

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E
INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA**

**EFICIÊNCIA DO PROCESSAMENTO TÉRMICO SOUS
VIDE EM BRÓCOLIS (*Brassica oleracea*) TRATADOS COM
CLORETO DE CÁLCIO**

Autora: Neli Rizzolli Tochetto
Orientadora: Dra. Fernanda Salamoni Becker
Coorientadora: Dra. Fabiana Bortolini Foralosso

MORRINHOS, GO

2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

EFICIÊNCIA DO PROCESSAMENTO TÉRMICO SOUS VIDE
EM BRÓCOLIS (*Brassica oleracea*) TRATADOS COM
CLORETO DE CÁLCIO

Autora: Neli Rizzolli Tochetto
Orientadora: Dra. Fernanda Salamoni Becker
Coorientadora: Dra. Fabiana Bortolini Foralosso

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração: Olericultura.

MORRINHOS – GO

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

T631e Tochetto, Neli Rizzoli.

Eficiência do processamento térmico utilizando a técnica sous vide em brócolis (*Brassica oleracea*) tratados com cloreto de cálcio. / Neli Rizzoli Tochetto. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2018.

42 f. : il.

Orientadora: Dra. Fernanda Salamoni Becker.

Coorientadora: Dra. Fabiana Bortolini Foralosso.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2018.

1. *Brassica oleracea*. 2. Plantas - Efeito do cálcio. 3. Brócolis. I. Becker, Fernanda Salamoni. II. Foralosso, Fabiana Bortolini. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 635.356

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

EFICIÊNCIA DO PROCESSAMENTO TÉRMICO SOUS
VIDE EM BRÓCOLIS (*Brassica oleracea*) TRATADOS COM
CLORETO DE CÁLCIO

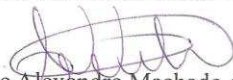
Autora: Neli Rizzolli Tochetto
Orientadora: Fernanda Salamoni Becker

TÍTULO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Sistema
de Produção em Olerícolas.

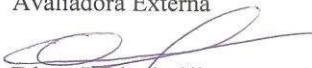
APROVADA em 08 de novembro de 2018.



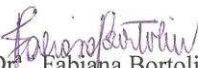
Prof.^a. Dr.^a. Fernanda Salamoni Becker
Presidente da Banca
Universidade Federal de Goiás – UFG



Dr.^a. Adriahe Alexandre Machado de Melo
Avaliadora Externa



Dr. Edson Pablo da Silva
Avaliador Externo
Universidade Federal de Goiás - UFG



Prof.^a. Dr.^a. Fabiana Bortolini Foralosso
Coorientadora
Instituto Federal Catarinense – Campus Concórdia

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pelas alegrias proporcionadas.

Aos meus filhos Jaciele Tochetto e André Tochetto, pelos incentivos, amor e compreensão das dificuldades.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, pela oportunidade de ter ingressado e concluído o curso de pós-graduação em Olericultura.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Concórdia, pela oportunidade de utilização dos laboratórios para desenvolvimento das análises.

À Dra. Fernanda Salamoni Becker, pela orientação na pós-graduação e desenvolvimento da dissertação.

À Dra. Fabiana Bortolini Foralosso, pela orientação, disposição e conhecimentos repassados durante o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Dr. Fernando Zuchello, pela orientação e pelo desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores Dra. Adriane Alexandre Machado de Melo e Dr. Edson Pablo Silva, pela grande colaboração e avaliação da defesa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do IF Goiano - Campus Morrinhos.

Ao Laboratório de Cerais da Universidade de Passo Fundo, pela avaliação de textura, representado pelo Dr. Luiz Carlos Gutikoski e pela senhora Lúcia Gabriela Cavaletti.

Ao Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças e Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, representado pelas colaboradoras Andreia Dalla Rosa, Maria Eduarda Peretti e Marina Vescovi.

Por fim, agradeço a todos que me incentivaram.

BIOGRAFIA DO AUTORA

Neli Rizzolli Tochetto, filha de Arlindo Rizzolli e Santa Zampieron Rizzolli, nasceu em 4 de dezembro de 1957, em Concórdia - SC. Profissionalmente, no ano de 1997, iniciou suas atividades como técnica administrativa na Escola Agrotécnica Federal - Campus Concórdia, atualmente Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense. Formou-se em Tecnologia em Alimentos em 2010, posteriormente concluiu o curso de pós-graduação lato sensu Especialização em Ação Interdisciplinar no Processo Ensino-Aprendizagem em Metodologia do Ensino Superior. Entre os anos de 2017 e 2018, cursou as disciplinas do mestrado profissional em Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, submetendo sua dissertação à defesa em novembro de 2018.

RESUMO

TOCHETTO, NELI RIZZOLLI. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, novembro de 2018. **Eficiência do processamento térmico utilizando a técnica *sous vide* em brócolis (*Brassica oleracea*) tratados com cloreto de cálcio.** Orientadora: Dra. Fernanda Salamoni Becker. Co-orientadora: Dra. Fabiana Bortolini Foralosso.

A tendência de alimentos prontos para o consumo tem aumentado devido às mudanças no estilo de vida das populações dos grandes centros urbanos, necessitando, dessa forma, do uso de técnicas de processamento que evidenciem praticidade, conveniência e saudabilidade. A manutenção das propriedades químicas, microbiológicas e nutricionais em alimentos de origem vegetal constitui um desafio, uma vez que, após a colheita, reações biológicas, químicas e físicas passam a ocorrer e podem influenciar sua qualidade. Adicionalmente, a industrialização de alimentos pela aplicação de métodos de conservação tem aumentado essa preocupação. Com isso, a utilização de tecnologias que resultem em menores perdas é importante para a preservação da qualidade dos alimentos processados. Entre as tecnologias emergentes, encontra-se o método *sous vide*, que consiste num sistema de preservação de alimentos embalados a vácuo e cozidos em temperatura entre 65°C e 95°C, visando a conservar o frescor, vitaminas, sabor, cor e textura, aumentando a vida útil. O resultado é um alimento de qualidade, eliminando os riscos de contaminação microbiana, pelo fato de serem processados na embalagem final. Este trabalho teve por finalidade avaliar a eficiência do processamento térmico utilizando a técnica *sous vide* em brócolis tratados previamente com cloreto de cálcio. Após o preparo, os brócolis foram tratados com solução de cloreto de cálcio em diferentes concentrações e acondicionados em embalagens termoencolhíveis, processados pelo sistema *sous vide* a 90°C, nos tempos 0, 10, 20, 30 e 40 min e armazenados sob refrigeração. Foram analisados parâmetros físicos e químicos de

firmeza, pH, acidez titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), atividade de água (Aw), cor, perda de massa, vitamina C, clorofila, e parâmetros microbiológicos. Foram analisados os resultados de firmeza, e o tratamento que apresentou melhores resultados foi submetido ao estudo da vida de prateleira com determinações de parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e nutricionais. Foi possível verificar que o tratamento contendo 3% de CaCl_2 , somado ao tratamento térmico pelo sistema *sous vide* com tempo de cozimento de 20 min, foi o mais adequado na preservação da firmeza para níveis aceitáveis de consumo. Durante 20 dias de armazenamento, a firmeza apresentou leve diminuição e se manteve até o final do experimento. Podemos concluir que o sistema *sous vide* foi eficiente em manter a qualidade nutricional e microbiológica em brócolis tratados previamente com cloreto de cálcio, o que indica a eficiência no uso de métodos combinados de conservação.

Palavras-chave: agente de firmeza, hortaliças, tratamento térmico

ABSTRACT

TOCHETTO, NELI RIZZOLLI. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, November, 2018. **Thermal processing efficiency using a *sous vide* technique in broccoli (*brassica oleracea*) treated with calcium chloride.** Advisor: Dr. Becker, Fernanda Salamoni. Co-advisor: Dr. Foralosso, Fabiana Bortolini.

The ready-to-eat food trend has increased due to changes in the population lifestyle in big cities, thus, requiring the use of processing techniques that need to be practical, convenience, and healthy. Keeping the chemical, microbiological, and nutritional properties in foods from plant origin has been a challenge, since, after the harvest, biological, chemical, and physical reactions can occur and can affect their quality. In addition, concerns about the methods used for conservation in food industrialization has been increasing. Thus, the use of technologies that result in lower losses in quality in the processed foods conservation is important. Among the emerging technologies, there is the *sous vide* method, which is a preservation system of food packaged under vacuum and cooked at a temperature between 65°C and 95°C, aiming at keeping freshness, vitamins, flavor, color, and texture, increasing the shelf life. This procedure results in a quality food, eliminating the risks of microbial contamination, due to the fact that they are processed in the final packaging. This paper aimed to evaluate the efficiency of thermal processing, using the *sous vide* technique in broccoli previously treated with calcium chloride. After preparation, broccoli was treated with calcium chloride solution in different concentrations and wrapped in heat-shrinkable package, processed by the *sous vide* system under 90°C, at 0, 10, 20, 30, and 40 min, and stored under refrigeration. Physical and chemical parameters of firmness, pH, titratable acidity (TTA), total soluble solid (TSS), water activity (WA), color, mass loss, vitamin C, chlorophyll, and microbiological parameters were analyzed. Firmness results were

analyzed and the treatment that showed the best results was submitted to the shelf-life study with the measurements of microbiological, physical, chemical, and nutritional parameters. It was possible to find that the treatment containing 3% CaCl₂, added to the heat treatment by the *sous vide* system with 20 min of cooking time was the most appropriate in preserving firmness to acceptable levels of consumption. In 20 days of storage, the firmness showed a slight decrease that remained until the end of the experiment. It can be conclude that the *sous vide* system was efficient in keeping nutritional and microbiological quality in broccoli previously treated with calcium chloride, which shows the efficiency in the use of combined conservation methods.

Keywords: firming agent, heat treatment, vegetables

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Avaliação da curva de tendência da perda de massa em brócolis nos tratamentos sem cocção com concentração de CaCl_2 3% e *sous vide* 90°C por 20 min com concentração de CaCl_2 3%..... 24
- Figura 2. Comparação ao limite de contagem total (mesófilos), nos tratamentos sem cocção com concentração CaCl_2 3% e *sous vide* 90°C por 20 min com concentração de CaCl_2 3%..... 25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Tratamentos empregados neste estudo, com diferentes concentrações de CaCl_2 e tempo de cocção, através do método *sous vide* a 90°C , em brócolis. 15
- Tabela 2. Apresentação dos valores da firmeza(N) em brócolis, pelo método *sous vide*, submetidos à diferentes tempos e concentrações de CaCl_2 17
- Tabela 3. Valores das avaliações físico-químicas dos brócolis sob o método *sous vide* a 90°C , submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl_2 , através das análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C e atividade de água, submetidos a diferentes tempos e concentrações. 17
- Tabela 4. Valores da determinação de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e $^\circ\text{Hue}$) dos brócolis pelo método *sous vide* a 90°C , submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl_2 . 19
- Tabela 5. Resultados de firmeza(N) dos brócolis nos tratamentos sem cocção com concentração de CaCl_2 3%, *sous vide* 90°C por 20 minutos com concentração de CaCl_2 3% e *sous vide* 90°C por 20 minutos CaCl_2 0%, armazenados por 20 dias. 20
- Tabela 6. Resultados das avaliações físico-químicas dos brócolis no tratamento T2-3%, através das análises de pH, Acidez Titulável, Sólidos Solúveis Totais, Vitamina C e Atividade de água e clorofila de todos, armazenados por 20 dias. 21
- Tabela 7. Valores da determinação de cor (L^* , a^* , b^* , C e Hue) de brócolis no tratamento sem cocção na concentração de CaCl_2 3% e *sous vide* 90°C a 20 min na concentração de CaCl_2 3%, armazenados por 20 dias. 23

LISTA DE SIGLAS

%	porcentagem
aW	atividade de água
ATT	acidez titulável total
Ca ⁺²	íons de cálcio
CaCl ₂	cloreto de cálcio
CVS	Centro de Vigilância Sanitária
g	gramas
mg L ⁻¹	miligramas por litro
min	minutos
mL	mililitros
N	newtons
°C	graus centígrados
p v ⁻¹	peso por volume
RDC	resolução da diretoria colegiada
SST	sólidos solúveis totais
UFC g ⁻¹	unidade formadora de colônia por grama

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO GERAL 1
2	REVISÃO DE LITERATURA 2
2.1	Hortaliças 2
2.1.1	Brócolis 2
2.2	Sistema sous vide 3
2.2.1	Princípio do sistema sous vide 4
2.2.2	Etapas do sistema sous vide 4
2.2.2.1	Embalagem 4
2.2.2.2	Equipamentos 5
2.2.2.3	Cocção/Tratamento térmico 5
2.2.2.4	Resfriamento 6
2.2.2.5	Estocagem 6
2.3	Cloreto de Cálcio como Agente de Firmeza 6
2.4	Referências 7
3	CAPÍTULO I 10
3.1	Introdução 12
3.2	Material e métodos 14
3.3	Resultados e discussão 16
3.4	Conclusão 25
3.6	Referências 26

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, os vegetais prontos para consumo estão disponíveis no mercado consumidor e apresentam vida de prateleira mais longa, facilidade de preparação e disponibilidade durante todo o ano. Entretanto, o processo de preparação pode afetar o produto final em seu valor nutricional bem como nas suas propriedades físicas (ZHONG et al., 2015).

O interesse crescente por parte dos consumidores por alimentos com maior frescor faz com que exista a necessidade de desenvolvimento de novas técnicas de cocção menos agressivas, que proporcionem maior segurança alimentar, sem afetar a funcionalidade dos alimentos. Com a finalidade de garantir a segurança e a procedência, aliadas à praticidade, o sistema *sous vide* abre um novo nicho de mercado que está em crescente expansão. Consiste num sistema de processamento que se utiliza de embalagens plásticas seladas a vácuo, submetidas a temperatura e tempo de preparo controlados. Seus nutrientes e sucos são preservados, mantendo o sabor, cor e textura originais, e reduzindo os riscos de contaminação microbiana, tendo em vista que são pasteurizados na embalagem final (XIAO et al., 2011; BALDWIN, 2012).

O brócolis (*Brassica oleracea*), quando submetido ao cozimento, sofre alterações no valor nutricional e na textura. Para minimizar a degradação da parede celular e manter a firmeza, tratamentos com solução à base de cálcio podem ser uma alternativa para a manutenção da textura do vegetal (RUIZ-MAY e ROSE, 2013). O cálcio é um importante agente de estabilização das paredes celulares (KITTERMANN et al., 2010). Sua manutenção no tecido pode conferir maior resistência ao manuseio (IRFAN et al., 2013) e aceitação sensorial.

A proposta deste trabalho consistiu na avaliação das potencialidades do sistema *sous vide*, aplicado em brócolis, em relação a diferentes tempos de cocção e ao efeito do cloreto de cálcio, em diferentes concentrações como agente de firmeza, com o intuito de prolongar o período de conservação do vegetal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Hortaliças

Para ARAÚJO et al. (2011), as hortaliças são vegetais que compreendem a parte comestível das plantas, que incluem raízes, tubérculos, bulbos, talos, flores, folhas, sementes e frutos. São produtos, geralmente, cultivados na horta e popularmente conhecidas como verduras (cor verde dos vegetais, folhas verdes comestíveis) e legumes (os frutos como tomate, berinjela, chuchu, raízes como cenoura, batata, entre outros).

As hortaliças podem ser classificadas de acordo com a parte comestível como folhas (acelga, agrião, aipo, alface, couve, espinafre, repolho e rúcula), sementes (ervilha, milho verde, vagem), raízes e tubérculos (beterraba, cenoura, mandioquinha, rabanete, batata, cará, inhame e batata-doce), bulbos (alho, cebola, alho-porró), flores (alcachofra, brócolis, couve-flor), frutos (abóbora, abobrinha, berinjela, chuchu, jiló, pepino, pimentão, quiabo, tomate e maxixe) e caules (acelga, aipo, aspargo e palmito), sendo que a maioria tem quantidades variáveis de vitaminas, minerais e fibras (PHILIPPI, 2014).

Algumas hortaliças contêm vitamina C, como brócolis, tomate e pimentão, outras contêm carotenoides pró-vitamínicos A, como cenoura, couve e batata-doce. Entre os minerais encontrados nesses alimentos, destacam-se o ferro, o potássio, o cálcio e o magnésio (ARAÚJO et al., 2011).

2.1.1 Brócolis

O brócolis (*Brassica oleracea*) é um vegetal pertencente à família da couve, cujo nome vem do italiano *brocco*, que significa broto, pois a brotação floral é a parte

comestível, além dos talos e das folhas que, geralmente, são cozidos (PHILLIPI, 2014). No Brasil, podem ser encontrados dois tipos desse vegetal: o ramoso e o de cabeça. A característica dos brócolis ramosos é a predominância nos números de inflorescência e botões florais grandes, e sua comercialização é feita em maços. O segundo tipo de brócolis é o de cabeça, sua inflorescência é central e de tamanho grande, seus botões florais são menores, e sua colheita acontece quando a cabeça central, ou os ramos laterais, estão desenvolvidos e com coloração verde-escura (FILGUEIRA, 2000).

Este vegetal contém cálcio, potássio, ferro, zinco e sódio, além de ser composto pelas vitaminas A, C, B1, B6, K e fibra alimentar. Pode ser considerado um alimento de baixa caloria (MOREIRA, 2006).

Este alimento pode ser consumido sob diferentes formas: cru, cozido, grelhado e como um ingrediente de várias receitas. Quando cozido, o ideal é preparar no vapor, mantendo, assim, todas as propriedades benéficas à saúde. Alguns estudos indicaram que uma ingestão frequente de vegetais crucíferos, como brócolis, apresenta efeito anticarcinogênico. No entanto, a maioria das pesquisas se concentrou apenas nas propriedades antioxidantes dos tecidos frescos desses vegetais. O efeito do cozimento nas propriedades antioxidantes e nutricionais raramente é relatado. (GUO et al., 2001).

2.2 Sistema *sous vide*

O sistema *sous vide* é um método de pasteurização sob vácuo, no qual alimentos crus ou pré-cozidos são acondicionados em embalagens plásticas, seladas a vácuo e submetidos a temperaturas inferiores a 100°C por longos períodos de tempo, devidamente controlados. (BALDWIN, 2012).

No Brasil, há legislações vigentes para a produção de alimentos, mas não há regulamentação específica para a técnica *sous vide*, mas podem ser citadas a Portaria CVS6/1999 e a resolução RDC 216/2004, que estabelecem critérios de tempo e temperatura para as etapas da produção (KAWASAKI, 2007).

Quando a técnica de *sous vide* é utilizada, é possível visualizar algumas vantagens como a da economia de escala, que possibilita a aquisição da matéria-prima em condições favoráveis, proporcionando aumento do controle de recebimentos, de armazenamento e de produção, otimizando a utilização de equipamentos e mão de obra (KELLER, 2008).

Apesar de todas as vantagens na utilização desta técnica, alguns tipos de alimentos que não se adaptam ao *sous vide*, tais como alimentos com preparações grelhadas, refogadas e frituras, que perdem a textura crocante ou a maciez, e produtos de panificações, que perdem o formato original e a textura em razão da pressão exercida na etapa de retirada do oxigênio da embalagem (KELLER, 2008).

2.2.1 Princípio do sistema *sous vide*

Cada alimento tem um fator para tempo e temperatura na preparação, mas genericamente esta técnica consiste em cozinhar os alimentos em temperatura aproximada de 74°C no centro dos alimentos, possibilitando a destruição das células vegetativas dos micro-organismos patogênicos. Posteriormente, os alimentos são refrigerados rapidamente a uma temperatura aproximada de 3°C para controlar a multiplicação dos micro-organismos que possam ter sobrevivido à cocção, por no máximo cinco dias e reaquecidos em temperatura aproximada de 70°C no centro do alimento por 2 min. Quando for consumido quente, o alimento deve estar a 63°C e quando for consumido frio, abaixo de 3°C (KAWASAKI, 2007).

2.2.2 Etapas do sistema *sous vide*

2.2.2.1 Embalagem

Para o processo *sous vide*, são utilizadas embalagens a vácuo, que têm barreiras ao vapor e aos gases, para que seja evitada a desidratação superficial do produto. Quanto menos o alimento for exposto ao oxigênio, maior será sua vida útil, pois ocorrerá diminuição na multiplicação dos micro-organismos aeróbicos deteriorantes. A embalagem deve ter também alta resistência mecânica para resistir ao manuseio dos meios de transporte, evitando vazamentos, consequentes da perda do vácuo (OLIVEIRA et al., 2006).

É de extrema importância ressaltar que os atributos finais do alimento não podem ser direcionados somente à embalagem utilizada, mas, sim, a todas as características do alimento e do processo, sendo que a embalagem tem como função

proteger o conteúdo de riscos de recontaminação durante a estocagem (BALDWIN, 2012).

2.2.2.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados para tratamentos térmicos de produtos por meio da técnica *sous vide* são diferenciados de acordo com o método de transferência de calor, que pode ser pela injeção de vapor ou circulação de água. A injeção de vapor geralmente é utilizada em processos de larga escala, permitindo que o produto atinja temperaturas de 60°C a 100°C, sendo o resfriamento feito por aspersão de água fria (MARTENS e SCHELLEKENS, 1995).

O termocirculador de água quente é, geralmente, indicado para pequenas porções de diferentes tipos de alimentos, podendo atingir temperaturas em torno de 80 a 90°C, sendo o resfriamento feito pela imersão em água fria (MARTENS e SCHELLEKENS, 1995). É sempre importante manter o produto dentro da cadeia de frio, em temperaturas inferiores a 5°C, pois temperaturas mais elevadas podem ocasionar alterações indesejáveis.

O meio de cocção usado para o processamento pelo sistema *sous vide*, geralmente, é um banho-maria, que oferece melhor distribuição do calor, mas deve-se ter cuidado para que as embalagens estejam em total submersão (BALDWIN, 2012);

2.2.2.3 Cocção/Tratamento térmico

O cozimento de legumes pode modificar a qualidade final do produto, pois altera as características sensoriais e a textura. Sendo assim, é importante conhecer os efeitos causados pelo tempo e temperatura utilizados na cocção do produto final, aumentando a qualidade geral e a aceitabilidade dos produtos processados (PAULUS e SAGUY, 1980).

A fase de pasteurização é um procedimento de combinação de tempo/temperatura em que deve ser considerada a curva de sobrevivência dos micro-organismos presentes na matéria-prima. É nesta fase que são definidas a qualidade sensorial, a segurança microbiológica e a validade do produto (BALDWIN, 2008).

O cozimento do alimento embalado a vácuo deve ser feito entre 65°C e 95°C (BALDWIN, 2012). Este método elimina por completo a microbiota psicrotrófica, mas algumas enzimas termoestáveis produzidas podem sobreviver, causando alterações no sabor, ou podem tornar o produto rançoso e provocar amargor durante o armazenamento do alimento (SILVA JUNIOR, 2005).

2.2.2.4 Resfriamento

O resfriamento dos alimentos é um método de controle da multiplicação de micro-organismos e, para uma maior eficácia, é importante observar as constantes de tempo e temperatura, fazendo com que o produto atinja uma temperatura específica e segura (SILVA JUNIOR, 2005).

O resfriamento do alimento cozido deve ser rápido, preservando suas características sensoriais e minimizando a proliferação microbiana (BALDWIN, 2012), devendo ser resfriado de 60°C até 10°C em, no máximo, duas horas (BRASIL, 2004; SÃO PAULO, 2013). O sistema de resfriamento utilizado para produtos prontos para consumo poderá impactar na sua segurança microbiológica, logo, o resfriamento deve ser o mais rápido possível (MCDONALD et al., 2000), podendo ser feito em equipamento de resfriamento rápido ou em banho de água gelada (OLIVEIRA e SILVA, 2016).

2.2.2.5. Estocagem

Os alimentos processados pelo sistema *sous vide* devem ser estocados em temperaturas de 0°C a 3,3°C, com o intuito de inibir a germinação de esporos termo-resistentes (HATHERWAY, 1992; BALDWIN, 2012).

Durante a estocagem sob refrigeração, pode haver crescimento de micro-organismos deteriorantes, como, por exemplo, bactérias lácticas (BORCH et al., 1996; KORKEALA e BJLRKROTH, 1997), cujo crescimento pode acarretar alterações sensoriais do produto, já que elas produzem substâncias com aromas e sabores indesejáveis (NARENDRANATH et al., 1997).

2.3 Cloreto de cálcio como agente de firmeza

Os tratamentos térmicos resultam na perda da textura dos vegetais e, como agentes de firmeza, podem ser usados em hortaliças em conserva os seguintes sais: cloreto de cálcio purificado, fosfato de cálcio, citrato de cálcio, lactato de cálcio ou suas misturas (BRASIL, 1977). Conforme RDC Nº 8, de 6 de março de 2013, que dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos, o cloreto de cálcio é classificado como um estabilizante, e seu limite máximo na composição do produto vegetal é de 0,08 g 100 g⁻¹ (BRASIL, 2013).

Em vegetais, o cálcio tem papel fundamental, pois afeta a qualidade do produto final e a capacidade de armazenamento, havendo relação direta entre o cálcio e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil (PRATELLA, 2003). Sua função é impedir o amolecimento excessivo do produto pelo calor, mantendo a estrutura dos tecidos (EVANGELISTA, 1987), aumentando a firmeza e reduzindo a perda de massa dos produtos (PERONI, 2002).

2.4 Referências

ARAÚJO, W.M.C.; MONTEBELLO, N.P.; BOTELHO, R.B.A. *Transformação dos alimentos: hortaliças, cogumelos, algas e frutas*. Alquimia dos alimentos. Brasília: Senac, 2011.

BALDWIN, D.E. *A practical guide to sous vide cooking*. 2008.

_____. *Sous vide cooking: A review*. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. v.1, p.15-30. 2012.

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M.L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*. v.33, n.1, p.103-120, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução-CNNPA n. 13, de 15 jul. 1977. Estabelece características mínimas de identidade e qualidade para as hortaliças em conserva obrigatoriamente submetidas a tratamento térmico. *Diário Oficial da União*: Brasília. 1977.

_____. _____. _____. Resolução - RDC nº 216, de 15 set. 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. *Diário Oficial da União*: Brasília. 2004. 12p.

_____. _____. _____. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 8, de 6 de Março de 2013. *Diário Oficial da União*: Brasília. 2013.

- EVANGELISTA, J. *Tecnologia de alimentos*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, MG: UFV, 2000.
- GUO, J.T.; LEE, H.L.; CHIANG, S.H.; LIN, F.I.; CHANG, C.Y. . Antioxidant properties of the extracts from different parts of broccoli in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, v.9, p.96-101, 2001.
- HATHERWAY, C.L. *Clostridium botulinum* and other clostridia that produce botulinum neurotoxin. In: Hauschild, A. & Dodds, K. L. (Eds.) *Clostridium botulinum: Ecology and control in foods*. New York: Marcel Dekker Inc. 1992.
- IRFAN, P.K.; VANJAKSHI, V.; PRAKASH, M.N.; RAVI, R.; KUDACHIKAR, V.B. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. *Postharvest Biology and Technology*, v.82, p.70-75, 2013.
- KAWASAKI, V.M.; CYRILLO, D.C.; MACHADO F.M.S. Custo-efetividade da produção de refeições coletivas sob o aspecto higiênico-sanitário em sistemas Cook Chill e tradicional. **Revista de Nutrição**, v.20, p.129 -138, 2007.
- KELLER, T. *under Pressure – cooking sous vide*. Singapore: Artisan, Divisão da Workman Publishing Company, inc, 2008.
- KITTERMANN, D.; NEUWALD, D.A.; STREIF, J. Influence of calcium on fruit firmness and cell wall degrading enzyme activity in 'Elstar' apples during storage. In: *VI International Postharvest Symposium*, v.877, p.1037-1043, 2010.
- KORKEALA, H. e BJLRKROTH, K.J. Spoilage and contamination of vacuum packaged cooked sausages: A review. *Journal of Food Protection*. v.60, n.6, p.724–731. 1997.
- MARTENS, T; SCHELLEKENS, M. The 'sous vide' process. In: *Meat quality and meat packaging*. European Consortium for Continuing Education in Advanced Meat Science and Technology, Utrecht, Holanda. 1995.
- McDONALD, K; SUN, D. W.; KENNY, T. Comparison of the quality of cooked beef products cooled by vacuum cooling and by conventional cooling. *Lebensm-Wiss. U. Technology*. v.33, n. , p.21-29, 2000.
- MOREIRA, R.T. *Análise de perdas de mineiras em hortaliças submetidas a dois métodos de cocção*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição/Ciências da Saúde)-Centro Universitário São Francisco, Curitiba, 2006.
- NARENDRANATH. N.V.; HYNES, S.H.; THOMAS, K.C.; INGLEDEW, W.M. Effects of lactobacilli on yeast-catalyzed ethanol fermentations. *Applied and Environmental Microbiology*, v.63, n.11, 1997.
- OLIVEIRA, L.M.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; CUNHA, D.G.; LEMOS, A.B. Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.16, n.3, 2006.
- OLIVEIRA, T.C. e SILVA, D.A. *Administração de unidades produtoras de refeições. Desafios e perspectivas*. Rio de janeiro: Rubio Ltda. 201p., 2016.

PAULUS, K. e SAGUY, I. Effect of heat treatment on the quality of cooked carrots. *Journal of Food Science*, v.45, 1980.

PERONI, K.M.C. Influência do CaCl₂ sobre a vida de prateleira de melão 'Amarelo' minimamente processado. Lavras: UFLA. 86p 2002. (Tese mestrado) In: MIGUEL, A.C.A.; BEGIATO, G.F.; DIAS, J.R.P.S.; LBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F. 2008. *Efeito de tratamentos químicos na respiração e parâmetros físicos de melão 'Amarelo' minimamente processado. Horticultura Brasileira* 26:458-463. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a07.pdf>>. Acesso em: 05 de setembro de 2018.

PHILIPPI, S.T. *Nutrição e dietética. Barueri*: SP: Manole, 2014.

PRATELLA, G.C. Note di biopatologia e técnica di conservazione trasporto dei frutti: l'effetto del cálcio in post-raccolta. *Rivista di Frutticoltura*, v.6, p.70-71, 2003.

RUIZ-MAY, E. e ROSE, J.K. 7 Cell Wall Architecture and Metabolism in Ripening Fruit and the Complex Relationship with Softening. *The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening*, p.163-187, 2013.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. Portaria - CVS nº 5, de 9 abr. 2013. Aprova o regulamento técnico sobre boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos e para serviços de alimentação. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*, 2013. 29p.

SILVA JÚNIOR, Ê.A. *Manual de Controle Higiênico Sanitário em Alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 6.ed. 2005.

XIAO, S.; ZHANG, W.G.; LEE, E.J.; MA, C.W.; AHN, D.U. Effects of diet, package and irradiation on protein oxidation, lipid oxidation, and color of raw broiler thigh meat during refrigerated storage. *Poultry Science*. v.90, n.6, p.1348-1357, 2011.

ZHONG, X.; DOLAN, D.K.; ALMENAR, E. Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies* v.31, p.116-122, 2015.

3 CAPÍTULO I

Eficiência do processamento térmico *sous vide* em brócolis (*brassica oleracea*) tratados com cloreto de cálcio

(Normas de acordo com a Revista Bragantina – ISSN: 1678-4499)

Neli Tochetto¹, Fabiana Bortolini Foralosso¹, Fernanda Salamoni Becker², Luiz Carlos Gutikoski³

¹Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia Catarinense – Campus Concórdia

²Universidade Federal de Goiás – Departamento de Engenharia de Alimentos

³Universidade de Passo Fundo

Resumo

Utilizou-se o processamento térmico *sous vide* a 90°C nos tempos de cozimento 0, 10, 20, 30 e 40 min em brócolis acondicionados em embalagem termo-encolhível, tratados com cloreto de cálcio em diferentes concentrações (1%, 2% e 3%) e armazenados sob refrigeração (3°C). Foram analisados os parâmetros físicos (firmeza), físico-químicos (pH, acidez titulável-ATT), sólidos solúveis totais-SST, atividade de água-Aw, cor, perda de massa, vitamina C e clorofila) e microbiológicos, pela contagem de microorganismos aeróbios mesófilos. O tratamento que apresentou melhores resultados em relação à firmeza foi submetido ao estudo da vida de prateleira. Verificou-se que, na concentração de CaCl₂ 3%, a firmeza foi preservada (3,41 N) e que o tratamento térmico pelo sistema *sous vide* de 20 min a 90°C foi o mais adequado na preservação da firmeza (5,33 N). Durante os 20 dias de armazenamento, a firmeza apresentou decréscimo que se manteve até o final do experimento, concluindo que o sistema *sous*

vide foi satisfatório para manter a qualidade nutricional e microbiológica de brócolis, indicando eficiência no uso de métodos combinados de conservação (CaCl₂+*sous vide*).

Palavras-chave: *brassica oleracea*, agente de firmeza, hortaliças, tratamento térmico

3 CHAPTER I

Thermal processing efficiency using a *sous vide* technique in broccoli (*brassica oleracea*) treated with calcium

(Standards according to Bragantina Magazine – ISSN: 1678-4499)

Tochetto, Neli¹, Foralosso, Fabiana Bortolini¹, Becker, Fernanda Salamoni², Luiz Carlos Gutikoski³

¹Federal Institute of Science, Education, and Technology of Sana Catarina, Concórdia Campus

²Federal University of Goiás - Department of Food Engineering

³Passo Fundo University

Abstract

Abstract: *Sous vide* thermal processing at 0, 10, 20, 30, and 40°C was used in broccoli, heat-shrink-wrapped, treated with calcium chloride at different concentrations (1%, 2% and 3%) and stored under refrigeration (3°C). Physical (firmness) and physicochemical parameters (pH, titratable acidity-TTA), total soluble solid (TSS), water activity (WA), color, mass loss, vitamin C, and chlorophyll, and microbiological, by aerobic mesophilic microorganisms counting were analyzed. The treatment that showed the best results in relation to firmness was submitted to the shelf life study. It was found that in the 3% CaCl₂ concentration the firmness was preserved (3.41 N) and that the heat treatment by the *sous vide* system by 20 min under 90°C was the most appropriate in the firmness preservation (5.33 N). Durante os 20 dias de armazenamento, a firmeza apresentou decréscimo, que manteve-se até o final do experimento, concluindo-se que o sistema *sous vide* foi satisfatório em manter a qualidade nutricional e microbiológica de brócolis, indicando eficiência no uso de métodos combinados de conservação (CaCl₂+*sous vide*). During the 20 days of storage, the firmness decreased, which remained until the end of the experiment, and it was concluded that the *sous vide* system was satisfactory in keeping the broccoli nutritional and microbiological quality, showing efficiency in the use of combined conservation methods (CaCl₂+*sous vide*).

Keywords: *brassica oleracea*, firming agent, thermal treatment, vegetables

3.1 Introdução

Atualmente, tanto vegetais frescos como prontos para consumo estão disponíveis com vantagens por apresentarem vida de prateleira mais longa, facilidade de preparação e disponibilidade durante todo o ano, mas seu processo de preparação pode afetar o produto final em seu valor nutricional, bem como nas propriedades físicas (ZHONG et al., 2015).

O interesse crescente por parte dos consumidores por alimentos com maior frescor faz com que exista a necessidade de desenvolvimento de técnicas de cocção menos agressivas, que proporcionem maior segurança alimentar, sem afetar a funcionalidade dos alimentos. Com a finalidade de garantir a segurança e a procedência, aliada à praticidade, o sistema *sous vide* abre um novo nicho de mercado em crescente expansão. O sistema de processamento *sous vide* utiliza embalagens plásticas seladas a vácuo com temperatura e tempo de preparo controlados, seus nutrientes e sucos são preservados, mantendo o sabor, cor e textura originais, reduzindo os riscos de contaminação microbiana, tendo em vista serem pasteurizados na embalagem final. (XIAO et al., 2011; BALDWIN, 2012).

Os brócolis (*Brassica oleracea*), quando submetido ao cozimento, sofrem alterações no valor nutricional e na textura. Para minimizar a degradação da parede celular e manter a firmeza, tratamentos com solução à base de cálcio podem ser uma alternativa para a manutenção da textura do vegetal (RUIZ-MAY e ROSE 2013). O cálcio é um importante agente de estabilização das paredes celulares (KITTERMANN et al., 2010), e sua manutenção no tecido pode conferir maior resistência ao manuseio (IRFAN et al., 2013) e aceitação sensorial.

A proposta deste trabalho consistiu na avaliação das potencialidades do sistema *sous vide*, aplicado em brócolis, em relação a diferentes tempos de cocção e ao efeito do cloreto de cálcio, em diferentes concentrações como agente de firmeza, com o intuito de prolongar o período de conservação do vegetal.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido entre maio e junho de 2018 nos Laboratórios de Tecnologia de Frutas e Hortaliças e de Bromatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC), Campus de Concórdia (SC), (27°12'0,7"S e 52°04'57"W, a 633 m de altitude). Conforme Köppen e Geiger (1928), a classificação do clima local é temperado úmido com verão quente (Cfa). O solo é classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2018)

Foram utilizados brócolis do tipo cabeça, variedade Avenger, adquiridos no município de Concórdia (SC), isentos de injúrias físicas e transportados para o laboratório do Instituto Federal Catarinense (IFC) – Campus Concórdia sob refrigeração (7°C), onde foi feito o processamento tecnológico adequado.

As amostras foram selecionadas quanto a atributos de qualidade, cor, textura, peso e tamanho, e lavadas em água corrente para retirada de impurezas macroscópicas.

Após o processo de seleção e higienização, os brócolis foram cortados em pedaços padronizados em tamanhos de 6 cm e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio, 100 ppm por 15 min.

As porções de brócolis foram separadas em quantidade de 100 g e imersas em solução de cloreto de cálcio em diferentes concentrações (1%, 2% e 3%) e amostras controle (sem adição de CaCl₂) por um período de 20 min. Após essa operação, as amostras foram acondicionadas em embalagem NylonPoli termoencolhível, onde foi o processo de cozimento pelo método *sous vide* em temperatura de 90°C, em tempos de 0, 10, 20, 30 e 40 min, nos diferentes tratamentos.

A temperatura de 90°C foi determinada tendo em vista estudos conduzidos por OLIVEIRA (2013) em cenouras e por REIS et al. (2015) em brócolis, ambos submetidos a processamento *sous vide*. Segundo BALDWIN (2012), o cozimento de um alimento embalado a vácuo deve ser feito entre 65°C e 95°C.

Para o processo de cozimento a vácuo, foi utilizado banho-maria (Solab, SL 152) com bomba para circulação de água quente e termostato para controle de temperatura. Foi utilizado delineamento inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com vinte tratamentos em (três) repetições (Tabela 1).

Posteriormente, as amostras foram resfriadas em água (com gelo) por, aproximadamente, 10 min, com temperatura aproximada de 3°C, e mantidas acondicionadas em refrigeração de 5°C para avaliar a influência do CaCl₂ pela análise de firmeza e pelos parâmetros físico-químicos de vitamina C, ATT, pH, cor e SST.

Tabela 1. Tratamentos empregados neste estudo, com diferentes concentrações de CaCl₂ e tempo de cocção, pelo método sous vide a 90°C, em brócolis

Tempos de Cocção <i>sous vide</i> a 90°C	Tratamentos			
	Imersão em CaCl ₂ 0%/20 min	Imersão em CaCl ₂ 1% /20 min	Imersão em CaCl ₂ 2%/20 min	Imersão em CaCl ₂ 3%/20 min
0 min	C-A	C- 1%	C-2%	C-3%
10 min	T1-A	T1-1%	T1-2%	T1-3%
20 min	T2-A	T2-1%	T2-2%	T2-3%
30 min	T3-A	T3-1%	T3-2%	T3-3%
40 min	T4-A	T4-1%	T4-2%	T4-3%

As análises de firmeza foram feitas no Laboratório de Cereais da Universidade de Passo Fundo (UPF), transportadas sob refrigeração até a cidade de Passo Fundo (RS), em texturômetro (TA.XP Plus, Texture Analyser Stable Micro Systems), com probe P/2 para analisar a forma de penetração a 2 mm, numa distância de 30 mm. As leituras foram feitas nos talos, previamente cortados em tamanho padronizado de 2 centímetros. As leituras dos atributos de firmeza foram em unidade de Newtons (N).

A análise de pH foi feita utilizando pHmetro de bancada portátil (MS Tecnopon, modelo MPA_210/MPA_210P) devidamente calibrado com soluções tampão de pH 4.0 e 7.0, imergindo o potenciômetro na amostra (suco) (AOAC, 2010).

Para os SST, utilizou-se refratômetro de bancada (Polax, modelo ABBE Refractometer), e os resultados, expressos em °Brix. A determinação da ATT foi feita por titulometria de neutralização, e os resultados, expressos em % p/v (AOAC, 2010).

A determinação dos parâmetros de cor (L*a*b*) foi feita através da medida instrumental por colorímetro (Minolta® Color Reader, modelo CR400), previamente calibrado na cor branca. Foram aferidos os valores de a*, b* e L*, em que a* indica as cores do vermelho (+a*) ao verde (-a*); b*, do amarelo (+b*), ao azul (-b*); e L* (luminosidade) do branco (L=100) ao preto (L=0). Foram calculados o chroma (saturação) e o ângulo Hue (tonalidade).

A determinação de aW foi feita em aparelho Tecnal, modelo LabMaster, sob temperatura de 25°C.

O tratamento que apresentou o melhor resultado, em relação à firmeza, foi submetido à avaliação da vida de prateleira. Para tal, o produto foi armazenado nas próprias embalagens *sous vide*, sob refrigeração a 5°C, durante o período de 20 dias. As análises ocorreram nos tempos 0, 5, 10, 15, 20 em 5 repetições, sendo determinados firmeza, vitamina C, ATT, pH, cor, SST, clorofila, aW, perda de massa e mesófilos.

A determinação de ácido ascórbico, vitamina C, foi feita segundo metodologia adaptada por TERADA et al. (1978), com auxílio do espectrofotômetro (BEL) a 520 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbicos de 100 g⁻¹ de amostra.

A PM das amostras foi expressa em porcentagem com o uso da equação $PM=100-(MF/MI*100)$, em que PM é a perda de massa fresca (%), MF é a massa da matéria fresca final (g) e MI, a massa da matéria fresca inicial (g).

A determinação de clorofila foi feita segundo metodologia adaptada por NAGATA (1992). As amostras foram previamente trituradas na quantidade de 1 g em contato com 20 mL de mistura de solvente acetona-hexano (4:6), respectivamente. Mediu-se a absorvância em dois comprimentos de ondas, 663 nm e 646 nm, e os resultados foram aplicados na seguinte Equação:

$$[(12,72*Abs663)-(2,59*Abs646)]+[(22,9*Abs646)-(4,67*Abs663)]$$

Os resultado foram expressos em mg L⁻¹.

Para a análise microbiológica, determinou-se a contagem de mesófilos, feita conforme adaptação da Instrução Normativa n° 62 do MAPA (2003) e do Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos (SILVA et al., 2017). Os resultados foram expressos em UFG g⁻¹.

A análise estatística descritiva foi o método adotado para a avaliação do padrão de distribuição de frequência dos dados, detecção de valores anômalos, utilizando o software R, versão 3.5. 0. As análises foram feitas com o software R, com auxílio dos pacotes Agricolae, versão 1.2-8, e ExpDes.pt, versão 1.2.0. Para testar a normalidade, foi utilizado o gráfico quantil-quantil (q-q) para distribuição normal dos resíduos, juntamente com os testes de Shapiro-Wilk (normalidade, shapiro.test) e de Bartlett (homogeneidade, bartlett.test). Também foi verificada a aditividade dos efeitos dos tratamentos e dos blocos com as funções de aditividade de Tukey (tukey.add.test). Com os pressupostos atendidos, foi feita a análise de variância (ANOVA), aplicando o teste F. As variáveis cujo teste F foi significativo tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

3.3 Resultados e discussão

Para o atributo firmeza, foi possível verificar variações entre os tratamentos (Tabela 2). Analisando as concentrações de 0%, 1% e 2% de CaCl_2 nos tempos 20, 30 e 40 min, não houve diferenças significativas ($p < 0,05$). Apenas em relação ao tratamento com CaCl_2 na concentração 3%, a firmeza foi preservada. Quanto ao tempo de cozimento: os tempos 0, 10 e 20 min diferem entre si ($p \geq 0,05$), já os tempos 30 e 40 min são iguais entre si ($p < 0,05$).

Segundo MIGUEL et al. (2007), cubos de melancia tratados com cálcio apresentaram firmeza significativamente mais resistente que o controle. Os autores afirmaram que a aplicação de cálcio em produtos minimamente processados é eficiente em manter a textura durante certo período de armazenamento.

Tabela 2. Apresentação dos valores da firmeza(N) em brócolis, pelo método sous vide, submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl_2

Tempo Cocção 90°C	Concentração CaCl_2 (g 100 mL ⁻¹) Valores em Newtons			
	0%	1%	2%	3%
0 min	6,1858Ab	7,3920Aa	7,0161Aa	7,6211Aa
10 min	5,7024Ba	4,8171Bb	4,7250Bb	6,0791Bb
20 min	1,2083Cb	1,1921Cb	1,5168Cb	1,5613Ca
30 min	0,7192Db	0,7182Db	0,6327Db	0,8347Da
40 min	0,5439Db	0,6624Db	0,6681Db	0,9370Da

Valores das colunas seguidos de letras maiúsculas representam a variação significativa do tempo de cocção. Valores nas linhas de letras minúsculas representam a significância da concentração pelo teste de Tukey $p < 0,05$.

Na determinação de ATT (Tabela 3) no geral, não foi verificada influência da ação do agente de firmeza, pois não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), mas foram observadas diferenças conforme o tempo de cocção. No tempo de 40 min, foi encontrado maior valor para 1% de CaCl_2 e menor valor na concentração de 3%, com os demais valores intermediários. Comparando os tempos de cocção com as concentrações salinas, foram verificadas diferenças estatísticas. Para o tratamento controle, em que não foi adicionado o agente de firmeza (CaCl_2 0 %) e não foi submetido ao cozimento, foi observado o menor valor, seguido do tratamento com cozimento de 40 min, superior para o tratamento com 20 min de cocção.

Na concentração de 1% de CaCl_2 , o menor valor de acidez foi encontrado no tratamento sem cozimento, com demais valores iguais entre si. Para 2% e 3%, foi observado o mesmo comportamento.

Tabela 3. Valores das avaliações físico-químicas dos brócolis sob o método sous vide a 90°C, submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl₂, através das análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C e atividade de água, submetidos aos diferentes tempos e concentrações

Tratamentos	pH	Acidez Titulável Total (% p/v)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Vitamina C (mg/100g)	Atividade de água
Sem cozimento 0 min de cocção					
(contnua)					
Tabela 3. Valores das avaliações físico-químicas dos brócolis sob o método sous vide a 90°C, submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl ₂ , através das análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C e atividade de água, submetidos aos diferentes tempos e concentrações					
(Conclusão)					
Tratamentos	pH	Acidez Titulável Total (% p/v)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Vitamina C (mg/100g)	Atividade de água
Sem cozimento 0 min de cocção					
C-1%	7,11Aa	0,424Ba	5,10ABa	14,83Ab	0,939Aab
C-2%	7,17Aa	0,350Ba	4,80Bab	15,44Aab	0,937Aab
C-3%	7,07Aa	0,360Da	3,80Bc	14,81Ab	0,939Bab
10 min de cocção					
T1-A	6,82Aa	0,623Aba	5,50Aa	13,20Ba	0,934Ba
T1-1%	6,68Aa	0,590Aa	4,90Bb	10,82Bb	0,935ABa
T1-2%	6,70Aa	0,656Aa	5,50Aa	9,84Bbc	0,935Aa
T1-3%	6,63Aa	0,721Aa	5,20Aab	9,13Bc	0,935BCa
20 min de cocção					
T2-A	6,67Aa	0,685Aa	5,30Aa	8,59Ca	0,936Ba
T2-1%	6,75Aa	0,624Aa	5,30ABa	8,53Ca	0,935ABa
T2-2%	6,71Aa	0,619Aa	5,20ABa	8,51BCa	0,936Aa
T2-3%	6,66Aa	0,556BCa	5,40Aa	7,89Ba	0,935BCa
30 min de cocção					
T3-A	6,61Aa	0,557ABa	5,20Aa	8,15Ca	0,934 Ba
T3-1%	6,61Aa	0,621Aa	5,20ABa	8,01Ca	0,937 ABa
T3-2%	6,61Aa	0,654Aa	5,40ABa	7,82Ca	0,935 Aa
T3-3%	6,58Aa	0,656ABa	5,30Aa	6,03Cb	0,935Aa
40 min de cocção					
T4-A	6,51Aa	0,522Bab	5,50Aa	5,80Da	0,935 Ba
T4-1%	6,56Aa	0,588Aa	5,50Aa	5,32Da	0,933 Ba
T4-2%	6,60Aa	0,523Aab	5,70Aa	4,73Da	0,933 Aa
T4-3%	6,46Aa	0,426Cdb	5,40Aa	2,04Db	0,933 Ca

Valores nas colunas seguidos da mesma letra maiúscula não diferem entre si no tempo de cocção pelo teste de tukey $p < 0,05$. Valores nas colunas com letras minúsculas nas concentrações de CaCl₂ não diferem entre site pelo teste de tukey $p < 0,05$.

Os SST (Tabela 3) comparando os tempos de cocção, somente apresentaram diferenças nos tempos 0 e 10 min, os tempos 20, 30 e 40 min não diferem entre si ($p < 0,05$). Já nas concentrações de CaCl₂, podemos verificar que nos tempos 0 min todas as concentrações diferem entre si, e no tempo 10 min, somente a concentração 1% teve diferença.

Os valores de pH não apresentaram variação significativa entre os tratamentos, com valores médios de 6,6 (Tabela 3).

Para a vitamina C (Tabela 3), os maiores valores estão nas amostras sem cocção, já para as amostra com cocção de 10, 20, 30 e 40 min, nota-se diminuição nos valores de vitamina C, conforme aumento do tempo de cocção. Nos tempos 20 e 30 min

e nas concentrações 0%, 1% e 2% de CaCl₂, as amostras são iguais entre si, e nas concentrações 3%, são diferentes.

Para a aW, no tempo 0 min, a concentração de 2% foi estatisticamente menor que as demais concentrações. Os tempos de cocção de 10, 20, 30 e 40 min apresentaram redução de aW se comparados com o tempo de 0 min.

Os parâmetros de cor (Tabela 4) para saturação nos tempos de cocção de 10, 20, 30 e 40 min (T1, T2, T3 e T4), não apresentaram grandes variações. Para a tonalidade, os maiores valores encontram-se em T1 e T2, e os menores valores, no tempo T3 e T4, já a luminosidade (L) não apresentou grandes variações, tendo um pequeno aumento gradativo conforme o tempo de cocção. Para o valor de a*, onde se encontra o verde, verificou-se que, no tratamento sem cozimento, os valores foram superiores (p<0,05) em comparação aos tratamentos submetidos ao cozimento, em que ocorreu maior degradação (Tabela 4).

Tabela 4. Valores da determinação de cor (L*, a*, b*, C* e °Hue) dos brócolis, pelo método sous vide a 90°C, submetidos a diferentes tempos e concentrações de CaCl₂

Tratamentos	Cor				
	L*	a*	b*	CROMA C*	°HUE
C-A	54,69 aAB	-18,12 aD	34,26 aA	38,75 aA	117,89 aA
C-1%	52,26 abA	-18,39 aC	33,68 aA	38,38 aA	118,65 aA
C-2%	54,38 abA	-18,04 aC	33,71 aA	38,23 aA	118,16 aA
C-3%	51,45 bB	-18,60 aC	34,43 aA	39,14 aA	118,39 aA
T1-A	55,08 aAB	-12,15 aC	30,69 aB	33,01 aB	111,67aB
T1-1%	54,76 aA	-12,09 aB	32,24 aAB	34,44 aB	110,61aB
T1-2%	54,99 aA	-11,93 aB	30,57 aB	32,82 aB	111,37aA
T1-3%	55,04 aA	-11,92 aB	30,97 aB	33,19 aB	111,13aB
T2-A	55,02 aAB	-11,18 aB	30,98 aB	32,94 aB	109,85aC
T2-1%	54,78 aA	-11,51 aB	29,67 aB	31,83 aB	111,29aB
T2-2%	56,68 aA	-11,76 aB	31,55 aAB	33,69 aB	110,60aB
T2-3%	55,45 aA	-11,63 aB	31,43 aB	33,53 aB	110,39aB
T3-A	57,47 aA	-10,19 aA	34,56 aA	36,04 aA	106,50bD
T3-1%	55,50 aA	-9,82 aA	31,04 bAB	32,56 bB	107,62abC
T3-2%	54,70 aA	-9,93 aA	32,35 abAB	33,85 abB	107,11aA
T3-3%	54,78 aA	-10,12 aA	31,02 bB	32,63 bB	108,15aC
T4-A	52,52 bB	-9,45 aA	31,05 bB	32,46 aB	106,97aD
T4-1%	53,84 abA	-9,30 aA	31,13 aAB	32,49 aB	106,64aC
T4-2%	55,40 abA	-9,72 aA	31,53 aAB	33,01 aB	107,21aA
T4-3%	56,81 aA	-9,57 aA	32,56 aAB	33,93 aB	106,39aD

Médias das colunas seguidas de mesma letra minúscula, em cada tempo, não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05. Médias das colunas seguidas de mesma letra maiúscula, em cada solução, não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05.

Com base nos parâmetros analisados, escolheu-se o tempo 20 min com a concentração de CaCl₂ 3% para avaliar a vida útil do produto por 20 dias, pois neste tempo e concentração, a firmeza foi preservada com diferença significativa.

Quanto à firmeza, avaliada no período de armazenamento de 20 dias, verificou-se diferença entre os tratamentos, sendo que a adição de CaCl₂ preservou este parâmetro. O tratamento em que não foi adicionado o agente apresentou valores mais baixos nesse estudo.

Verificou-se (Tabela5) que, com a concentração de 3% de CaCl₂ no parâmetro fixado, os maiores valores foram observados no tempo inicial (5,83 N). E ao longo do período de armazenamento, houve diminuição no valor da firmeza, com variação significativa nesses tempos. Entre os tempos 0 e cinco dias de armazenamento, a firmeza teve uma leve diminuição, mais significativa no período final de armazenamento.

Tabela 5. Resultados de firmeza(N) dos brócolis nos tratamentos sem cocção com concentração de CaCl₂ 3%, *sous vide* 90°C por 20 minutos com concentração de CaCl₂ 3% e *sous vide* 90°C por 20 minutos CaCl₂ 0%, armazenados por 20 dias

Dias	Tratamento CaCl ₂ 3% a vácuo sem cocção	Tratamento CaCl ₂ 3% <i>sous vide</i> por 20 min	Tratamento sem CaCl ₂ <i>sous vide</i> por 20 min
Valores em Newtons			
0	7,89A	5,83A	1,19A
5	7,19AB	4,31AB	0,94B
10	5,69BC	4,12B	0,43C
15	5,42BC	3,60B	0,29CD
20	4,87C	3,29B	0,17D

Valores das colunas seguidos da mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05.

O tratamento com adição de CaCl₂ 3% com tempo de cozimento de 20 min foi o que mais preservou a firmeza do produto durante os 20 dias de armazenamento. Os demais tratamentos apresentaram maior variação significativa, reduzindo a firmeza dos vegetais.

Os resultados com concentração de 0 % de CaCl₂ no tempo de 20 min de cocção apresentaram firmeza relativamente inferior, se comparados ao tratamento de CaCl₂ de 3%. (Tabela 5). Segundo FERNANDEZ-LÉON et al. (2013), a amostra tem seu valor de firmeza inferior em razão da desidratação do vegetal.

Para REIS et al. (2015), os valores obtidos para firmeza foram de 8,5 N e para GUILLÉN et al. (2017) de 6,4 N, ambos estudaram brócolis em cocção *sous vide*.

Em estudo conduzido por MIGUEL et al. (2007), amostras tratadas com cloreto de cálcio apresentaram firmeza superior em relação às amostras controle para melancia,

pois a aplicação da solução, que é absorvida pelos tecidos, é eficiente em manter a textura durante o armazenamento.

Segundo JACKMAN e STANLEY (1995), a interação entre os íons Ca^{+2} e a pectina promove ação do cálcio na preservação estrutural dos alimentos vegetais. O efeito do cálcio na matriz pectínica presente na parede celular dos tecidos desses alimentos favorece a manutenção das características de textura dos produtos.

Os resultados para ATT e pH (Tabela 6) indicaram não haver diferença significativa durante o período de armazenamento de vinte dias. Para REIS et al. (2015), o pH dos brócolis submetidos à cocção *sous vide* ficou em 6,4, tendo sido verificado que o pH encontrado neste estudo não apresentou diferença.

FIGUEROA et al. (2012) verificaram que o uso de CaCl_2 em morangos não resultou em mudanças significativas na acidez titulável após a aplicação da solução de cloreto de cálcio.

Segundo CARDOSO et al. (2012), não foram observadas alterações significativas nos teores de pH dos morangos em função do tratamento de cloreto de cálcio 1%, da refrigeração e dos dias de armazenamento. PRADO et al. (2003) avaliaram o efeito do cloreto e cálcio 1% sobre a qualidade do abacaxi c.v. *Smooth/cayenne* e verificaram que o pH aparentemente não foi afetado pelo cálcio, indo ao encontro dos resultados do experimento.

Os SST (Tabela 6) apresentam, no tempo 0 dias, o valor de $6,13^\circ\text{Brix}$, diferente do restante do período. Entre os tempos 5, 10, 15 e 20 dias, não foi verificado efeito significativo ($p > 0,05$).

Segundo THÉ et al. (2003), o teor de SST representa o conteúdo de açúcar e, com o passar do tempo, ocorrem mudanças metabólicas que irão se refletir na qualidade final da amostra.

Segundo GODOY e SANTOS (2006), em mamão tipo passa, os teores de SST tiveram redução e posteriormente acréscimo nos teores. REIS et al. (2015), em brócolis submetidos à cocção *sous vide* a 90°C a 20 min, obtiveram $3,6^\circ\text{Brix}$.

Para a aW, foi constatado no decorrer do experimento diminuição do valor, sendo que o menor valor de 0,930 está no dia 10. Entre os tempos 0, 5 e 15, não ocorreram diferenças significativas entre si. A diferença foi observada entre 0 e 10 e 20 dias de armazenamento.

Tabela 6. Resultados das avaliações físico-químicas dos brócolis no tratamento T2-3% CaCl₂, através das análises de pH, Acidez Titulável, Sólidos Solúveis Totais, Vitamina C e Atividade de água e clorofila de todos, armazenados por 20 dias

Tempo (dias)	pH	Acidez Titulável (% p/v)	Sólidos Solúveis totais °Brix	Vitamina C Mg 100 g ⁻¹	Atividade de água	Clorofila mg L ⁻¹
			20 min 3%			
0	6,33A	2,78A	6,13A	14,23A	0,942A	3,97A
5	6,39A	2,88A	5,54B	13,78A	0,940AB	3,42A
10	6,22A	2,80A	5,54B	13,20A	0,930C	2,84AB
15	6,37A	2,89A	5,50B	12,86A	0,937AB	2,59AB
20	6,37A	3,09A	5,80AB	12,53A	0,935B	1,60B

Médias das colunas seguidas de mesma letra maiúscula, em cada dia, não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05.

A clorofila apresentou tendência de degradação ao longo do período de armazenamento (Tabela 6). Entre os dias 0 e 5, não houve diferenças estatísticas e os dias 10 e 15 não diferem entre si, mas o dia 20 difere dos demais.

Segundo PELEGRINI et al. (2010), as perdas de clorofila variam conforme os tempos de cozimento, tendo maior perda nos casos com maior duração de cocção. Esta perda causa alterações na cor dos vegetais, diminuindo a qualidade das amostras. A clorofila é sensível ao pH, enzimas, temperatura, luz e oxigênio.

Para GUILLÉN et al. (2017), a amostra de brócolis submetidas à cocção *sous vide* apresentou valor de clorofila total de 1,209, estando abaixo dos resultados obtidos neste estudo.

Para os resultados da vitamina C (Tabela 6) observou-se, de maneira geral, pequena degradação durante o período de armazenamento, que não foi significativa, indicando que o tratamento utilizado foi adequado para preservar por mais tempo a qualidade nutricional do produto.

Conforme relatado por PILLON (2003), o brócolis *in natura* contém vitamina C, porém alguns métodos de cocção não têm capacidade de conservar essa vitamina, visto que ela é termossensível, ou seja, é sensível ao oxigênio e à luz, podendo os cortes nos tecidos dos vegetais contribuir para perdas maiores.

Segundo MIGUEL et al. (2007), os teores de ácido ascórbico não apresentaram variações no período de armazenamento em amostra de melancia com o uso de cloreto de cálcio.

Durante o período de armazenamento de goiabas com aplicação de cloreto de cálcio, elas apresentaram teores maiores de vitamina C que os frutos sem aplicação do

cloreto, e todos os lotes, a partir do terceiro dia, tiveram diminuição nos teores de vitamina C (MOURA NETO et al., 2008).

Tabela 7. Valores da determinação de cor (L*, a*, b*, C e Hue) de brócolis no tratamento sem cocção na concentração de CaCl₂ 3% e sous vide 90°C a 20 min na concentração de CaCl₂ 3%, armazenados por 20 dias

Tempo de armazenamento	Cor				
	L*	a*	b*	CROMA C*	°HUE
(Continua)					
Tabela 7. Valores da determinação de cor (L*, a*, b*, C e Hue) de brócolis no tratamento sem cocção na concentração de CaCl ₂ 3% e sous vide 90°C a 20 min na concentração de CaCl ₂ 3%, armazenados por 20 dias					
(Conclusão)					
Tempo de armazenamento	Cor				
	L*	a*	b*	CROMA C*	°HUE
Sem cocção 3% CaCl ₂					
0	51,87 aA	-18,14 bB	36,03 aA	40,34 aA	116,92 aA
5	48,10 aA	-13,49 aB	29,55 bcA	32,48 bcA	114,57 bA
10	55,32 aA	-17,16 bB	33,52 abA	37,66 abA	117,10 aA
15	46,24 aB	-12,59 aB	25,66 cB	28,58 cB	116,14 abA
20	47,68 aB	-14,77 aB	29,09 bcB	32,62 bcB	116,92 aA
<i>sous vide</i> 20 min 3% CaCl ₂					
0	52,72 aA	-10,40 cB	32,76 aA	34,37 aA	107,63 aB
5	52,53 aA	-9,14 aA	30,82 aA	32,15 aA	106,52 aB
10	55,02 aA	-10,17 cA	31,71 aB	33,31 aB	107,80 aB
15	54,21 aA	-9,72 bA	31,71 aA	33,16 aA	107,06 aB
20	52,08 aA	-8,78 aA	33,00 aA	34,15 aA	116,92 aB

Médias das colunas seguidas de mesma letra minúscula, em cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05. Médias das colunas seguidas de mesma letra maiúscula, em cada dia, não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,05.

Os resultados da cor apresentaram variação ao longo do período de armazenamento (Tabela 7).

Resultados semelhantes foram obtidos por LAFARGA et al. (2018) em brócolis depois do processamento das inflorescências através de vapor e sous vide, e para ambos os procedimentos, houve diminuição na coloração verde durante o armazenamento.

A cor é um importante atributo para o brócolis e seu amarelecimento é um termo usado para descrever as condições adversas da qualidade do produto, resultante da degradação da clorofila, processo que tem sido utilizado como indicador para avaliar a qualidade do produto e sua vida útil (TOIVONEN e DEELL, 2001).

A perda de massa média das amostras tratadas com 3% de cloreto de cálcio e acondicionadas em embalagem a vácuo submetidas à cocção por 20 min foi de 2,47% e de 0,71% para amostras embaladas a vácuo sem cocção (Figura 1). Para CARVALHO e CLEMENTE (2004), os resultados encontrados para amostras de brócolis acondicionadas em embalagens de polipropileno armazenadas por 15 dias chegam a 3%.

Segundo PADULA et al. (2006), em brócolis, a perda de massa é devida à sua transpiração. O murchamento provocado pela desidratação é a principal causa da perda de qualidade nessa hortaliça e se manifesta quando o produto perde, aproximadamente, 5% de sua massa inicial. Estudo com diversas embalagens que se mostraram eficientes apresentou perda inferior a 1% da massa inicial no período armazenado.

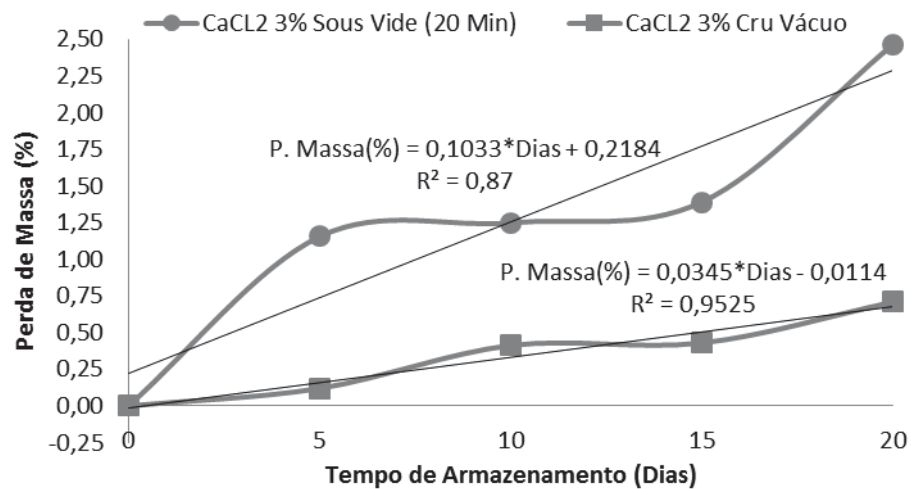


Figura 1. Avaliação da curva de tendência da perda de massa em brócolis nos tratamentos sem cocção com concentração de CaCl₂ 3% e *sous vide* 90°C por 20 min com concentração de CaCl₂ 3%

As análises microbiológicas para a contagem de mesófilos durante 20 dias de armazenamento do produto apresentaram no tempo 0 para a amostra *in natura* com concentração 3% de CaCl₂, $3,5 \times 10^3$ UFC g⁻¹. Para as amostras submetidas ao sistema *sous vide*, a contagem foi significativamente reduzida para uma estimativa de $<1 \times 10^2$ UFC g⁻¹. Para o quinto dia de armazenamento, o tratamento *in natura* apresentou elevação na carga microbiana ($7,6 \times 10^4$ UFC g⁻¹). No mesmo período de armazenamento, as amostras tratadas termicamente mantiveram a carga reduzida ($1,0 \times 10^2$ UFC g⁻¹). A mesma tendência foi observada até o período final de armazenamento, com $1,0 \times 10^6$ UFC/g para a amostra *in natura* e $<1 \times 10^5$ UFC g⁻¹ estimada para as amostras tratadas pelo sistema *sous vide*.

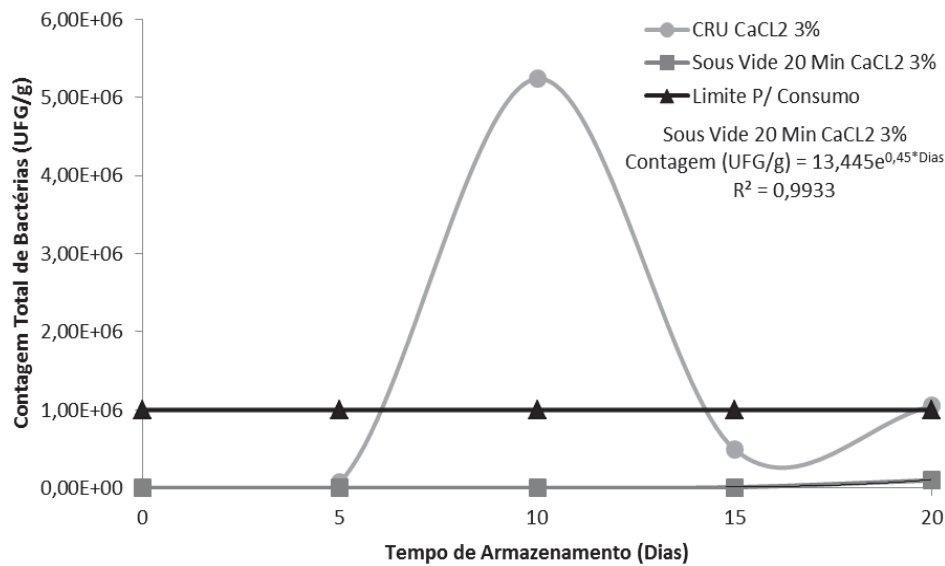


Figura 2. Comparação do limite de contagem total (mesófilos) nos tratamentos sem cocção com concentração CaCl₂ 3% e *sous vide* 90°C por 20 min com concentração de CaCl₂ 3%

MAISTRO et al. (2012) recomendam que o limite para determinação de contaminação microbiológica para micro-organismos mesófilos é a partir de 6 Log UFC.g⁻¹, valor este que permite a ocorrência de modificações indesejáveis nos alimentos, diminuindo sua vida útil.

Foi possível constatar, pelos resultados microbiológicos, que o sistema de cozimento *sous vide* foi eficiente em manter a carga microbiana dentro de níveis aceitáveis.

3.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico pelo sistema *sous vide* de 20 min. foi o mais adequado na redução da firmeza para níveis aceitáveis para consumo. Adicionalmente, os demais tempos de cozimento degradam consideravelmente a vitamina C.

Os melhores resultados para a concentração de cloreto de cálcio na manutenção da firmeza, acidez titulável e sólidos solúveis totais foi de 3%. O sistema *sous vide* foi eficiente em manter a qualidade nutricional e microbiológica durante todo o período do estudo, o que indica que o sistema *sous vide* é uma alternativa para a conservação de brócolis prontos para o consumo

3.5 Referências

- AOAC. (Association of Official Analytical Chemists) (2010). **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Revision 3. Washington DC.
- BALDWIN, D.E. Sous vide cooking: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**. v.1, p.15–30, 2012.
- CARDOSO, L.M.; DEUS, V.A.; SILVA, E.B.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; DESSIMONI-PINTO, N.A.V. Qualidade de morangos tratados. **Alim. Nutr.**, v.23, n.4, p.583-588, out./dez., 2012.
- CARVALHO, P.T. e CLEMENTE, E. The influence of the broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) fill weight on postharvest quality. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v.24, n.4, p.646-651, out.-dez., 2004.
- FERNÁNDEZ-LEÓN, M.F.; FERNÁNDEZ-LÉON, A.M.L.; AYUSO, M.C.; GONZÁLEZ-GOMES, D. Altered commercial controlled atmosphere storage conditions for 'Parhenon' broccoli plants (*Brassica oleracea* L. var. Italica). Influence on the outer quality parameters and on the health-promoting compounds. **LWT - Food Science and Technology**. 50, 665-672, 2013.
- FIGUEROA, C.R.; OPAZO, M.C.; VERA, P.; ARRIAGADA, O.; DÍAZ, M.; MOYA-LEÓN, M.A. Effect of postharvest treatment of calcium and auxin on cell wall composition and expression of cell wall-modifying genes in the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit. **Food Chemistry**, v.132, n.4, p.2014-2022, 2012.
- GODOY, R.C.B. e SANTOS, A.P. Influência do tempo de imersão em solução de cálcio e do cozimento nas características físico-químicas do mamão tipo passa. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.175-180, 2006.
- GUILLÉN, S.; MIR-BEL, J.; SALVADOR, R.O.M.L. Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. **Food Chemistry**, v.217 p.209–216, 2017
- IRFAN, P.K.; VANJAKSHI, V.; PRAKASH, M.N.; RAVI, R.; KUDACHIKAR, V.B. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, v.82, p.70-75, 2013.
- JACKMAN, R.L. e STANLEY, D.W. Perspectives in the Textural Evaluation of Plant Foods. **Trends in Food Science & Technology**. v.6, p.187-194, 1995.
- KITTERMANN, D.; NEUWALD, D.A.; STREIF, J. Influence of calcium on fruit firmness and cell wall degrading enzyme activity in 'Elstar' apples during storage. In: **VI International Postharvest Symposium** 877 p.1037-1043, 2010.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.
- LAFARGA, T.; BOBO, G.; VIÑA, I.; ZUDAIRE, L.; SIMÓ, J. AGUAYO, I.A. Steaming and sous-vide: Effects on antioxidant activity, vitamin C, and total phenolic content of Brassica vegetables. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, 13. 134-139, 2018.

MAISTRO, L.C.; MIYA, N.T.N.; SANT'ANA, A.S.; PEREIRA, J.L. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP – Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. **Food Control**, v.28, p.258-264, 2012.

MAPA-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. (2003) **Instrução Normativa N° 62**, de 26 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao?operacao=visualizar&id=2851>>. Acesso em: jan. 2018.

MIGUEL, A.C.A.; DIAS, J.R.P.S.; SPOTO, M.H.F. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**. 25:442-446, 2007.

MOURA NETO, L.G.; AMARAL, D.S.; MOURA, S.M.A.; PEIXOTO, L.G. Qualidade pós-colheita de goiabas cv “Paluma” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio armazenadas em temperaturas ambiente. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, UFCG – Patos – PB. ISSN 1868-4586, v.4, 27-31, 2008.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, 39(10):925-928, 1992.

OLIVEIRA, T.C.A. **Estudo da qualidade microbiológica, físico-química, química e sensorial de cenoura (*daucus carota L.*) submetida à tecnologia *sous vide* produzida industrialmente**. (2013). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará.

PADULA, M.L.; CARCIOFI, B.A.M.; DANNENHAUER, C.E.; STRINGARI, G.B.; MONTEIRO, A.R. Influencia de diferentes tipos de embalagens nas características físico-químicas e composição gasosa de brócolis (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) orgânicos minimamente processados e armazenados sob refrigeração. **Alim. Nutr.** v.17, n.3, p.259-268, jul./set. 2006.

PELLEGRINI, N.; CHIAVARO, E.; GARDANA, C.; MAZZEO, T.; CONTINO, D.; GALLO, M.; RISO, M.; FOGLIANO, V.; PORRINI, M. Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.7, p.4310-4321, 2010.

PILLON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2003. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

PRADO, M.E.T.; BONNA, D.S.; CHITARRA, A.B.; TEIXEIRA JÚNIOR, D. . Abacaxi “Smooth cayenne” minimamente processado. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal**, SP, v.25, n.2, p.206-209, ago. 2003.

REIS, L.C.R.; OLIVEIRA, V.R.; HAGEN, M.E.K.; JABLONSKI, A.; FLORES, S.H; RIOS, A.O. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea var. Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea var. Alphina F1*). **Food Science and Technology** v.63 p.177e183, 2015.

RUIZ-MAY, E. e ROSE, J.K. 7 Cell Wall Architecture and Metabolism in Ripening Fruit and the Complex Relationship with Softening. **The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening**, p.163-187, 2013.

SANTOS, H.G.D.; JACOMINE, P.K.T; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBREBRAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. Rev. e Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. Blucher, 5.ed., 2017. 535p.

TERADA, M.; WATANABE, Y.; KUMITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential rapid analyses of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Analytical Biochemistry**, v.84, p.604-608, 1978.

THÉ, P.M.P.; GONÇALVES, N.B.; NUNES, R.P.; MORAIS, A.R.; PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; CARVALHO, V. 2003. Efeitos de tratamentos pós-colheita sobre fatores relacionados à qualidade de abacaxi cv. Smooth Cayenne. **R. bras. Agrociência**, v.9, n.2, p.163-170, 2003.

TOIVONEN, P.M.A. e DELL, J.R. Chlorophyll fluorescence, fermentation product accumulation, and quality of stored broccoli in modified atmosphere packages and subsequent air storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 3, n.1, p.61-69, 2001.

XIAO, S.; ZHANG, W.G.; LEE, E.J.; MA, C.W.; AHN, D.U. Effects of diet, package and irradiation on protein oxidation, lipid oxidation, and color of raw broiler thigh meat during refrigerated storage. **Poultry Science**. v.90, n.6, p.1348-1357. 2011.

ZHONG, X.; DOLAN, D.K.; ALMENAR, E. Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). **Innovative Food Science and Emerging Technologies** 31 (2015) 116–122.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, pela oportunidade de ter ingressado e concluído o curso de pós-graduação em Olericultura.

Ao Instituto Federal Catarinense – Campus Concórdia, pela oportunidade de utilização dos laboratórios para desenvolvimento das análises.

Ao Laboratório de Cereais da Universidade de Passo Fundo, pela avaliação de firmeza.