados os seguintes parâmetros: pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez total (%), compostos fenólicos (mg/100g), cor e fungos (UFC g⁻¹). Os parâmetros físico-químicos foram avaliados em 4 tempos de armazenamento, sendo eles 0 (dia de preparo das conservas), 45, 90 e 145 dias, denominados T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

A realização das análises físico-químicas e microbiológicas ocorreu nos laboratórios da COEXP (Coordenação de Estação Experimental) da UTFPR-Campus Francisco Beltrão.

Para as análises físico-químicas e microbiológica das conservas e cebola *in natura*, foi preparado o extrato da cebola por meio do uso de um liquidificador, sendo feita a homogeneização de 10 g de matéria fresca (cebola *in natura* ou em conserva)

em 50 mL de água destilada, por 10 min. Para as análises da calda de cobertura, retirou-se de cada experimento a alíquota necessária para a realização da análise.

4.4.1 pH

As medidas de pH das amostras foram realizadas utilizando-se um pHmetro (Marca: MS TECNOPON®) calibrado conforme instrução do fabricante (tampão pH 4 e 7), com leitura direta do valor de pH.

4.4.2 Acidez Total

A acidez total das amostras de cebola foi avaliada pelo método titulométrico, por meio da titulação com hidróxido de sódio ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$), sendo empregada como indicador ácido-base a fenolftaleína.

Com base em cálculos estequiométricos calculou-se a porcentagem mássica do ácido orgânico (na cebola *in natura* o ácido predominante consta no ácido pirúvico; na cebola em conserva o ácido predominante é o ácido acético) (ADOLFO LUTZ, 2008). A mesma metodologia foi utilizada para determinação da acidez total na calda de cobertura.

4.4.3 Sólidos Solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada pelo índice de refração avaliado em um refratômetro, no qual com o material homogeneizado e depositado na superfície do prisma foi efetuada a leitura, após devida calibração com água destilada. Os resultados foram apresentados em °Brix (ADOLFO LUTZ, 2008).

4.4.4 Índice de Sódio

A determinação da porcentagem (%) de sódio foi realizada pelo índice de refração avaliado em um refratômetro, no qual com o material homogeneizado e depositado na superfície do prisma foi efetuada a leitura, após devida calibração com água destilada. Os resultados foram apresentados em porcentagem (%) (ADOLFO LUTZ, 2008).

4.4.5 Teste de Vácuo

O vácuo foi determinado utilizando-se um vacuômetro analógico, com amplitude de 0 a -30 pol Hg (0 a -760 mmHg) conforme instruções do fabricante. Para a análise pressionou-se o aparelho sobre a tampa da embalagem fazendo um pequeno orifício onde o gás passa por dentro do aparelho, sendo o resultado expresso em polHg.

4.4.6 Cor

A cor das amostras de cebola em conserva e *in natura* foi verificada por colorimetria sendo avaliados os parâmetros L*, a* e b* no espaço de cor CIELab (MINOLTA CORP, 1998). A medida de L* indica a luminosidade (branco(+)/preto(-)) e a* e b* são coordenadas cromáticas que indicam as tonalidades vermelho(+)/verde(-) e amarelo(+)/azul(-), respectivamente.

Como forma de expressar em aspectos gerais a coloração das amostras, foi determinada a diferença total de cor (ΔE^*), sendo esta representativa das coordenadas L*, a* e b*, simultaneamente. Na diferença de cor ΔE^* , tem-se o indicativo do grau de diferença de cor entre as amostras analisadas, porém não há sinalização da direção da cor, como qual a tonalidade predominante.

Para o cálculo do ΔE^* (Equação 1) considerou-se a diferença de cor entre as amostras avaliadas e o padrão (matéria prima *in natura*), para cada coordenada colorimétrica.

$$\Delta E^* = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

4.4.7 Compostos Fenólicos

O teor de compostos fenólicos presente nos bulbos de cebola em conserva foi obtido por meio do método desenvolvido por Singleton e Rossi (1965), modificado por Nuutila *et al.* (2002), empregando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. Em tubos de ensaio, foram colocados 200 μ L do extrato, 600 μ L de etanol 70%, 400 μ L de Folin-Ciocalteu e 2000 μ L da solução de carbonato de sódio (20%). A mistura foi

homogeneizada em agitador de tubos, sendo adicionados mais 800 µL da solução de carbonato de sódio 20%.

Posteriormente as amostras foram centrifugadas por 10 min a 3000 rpm e mantidas em repouso por 20 min em temperatura ambiente. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Visível no comprimento de onda de 735 nm. A curva padrão foi construída utilizando ácido gálico em diferentes concentrações (10, 20, 30, 60, 100, 200 µg mL⁻¹).

Foram realizadas então as leituras de absorvância (A) e definida a correlação desta com a concentração (C), sendo essa dada por: $C = 191,44 * A$ ($R^2 = 0,9992$). Os resultados obtidos foram expressos em mg/100 g (miligramas de ácido gálico por 100 g de massa fresca de cebola).

4.4.8 Contagem Total de Fungos

Para a quantificação de bolores e leveduras utilizou-se o meio de cultura Ágar Sabouraud Dextrose (4% glicose) preparado de acordo com a orientação do fabricante, seguindo metodologia de análise adaptada de Silva *et al.* (2007). Após esterilização do meio de cultura (121 °C por 20 min), esperou-se o meio de cultura arrefecer a temperatura próxima à 40 °C e assim distribuiu-se em placas de Petri esterilizadas.

Após a solidificação do meio de cultura nas placas de Petri, as mesmas foram armazenadas em temperatura de 4 °C até o momento de seu uso. Preparou-se as amostras de cebola, triturando uma cebola com água destilada (50 mL) em um homogeneizador por 10 min para que microrganismos presentes na amostra estivessem disponíveis no líquido formado.

A técnica de semeadura utilizada foi a de superfície, onde semeou-se 1 mL de amostra com diluição decimal (10⁻¹). A incubação deu-se em estufa bacteriológica a 25 °C, por cinco dias. Após, finalizado o período de incubação, foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) e o resultado foi expresso em UFC g⁻¹ de cebola.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.5.1 Análise Estatística dos Dados Obtidos a Partir do Experimento 1

4.5.1.1 Análise de Variância

Para avaliação estatística dos dados coletados no Experimento 1, foi realizada análise de variância (ANOVA). Foram consideradas como variáveis independentes a formulação de o tempo de armazenamento, enquanto que considerou-se como variáveis dependentes os parâmetros pH, índice de sódio, vácuo, acidez e sólidos solúveis. A normalidade das variáveis foi verificada pelo teste de Shapiro Wilk, sendo averiguado o pressuposto de homocedasticidade nos grupos (teste de Levene).

As variáveis com diferenças significativas segundo o teste F ($p < 0,05$) foram submetidas à comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa *RStudio* (*R version 3.6.2*).

4.5.2 Análise Estatística dos Dados Obtidos a Partir do Experimento 2

4.5.2.1 Análise dos Componentes Principais

Em função da diferença na ordem de grandeza das variáveis, fez-se necessária a padronização dos dados, a fim de evitar que o fator de escala possa influenciar pela discrepância na variância e uma variável de maior escala prevaleça na análise.

A padronização dos dados empregada foi a padronização z, a qual refere-se a diferença do valor de cada variável (V_{ij}) e a média de cada variável, dividido pelo desvio padrão da respectiva variável, conforme Equação (2).

$$X_{ij} = \frac{V_{ij} - \bar{V}_j}{\sigma_j} \quad (2)$$

em que X_{ij} é a variável padronizada, σ_j e \bar{V}_j são, respectivamente, o desvio-padrão e a média da j-ésima variável original.

Os dados das determinações físico-químicas e microbiológicas das cebolas em conserva foram avaliados pela análise multivariada dos componentes principais. Esta análise propiciou a investigação da importância de cada variável estudada sobre as características e qualidade da cebola em conserva. Por meio da padronização e rotação dos eixos ortogonais (características analisadas), foram gerados novos conjuntos de coordenadas (componentes principais) sem correlação entre si (SCHÜNEMANN, 2006). O critério de exclusão dos componentes foi baseado no critério de Kaiser (autovalores maiores que 1).

Para análise dos componentes principais (ACP), a razão recomendada entre o número de casos e a quantidade de variáveis em estudo deve ser superior a cinco (HAIR JR *et al.*, 2009; FILHO; JÚNIOR, 2010). Dessa forma, foram consideradas na ACP as variáveis pH, acidez, sólidos solúveis, cor ΔE^* , compostos fenólicos e fungos, perfazendo a proporção de 6 variáveis em análise com uma população de 36 casos. Para avaliar se há correlação entre as variáveis, foi avaliada a esfericidade pelo Teste de Bartlett ao nível de 5% de significância.

4.5.2.2 Análise por Correlação de Spearman

Na correlação de Spearman, foi realizada a análise de agrupamento com os dados padronizados, adotando-se a média de similaridade como sendo a distância euclidiana média. Este teste não paramétrico apresenta-se adequado qua

ndo o conjunto amostral apresenta características como as variáveis não seguirem a distribuição normal, pela presença de *outliers* (valores discrepantes) ou número de indivíduos (amostras) ser pequeno.

4.5.2.3 Análise de Multivariada de Variância

Os dados das variáveis agrupadas por cada fator na ACP foram então avaliados pela análise multivariada de variância (MANOVA), com o objetivo de comparação simultânea entre 4 níveis de tempo de armazenamento e 9 grupos de formulação da calda (combinações 5 níveis de concentração de cada uma das variáveis ácido cítrico e sorbato de potássio). Nesse caso, consideraram-se duas variáveis independentes (tempo de armazenamento e formulação), sendo realizada

uma MANOVA para as variáveis dependentes fungos e sólidos solúveis, e outra feipara as variáveis pH, acidez, cor ΔE^* e compostos fenólicos.

Para avaliação da MANOVA, foi utilizado o critério de Pillai, visto que este é recomendado para casos em que o universo amostral é reduzido, com grupos de tamanhos distintos ou quando há violação do pressuposto de homogeneidade de covariâncias, configurando-se um teste de maior robustez (HAIR JR *et al.*, 2009). Todos os valores de p inferiores a 5% foram considerados estatisticamente significativos e os resultados submetidos ao teste de Tukey para comparação das médias.

Dentre os pressupostos a serem seguidos na MANOVA, foram averiguadas a independência de observações, homocedasticidade nos grupos (teste de Levene), normalidade multivariada (teste de Shapiro Wilk multivariado) e existência de *outliers* (valores discrepantes testados pela distância de Mahalanobis).

O programa *RStudio* (*R version 3.6.2*) foi utilizado para a realização de todos os procedimentos estatísticos empregados neste estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Na Tabela 5, são apresentados os resultados da cebola tradicional *in natura*, referentes as determinações físico-químicas e microbiológicas realizadas na cebola antes do preparo das conservas.

Tabela 5 - Caracterização físico-química e microbiológica da cebola *in natura*

Parâmetro analisado	Matéria prima (Cebola tradicional)
pH	5,04
Acidez (%)	0,53
Sólidos solúveis (°Brix)	8,00
Compostos fenólicos (mg/100 g)	68,90
Cor	L*
	a*
	b*
Contagem total de fungos (UFC g ⁻¹)	7

Na análise de cor das cebolas no sistema CIELab, a coordenada L* foi de 70,92, lembrando que valores próximos de 100 indicam a predominância da coloração branca na amostra, sendo que a redução deste parâmetro pode indicar escurecimento do produto. Conforme observado na Tabela 5, o valor de a* apresentou-se negativo, indicando predominância de pigmentação verde (característico de clorofila). Por outro lado, a coordenada b* foi positiva (pigmentos amarelos) (MINOLTA CORP, 1998).

No que tange a concentração de compostos fenólicos na cebola *in natura* foi observada concentração de 68,9 mg/100 g, sendo desejáveis valores elevados para esse parâmetro pelos seus benefícios a saúde (NILE *et al.*, 2018). Sharma *et al.* (2014), reportam que a genética da cebola (cultivar), as práticas de cultivo e fatores ambientais desempenham influência significativa no teor dos compostos fenólicos e na composição da cebola.

Os valores de sólidos solúveis encontrados na cultivar utilizada no experimento foram de 8%, estando dentro da média (6 a 11%) conforme estudos de

Chagas *et al.* (2003), Schünemann (2006) e Durigon (2007) em amostras de cebolas cultivadas em Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo, respectivamente.

O valor de pH encontrado na cebola *in natura* de 5,04, condiz com os menores valores encontrados por Chagas *et al.* (2003) nas cultivares comerciais de Crioula (5,08), Granex 33 (5,05) e Texas Grano 502 (5,06), no sul de Minas Gerais. Schunemann (2006) encontrou valores de pH mais elevados, entre 5,44 e 5,61 em genótipos de cebolas cultivadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

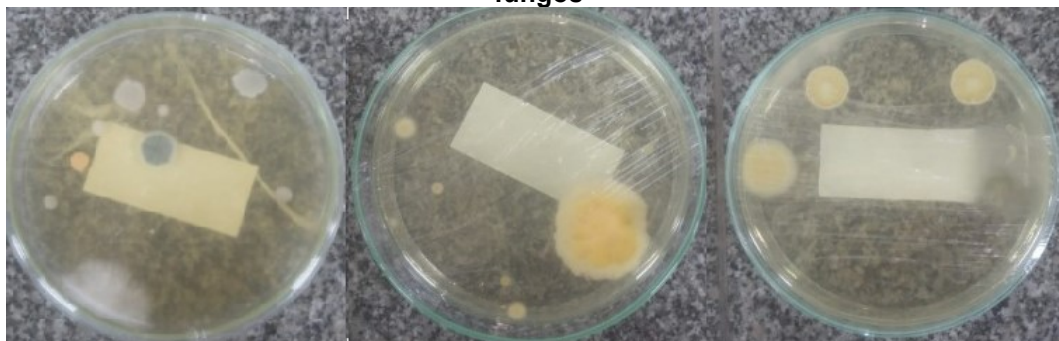
Apesar de cebola ser considerada uma hortaliça com características ácidas (pH 5,04), tendo em vista a faixa de pH em que geralmente pode ocorrer o desenvolvimento de fungos (6,0 a 8,0) e leveduras (3,5 a 4,0), faz-se de grande importância o controle desse parâmetro físico-químico para que seja inibido o desenvolvimento indesejável de microrganismos (BEERLI *et al.*, 2004). Bulbos de cebolas armazenados podem ser atacados por doenças fúngicas veiculadas pelas folhas ou solo de culturas anteriores (BREWSTER, 2008). Sang *et al.*, 2014 ao examinarem amostras de cebolas armazenadas na Coréia detectaram os gêneros *Aspergillus* (63,9%), *Penicillium* (15,5%), *Fusarium* (6,4%), *Rhizopus* (5,2%) e outros (9,0%). Entre esses gêneros, *Aspergillus awamori*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium brasilianum* e *Rhizopus oryzae* foram identificados como as espécies predominantes. Os fungos citados podem infectar as camadas internas e as superfícies externas das cebolas.

A acidez determinada no experimento para a cebola *in natura* foi de 0,53%, valor superior ao encontrado por Schunemann (2006) em genótipos de cebola, onde os resultados variaram entre 0,17 a 0,27%. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez titulável relaciona-se com os teores de ácidos orgânicos presentes no suco ou na polpa, aliada aos teores de sólidos solúveis sendo uma característica importante para se avaliar a qualidade pós-colheita das hortaliças. Em cebolas, a acidez é expressa em porcentagem de ácido pirúvico e relaciona-se com a pungência, uma vez que esta é determinada pelo teor de ácido pirúvico liberado enzimaticamente, quando ocorre o rompimento da membrana.

Como pode ser observado na Figura 2, o número de unidades formadoras de colônias foi contabilizado por meio de pontos de crescimento de fungos, sendo eles identificados em duas fases que indicam a presença de bolores e leveduras, separadamente. Os pontos em que se observam colônias com coloração cinza

indicam a presença de leveduras, enquanto a coloração laranja foi indicativa da existência de bolores.

Figura 2 - Amostras de cebola *in natura* submetidas a análise microbiológica de contagem de fungos



Fonte: Aatoria própria (2021)

5.2 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PRESENÇA DE DIFERENTES ADITIVOS QUÍMICOS NAS CONSERVAS DE CEBOLAS

Para os ensaios do Experimento 1, a calda teve como base água, vinagre branco (17%), cloreto de sódio (3%) e açúcar cristal (0,15%) e fracionou-se esta calda em 6 partes, onde cada parte serviu como base para as diferentes formulações. Dessa forma, foi avaliado o efeito de concentrações distintas dos agentes químicos sorbato de potássio, benzoato de sódio, metabissulfito de sódio e ácido cítrico. Os parâmetros físico-químicos de todas as formulações são apresentados na Tabela 6.

Na formulação base, apenas com os aditivos condimentares (vinagre branco, açúcar cristal e cloreto de sódio), o pH apresenta-se mais ácido e após a adição dos aditivos químicos ocorreu elevação do pH nas Fórmulas 1, 2, 3 e 4. Nas Fórmulas 5 e 6, com adição de ácido cítrico, ocorreu redução de pH em relação as demais, o que condiz com a característica química deste aditivo. Não foram produzidas conservas com a calda base.

Como esperado, depois deste período de armazenamento, a calda e a cebola tendem a entrar em equilíbrio quanto aos parâmetros físico-químicos mensurados (Tabela 6). Assim, o pH da calda tende a subir e por consequência a acidez diminui. Os índices de sólidos solúveis aumentam, pois, a cebola possui uma quantidade significativa destes componentes. Em relação ao vácuo, a legislação brasileira não prevê limites deste parâmetro para conserva de cebolas. Porém, se

comparado com o palmito em conserva, para embalagens de vidro com capacidades de até 600 mL, o valor mínimo de vácuo deve ser de 380 mm Hg (ANVISA, 1999) o que equivale a 14,6 pol Hg. Os valores de vácuo encontrados nas cebolas em conserva estão bem abaixo deste valor. O vácuo inicial é influenciado pelas condições de enchimento do produto e de exaustão de cada recipiente (DANTAS *et al.*, 1996).

Tabela 6 - Análise físico-química da salmoura base e demais formulações avaliadas no Experimento 1 para diferentes tempos de armazenamento

Tempo de armazenamento: 0 dia (montagem do experimento)					
Parâmetros	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Sódio (%)	Acidez (g ác. acético/100g)	Vácuo (pol Hg)
Base	2,61	5,4	4,4	2,4	NR
Fórmula 1	2,81	5,2	4,2	1,68	NR
Fórmula 2	2,71	5,4	4,4	1,68	NR
Fórmula 3	2,74	5,4	4,4	1,74	NR
Fórmula 4	2,81	5,4	5,6	1,68	NR
Fórmula 5	2,18	6	5,2	1,98	NR
Fórmula 6	2,08	6	5,4	2,4	NR
Tempo de armazenamento: 20 dias					
Fórmula 1	3,57	6,2	4,8	0,78	6
Fórmula 2	3,4	5,8	4,5	0,9	3
Fórmula 3	3,5	6	4,7	0,96	3
Fórmula 4	3,48	6	4,8	0,96	4
Fórmula 5	3,19	6	4,8	1,08	4
Fórmula 6	2,99	6	4,8	1,32	4
Tempo de armazenamento: 240 dias					
Fórmula 1	3,77	5,4	6	0,78	5
Fórmula 2	3,71	7,4	6	0,9	4
Fórmula 3	3,72	7	5,7	0,84	4
Fórmula 4	3,76	7	5,7	0,84	4
Fórmula 5	3,59	7	5,6	0,84	7
Fórmula 6	3,38	7	5,6	1,02	7

*NR – Análise não realizada

Na Análise de Variância (ANOVA), conforme resultados apresentados na Tabela 7, não foi verificada diferença significativa ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) em função do emprego de diferentes formulações para os parâmetros de concentração de sódio, vácuo, sólidos solúveis e acidez. Por outro lado, ao analisar

os valores de pH das amostras, ao ser feita a variação de formulação da calda das conservas de cebola, foram encontrados valores de p inferiores a 0,05, considerados estatisticamente significativos.

Tabela 7 - Análise de variância para os parâmetros físico-químicos avaliados no Experimento 1 em função da variação de tempo de armazenamento e diferentes formulações

Variável dependente	Fatores	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Média dos quadrados	F _{calculado}	p
pH	Intercepto	147,42	1	147,42	42120,09	< 0,0005
	Tempo	0,27	1	0,27	77,14	0,00031
	Formulação	0,34	5	0,06	19,38	0,00274
	Erro	0,02	5	0,00		
Concentração de sódio	Intercepto	330,75	1	330,75	8859,37	< 0,0005
	Tempo	3,20	1	3,20	85,80	0,00025
	Formulação	0,06	5	0,01	0,32	0,88076
	Erro	0,19	5	0,04		
Vácuo	Intercepto	252,08	1	252,08	196,42	0,00003
	Tempo	4,08	1	4,08	3,18	0,13454
	Formulação	10,41	5	2,08	1,62	0,30394
	Erro	6,41	5	1,28		
Acidez	Intercepto	10,49	1	10,49	1398,76	< 0,0005
	Tempo	0,05	1	0,05	6,76	0,04825
	Formulação	0,16	5	0,03	4,456	0,06335
	Erro	0,037	5	0,01		
Sólidos solúveis	Intercepto	491,52	1	491,52	1462,85	< 0,0005
	Tempo	1,92	1	1,90	5,71	0,06235
	Formulação	0,88	5	0,17	0,52	0,75250
	Erro	1,68	5	0,33		

Em relação aos diferentes tempos de armazenamento, foi possível verificar que houve diferença estatisticamente significativa (ao nível de 95% de confiança) apenas se analisadas as variáveis pH, concentração de sódio e acidez (Tabela 7). Para as variáveis vácuo e sólidos solúveis a variação do tempo de armazenamento não indicou ser estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

A variação da formulação da calda impactou apenas na variação das médias de pH, com identificação de médias estatisticamente distintas pelo teste de Tukey (Tabela 8).

Tabela 8 - Comparação das médias dos valores de pH em função da variação da formulação

Parâmetro	Formulações					
	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4	Fórmula 5	Fórmula 6
pH	3,67 ^a	3,56 ^{ab}	3,61 ^{ab}	3,62 ^{ab}	3,39 ^{bc}	3,19 ^c

*Médias com letras diferentes diferem estatisticamente entre si

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 8, pode-se observar que para a variável pH, as Fórmulas 1, 2, 3 e 4 não apresentaram diferença estatisticamente significativa (ao nível de 5% de significância), bem como as Fórmulas 5 e 6, também não diferiram entre si. As principais diferenças observadas foram referentes a Fórmula 6, que diferiu das Fórmulas 1, 2, 3 e 4, assim como a Fórmula 5 apresentou diferença significativa em relação a Fórmula 1. Foi possível observar que, para as Fórmulas 1, 2, 3 e 4 os valores de pH da calda foram em média superiores ao aferido para as Fórmulas 5 e 6.

Todas as conservas de cebola com 20 dias apresentaram valor de pH abaixo de 4,5 estando de acordo com o estabelecido por legislação (ANVISA, 2002). Conservas de pepinos acidificadas comercializadas na região sul do Brasil apresentam valores de pH na faixa de 3,93 a 4,43 e a acidez total titulável apresentam valores entre 0,48 e 0,92 g de ácido acético por 100 g de produto (SANTANA, 2018). Os valores de pH nas amostras de cebolas em conserva com 20 dias de fabricação apresentaram-se mais ácidos que os valores encontrados nas amostras de pepinos, situados entre 2,99 a 3,57, sendo o menor valor apresentado na Fórmula 6, com 1% m/v de ácido cítrico. Com 240 dias de fabricação, o pH ainda manteve-se mais baixo se comparado às amostras de pepinos do referido estudo.

Para o tempo de armazenamento, foi identificada alteração com diferença estatisticamente significativa a partir do teste de Tukey (ao nível de 5% de significância) nas variáveis pH, concentração de sódio e acidez (Tabela 9).

Como pode ser observado na Tabela 9, no decorrer do tempo houve tendência de aumento do pH e concentração de sódio em função da variação do tempo de armazenamento de 20 para 240 dias. Em contrapartida, o valor médio de acidez apresentou redução para o maior tempo de armazenamento.

Tabela 9 - Comparação das médias dos valores de acidez, pH e concentração de sódio em função da variação do tempo de armazenamento

Parâmetro	Tempo (dias)	
	20	240
pH	3,36 ^a	3,66 ^b
Concentração de sódio (mg L ⁻¹)	4,73 ^a	5,77 ^b
Acidez (%)	1,00 ^a	0,87 ^b

*Médias com letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente entre si

O resultado pode ser explicado pelas características dos componentes da conserva ao longo do tempo. Quando alimentos estruturados são colocados em contato com fase líquida, esses alimentos passam por reações, fases de transição e/ou fenômenos de transporte, pois as fases não estão em equilíbrio. No entanto, ao longo dos processos e armazenamento, ocorre a migração de água e soluto dentro do produto em si (transporte interno), e/ou para o fluido externo (transporte externo) (FITO *et al.*, 2009). Assim, por meio dos dados obtidos, observa-se que as conservas de cebolas com 20 dias de armazenamento não atingiram o equilíbrio dos tecidos vegetais com a fase líquida (salmoura). As trocas continuaram ocorrendo propiciando diferentes valores para os parâmetros avaliados no tempo de 240 dias. De maneira geral, as indústrias produtoras de conservas consideram 20 dias como período de estabilização das conservas vegetais, mas os dados mostram que este tempo deve ser melhor estudado.

Em relação a alteração de coloração, as formulações foram avaliadas visualmente e as alterações como a formação de manchas nas cebolas e precipitados na salmoura foram registradas em planilha e por meio de registro fotográfico aos 20 dias e 240 dias após o preparo das conservas. Na Tabela 10, estão apresentados registros das alterações.

As conservas produzidas com as formulações 5 e 6 não apresentaram alteração na coloração com 20 dias. Neste tempo observou-se o início de alterações visuais nas conservas produzidas com a formulação 1 e nas formulações 2, 3 e 4.

Tabela 10 - Registro das alterações visuais ao longo do tempo de armazenamento das conservas preparadas com diferentes formulações

Tempo (dias)	Fórmula	Escurecimento	Precipitados na calda	Manchas nas cebolas
20	Fórmula 1	sim	não	Não
20	Fórmula 2	não	não	Não
20	Fórmula 3	não	sim	Sim
20	Fórmula 4	sim	não	Não
20	Fórmula 5	não	não	Não
20	Fórmula 6	não	não	Não
240	Fórmula 1	sim	não	Não
240	Fórmula 2	não	sim	Sim
240	Fórmula 3	não	sim	Sim
240	Fórmula 4	sim	não	Não
240	Fórmula 5	não	não	Não
240	Fórmula 6	não	não	Não

A conserva sem sorbato de potássio (Fórmula 3) não demonstrou alterações da cor, porém observou-se início da formação de manchas amarelas e leve formação de precipitado na salmoura. Em contrapartida, a conserva sem metabissulfito de sódio (Fórmula 4) apresentou um escurecimento rápido e acentuado, o que mostra a sua efetividade como agente antioxidante e clarificante. O metabissulfito de sódio demonstra ação positiva para manutenção da cor em vegetais do gênero *Allium*, pois sua utilização em alho moído também foi efetiva para prevenir e inibir a descoloração verde, um problema comum em alho processado (KIM; CHO; KIM, 1999).

Ainda conforme os dados apresentados na Tabela 10, a conserva sem o benzoato de sódio (Fórmula 2) não apresentou alteração de coloração e manteve-se nos padrões de qualidade desejados. Na conserva produzida com a Fórmula 1 observou-se leve escurecimento nas cebolas, o que sugere que haja uma interação entre o sorbato de potássio, benzoato de sódio e metabissulfito de sódio provocando alterações indesejadas. Em estudos conduzidos por Casado *et al.* (2012) em conserva de alho, observou-se uma interação negativa quando metabissulfito de sódio foi adicionado juntamente com sorbato de potássio e não obtiveram-se resultados satisfatórios em relação a manutenção da cor branca original. Porém, com adição de metabissulfito de sódio sozinho houve um efeito positivo na cor da conserva de alho através da redução do escurecimento.

Nas Fórmulas 5 e 6, foram testadas duas concentrações de ácido cítrico sendo elas de 0,5 e 1,0% m/v, respectivamente. A adição de ácido cítrico reduziu o

escurecimento e não foram observados precipitados na calda ou manchas nas cebolas durante os primeiros 20 dias de armazenamento, quando comparadas com as amostras sem a adição de ácido cítrico (Fórmulas 1 a 4). A inibição do escurecimento pode ser atribuída às propriedades quelantes do ácido cítrico, sendo capaz de suprimir a atividade da polifenoloxidase (PPO) ligando-se a cofatores de metal na estrutura da enzima (MOON *et al.*, 2020).

Adicionalmente, as conservas com a formulação sem o sorbato de potássio (Fórmula 3) e sem o benzoato de sódio (Fórmula 2) demonstraram alterações com formação de precipitado o que sugere crescimento de microrganismos. Sorbato de potássio e benzoato de sódio, quando aplicados em conjunto também melhoraram a estabilidade e qualidade microbiana de pepinos e cenouras fermentados (DAVIDSON; SOFOS; BRANEM, 2004). Ademais, algumas cepas de leveduras pertencentes aos gêneros *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces*, *Torulopsis*, *Brettanomyces*, *Candida* e *Triganopsis* podem se tornar resistentes a inibição pelo sorbato de potássio. Essa resistência depende das espécies e linhagens, concentração de sorbato de potássio, pH, nível de inóculo e temperatura de armazenamento (DAVIDSON; SOFOS; BRANEM, 2004).

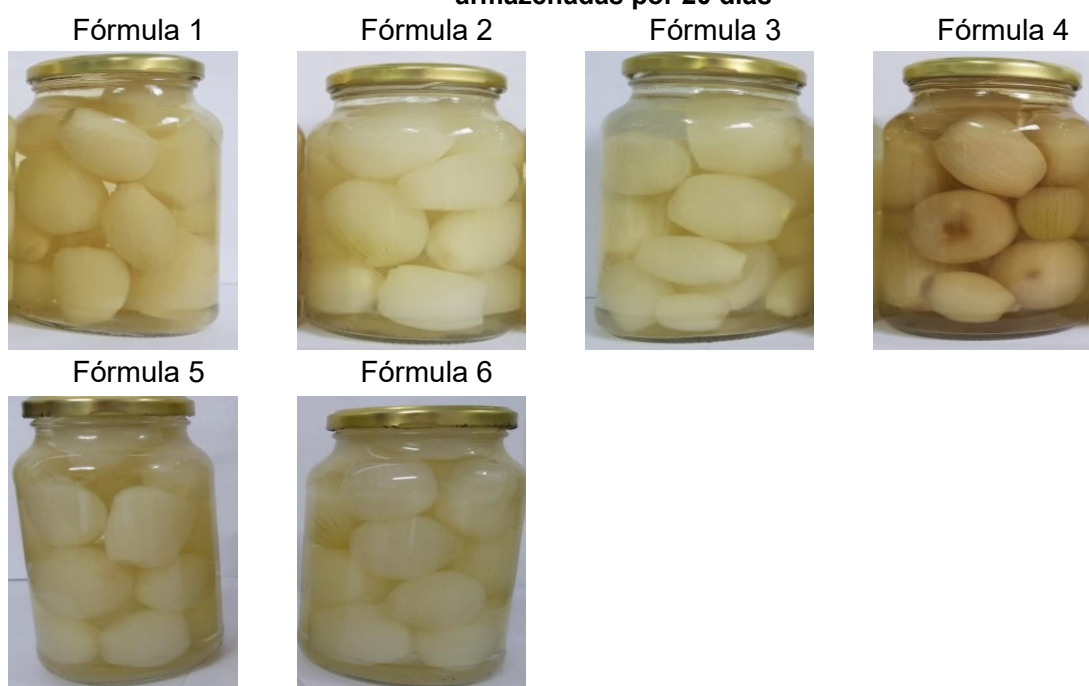
Nas conservas de cebola com 240 dias de armazenamento, ocorreu elevação de pH em todas as formulações, porém ainda mantiveram o valor de pH abaixo de 4,5 conforme estabelecido por legislação (ANVISA, 2002). Com 240 dias de armazenamento, a conserva com todos os aditivos de conservação (Fórmula 1) não apresentou precipitado, porém acentuou mais ainda o escurecimento, demonstrando que a interação negativa entre os aditivos se manteve.

As formulações com presença de ácido cítrico mantiveram a mesma tendência apresentada na Tabela 10, após 20 dias de armazenamento, em relação a avaliação visual (Figura 3). Os resultados dos testes demonstram que as amostras que contavam com a presença de ácido cítrico tiveram uma tendência a não apresentar precipitados na calda e manchas nas cebolas. Esta inibição pode ser atribuída à redução do pH da conserva de cebola o que diminuiu as condições de ocorrência de fungos nesta calda. Estudo em laboratório, com 13 linhagens de leveduras representando cinco gêneros: *Debaryomyces*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces*, *Candida* e *Saccharomyces*, demonstrou que na temperatura de 22 °C, todas as espécies foram capazes de crescer em condições de pH de 2,5 (BEETS *et al.*, 1999). Porém, os valores médios de pH obtidos nas formulações com

ácido cítrico no momento do envase foram menores que este valor (2,18 para concentração de 0,5% m/v de ácido cítrico e 2,08 para concentração de 1,0% m/v de ácido cítrico), o que potencializa o efeito inibitório para leveduras.

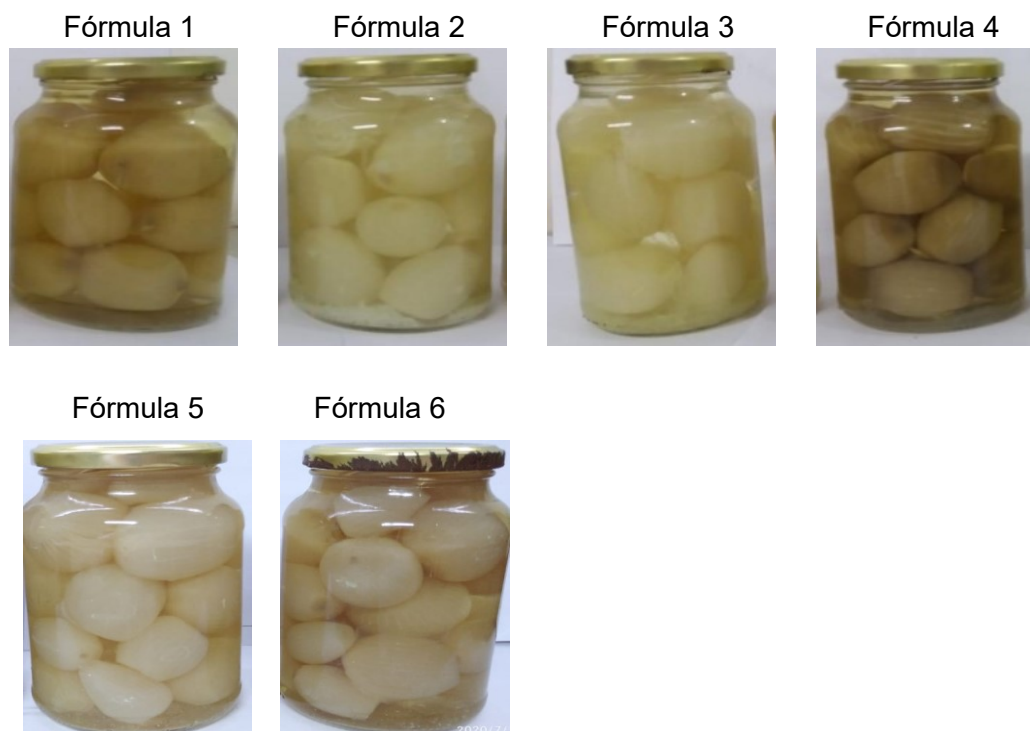
A adição de ácido cítrico concomitante ao metabissulfito de sódio e sorbato de potássio no líquido de cobertura teve efeito positivo, pois não ocorreu a formação de precipitados, o que sugere a manutenção microbiológica da conserva e demonstra potencial de utilização desses aditivos em conjunto. Além disso, para as Fórmulas 5 e 6, indica-se que a ação destes três agentes propiciou a ausência também de manchas na cebola e escurecimento (Tabela 10), após 20 e 240 dias de armazenamento, conforme observado nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Interação positiva entre o ácido cítrico e o metabissulfito de sódio foi observada em batatas doces minimamente processadas. As amostras tratadas com metabissulfito de sódio e ácido cítrico conservaram-se satisfatoriamente por 14 dias a 5°C, mantendo a qualidade sensorial e microbiológica (SGROPPO *et al.*, 2010).

Figura 3 - Conservas de cebola processadas com diferentes aditivos químicos na salmoura, armazenadas por 20 dias



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 4 - Conservas de cebola processadas com diferentes aditivos químicos na salmoura, armazenadas por 240 dias.



Fonte: Autoria própria (2021)

Foram realizadas análises microbiológicas nas amostras de cebola em conserva que apresentaram precipitado (Fórmula 2 e Fórmula 3) e identificou-se a presença de bolores e leveduras, que somados trazem a contagem de fungos de 4 UFC g⁻¹ e 6 UFC g⁻¹ respectivamente. Assim, o aspecto visual do produto é prejudicado pelo aparecimento de precipitados de coloração amarelada ao longo do tempo de armazenamento, acarretando em rejeição pelos consumidores.

Para produtos vegetais em salmoura, a legislação brasileira prevê limites e critérios para coliformes a 45 °C, estafilococos coagulase positiva e *Salmonella* sp., porém, para bolores e leveduras não são estabelecidos parâmetros (BRASIL, 2001).

Apesar das condições inibitórias presentes em alimentos acidificados com ácidos orgânicos e com presença de cloreto de sódio, muitos microrganismos conseguem sobreviver. Experimentos demonstram que algumas bactérias gram-negativas tem sua resistência aos ácidos aumentada na presença de cloreto de sódio (BAE; LEE, 2015; YOON *et al.*, 2014).

Amostras de vegetais enlatados na Arábia Saudita foram retiradas de diferentes comércios locais e realizadas análises físico-químicas e microbiológicas. As amostras *picles* mistos de pepinos, cenouras e couve flor apresentaram alta

contagem em placas para microrganismos aeróbios, mofos e leveduras. As amostras de pepinos continham altas quantidades de coliformes quando comparados com os *picles* mistos. Algumas amostras de *picles* mistos com pH de 3,16 e 3,06 apresentaram presença de bolores e leveduras (ALJAHANI, 2020).

5.3 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE DIFERENTES DOSAGENS DE SORBATO DE POTÁSSIO E ÁCIDO CÍTRICO NAS CONSERVAS DE CEBOLAS

Os dados experimentais obtidos no Experimento 2 para a cebola tradicional em conserva, foram avaliados a partir de 9 formulações com 5 diferentes dosagens de sorbato de potássio, 5 concentrações de ácido cítrico e 4 tempos de armazenamento das conservas. Na Tabela 11, são apresentados os dados experimentais de cada variável dependente analisada ao longo do tempo de armazenamento para cada formulação testada.

Tabela 11 - Dados experimentais obtidos a partir do Experimento 2, com avaliação do efeito de diferentes formulações da calda das conservas de cebola tradicional sob diferentes parâmetros físico-químicos e microbiológico ao longo do tempo

Variáveis Dependentes	Tempo	Formulações								
		SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	SA7	SA8	SA9
pH	T1	4,38	4,11	4,19	4,06	3,96	3,91	4,20	3,86	3,88
	T2	3,61	3,39	3,72	3,36	3,44	3,45	3,79	3,29	3,44
	T3	3,43	3,16	3,51	3,13	3,30	3,28	3,64	3,13	3,26
	T4	3,47	3,20	3,47	3,08	3,16	3,30	3,55	3,00	3,25
Acidez (%)	T1	0,60	1,34	0,50	0,61	0,66	0,77	0,59	0,83	0,69
	T2	1,08	1,14	0,90	1,20	1,14	1,14	0,84	1,44	1,10
	T3	1,20	1,74	1,68	1,80	1,20	1,62	1,08	1,50	1,46
	T4	1,08	1,44	1,44	1,86	1,38	1,56	1,20	2,04	1,46
Sólidos Solúveis (°Brix)	T1	6,20	7,00	5,00	6,00	4,60	7,20	5,60	5,80	6,60
	T2	6,20	6,80	5,60	6,20	4,80	7,00	6,00	6,20	7,07
	T3	5,50	5,50	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	T4	6,60	6,80	6,00	6,60	6,00	6,00	6,00	6,20	6,00
Cor (ΔE^*)	T1	29,6	28,8	29,9	32,8	30,9	30,8	30,0	29,0	28,7
	T2	32,9	34,5	36,7	36,9	36,2	35,5	35,1	32,9	35,7
	T3	31,7	34,7	32,6	34,8	34,5	34,5	36,8	36,3	35,4
	T4	35,2	35,7	35,6	37,8	36,7	35,6	32,5	38,3	36,3

Compostos Fenólicos (mg/100 g)	T1	28,1	21,6	32,0	34,5	33,3	24,1	26,2	38,5	33,8
	T2	9,00	11,1	10,3	8,00	10,1	4,80	7,50	7,30	7,80
	T3	21,2	22,0	23,2	20,9	27,8	16,8	31,0	23,7	25,4
	T4	9,80	9,20	14,7	13,6	8,80	13,6	16,1	11,5	11,3
Fungos (UFC g ⁻¹)	T1	5,00	4,00	9,00	12,0	2,00	11,0	8,00	10,0	6,00
	T2	9,00	11,0	9,00	3,00	10,0	7,00	4,00	5,00	5,00
	T3	11,0	9,00	12,0	13,0	4,00	10,0	2,00	10,0	11,0
	T4	6,00	5,00	2,00	7,00	1,00	6,00	1,00	2,00	4,00

UFC g⁻¹ - Unidades formadoras de colônias

O controle do pH da cebola em conserva é de grande relevância para a sua qualidade, visto que este tem influência direta nas condições para a proliferação de fungos. De acordo com os dados apresentados na Tabela 11, o valor do pH médio foi de $3,54 \pm 0,36$, enquanto que o número de unidades formadoras de colônias de fungos (UFC g⁻¹) em média esteve em 7 ± 4 . O aspecto visual do produto é prejudicado pelo aparecimento de precipitados de coloração amarelada ao longo do tempo de armazenamento, podendo ter prejuízos a aceitação e atratividade do consumidor. Czapski e Szudyga (2000), reportam que o escurecimento enzimático em cogumelos está associado, além da atividade de enzimática, com a microflora presente.

Os níveis de sólidos solúveis na cebola indicam a presença por exemplo de açúcares solúveis e ácidos orgânicos, sendo que a redução de sólidos solúveis ao longo do tempo de armazenamento pode indicar o consumo destes compostos por reações catabólicas (BEERLI *et al.*, 2004). Conforme os dados da Tabela 11, o valor médio para o teor de sólidos solúveis observado para as cebolas em conserva foi de $5,9 \pm 0,8$ °Brix, verificando-se redução neste valor se comparado ao determinado para a cebola *in natura* (8 °Brix).

A variável acidez foi mensurada visto que esta pode interferir indiretamente em vários aspectos da cebola como a cor, estabilidade microbiológica, aroma, sabor e na conservação de forma geral. Todavia, os compostos que conferem a acidez de um vegetal são ácidos orgânicos como ácido cítrico, málico, láctico, acético tartárico, entre outros (VELHO, 2016). O valor médio de acidez verificado foi de $1,20 \pm 0,40\%$ (Tabela 11).

A coloração da cebola em conserva em termos do parâmetro ΔE^* , indicando diferença de cor das coordenadas colorimétricas entre as amostras avaliadas e o padrão (matéria prima), apresentou valores médios de $33,9 \pm 2,7$.

O valor médio de compostos fenólicos encontrado no presente estudo foi de $18,6 \pm 9,6$ mg/100 g, sendo que os valores deste parâmetro podem ser influenciados pelo cultivar de cebola utilizado e ter influência no desenvolvimento de microrganismos.

Muniz (2007) relata que a oxidação dos compostos fenólicos pode promover alterações nas características da cebola, resultando em aspectos negativos como o escurecimento (reação enzimática) e mudanças sensoriais e organolépticas indesejáveis (reação não enzimática). Foi verificado que houve redução significativa do teor de compostos fenólicos ao comparar o valor determinado para a cebola *in natura* (68,9 mg/100 g) com o valor médio na cebola em conserva, o que pode ser atribuído também ao tratamento térmico. Harris *et al.* (2015) e Çubukcu *et al.* (2019) identificaram que o conteúdo fenólico e também a atividade antioxidante da cebola diminuiu com o tratamento térmico.

5.3.1 Análise de Componentes Principais

Com o objetivo de reduzir o número de variáveis que expliquem estatisticamente o comportamento experimental observado para as características da cebola tradicional em conserva, foi empregada a Análise de Componentes Principais (ACP). Assim, foram realizadas combinações lineares das variáveis originais mensuradas, reduzindo a dimensão do problema em componentes não correlacionadas. Para tanto, foram contemplados critérios estatísticos para agrupamento das variáveis.

De acordo com o observado no teste de esfericidade (Teste de Bartlett), o valor de $T_{\text{calculado}}$ (94) foi maior que $T_{95\%}$ (25), ou seja, rejeita-se a hipótese H_0 (matriz de correlação da população igual a matriz identidade) ao nível de significância de 5%. Dessa forma, indica-se que existe correlação entre algumas variáveis, viabilizando-se a aplicação da técnica ACP (NEISSE; HONGYU, 2016).

A partir da ACP dos dados obtidos experimentalmente (Tabela 11), obteve-se os autovalores e as respectivas porcentagens acumuladas da variância explicada por cada componente principal (CP), apresentados na Tabela 12. Considerando o critério de Kaiser (autovalores maiores que 1) (KAISER, 1958), e com base nos resultados apresentados na Tabela 12, foram consideradas apenas as duas primeiras componentes principais (CP1 e CP2).

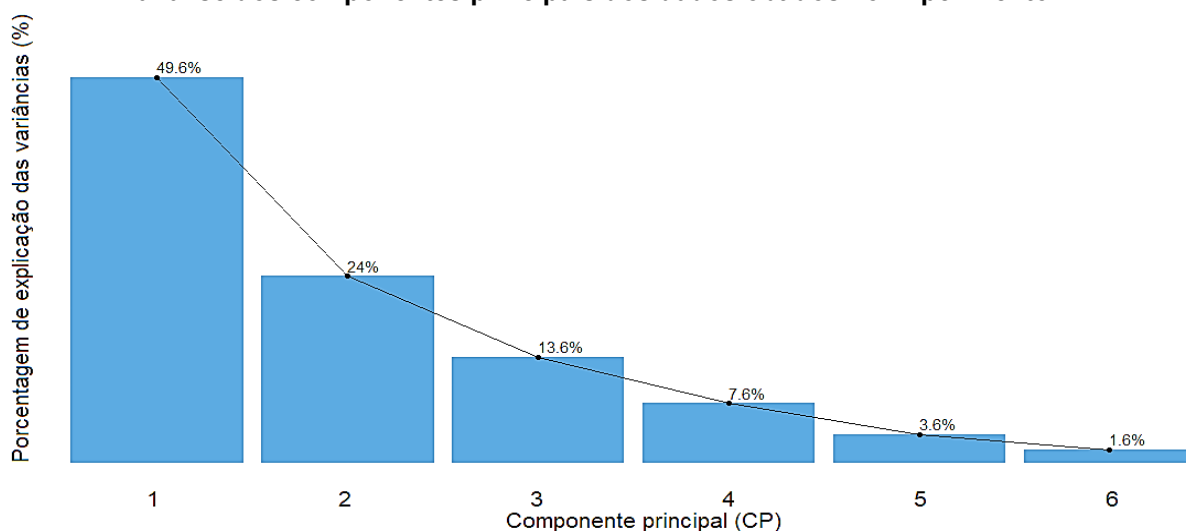
Esses dois fatores, ortogonais entre si, juntos são responsáveis por explicar 73,6% da variabilidade dos resultados obtidos. Guedes *et al.* (2012), reportam que uma representação razoável da variância das variáveis originais pode ser obtida com porcentagens acumuladas superiores a 70%, em consonância ao avaliado pelo critério de Kaiser.

Tabela 12 - Estimativa dos autovalores e porcentagem acumulada da variância total, obtidas por meio da análise dos componentes principais dos dados obtidos no Experimento 2

Componente principal (CP)	Autovalores da matriz covariância	Varição total acumulada (%)
1	2,978	49,6
2	1,440	73,6
3	0,814	87,2
4	0,455	94,8
5	0,217	98,4
6	0,095	100

Ademais, como pode ser observado na Figura 5, no *Scree test*, a componente principal 1 (CP1) explica 49,6% dos resultados e a componente principal 2 (CP2) apresenta uma explicação de 24,0%, sendo identificadas como as componentes que possuem maior capacidade de explicar a máxima variabilidade dos dados originais. Dessa forma, as componentes CP1 e CP2 podem ser utilizadas para análise do conjunto de dados em estudo, sendo responsáveis por resumir de forma efetiva a variância amostras total.

Figura 5 - Autovalores em função do número de componentes principais obtidas por meio da análise dos componentes principais dos dados obtidos no Experimento 2

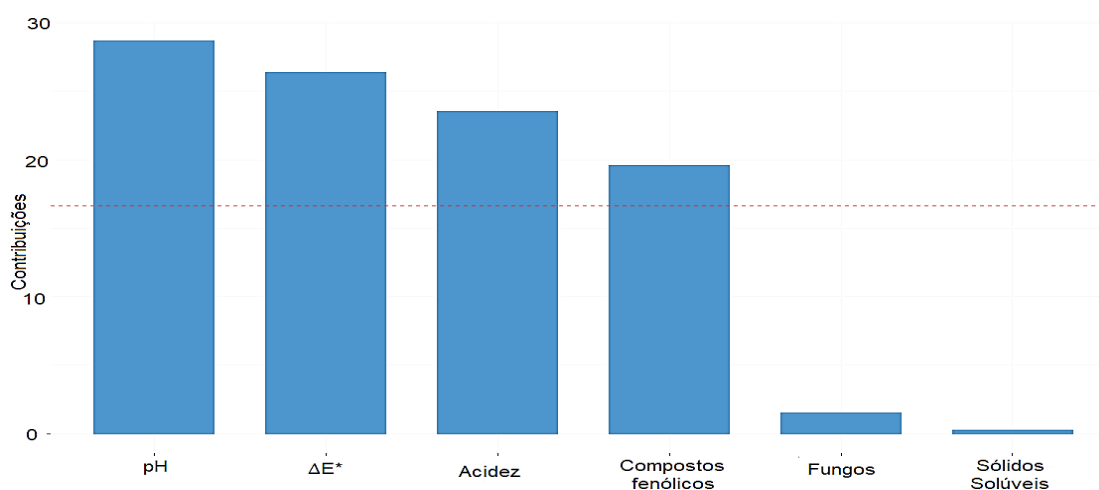


Fonte: Autoria própria (2021)

Tendo em vista que as duas primeiras componentes explicam mais de 70% da variância total disponível entre as variáveis analisadas, estas foram avaliadas também acerca de quais variáveis tem maior representatividade em cada fator.

Na Figura 6, pode-se observar que a CP1 apresenta maior contribuição principalmente das variáveis: pH, ΔE^* , acidez e compostos fenólicos.

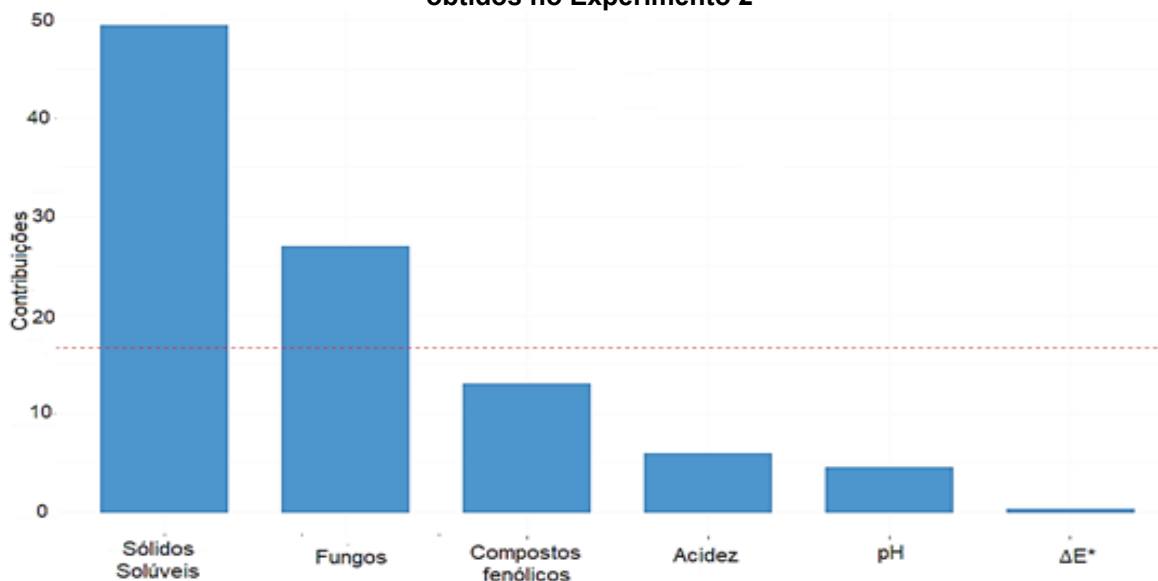
Figura 6 - Contribuição das variáveis da componente principal 1 (CP1) na análise dos dados obtidos no Experimento 2



Fonte: Autoria própria (2021)

No caso da CP2, as variáveis que compõem predominantemente esta componente são: sólidos solúveis e contagem de fungos (Figura 7).

Figura 7 - Contribuição das variáveis da componente principal 2 (CP2) na análise dos dados obtidos no Experimento 2



Fonte: Autoria própria (2021)

Os coeficientes de ponderação das componentes CP1 e CP2 para cada variável analisada, bem como a respectiva correlação entre cada componente principal e as variáveis originais, são apresentados na Tabela 13. Assim, identifica-se a importância de cada variável nas CPs analisadas, sendo os valores apresentados em negrito, as correlações que foram estatisticamente significativas.

Tabela 13 - Coeficientes de ponderação das componentes principais e coeficientes de correlações correspondentes

Variável	Abreviação	Coeficiente de ponderação (autovetores)		Correlação	
		CP1	CP2	CP1	CP2
pH	X ₁	-0,536	0,213	-0,924	0,255
Acidez	X ₂	0,485	-0,244	0,838	-0,293
Sólidos Solúveis	X ₃	0,053	0,703	0,091	0,843
ΔE*	X ₄	0,514	-0,055	0,886	-0,066
Compostos fenólicos	X ₅	-0,442	-0,360	-0,764	-0,432
Fungos	X ₆	-0,123	-0,519	-0,213	-0,622

Nota: Valores de correlação em negrito são estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância

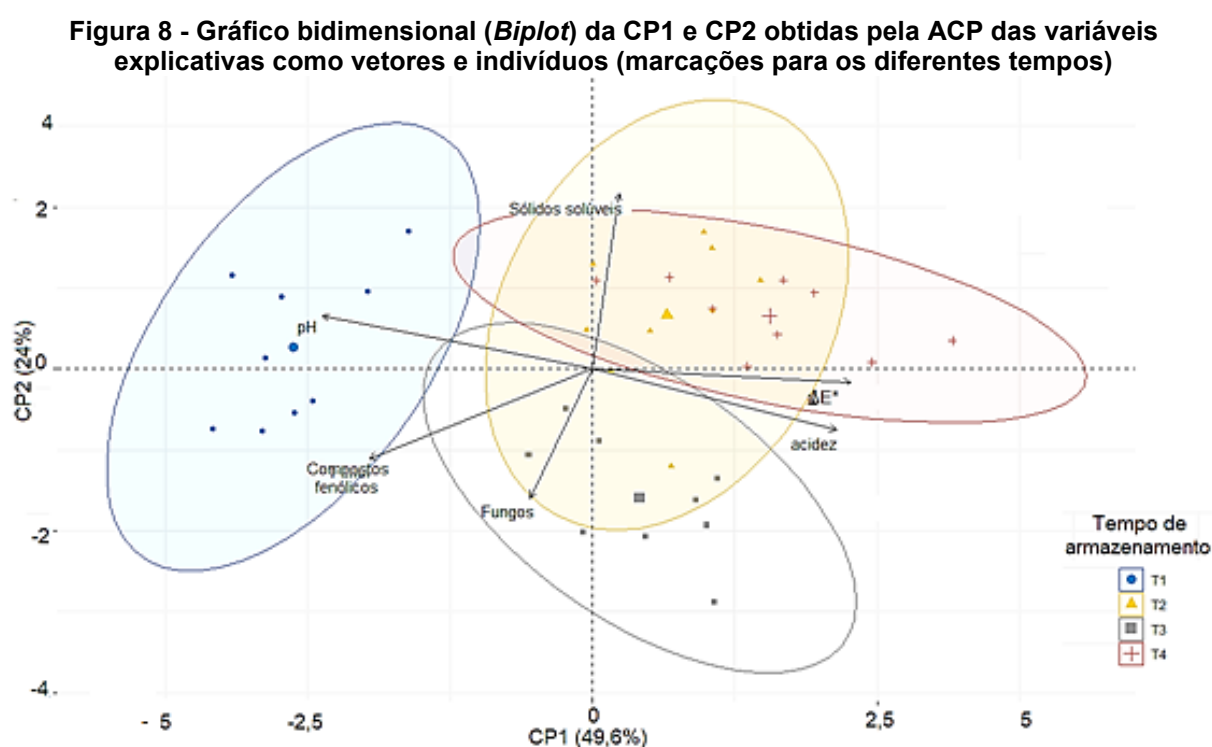
Nas Equações (3) e (4), são apresentados os modelos de predição propostos para as duas componentes principais avaliadas. Dessa maneira, possibilita-se a redução da dimensão original de 6 variáveis para apenas 2 com preservação das informações, seguindo o agrupamento indicado nas Figuras 6 e 7.

$$CP_1 = -0,536X_1 + 0,485X_2 + 0,053X_3 + 0,514X_4 - 0,442X_5 - 0,123X_6 \quad (3)$$

$$CP_2 = 0,213X_1 - 0,244X_2 + 0,703X_3 - 0,055X_4 - 0,360X_5 - 0,519X_6 \quad (4)$$

Os resultados obtidos na ACP são apresentados ainda por meio do gráfico bidimensional (Figura 8). As variáveis com coeficientes de ponderação de maior magnitude, são indicativos de forte influência no componente principal, enquanto que coeficientes em torno de 0 indicam fraca correlação da variável com a componente principal. Assim, o comprimento das setas está relacionado com a variância das variáveis, enquanto os ângulos entre elas evidenciam suas correlações, de forma que setas próximas correspondem a observações que possuem contribuições similares nas CPs (KELSRUD *et al.*, 2016).

A partir dos vetores de maiores comprimentos e distanciamento do eixo CP1, pode-se dizer que as variáveis acidez e cor ΔE^* apresentam contribuições semelhantes na CP1. Foi observada ainda alta correlação do pH com a CP1, porém com correlação negativa com as variáveis acidez e cor ΔE^* , ou seja, a redução do pH sugere aumento nas referidas variáveis. Não foi observada forte correlação entre a variável compostos fenólicos com as demais variáveis que compõe a CP1. Pode-se dizer que a variável contagem de fungos não está correlacionada com as variáveis pH e acidez, visto que é formado ângulo próximo de 90° (ortogonalidade), conforme mostrado na Figura 8. Por fim, observa-se que as variáveis sólidos solúveis e contagem de fungos apresentam coeficientes próximo da unidade para a CP2, indicando a forte influência destas variáveis nesta componente, com comportamentos inversos, ou seja, coeficientes positivo e negativo, respectivamente.



Fonte: Autoria própria (2021)

No gráfico *Biplot* da ACP (Figura 8), indica-se a carga de cada variável (setas), acrescido ainda da pontuação de cada tempo de armazenamento (pontos) agrupados nas elipses bivariadas com tamanho determinado ao nível de confiança de 95%. Conforme observado na Figura 8, evidenciou-se um agrupamento distinto a

esquerda para o tempo de armazenamento T1 (0 dias). As pontuações individuais de cada tempo de armazenamento no *Biplot* mostraram um padrão de sobreposição para os tempos de armazenamento T2 (45 dias), T3 (90 dias) e T4 (145 dias). Para o tempo de armazenamento T3 (90 dias) as pontuações foram notavelmente inclinadas em direção a valores negativos do eixo CP2, enquanto para o T4 (145 dias) verificou-se predominância para pontuações positivas em relação a CP2. Analisando as componentes principais, observa-se que o tempo T1 é caracterizado por maiores valores de pH. Em contra partida, elevados valores de acidez e cor ΔE^* são característicos do agrupamento observado para os tempos T2, T3 e T4.

5.3.2 Análise por Correlação de Spearman

Adicionalmente, os dados obtidos no Experimento 2 foram analisados por meio da matriz correlação de Spearman, apresentada na Tabela 14, sendo indicadas as correlações estatisticamente significativas destacadas em negrito ($p < 0,05$).

Tabela 14 - Matriz correlação de Spearman para as variáveis físico-químicas e microbiológica avaliadas no Experimento 2

Variáveis	pH	Acidez	Sólidos Solúveis	ΔE^*	Compostos fenólicos	Fungos
pH	1					
Acidez	-0,865	1				
Sólidos Solúveis	0,077	-0,111	1			
ΔE^*	-0,672	0,505	-0,006	1		
Compostos fenólicos	0,423	-0,306	-0,431	-0,551	1	
Fungos	-0,002	0,014	-0,230	-0,251	0,243	1

Nota: Valores de correlação em negrito são estatisticamente significativos ao nível de 5% de significância

De acordo com Miot (2018), correlações de Spearman na faixa de 0,51 a 0,7 são ditas moderadas, seguidas de correlações consideradas fortes entre 0,71 e 0,9. Como pode ser verificado na Tabela 14, os resultados obtidos corroboram com as correlações observadas previamente pela análise dos componentes principais, indicando forte ligação entre algumas variáveis. Dentre estas, podemos citar a elevada correlação negativa entre as variáveis pH e acidez, bem como a correlação moderada entre pH e ΔE^* . A correlação do pH com a cor ΔE^* pode ser indicativo de que o aumento no valor do pH pode impactar negativamente na tonalidade da

cebola com menores valores de ΔE^* , o que é indesejável visto que quanto maiores valores desse parâmetro propiciam coloração mais branca a cebola.

No caso da correlação entre ΔE^* e as variáveis acidez e compostos fenólicos, esta apresentou-se moderada, com relação positiva e negativa, respectivamente. Reportam-se ainda as correlações, mesmo que fracas (0,31 a 0,5) (MIOT, 2018), da variável compostos fenólicos com pH e sólidos solúveis.

5.3.3 Análise Multivariada de Variância

A fim de avaliar as correlações significativas entre as variáveis analisadas (variáveis dependentes) e as variáveis independentes, estas foram investigadas buscando trazer mais detalhes acerca da influência das diferentes dosagens de sorbato de potássio e ácido cítrico, e tempos de armazenamento na qualidade das conservas de cebola tradicional.

Para tanto, os resultados foram submetidos à análise multivariada de variância (MANOVA), sendo essa uma categoria de ANOVA empregada quando se tem mais de uma variável dependente. Foram consideradas como variáveis independentes na MANOVA o tempo de armazenamento e a variável denominada formulação (combinação entre as diferentes dosagens de ácido cítrico e sorbato de potássio). A análise foi realizada a um nível de significância de 5% pelo critério de Pillai, de forma que no caso de a variável independente ser significativa, os dados foram submetidos ao teste de médias (Teste de Tukey com 95% de confiança).

O agrupamento das variáveis dependentes na MANOVA foi definido mediante o agrupamento proposto na ACP. Na CP1, estabeleceu-se a correlação entre as variáveis pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos, sendo estas as variáveis analisadas na MANOVA1. Para a CP2, as variáveis de maior contribuição foram sólidos solúveis e contagem de fungos, utilizando-se estas variáveis dependentes na MANOVA2.

Visto que para realização da MANOVA alguns pressupostos devem ser seguidos, foram realizados testes de normalidade multivariada (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das matrizes variância (teste de Levene), *outliers* multivariados (distância de Mahalanobis), sendo os resultados apresentados na Tabela 15.

Como pode ser observado na Tabela 15, os pressupostos foram atendidos em grande parte dos casos ($p > 0,05$ e ausência de *outliers*), exceto no tange a normalidade multivariada das variáveis pH, ΔE^* e compostos fenólicos. No entanto, prosseguiu-se na análise visto que a maioria dos requisitos não foram violados, não comprometendo a qualidade dos resultados estatísticos obtidos.

Tabela 15 - Avaliação dos pressupostos da MANOVA para os dados das variáveis físico-químicas e microbiológica avaliadas no Experimento 2

Variáveis dependentes	Variáveis independentes	Estatística (p)		Outliers (S-Sim/N-Não)
		Teste de Levene	Teste de Shapiro-Wilk	
Sólidos solúveis	Tempo	0,0500	0,0894	N
	Formulação	0,8203		
Fungos	Tempo	0,8243	0,0628	N
	Formulação	0,9424		
pH	Tempo	0,9554	0,0353	N
	Formulação	0,9996		
Acidez	Tempo	0,5957	0,5112	N
	Formulação	0,4632		
ΔE^*	Tempo	0,9850	0,0167	N
	Formulação	0,9591		
Compostos fenólicos	Tempo	0,0636	0,0188	N
	Formulação	0,6776		

Foram realizadas duas análises de variância (MANOVA1 e MANOVA2), a fim de identificar se há relação entre as variáveis dependentes agrupadas e as variáveis independentes (tempo de armazenamento e formulação da calda), para as amostras de cebola em conserva analisadas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Testes de igualdade dos vetores de médias de acordo com os tempos de armazenamento e as formulações avaliadas

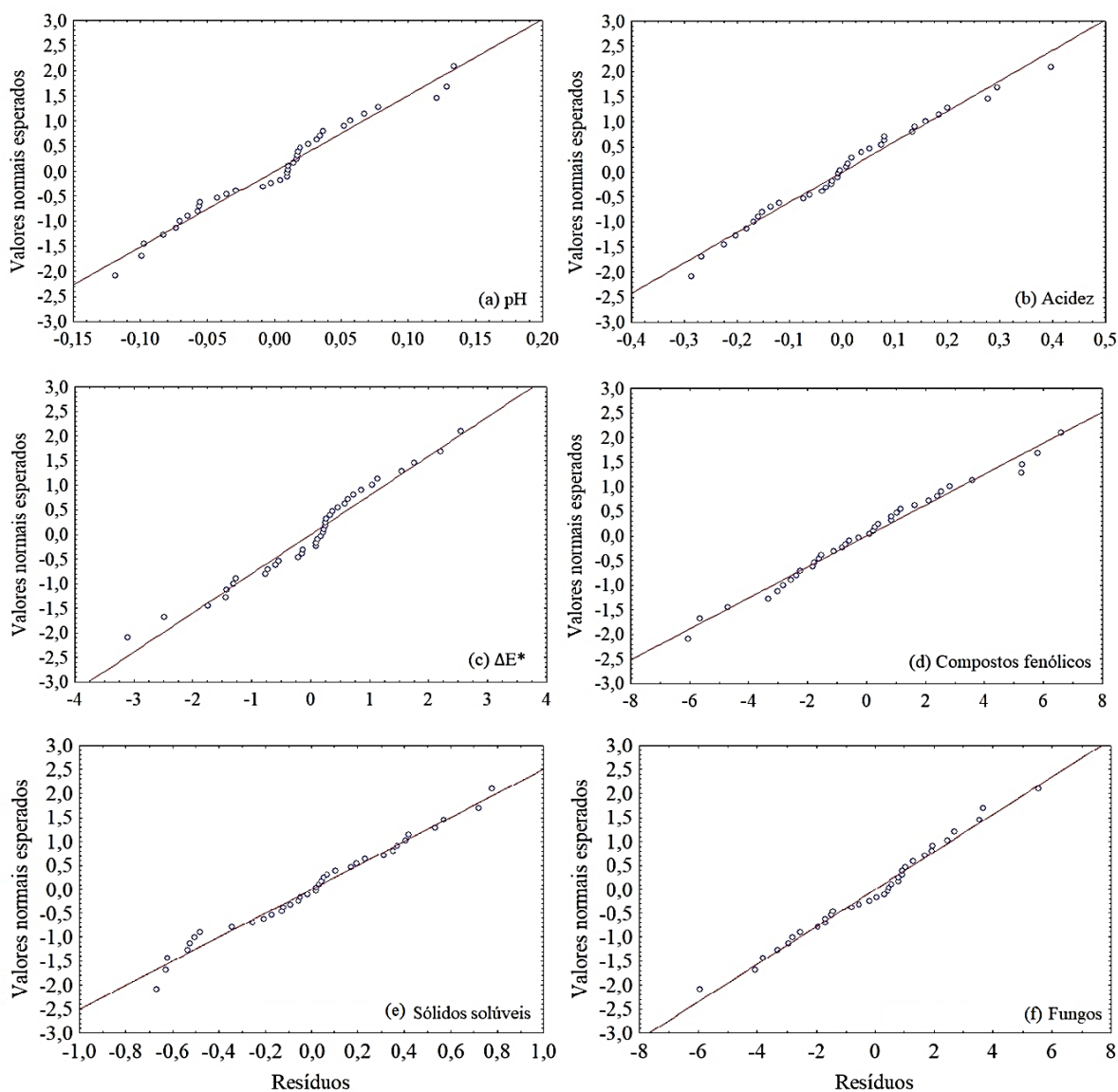
Análise	Variáveis dependentes	Variáveis independentes	Traço de Pillai	F	gl (efeito)	gl (erro)	p
MANOVA1	pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos	Tempo	1,906	10,02	12	69	0,0000
		Formulação	1,663	2,13	32	96	0,0025
MANOVA2	Sólidos solúveis e fungos	Tempo	0,844	5,84	6	48	0,0001
		Formulação	0,859	2,26	16	48	0,0152

Nota: F - valor aproximado da estatística F de Fisher; gl – graus de liberdade

O teste de Pillai indicou que há diferença significativa entre os grupos, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), para ambas nas análises realizadas (Tabela 16). Assim, pode-se inferir que houve diferença entre os diferentes tempos de armazenamento e composições da calda com base nas características avaliadas tanto na MANOVA1 (pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos), como na MANOVA2 (sólidos solúveis e contagem de fungos).

Na Figura 9, apresentam-se as distribuições dos resíduos para cada variável dependente avaliada. Conforme observado, os valores dos resíduos em média estão próximos da reta o que indica que estão distribuídos normalmente.

Figura 9 – Avaliação da distribuição dos resíduos para as variáveis físico-químicas e microbiológica realizadas no Experimento 2



Fonte: Autoria própria (2021)

Em complementação a MANOVA, foi realizado o teste Tukey para a comparação das médias das variáveis dependentes avaliadas no Experimento 2 em função do tempo de armazenamento e formulação. Na Tabela 17, são apresentadas as médias das variáveis avaliadas na MANOVA, sendo as médias com letras diferentes as que apresentaram diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de significância.

Tabela 17 - Comparação das médias pelo teste de Tukey para as variáveis físico-químicas e microbiológica realizadas no Experimento 2, observadas para os diferentes tempos de armazenamento e formulações

Variáveis independentes		Médias das variáveis dependentes*				
Tempo de armazenamento	pH	Acidez	ΔE^*	Compostos fenólicos	Sólidos Solúveis	Fungos
T1	4,06 ^a	0,73 ^a	30,08 ^a	30,2 ^a	6,0 ^a	7 ^{ab}
T2	3,5 ^b	1,11 ^b	35,15 ^b	8,4 ^b	6,2 ^a	7 ^{ab}
T3	3,32 ^c	1,48 ^c	34,58 ^b	23,6 ^c	5,1 ^b	9 ^b
T4	3,28 ^c	1,5 ^c	35,95 ^b	12,1 ^b	6,2 ^a	4 ^a
Formulação	pH	Acidez	ΔE^*	Compostos fenólicos	Sólidos Solúveis	Fungos
SA1	3,72 ^a	0,99 ^{ab}	32,37 ^a	17,0 ^a	6,1 ^{abc}	8 ^a
SA2	3,47 ^b	1,42 ^{bc}	33,41 ^a	16,0 ^a	6,5 ^c	7 ^a
SA3	3,72 ^a	1,13 ^{abc}	33,71 ^a	20,1 ^a	5,4 ^{ab}	8 ^a
SA4	3,41 ^b	1,37 ^{abc}	35,56 ^a	19,3 ^a	5,8 ^{abc}	9 ^a
SA5	3,47 ^b	1,10 ^{abc}	34,57 ^a	20,0 ^a	5,1 ^a	4 ^a
SA6	3,49 ^b	1,27 ^{abc}	34,11 ^a	14,8 ^a	6,3 ^{bc}	9 ^a
SA7	3,80 ^a	0,93 ^a	33,61 ^a	20,2 ^a	5,7 ^{abc}	4 ^a
SA8	3,32 ^b	1,45 ^c	34,12 ^a	20,3 ^a	5,8 ^{abc}	7 ^a
SA9	3,46 ^b	1,18 ^{abc}	34,01 ^a	19,5 ^a	6,2 ^{abc}	7 ^a

Nota: Médias com letras diferentes na coluna apresentam diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de significância

Foi possível observar nos testes individuais, por meio do teste de Tukey (Tabela 17), que para ambas as variáveis dependentes avaliadas na MANOVA1 (pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos) e na MANOVA2 (sólidos solúveis e contagem de fungos), as médias diferem em função do tempo de armazenamento. As variáveis pH e acidez apresentaram comportamento similar ao longo do tempo, com variação significativa ($p < 0,05$) nas médias para os tempos T1, T2 e T3, porém, entre T3 e T4 não houve diferença significativa ($p > 0,05$). Dessa forma, sugere-se que após 90 dias de armazenamento (T3), há uma tendência a estabilização dessas variáveis na cebola em conserva. No caso da cor ΔE^* , foi observado um comportamento similar,

entretanto, com a estabilização das médias após 45 dias de armazenamento (T2). Em relação as variáveis compostos fenólicos, sólidos solúveis e contagem de fungos, não foi observada uma tendência das médias ao longo do tempo. Para a variável sólidos solúveis, verificou-se uma oscilação no comportamento relativo ao T3 (90 dias), de forma que essa média foi a única que se diferiu com valor inferior as demais.

Relativo as diferenças de médias em função da variação da formulação da calda, observou-se que as diferentes dosagens de sorbato de potássio e ácido cítrico propiciaram diferenças estatisticamente significativas nas seguintes características da cebola em conserva: pH, acidez e sólidos solúveis. Conforme apresentado na Tabela 17, as médias de pH para as composições SA1, SA3 e SA7 mostraram-se semelhantes, enquanto as médias de SA2, SA4, SA5, SA6, SA8 e SA9 formaram um segundo grupo de médias com valores de pH inferiores, o que pode ser benéfico para a qualidade da conserva de cebola. O comportamento da acidez no caso da formulação da calda diferiu do pH, diferente do observado para o tempo de armazenamento, com médias iguais para as composições SA3, SA4, SA5, SA6 e SA9. Foi identificada diferença mais acentuada entre as composições SA7 e SA8.

As formulações SA1, SA4, SA7, SA8 e SA9 resultaram em comportamentos sem diferença estatisticamente significativa de médias relativa à quantidade de sólidos solúveis. Diferenças significativas ($p < 0,05$) para a variável sólidos solúveis destacaram-se nas composições SA2 e SA5, sendo a última a que apresentou menor média entre todas as condições avaliadas.

Para as diferentes formulações, não ocorreu diferença estatisticamente significativa no valor de ΔE^* . No caso da formulação SA4, observou-se ainda bom desempenho no que tange a cor ΔE^* , com maior média, o que pode indicar coloração tendendo ao branco. Todavia, para a variável sólidos solúveis as formulações SA2 e SA6 foram as que apresentaram médias mais atrativas, ou seja, maiores teores de sólidos solúveis (SIRTOLI *et al.*, 2010). Porém, as formulações SA4 e SA8, também apresentaram médias satisfatórias ao longo do tempo. As formulações SA5 e SA7 foram as que apresentaram desempenho satisfatório relativo a baixa contagem de fungos na avaliação das médias (Tabela 17). Entretanto, cabe lembrar que as variáveis compostos fenólicos e contagem de

fungos não apresentaram diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey.

Em todas as formulações testadas não ocorreu a formação de precipitados amarelados atribuídos a bolores e leveduras, embora tenha ocorrido o crescimento de fungos, o número de UFC g⁻¹ foi baixo. É geralmente aceito que a população crítica de leveduras necessárias para gerar um defeito tecnológico seja maior que 10⁶ UFC g⁻¹ (ALJAHANI, 2020). Convém ressaltar que as etapas de produção das conservas utilizam diversos fatores de conservação para alimentos como acidificação, alto teor de sal, processamento térmico e utilização de conservantes, eliminando microrganismos indesejáveis (LEISTNER, 2000).

As maiores médias de acidez e menores médias de pH (condições desejáveis), foram identificadas para SA4 e SA8, sugerindo que estas possam ser as formulações que favorecem as características de qualidade das conservas de cebola buscadas no estudo. De forma geral, as formulações com maiores teores de ácido cítrico (SA2, SA4, SA8) foram as que apresentaram os melhores resultados ou próximo ao comportamento médio de todas as composições. ZHOU *et al.*, (2016) constataram que o efeito inibitório do ácido cítrico na atividade de PPO foi principalmente dependente da diminuição do pH. A inativação de PPO induzida por baixo pH (< 3,0) foi completamente irreversível. Valores de pH mais altos, entre 4,0 a 5,0, podem favorecer o surgimento de pigmentos amarelos em vegetais do gênero *Allium* (BING *et al.*, 2005), atribuídos a reações enzimáticas.

Para o sorbato de potássio não foi observada tendência de alteração dos resultados em decorrência da alteração da concentração deste conservante na calda. Estudos em vegetais em conserva identificou que os níveis de sorbato de potássio permaneceram praticamente inalterados durante o armazenamento de longo prazo (SANCHEZ *et al.*, 2013; CASADO *et al.*, 2012), mantendo o seu efeito antimicrobiano nas conservas. Tais resultados indicam a possibilidade de utilizar a dosagem mínima nas conservas de cebolas.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no Experimento 1, a utilização concomitante de sorbato de potássio, benzoato de sódio e metabissulfito de sódio na salmoura provocou escurecimento das cebolas durante o período de armazenamento. Dessa forma, sugere-se que há interação química negativa entre os ingredientes. As conservas de cebola sem a presença de metabissulfito de sódio apresentaram um rápido e intenso escurecimento do produto, indicando a importância da adição desse na formulação da calda das conservas para a manutenção da cor branca desejável.

Por meio da análise estatística dos dados obtidos a partir do Experimento 2, identificou-se pelas componentes principais que as variáveis pH, acidez, ΔE^* e compostos fenólicos apresentaram correlação entre si (CP1), enquanto que as variáveis indicadas como CP2 foram sólidos solúveis e contagem de fungos, sendo estas agrupadas de acordo com sua variabilidade.

Foi possível a avaliação do desempenho de diferentes formulações da calda de conservas de cebola, com destaque para as formulações com maior concentração de ácido cítrico (1 mg L^{-1}), SA2, SA4 e SA8 que apresentam bom desempenho de qualidade do produto. Assim, indica-se que os maiores níveis de ácido cítrico podem ter influência positiva na garantia das características desejáveis do produto ao longo do tempo de prateleira, mantendo o pH da salmoura mais baixo e inibindo a formação de manchas e precipitados. Isso demonstra a possibilidade de uso deste ácido orgânico em conjunto com aditivos como o benzoato de sódio e sorbato de potássio ou como substituto nas formulações comumente utilizadas pelas indústrias.

Com base nos dados obtidos neste estudo, foi possível avaliar a influência de alguns aditivos em conservas de cebolas e avaliar o comportamento das mesmas quando são utilizadas diferentes formulações da calda. Dessa forma, pode-se realizar a investigação de formulações que possam garantir condições físico-químicas e microbiológicas adequadas ao produto, previstas pela legislação brasileira. Além disso, foi possível oferecer subsídios para estudos adicionais que permitam o desenvolvimento de formulação mais efetiva e com possibilidade de redução da dosagem de aditivos químicos, diminuindo custos para as indústrias e oferecendo uma opção mais saudável ao consumidor.

REFERÊNCIAS

ABDOU, R.; BAKASSO, Y.; TOUDOU, A.; SAADOU, M.; BAUDOIN, J-P. Biologie, diversité et outils pour l'analyse de la diversité génétique de l'oignon, *Allium cepa L.*, **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, v.19, p.184-196, fev. 2015.

ABREU, E.S.; VIANA, I.C.; MORENO, R.B; TORRES, E.A.F.S. Alimentação mundial - uma reflexão sobre a história. **Saúde e Sociedade**, v.10, p. 3-14, dez. 2001.

AFSHARI-JOUYBARI, H.; FARAHNAKY, A. Evaluation of Photoshop Software Potential for Food Colorimetry, **Journal Food Engineering**, v. 106, p. 170-175. 2011.

ALJAHANI, A.H. Microbiological and physicochemical quality of vegetable pickles. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, jul.2020.

ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n.1, p. 1-9, jul.2007.

BAE, M. Y.; M.; LEE S. Y. Combined effects of organic acids and salt depending on type of acids and pathogens in laboratory media and acidified pickle. **Journal of Applied Microbiology**, v.119, p. 455-464; 2015.

BEERLI, K.M.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; PICCOLI, R.H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa L.*) minimamente processada; **Ciência Agrotecnologia**, v. 28, p. 107-112, 2004.

BENKEBLIA, N.; SHIOMI, N. Chilling effect on soluble sugars, respiration rate, total phenolics, peroxidase, activity and dormancy of onion bulbs. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p. 281-285, may/june. 2004.

BERETTA, V. H.; BANNOUD, F.; INSANI, M.; GALMARINI, C.R.; CAVAGNARO P.F. Variability in spectrophotometric pyruvate analyses for predicting onion pungency and nutraceutical value; **Food Chemistry**; v. 224; p. 201–206; 2017.

BETTS, G.D.; LINTON, P.; BETTERIDGE, R.J. Food spoilage yeasts: effect of pH, NaCl and temperature on growth. **Food Control**; v.10; p.27-33; 1999.

BING, B.; CHEN, F.; WANG, Z.; LIAO, X.; ZHAO, G.; HU, X. Mechanism of the Greening Color Formation of “Laba” Garlic, a Traditional Homemade Chinese Food Product. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53; p. 7103-7107, 2005.

BOTREL, N.; OLIVEIRA, V. R. Cultivares de cebola e alho para processamento, *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. **Horticultura Brasileira** 30. Salvador. 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71208/1/PAL41CBO-522012.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 352, de 23 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Frutas e ou Hortaliças em Conserva. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_N%25C2%25BA_352.pdf/84837cf4-18d3-441c-92f7-de748e8eaa79. Acesso em 30 de jun. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/.](http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/) Acesso em 27 de set. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **RDC nº 17, de 19 de novembro de 1999**. Regulamento técnico que fixa o padrão de identidade e qualidade que deve obedecer o palmito em conserva Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/.](http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/) Acesso em 18 de out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **RDC nº 540 de 27 de outubro de 1997**. Regulamento técnico aditivos alimentares. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/aditivos-alimentares-e-coadjuvantes> . Acessado em: 05 jun. 2019.

BRASIL. **Portaria Ministério da Agricultura nº 529, 18 de agosto de 1995**. Norma de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagens e apresentação da cebola. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/produtos-vegetais-padronizados>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BRASIL. **IBGE**. Indústrias, 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 01 dez. 2018.

BRESWSTER, J. L. Onions and other vegetable alliums. **Crop Production Science in Horticulture Series 15**. 2 ed. Disponível em:

<https://www.amazon.com/Vegetable-Alliums-Production-Science-Horticulture/dp/1845933990>. Acesso em: 18 out. 2018.

BRUL, S.; COOTE, P. Preservative agents in foods: Mode of action and microbial resistance mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**, v. 50; p. 1-17; 1999

CARVALHO, C. *et al.* **Anuário brasileiro de hortaliças** 2016. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2016

CASADO J. F.; SÁNCHEZ, A.H.; BEATO, A.C.; MONTAÑO, A. Effect of sulfites and sorbates on the preservation and color of pickled blanched garlic under different storage conditions. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 905-911, out. 2012.

CEAGESP. Classificação da Cebola (*Allium cepa*. L.) Centro de Qualidade em Horticultura. **Programa Brasileiro de Modernização da Agricultura**. Jun. 2001 Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/cebola.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2020.

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2º Edição, 2005.

COOPERCITRUS. Cebola: Terceira hortaliça mais produzida no mundo; **Revista Agropecuária**. ed. 303, 2012. Disponível em <http://www.coopercitrus.com.br/index.php?pag=revista&p=materia&codigo=6177/>. Acesso em 31 de jun.2020.

COSTA, N. D., ANDREOTTI, C. M. Coleção Plantar: Cebola. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, v. 45 p. 107, 2002.

CZAPASKI, J.; SZUDYGA, K. Frozen mushrooms quality as affected by strain, flush, treatment before freezing, and time of storage. **Journal of Food Science**. v. 65. p. 722 -725; 2000.

ÇUBUKÇUI, H.C.; KILIÇASLANLL, N.S.D.; DURAKLL I. Different effects of heating and freezing treatments on the antioxidant properties of broccoli, cauliflower, garlic

and onion. An experimental in vitro study; **São Paulo Medical Journal**. v.137 p.407-413, 2019.

DANTAS, S. T.; ANJOS, V. D. A.; SEGANTINI, E.; GATTI, J. A. B. Avaliação da Qualidade de Embalagens Metálicas: Aço e Alumínio. **ITAL/CETEA**, Campinas, p.317, 1996.

DAVIDSON, P.M.; SOFOS, J.N.; BRANEN A.L. **Antimicrobials in Food**. 3º Edição, 2004.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **Cebola: análise econômica, contribuições para produção e os mercados mundiais, brasileiro e paranaense**. Boletim Técnico 02. Paraná, Jul. 2017. Disponível em: http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Cebola.pdf. Acesso: 28 de abr.2021.

DUAS RODAS. O panorama do mercado de alimentos no Brasil em 2018. **Palestra Nielsen/Convenção anual ABAD**. Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/tendencias/o-panorama-do-mercado-de-alimentos-no-brasil-em-2018/>. Acesso em 18 nov. 2018.

EPAGRI. Sistema de produção para a cebola: Santa Catarina (4. Revisão), Florianópolis, 2013.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo, Ed. Atheneu. 2000.

FILHO, D.B.F.; JÚNIOR, J.A.S. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **OPINIÃO PÚBLICA**, Campinas, vol. 16, nº 1, p. 160-185, 2010.

FITO, P.J.; BTORET, N.; ARGÜELLES Á.; CHENOLL, C. Ehermodynamic approach to equilibrium isotherms in salted structures food. **Journal of Food Process Engineering**, v.34, p.623-638, abr. 2009.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. Conservantes, nº18, p.23- 25, 2011. Disponível em: http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060507789001467204027.pdf. Acesso em 05 jun. 2020.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Aplicações do ácido cítrico na indústria de alimentos, nº 30 p. 96 – 103, 2014. Disponível em: <https://revista->

fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060666608001466791216.pdf. Acesso em 02 jul. 2020.

FURTADO, A.A.L.; SILVA, F.T, Manual de processamento de conserva de pimenta; **Embrapa Agroindústria e Alimentos**, Rio de Janeiro, v.64, p.18, 2005.

GARCIA, R. W. D. Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, p. 483-492, out./dez., 2003.

GORINSTEIN, S.; JASTRZEBSKI, Z.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; NAMIESNIK, J.; NAJMAN, K.; PARK, Y. S.; HEO, B. G.; CHO, J. Y. BAE, J. H. Comparative Control Of The Bioactivity Of Some Frequently Consumed Vegetables Subjected To Different Processing Conditions; **Food Control**, v.20, p. 407-413, jul. 2008.

GOYENECHÉ, R.; AGÜERO, M.V.; ROURA, S.; SCALA K.D. Application of citric acid and mild heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 93, p. 106-113, fev. 2014.

GRIFFITHS, G.; TRUEMAN, L.; CROWTHER, T.; THOMAS, B.; SMITH, B. Onions – a global benefit to health. **Phytotherapy Research**, v. 16, p. 603-615, jul. 2002.

GUEDES, H.A.S.; SILVA, D.D.; ELESBON, A.A.A.; RIBEIRO, C.B.M.; MATOS, A.T.; SOARES, J.H.P.; Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba-MG; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p.558-563, 2012.

GUIAMBA, I.R.F.; SVANBERG, U. Effects of blanching, acidification, or addition of EDTA on vitamin C and β -carotene stability during mango purée preparation. **Food Science and Nutrition**, v.4, p. 706–715, 2016.

HAIR JR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BABIN, B.J.; BLACK, W.C.; **Análise multivariada de dados**, Tradução de A.S. Sant’anna, 6 ed., Porto Alegre, Bookman; 2009.

HAN, C.; JI, Y.; LI, M.; LI, X.; JIN, P.; ZHENG, Y. Influence of wounding intensity and storage temperature on quality and antioxidant activity of fresh-cut Welsh onions; **Scientia Horticulturae**, v. 212, p. 203–209, out.2016.

HARRIS, S.; BRUNTON, N.; TIWARI, U.; CUMMINS, E. Human exposure modelling of quercetin in onions (*Allium cepa* L.) following thermal processing. **Food Chemistry**, v.187; p.135-139, 2015.

HONG, S.-I.; KIM D.-M. Storage quality of chopped garlic as influenced by organic acids and high-pressure treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p. 397-403, out. 2000.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 4 ed., 2008.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6588#resultado>. Acesso em jun. 2020.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. Tradução por: Eduardo Cesar Tondo. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JUNQUEIRA, A.H., LUENGO, R.F.A. Mercados Diferenciados de Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.2, p. 95-99, jul. 2000.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v. 23, n. 3. p.187-200, 1958.

KASSAB, Álvaro Luis; **Cebola: do túmulo dos faraós as exigentes mesas modernas**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1994

KELSRUD, A.; LYDERSEN, E.; FJELD, E. Biomagnification of mercury and selenium in two lakes in southern Norway. **Science of the Total Environment**, v.566, p.596-607, 2016.

KIM, W.J.; CHO, J.S.; KIM, K.H. Stabilization of ground garlic color by cysteine, ascorbic acid, trisodium phosphate and sodium metabisulfite. **Journal of Food Quality**, p. 681-691, 1999.

KLUGE, R.A.; TEZOTTO-ULIANA, J.V.; FERREIRA, C.D.S.; TAUFFER, J.P.; PESSOA, C.O.; BERNO, N.D.; SILVA, P.P.M. Fatores que afetam a qualidade sensorial de produtos de IV e V gama; **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 16, n.2, p.173-179, 2005.

LEE, E.-J.; CHO, J.-E.; KIM, J.-H.; LEE, S.-K. Green pigment in crushed garlic (*Allium sativum* L.) cloves: Purification and partial characterization. **Food Chemistry**, v.101, p.1677–1686, abr.2007.

LIGUORI, L.; CALIFANO, R.; ALBANESE, D.; RAIMO, F.; CRESCITELLI, A.; MATTEO, M. Chemical Composition and Antioxidant Properties of Five White Onion (*Allium cepa* L.) Landraces. **Journal of Food Quality**, v. 2017, jan. 2017.

LEISTNER, L. International Journal of Food Microbiology. **International Journal of Food Microbiology**, v.55, p.181-186, 2000.

MACDOUGALL, D.B. **Colour in food: improving quality**. England: Woodhead Publishing Limited, 2002.

MATOS A.D.; MARANGON, M.; MAGALI, M.; CIANCIABELLA, M.; PREDIERI, S.; CURIONI, A.; VINCENZI, S. Sensory characterization of cucumbers pickled with verjuice as novel, **Food Chemistry**, v. 286, p.78-86, jan.2019.

MENEZES JÚNIOR., F.O.G.; MARCUZZO, L.L. Manual de práticas agrícolas: guia para a sustentabilidade das lavouras de cebola do estado de Santa Catarina. **Epagri**, Florianópolis p.143, 2016.

MEZOMO, I. B. **Os serviços de alimentação: planejamento e administração**. 4.ed. São Paulo: Manole, 2002.

MOON, K.M.; KWON, E.-B.; LEE, B.; KIM, C.Y. Recent Trends in Controlling the Enzymatic Browning of Fruit and Vegetable Products. **Molecules**, v. 25, jun. 2020.

MIOT, H. A.; Análise de correlação em estudos clínicos e experimentais; **Jornal Vascular Brasileiro**; v. 17; n. 4; p. 275-279; 2018.

MINOLTA CORP. 1998. Precise color communication: color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division. 49p.

MUNIZ, L.B. **Caracterização química, física e de compostos funcionais em cebolas frescas e minimamente processadas**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana). Universidade de Brasília. Brasília; 2007.

NATIONAL ONION ASSOCIATION. **Onion Nutrition Facts**. Disponível em: < <https://www.onions-usa.org/all-about-onions/nutritional-facts-vegetables> > acesso em 22 jun. 2019.

NEISSE, A.C.; HONGYU, K.; Aplicação de Componentes Principais e Análise Fatorial a Dados Criminais de 26 Estados dos EUA; **Engineering and Science**, v. 2, 5ª ed., 2016.

NILE, S.H.; KIM, D.H.; KEUM, Y.S.; SEOK, P.G.; SHARMA, K.; Valorization of Onion Solid Waste and Their Flavonols for Assessment of Cytotoxicity, Enzyme Inhibitory and Antioxidant Activities. **Food and Chemical Toxicology**, v.119, p.281-289, fev. 2018.

NUUTILA, A.M.; PUUPPONEN-PIMIA, R.; AARNI, M.; OKSMAN-CALDENTY, K.-M. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v.81, p. 485–493, out. 2002

OETTERER, M.; REGINATO- d' ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**, São Paulo, Manole; 2006.

OLIVEIRA, T. M.; SOARES, N.F.F.; PAULA, C.D.; VIANA, G.A. Uso de embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n.1, p. 117-128, jan./mar. 2008.

PEREZ-DIAZ I.M.; MC FEETERS, R.F.; Microbiological Preservation of Cucumbers for Bulk Storage Using Acetic Acid and Food Preservatives. **Journal of Food Science**; v. 73; n°6, 2008.

QUEIROZ, C.; LOPEZ, M.L.M.; FIALHO, E. VALENTE-MESQUITA, V.L. Polyphenol oxidase: Characteristics and mechanisms of browning control. **Food Reviews International**; v.24, p.361–375, 2008.

RAHMAN, M.S. **Handbook of Food Preservation**. London/New York: CRS Press, 2 ed., 2007.

RODRIGUES, L.R.O.; ASQUIERI, E.R.; ORSI, D.C. Prevention of enzymatic browning of yacon flour by the combined use of anti-browning agents and the study of its chemical composition, **Food Science and Technology**, v.34, n. 2, p. 275-280, abr./jun. 2014.

SALGADO, J. **Alimentos Funcionais**. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SANTANA G. R. O.; MACHADO, T. F.; RIBEIRO, A.; TIECHER, A. Avaliação da qualidade de pepinos em conserva. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 77, 2018.

SANG, K.M.; HAN, D.; OH, Y.J.; CHUN, S.-C.; KIM, K.D. *Penicillium brasilianum* as a novel pathogen of onion (*Allium cepa* L.) and other fungi predominant on market onion in Korea. **Crop Protection**, v. 65, p. 138-142 nov. 2014.

SÁNCHEZ, A.H.; CASADO, F.J.; BEATO, V.M.; CASTRO, A.; MONTAÑO, A. Chemical and colour changes related to the use of sorbates and ascorbic acid in pickled cucumbers and caperberries during long-term storage. **International Journal of Food Science and Technology** v. 48, p.179–186, 2013.

SCHÜNEMANN, A.P.P.; **Caracterização química, sensorial e aptidão para desidratação de cebolas (*Allium cepa* L.) adaptadas no sul do Brasil**, Dissertação (Programa de Pós-graduação da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2006.

SCHWIMMER, S; WESTON, W.J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.9, n.4, p. 301-304, 1961.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotechnologia Industrial**. São Paulo; Blucher, 2001.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W.J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.9, n.4, p.301-304, 1961.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C. Flavonoids and antioxidant capacity of Georgia-grown *Vidalia* onions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p. 5338-5342, ago. 2002.

SHARMA, K.; ASSEFA, A.D.; KIM, S.; KO, E.Y.; LEE, E.T.; PARK, S.W.; Evaluation of total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of 18 Korean onion cultivars: A Comparative Study. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.94; p.1521-1529; 2014.

SILVA, M.; SILVA, L.C.A.; FONTOURA, F.B.B. Interorganizational negotiations: A Case Study the Incorporation of German Foods by the Dallas Group. **Revista Espacios**, v. 39, p. 25, 2018. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n08/a18v39n08p25.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2018.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.; SILVEIRA, N. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo, 2007.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, JR, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal Enology Viticulture**, v 16, p. 58-144, 1965.

SIRTOLI, M.F.; FURLAN, L.; RODRIGUES, J.D.; Avaliação de cultivares de cebola para conserva em diferentes épocas de semeadura em Marechal Cândido Rondon – PR; **Scientia Agraria Paranaensis**; v. 9, n. 1; p. 5-14, 2010.

SGROPPO S.C.; VERGARA, L.E., TENEV. M.D. Effects of sodium metabisulphite and citric acid on the shelf life of fresh cut sweet potatoes. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.8, p. 686-693, set. 2010.

SOBRINO ILLESCAS, E.; SOBRINO VESPERINAS, E. **Tratado de horticultura herbácea**: hortalizas de legumbre, tallo, bulbo y tuberosas. Barcelona: Aedos. 1998.
SOUZA, L.F.G. **Produtividade e qualidade da cebola em função de doses de enxofre**, Dissertação (Mestrado Ciências do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

SOUZA, M. D. C. A.; HARDT, P. P. Evolução dos hábitos alimentares no Brasil. **Revista Brasil Alimentos**, v.15, p.32-39, ago. 2002.

TAUB, I.A., SINGH R.P. Food Storage Stability. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1997.

VELHO, L.C.F.L. **Avaliação da retenção de nutrientes aspectos sensoriais e microbiológicos de batata doce (Ipomoea Batatas (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção**, Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

VIANA, F.L.E. Indústria de Alimentos. **Caderno Setorial ETNE**. n. 27,

p.1-17, mar. 2018. Disponível em:https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3063080/27_alimentos_03-2018.pdf/e5d58b7a-205b-9d2b-edd4-ff075ba2212f. Acesso em: 30 nov. 2018.

WANG, J.; YANG, X.-H.; MUJUMDAR, A.S.; WANG, D.; ZHAO, J.-H.; FANG, X.-M.; ZHANG, Q., XIE, L.; GAO, Z.-J; XIAO, H.-W. Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Food Science and Technology**, v. 77, p.337-347, nov. 2016.

XIAO, H. W.; BAI, J. W.; SUN, D. W.; GAO, Z. J. The application of superheated steam impingement blanching (SSIB) in agricultural products processing – A review. **Journal of Food Engineering**, v.132, p.39-47, fev. 2014.

XU, C.; HU, C.; LI, Y. Effect of blanching pretreatment on carrot texture attribute, rheological behavior, and cell structure during cooking process. **Food Science and Technology**, v.62, p.48-54, jan. 2015.

YOON, J.H.; BAE Y. M.; OH, S. W; LEE, S. Y Effect of sodium chloride on the survival of *Shigella flexneri* in acidified laboratory media and cucumber puree. **Journal of Applied Microbiology**, v.117, p.1700-1708, ago. 2014.

ZHOU, L.; LIU, W.; XIONG, Z.; ZOU, L.; CHEN, J.; LIU, J. ZHONG, J. Different modes of inhibition for organic acids on polyphenoloxidase. **Food Chemistry**, v. 199, p. 439-446, mai. 2016.