



LUIZ FERNANDO MOREIRA KONIG

**TÉCNICA DE COCÇÃO *SOUS VIDE* EM PRODUTOS
CÁRNEOS: UMA REVISÃO**

**LAVRAS–MG
2022**

LUIZ FERNANDO MOREIRA KONIG

TÉCNICA DE COCÇÃO *SOUS VIDE* EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli
Orientadora

**LAVRAS–MG
2022**

LUIZ FERNANDO MOREIRA KONIG

TÉCNICA DE COCÇÃO *SOUS VIDE* EM PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO

***SOUS VIDE* COOKING TECHNIQUE IN MEAT PRODUCTS: A REVIEW**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de setembro de 2022.

Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli - DCA/UFLA

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva - DCA/UFLA

Dr. Wallaf Costa Vimercati - FANUT/UFMT

Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli
Orientadora

LAVRAS–MG
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha mãe Maria de Lourdes e ao meu irmão Isaac por todo incentivo e apoio desde o início da trajetória acadêmica, que me incentivaram a sempre evoluir e conquistar meus objetivos.

À Universidade Federal de Lavras e aos docentes do curso de Engenharia de Alimentos por todo conhecimento e aprendizado passado.

Aos meus amigos de graduação Saile, Larissa, Maria Eduarda, Juliana e Letícia que sempre estiveram presentes durante a graduação.

Às minhas amigas do ensino médio e de morada Manoela e Maria Luísa que sempre estão dispostas a ouvir e compreender, principalmente no final do curso.

RESUMO

A técnica de cocção *Sous Vide* é um método de cozimento de origem francesa, que consiste em embalar o alimento a vácuo e aplicar tratamento térmico de temperaturas mais baixas (inferiores a 100 °C) por longo período de tempo, em banho-maria. O uso do processo de cozedura *Sous Vide* proporciona alimentos com características nutricionais superiores e proporciona aos produtos qualidades sensoriais mais acentuadas quando comparadas aos processos tradicionais de cozimento, por impedir a migração de nutrientes nessa etapa, podendo ser consumidos de forma rápida e prática. O monitoramento do tempo e da temperatura do processo é precisamente controlado e possibilita a adequação dessas variáveis para atingir determinados parâmetros sensoriais do produto conforme pretendido. A aplicação de calor em carnes altera as estruturas das proteínas, modificando os aspectos de maciez e suculência, atributos que podem ser valorizados na técnica *Sous Vide* quando conhecidas a matéria-prima e temperatura ideais dos componentes que são responsáveis na determinação do grau dessas propriedades, estas mais notadas pelos consumidores. Com o uso de temperaturas mais baixas a possibilidade de sobrevivência de microrganismos nesses produtos é estudada na aplicação da técnica com a finalidade de fornecer produtos seguros e que não ofereçam riscos aos consumidores. Nesta revisão, é apresentada a técnica de cocção *Sous Vide* suas características e pesquisas realizadas em questões sensoriais e segurança dos alimentos.

Palavras-chave: *Sous Vide*. Inativação térmica. Vácuo. Aspectos sensoriais. Segurança dos alimentos.

ABSTRACT

The Sous Vide cooking technique is a cooking method of French origin, which consists of vacuum packaging the food and applying heat treatment at lower temperatures (below 100 °C) for a long period of time, in a water bath. The use of the Sous Vide cooking process provides foods with superior nutritional characteristics and offers products with more pronounced organoleptic qualities compared to traditional cooking processes, by preventing the migration of nutrients at this stage, allowing them to be consumed quickly and conveniently. The monitoring of process time and temperature is precisely controlled and makes it possible to adapt these variables to achieve certain sensory parameters of the final product as intended. The application of heat in meat alters the structures of the proteins, modifying the aspects of tenderness and juiciness, attributes that can be valued in the Sous Vide technique when the raw material and ideal temperature of components that are responsible for determining the degree of these properties are known, these most noticed by consumers. With the use of lower temperatures, the possibility of survival of microorganisms in these products is studied in the application of the technique to provide safe products that do not bring risks when consumed. This review presents the Sous Vide cooking technique and its characteristics and research carried out on issues of sensorial and food safety.

Keywords: Sous Vide. Thermal inactivation. Vacuum. Sensory aspects. Food safety.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA	9
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 Sous Vide	10
Processo produtivo	11
3.2.1 Matéria-prima	11
3.2.2 Embalagem a vácuo	12
3.2.3 Cozedura	12
3.3 Aspectos sensoriais	13
3.4 Aspectos microbiológicos	17
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos a crescente procura e consumo de alimentos seguros, fáceis de preparar e benéficos à saúde vêm incentivando a tecnologia de alimentos a desenvolver e aprimorar técnicas inovadoras de cozimento, embalagem e conservação com características sensoriais e nutricionais desejadas pelo consumidor. Os métodos mais comuns de cocção, também chamados de “cozinha tradicional”, requerem temperaturas em torno de 100 °C, ou superiores, e presença de oxigênio, o que pode ocasionar a perda e a inativação de compostos bioativos, vitaminas e minerais (ABALOS *et al.*, 2020; RONDANELLI *et al.*, 2017).

Com a finalidade de acompanhar as demandas de mercado, novas tecnologias de processamento de alimentos, com aplicações de tratamentos térmicos adequados, estão sendo utilizadas para a entrega de produtos de conveniência e com mínima perda de compostos nutricionais, como a técnica de cocção *Sous Vide*.

O *Sous Vide* teve seu início em meados dos anos setenta pelo *chef* Georges Pralus na França, que ao colocar um alimento em uma bolsa plástica a vácuo e levá-lo ao cozimento lento em temperaturas baixas obteve um rendimento e sabor maior e melhor comparados ao método tradicional (RAMOS, 2004). Na mesma década, Bruno Goussault, também conhecido como pai do *Sous Vide* moderno, começou a correlacionar as mudanças estruturais e texturais da carne com as temperaturas exatas de cozimento, aprimorando a técnica e mostrando que era possível ter alimentos mais macios e saborosos, desenvolvendo o método *Sous Vide* (CULINARY, RESEARCH & EDUCATION ACADEMY - CREA, 2022).

Produtos usando a técnica *Sous Vide* eram exclusivos para restaurantes notáveis, mas conforme o tempo foi passando, com a difusão do método e o reconhecimento pelos benefícios desse processo de cocção, o mercado da gastronomia e a indústria vêm ampliando o seu uso em diversos segmentos (BERTHOLON, 2022).

Por se tratar de um método de cozimento sensível e demorado é eficaz em exaltar as características e qualidades da matéria-prima empregada. Usando embalagem a vácuo o sabor típico dos alimentos, nutrientes e sucos naturais são conservados, levando à padronização dos produtos, o que é difícil de se conseguir em métodos tradicionais. Problemas ligados à alimentos congelados, como sabor e textura, são capazes de serem eliminados, por reterem propriedades que são apreciadas pelos consumidores, como aroma, sabor, cor e maciez (AYUB; AHMAD, 2019).

Além de oferecerem alimentos com características sensoriais próprias, produtos que são cozidos no sistema *Sous Vide* entregam segurança aos seus consumidores, uma vez que

após embalados passam pelo tratamento térmico e não sofrem nenhum tipo de manuseio em contato direto com o produto (RAMOS, 2004; CREA, 2022).

Analisando o crescimento e disseminação da técnica, a presente revisão resume características e estudos aplicando o *Sous Vide*, reunindo os aspectos sensoriais e segurança microbiológica dos alimentos em diferentes binômios tempo e temperatura em produtos cárneos.

2 METODOLOGIA

As informações da presente revisão foram retiradas da literatura disponível na plataforma de periódicos CAPES e trabalhos publicados no Google acadêmico. Para a busca foram formuladas perguntas bases referente ao assunto abordado e palavras chaves: *Sous vide and process*, *Sous vide and microbial pathogens*, *Sous vide and thermal inactivation*. As questões que orientaram a busca pelos trabalhos foram: O que é *Sous Vide*? Como funciona? Quais os benefícios e riscos?

Durante a seleção, não foram excluídos trabalhos de outros idiomas e incluídos trabalhos que se relacionassem ao campo de estudo. Para a caracterização e a definição do processo, foram utilizados dados de trabalhos e publicações em revistas datadas de 1994 e estudos experimentais até o ano de 2022. No decorrer da pesquisa foram examinados 60 trabalhos e excluídos aqueles que apresentavam referências e dados repetidos e os que não expunham referências relevantes para citação no campo da revisão.

Ao final, 34 trabalhos foram selecionados para leitura completa e desenvolvimento deste trabalho, desde a definição à estudos experimentais microbiológicos e sensoriais utilizando a técnica *Sous Vide*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 *Sous Vide*

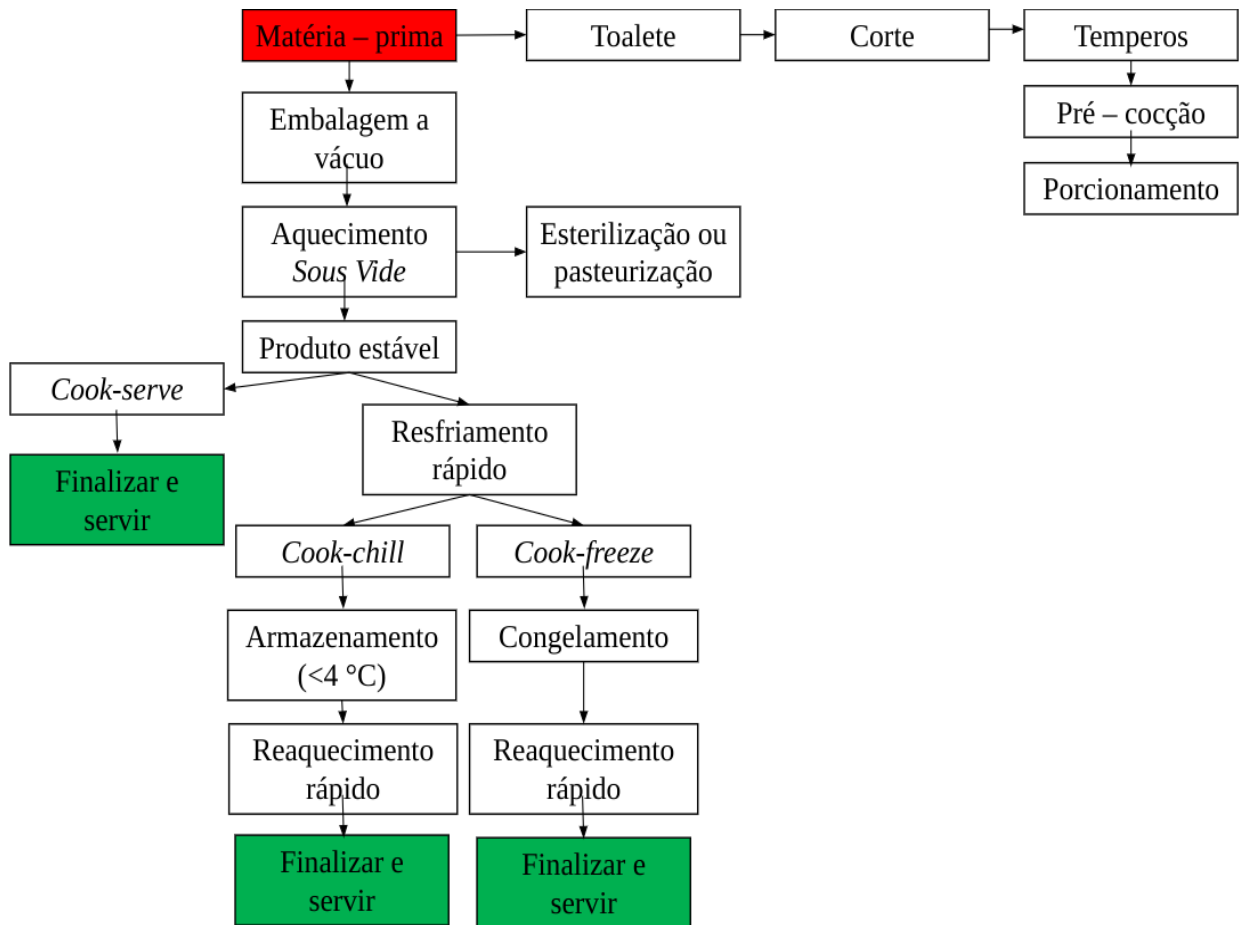
A expressão do francês *Sous Vide* (SV) (pronuncia-se “suvíd”), traduzida em língua portuguesa como “sob vácuo”, é um processo de cozimento de alimentos em temperaturas mais baixas em um período de tempo elevado sem a interferência do fogo. Tem por diferença dos outros métodos duas características próprias essenciais: no processo de produção os alimentos crus ou parcialmente cozidos são embalados a vácuo em bolsas térmicas de grau alimentício estáveis ao calor e levados para cocção em temperaturas e tempo pré-definidos e precisamente controlados (BALDWIN, 2012; SCHELLEKENS, 1996).

O uso de embalagem selada a vácuo permite que o alimento seja totalmente imerso no banho-maria, fazendo com que o fenômeno de transferência de calor da água para o produto ocorra de forma eficiente e uniforme (BALDWIN, 2012). O vácuo das embalagens retira o oxigênio presente aumentando a vida útil, uma vez que inibe o crescimento de microrganismos aeróbicos obrigatórios (ISMAIL *et al.*, 2022). A depender do produto no interior da embalagem é possível uma quantidade de ar residual estar presente, como o caso de carnes com ossos e alguns molhos.

Segundo Ayub e Ahmad (2019), o método também é conhecido por utilizar baixas temperaturas por longo tempo (LTLT - sigla derivada do inglês “low temperature long time cooking”). No cozimento SV são empregadas temperaturas que podem variar entre 65 - 95 °C, sendo que para alimentos mais sensíveis ao calor o valor inferior de temperatura pode chegar aos 55 °C.

A escolha da temperatura usada no processo de cozedura depende das características sensoriais finais desejadas e das características intrínsecas da matéria-prima. Temperaturas mais baixas são comumente usadas para produtos cárneos e temperaturas mais altas para produtos vegetais que demandam uma temperatura mais elevada até atingirem seu ponto de maciez ideal (SCHELLEKENS, 1996).

De acordo com Baldwin (2012), o cozimento SV adota duas formas: *cook-serve* ou *cook-hold* e *cook-chill* ou *cook-freeze*. O método *cook-serve* consiste em preparar o produto seguindo o fluxograma SV, e após a finalização do aquecimento ou pasteurização se faz o acabamento e o consumo do alimento, diferentemente do *cook-chill*, que após a pasteurização o produto passa por resfriamento rápido, refrigeração ou congelamento para posterior reaquecimento, acabamento e serviço (FIGURA 1).

Figura 1 – Fluxograma de processamento *Sous Vide*.

Fonte: Adaptado de Baldwin (2012).

3.2 Processo produtivo

Como apresentado na Figura 1, o processo produtivo da técnica de SV, de modo amplo, consiste nas etapas de preparo da matéria-prima, embalagem a vácuo, cozimento e resfriamento.

3.2.1 Matéria-prima

O preparo da matéria-prima envolve etapas de toalete (limpeza), corte e/ou porcionamento, adição de temperos e marinados. Para melhor aparência, o produto pode ser parcialmente marcado por grelhas ou assados (pré-cocção), valorizando gostos e aspectos (RAMOS, 2004).

3.2.2 Embalagem a vácuo

O alimento preparado é então embalado a vácuo em embalagem plástica de qualidade alimentícia segura em variações bruscas de temperatura e de baixa permeabilidade a gases e vapor d'água (SCHELLEKENS, 1996). A determinação da pressão de vácuo depende do alimento que irá ser embalado.

Em produtos que contêm molhos ou que são mais sensíveis, como pescados, são utilizadas pressões residuais dentro do pacote de 100 - 120 mbar, e para alimentos firmes é recomendado pressão residual interna de 10 - 15 mbar a fim de reduzir a dilatação do pacote durante o processo de cozimento. Caso no interior do pacote tenha concentração de oxigênio residual alto, o produto irá boiar até a superfície e seu cozimento ocorrerá de forma desigual. Na hipótese deste evento ocorrer podem ser utilizadas grades segurando-o submerso (BALDWIN, 2012; SCHELLEKENS, 1996).

A embalagem a vácuo impede a perda evaporativa de componentes constituintes do sabor e umidade durante o cozimento, e a baixa tensão de oxigênio no interior do pacote dificulta as mudanças oxidativas, as quais podem levar à produção de sabores indesejáveis (CHURCH; PARSONS, 2000).

3.2.3 Cozedura

Na determinação do tempo e da temperatura em que o alimento será submetido deve-se ter atenção aos fatores ligados diretamente à matéria-prima e ingredientes (físico-químicos e microbiológicos). Como cita Baldwin (2012, p. 8), “o tempo de cozimento depende criticamente da espessura da carne: dobrar a espessura da carne quadruplica o tempo de cozimento”, sendo notório que, além dos ingredientes, o tipo de corte e porcionamento podem afetar nessa etapa do processo.

Nessa fase, o tempo e temperatura são as variáveis que mais necessitam de atenção durante o processo, e são elas que caracterizam o cozimento SV. Além de serem fatores que interferem na qualidade sensorial do produto acabado, estão ligados diretamente ao quesito segurança microbiológica dos alimentos.

Após a etapa de embalagem, os alimentos são levados ao banho-maria para efetivamente passarem pelo processo de cozimento. São submersos em água com temperaturas que devem ser extremamente controladas e pré-definidas. Quando submersos, a temperatura interna no pacote tende a subir gradativamente, até que atinja um equilíbrio de

transferência térmica entre a água e o produto. O cozimento é feito em cubas de banho-maria que têm capacidade de aquecimento uniforme e poucas variações de temperatura, assim o alimento é pasteurizado enquanto é cozido. No monitoramento da temperatura, no interior do alimento, podem ser utilizadas sondas térmicas tipo agulha que são introduzidas até o ponto frio do alimento (BALDWIN, 2012).

Chegado ao ponto ideal de cozimento, o produto é então retirado do banho-maria, seguindo o fluxograma *cook-chill*, e resfriado em banho gelado para que sua temperatura abaixe a fim de cessar o cozimento e garantir a sua inocuidade.

O processo de pasteurização não diminui a quantidade de esporos bacterianos patogênicos a nível seguro, o que é um risco no processo *cook-chill* se o alimento demorar a resfriar ou permanecer por muito tempo sob refrigeração, dado que os esporos podem germinar e as células se multiplicarem a níveis inseguros em temperaturas de refrigeração (BALDWIN, 2012).

3.3 Aspectos sensoriais

As características sensoriais são os parâmetros que mais se modificam durante o processamento de alimentos. Uma marca do método SV é a possibilidade de ter alimentos que passam por tratamentos térmicos possuírem valores nutricionais e sensoriais superiores aos produzidos em métodos tradicionais, em virtude de serem preparados envoltos por embalagem plástica evitando a difusão de nutrientes na água de cozimento (SCHELLEKENS, 1996).

Especificar a temperatura e o tempo de duração de cozimento é frequentemente um dos grandes desafios no processamento SV para alcançar características sensoriais desejadas de seus produtos, que ocupam um papel importante na capacidade de retenção de água, maciez e suculência em produtos, principalmente em produtos cárneos (HASANI *et al.*, 2022).

A capacidade de retenção de água interfere na suculência apreciada pelo consumidor. De acordo com Sarcinelli, Venturini e Silva (2007), a suculência é definida como a sensação de umidade observada durante a mastigação pela liberação de líquido da carne e mantida pela gordura presente que estimula a salivação.

Durante o cozimento a maciez está associada a alterações no tecido conjuntivo e nas proteínas miofibrilares. A dissolução térmica do tecido conjuntivo leva ao amaciamento e a desnaturação miofibrilar leva ao endurecimento. No entanto, essas alterações dependem das

condições de cozimento, que são influenciadas pelo binômio tempo e temperatura (OBUZ; DIKEMAN; LOUGHIN, 2003).

A estimativa instrumental pela medição da força de cisalhamento tem sido a principal ferramenta utilizada nos estudos de textura da carne. A força de cisalhamento de Warner-Bratzler é o método mais usado, que utiliza lâminas de cisalhamento que medem a força (Newton) necessária para o rompimento das fibras da carne (PINTO *et al.*, 2010). Quanto maior for a força resultante para o cisalhamento, maior é a dureza da carne (DE OLIVEIRA ROÇA, 2000).

Na pesquisa realizada por Hasani *et al.* (2022) foram avaliadas as características sensoriais do peito de frango produzido pelo método SV. Foram avaliados diferentes parâmetros de tempo e temperatura, usando dois grupos de tempos totais de tratamento. O primeiro no tempo total de tratamento de 120 minutos e o segundo de 180 minutos. Dentro dos dois grupos foram estudadas duas combinações de temperaturas, sendo 50 °C e 60 °C, nas razões de 0:1, 1:1 e 1:2 (TABELA 1).

Tabela 1 - Tratamentos *Sous Vide* aplicados em peitos de frango.

Grupos	Tempo na temperatura de 50 °C (min)	Tempo na temperatura de 60 °C (min)	Razão de tempo de tratamento 50 °C / 60 °C	Tempo total de tratamento (min)
T1	0	120	0:1	120
T2	40	80	1:2	120
T3	60	60	1:1	120
T4	0	180	0:1	180
T5	60	120	1:2	180
T6	90	90	1:1	180

Fonte: Adaptado de Hasani *et al.* (2022).

Os critérios sensoriais de teor de umidade e perda de cozimento e textura foram estudados. Foi observado teor de umidade maior nas amostras tratadas com a combinação de temperaturas, e de forma significativa nas amostras de razão 0:1 e 1:1 no tempo total de 180 minutos, não havendo diferença significativa nas amostras tratadas no tempo de 120 min. Como resultado de perda de cozimento, uma diferença de 4,74% entre as amostras estudadas, sendo amostras tratadas em razões de 1:1 e 1:2 com menores valores de perda comparada às amostras tratadas em uma etapa. Os resultados para o parâmetro de textura foram obtidos através do estudo da força de cisalhamento. Amostras com aplicação de duas etapas de temperatura obtiveram resultados de dureza menores àquelas que não sofreram variação de temperatura. No primeiro grupo as amostras de 120 minutos apresentaram uma variação de

aproximadamente 10 N em relação à tratada em uma temperatura, e nas amostras de 180 minutos a variação foi de aproximadamente 5 N nas mesmas condições.

No estudo realizado por Park *et al.* (2020) peitos de frango foram analisados em temperaturas de 60 °C e 70 °C nos tempos de 60, 120, e 180 minutos em uma única etapa, e amostra tratada em forno convencional por convecção à temperatura interna de 71 °C foi utilizada para comparação. Após obter os resultados observou-se que as amostras tratadas em temperaturas de 60 °C apresentaram menor perda de cozimento em comparativo com todas analisadas, tendo uma diferença aproximada de 19% comparadas com a perda de cozimento da amostra tratada em forno convencional. Em relação aos valores de maciez das amostras, aquela submetida ao tratamento em forno convencional por convecção apresentou valor de dureza de 17,3 N, enquanto a amostra cozida a 60 °C por 60 minutos apresentou o valor de 9,40 N, e a tratada por 70 °C por 60 minutos teve 11 N. Assim, as amostras expostas na temperatura de 60 °C tiveram resultados de dureza menores em comparação aos demais tratamentos.

Ismail, Hwang e Joo (2019) estudaram o cozimento SV em carne semitendinosa de mamíferos. Os autores estudaram a variação em um e dois estágios de cozimento divididos em três grupos (TABELA 2), assim como os autores Hasani *et al.* (2022) e Park *et al.* (2020), investigaram parâmetros sensoriais de perda de cozimento e teor de água e força de cisalhamento foram investigados, apontando aspectos de suculência e maciez.

Tabela 2 - Tratamentos *Sous Vide* aplicados em carne semitendinosa.

Grupo	1º Estágio		2º Estágio		Tempo total de tratamento (horas)
	Temperatura (°C)	Tempo (horas)	Temperatura (°C)	Tempo (horas)	
1	60	6	-	-	6
	65	6	-	-	6
	70	6	-	-	6
	75	6	-	-	6
	60	12	-	-	12
	65	12	-	-	12
	70	12	-	-	12
	75	12	-	-	12
2	45	3	60	3	6
	45	3	65	3	6
	45	3	70	3	6
	45	3	75	3	6
	45	3	60	9	12
	45	3	65	9	12
	45	3	70	9	12
	45	3	75	9	12
3	49	3	60	3	6
	49	3	65	3	6
	49	3	70	3	6
	49	3	75	3	6
	49	3	60	9	12
	49	3	65	9	12
	49	3	70	9	12
	49	3	75	9	12

Fonte: Adaptado de Ismail, Hwang e Joo (2019).

De acordo com os autores a perda de cozimento e teor de umidade das amostras foram afetados pelo tempo de cozimento e temperatura em que as amostras foram submetidas. A perda de umidade foi menor nas amostras estudadas na temperatura de 60 °C nos dois tempos totais de cozimento e apontou menores perdas naquelas expostas à dois estágios de tempo e temperatura. No tempo de 6 horas o valor mínimo de perda de cozimento foi de 21,84% no parâmetro de 49 °C + 60 °C, e no tempo de 12 horas o valor foi de 25,85% no parâmetro de 45 °C + 60 °C. Bem como na perda de cozimento, a dureza também foi afetada pela temperatura e o tempo de exposição das amostras. As amostras tratadas em temperatura de 60 °C apresentaram força de cisalhamento menores e o tempo total de exposição não interferiu significativamente na maciez das amostras.

A partir dos estudos dos autores Hasani *et al.* (2022), Park *et al.* (2020) e Ismail, Hwang e Joo (2019), pode ser observado que o uso de menor temperatura no preparo de peito

de frango e carne semitendinosa de mamíferos no método SV possui menor perda de cozimento e maior grau de maciez.

No tratamento SV, a perda de água é evitada pela solubilização das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares que ligam a água, e a embalagem a vácuo retém o líquido no sistema muscular (ISMAIL *et al.*, 2019). Segundo Baldwin (2012), as proteínas miofibrilares da carne encolhem transversal e longitudinalmente na temperatura de 40 a 60 °C, o que ocasiona o inchaço das miofibrilas aumentando a capacidade de retenção de água, o que pode justificar os menores valores de perdas com uso de temperaturas mais baixas.

Uma parcela considerável dos componentes das proteínas sarcoplasmáticas são as enzimas, e podem ser mencionadas as calpaínas e catepsinas lisossomais (BALDWIN, 2012) e um complexo de protease multicatalítica com seu desempenho proteolítico ótimo em temperaturas de 45 °C (KOOHMARAIE, 1994). As calpaínas têm por função degradar as proteínas da linha Z e as catepsinas são encontradas nos lisossomos das células que além de contribuir na degradação das proteínas miofibrilares influem nas proteínas do tecido conjuntivo contribuindo no amaciamento da carne (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006).

3.4 Aspectos microbiológicos

Na indústria de alimentos, um dos grandes desafios e responsabilidade é levar aos consumidores, além das características sensoriais desejadas, produtos que não proporcionem riscos à saúde de quem os consome. Para que um alimento seja seguro para a ingestão é necessária a aplicação de rigorosas normas higiênico-sanitárias e determinados processos térmicos para que o controle microbiológico seja efetivo (GEITENES *et al.*, 2013).

As características microbiológicas finais do produto acabado e sua vida útil (*shelf life*) dependem diretamente das características intrínsecas da matéria-prima usada (atividade de água e pH), do tipo e número de contagem de bactérias iniciais e atmosfera gasosa (RUSSO *et al.*, 2006). Carnes possuem altos valores de atividade de água e nutrientes que em combinações de fatores externos concebem condições ideais para a proliferação de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Os principais microrganismos encontrados em produtos cárneos são *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.*, bactérias da família *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli*, *Leuconostoc spp.* e *Pseudomonas spp.* (KATHURIA; DHIMAN; ATTRI, 2022).

O objetivo de processos térmicos é realçar o sabor trazendo características ao alimento e reduzir a níveis seguros patógenos que podem ser veiculados por alimentos (BALDWIN, 2012).

Em produtos SV comumente não são utilizados aditivos, principalmente naqueles em que possuem ação conservante. A etapa de cozimento é equivalente à pasteurização ou esterilização, dependendo do tipo de tratamento térmico aplicado (RAMOS, 2004).

O uso de temperaturas mais baixas é um grande obstáculo para a segurança dos alimentos no processamento SV, isso porque o alimento que está sendo processado pode não atingir a temperatura para estabilidade microbiológica ou inativação de células vegetativas. Parte significativa das bactérias patogênicas se desenvolvem em produtos alimentícios em temperaturas de 42 °C e 49 °C, e outros em temperaturas de 50 °C e 55 °C, e o aumento gradativo da temperatura do produto pode ser um fator agravante na multiplicação desses microrganismos, criando uma resistência térmica (CASEMIRO; ZAMBIAZIB; VENDRAMINIA, 2020; ONYEAKA; NWAIZU; EKAETTE, 2022).

Pelo fato de o produto ser cozido dentro de uma embalagem a vácuo, é criado um ambiente anaeróbico que inibe o crescimento de determinados grupos de microrganismos (aeróbicos obrigatórios) durante o aquecimento e pós-tratamento térmico (CUI *et al.*, 2022) e, por se manter dentro da embalagem selada até o consumidor, não há probabilidade de ser recontaminado por não haver manipulação em contato direto com o alimento (RAMOS, 2004).

Stringer e Metris (2018) classificaram os patógenos de produtos SV em quatro grupos de acordo com os níveis de riscos de permanecerem no alimento até o consumo mesmo após o tratamento térmico, sendo eles: bactérias vegetativas incapazes de crescer em temperaturas de refrigeração; bactérias psicrotróficas, não formadoras de esporo, que são inativadas por tratamentos térmicos de pasteurização, mas se sobreviverem ao tratamento térmico podem se multiplicar sobre refrigeração; bactérias psicrotróficas formadoras de esporos que podem sobreviver após pasteurização e possuem capacidade de se desenvolverem sob refrigeração; e as bactérias mesófilas formadoras de esporos, mas que não são capazes de se desenvolverem sob refrigeração.

No mesmo trabalho realizado por Hasani *et al.* (2022), já citado no tópico anterior, foram estudados valores de pasteurização de cozimento *Sous Vide* para inativação microbiológica de *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* e *C. botulinum*, considerando $P_{60}^{6,74}$, P_{70}^{10} , P_{80}^{13} respectivamente, sendo P o valor de pasteurização dado em

minutos obtido pela integração das curvas de perfis do binômio tempo e temperatura e das derivadas das leituras do mesmo binômio notado durante o cozimento, subscrito o valor Z dado em °C e sobrescrito o valor de temperatura de referência. De acordo com os autores, todos os parâmetros de tratamento térmico atingiram valores suficientes para a inativação de *Clostridium perfringens* e *Listeria monocytogenes*, e para o *Clostridium botulinum* os valores de pasteurização foram inferiores àqueles necessários para inativação de esporos.

Clostridium perfringens é uma bactéria anaeróbica e formadora de esporos que pode ser encontrada em intestinos de animais. Dos diversos sorotipos de *C. perfringens* apenas o tipo A é responsável por intoxicações alimentares (SOUZA, 2017). No processamento SV as combinações de tempo e temperatura geralmente não são suficientes para a destruição de seus esporos (COSANSU *et al.*, 2019). Dentro da classificação de Stringer e Metris (2018), *C. perfringens* é uma bactéria mesófila formadora de esporos, cuja temperatura mínima de crescimento é de 15°C, portanto não se multiplica sob refrigeração, ou seja, mantendo o produto refrigerado pode ser evitado o desenvolvimento do patógeno. O que difere dos patógenos *L. monocytogenes* e *C. botulinum*, que por tratamentos térmicos ineficientes e expostos à refrigeração podem se multiplicar a níveis inseguros para consumo. Os parâmetros de tratamento térmico para a inativação completa do *C. botulinum* são de 121,1 °C por 3 minutos, com valor Z de 10 °C (STRINGER; METRIS, 2018), o que em produtos SV não é possível atingir.

A fim de proporcionar a inocuidade dos produtos após tratamento, principalmente aqueles em que no processo de cozimento é usado binômios de tempo e temperatura que são inferiores para a completa inativação de células vegetativas e esporos dos prováveis patógenos presentes, a combinação com resfriamento e refrigeração posterior e imediata é eficaz no crescimento de microrganismos mesófilos (STRINGER; METRIS, 2018).

Aviles *et al.* (2022) estudaram a resistência térmica de cepas de *Salmonella enterica* em hambúrgueres de frango e legumes. No tratamento térmico foram utilizadas temperaturas de 65 °C, 70 °C e 75 °C. No estudo a cepa de *S. enteritidis* inoculada a partir de ovos foi a bactéria mais resistente ao tratamento térmico, com valor D_{65} de 7,09 minutos, equivalente a 6,44 minutos maior que a cepa de *Salmonella typhimurium* ($D_{65} = 0,65$ min) e valor Z de 8,88 °C. Considerada uma redução de 7 logs de *Salmonella* para que seja considerado um produto sem riscos de causar toxinfecção alimentar, os hambúrgueres foram submetidos ao tratamento térmico de 75 °C por 4 minutos e analisados. O tratamento térmico foi efetivo para a redução

a níveis aceitáveis de bactérias aeróbicas mesófilas totais, bolores e leveduras e bactérias proteolíticas.

4 CONCLUSÃO

Foi perceptível como pouco ainda é difundida a técnica SV, mas com a apresentação das pesquisas realizadas no segmento é possível verificar que estudos com a aplicação de cozimentos utilizando o SV são crescentes. A partir da exposição das características da técnica e procedimentos de preparo pode-se verificar que é um sistema pouco complexo e de fácil aplicação. Quando se é conhecido o produto que será submetido ao método SV é possível alcançar parâmetros sensoriais como desejados, porém com o uso de baixas temperaturas os aspectos microbiológicos devem ser respeitados para que não tragam riscos à saúde. As pesquisas consideradas nesta revisão usando a técnica SV foram satisfatórias nos parâmetros sensoriais e de segurança microbiológica dos alimentos, demonstrando que é possível aplicar a técnica para atingir produtos com propriedades de suculência e maciez mais realçadas e livres de microrganismos patogênicos quando aplicados o binômio tempo e temperatura adequados.

REFERÊNCIAS

- ABALOS, R. A. *et al.* Vacuum impregnation: A methodology for the preparation of a ready-to-eat sweet potato enriched in polyphenols. **LWT – Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 131, Sept. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820307623>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- ANDRIGHETTO, C. *et al.* Maturação da carne bovina (Ageing of meat beef). **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, [s.l.], v. 7, n. 6, p. 1-6, jun. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612666003.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.
- AVILES, M. V. *et al.* Thermal resistance for *Salmonella enterica* strains in *Sous-vide* chicken-and-vegetable patties. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [Amsterdam], v. 28, June 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22000750>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- AYUB, H.; AHMAD, A. Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [Amsterdam], v. 17, Oct. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X18301021>. Acesso em: 19 jul. 2022.
- BALDWIN, D. E. Sous vide cooking: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [Amsterdam], v. 1, n. 1, p. 15–30, Jan. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X11000035>. Acesso em: 08 jun. 2022.
- BERTHOLON, G. **Food safety with the art of Sous Vide**. Food Safety Magazine, Troy, 2022. Disponível em: <https://www.food-safety.com/articles/7474-food-safety-with-the-art-of-sous-vide>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- CASEMIRO, Í. de P.; ZAMBIAZIB, P. C.; VENDRAMINIA, A. L. do A. Sous-vide: aplicações e qualidade de vegetais. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 73-115, 2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/alimentos/article/view/1754/1069>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and *sous vide* methods. **International Journal of Food Science & Technology**, Malden, v. 35, n. 2, p. 155-162, Mar. 2000. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2621.2000.00361.x>. Acesso em: 09 ago. 2022.

COSANSU, S. *et al.* Effect of grape seed extract on heat resistance of *Clostridium perfringens* vegetative cells in *sous vide* processed ground beef. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 120, p. 33–37, June 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919301012>. Acesso em: 01 jul. 2022.

CULINARY, RESEARCH & EDUCATION ACADEMY. **History of Crea Academy**. United States: CREA, 2022. Disponível em: <https://lecrea.wpengine.com/history-of-crea/>. Acesso em: 02. jun. 2022.

CUI, Z. *et al.* Application of *sous vide* cooking to aquatic food products: a review. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, p. 1-6, Jan. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/6qxccHYZmr6MPc9BZ3q8fNb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DE OLIVEIRA ROÇA, R. **Propriedades da carne**. Botucatu, 2000. 11 p. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2022.

GEITENES, S. *et al.* Growth modeling of lactic acid bacteria and microbiological analysis in two types of sliced vacuum package cooked ham. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 15, n. 1, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269656801_Growth_Modeling_of_Lactic_Acid_Bacteria_and_Microbiological_Analysis_in_Two_Types_of_Sliced_Vacuum_Package_Cooked_Ham. Acesso em: 28 jun. 2022.

HASANI, E. *et al.* Effect of combination of time and temperature on quality characteristics of *sous vide* chicken breast. **Foods**, [Basel], v. 11, n. 4, Feb. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35205995/>. Acesso em: 08 jun. 2022.

ISMAIL, I. *et al.* The alternative approach of low temperature-long time cooking on bovine semitendinosus meat quality. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [Seoul], v. 32, n. 2, p. 282–289, Feb. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30208691/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

ISMAIL, I. *et al.* Control of *sous-vide* physicochemical, sensory, and microbial properties through the manipulation of cooking temperatures and times. **Meat Science**, [Oxford], v. 188, June 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174022000559>. Acesso em: 20 jul. 2022.

ISMAIL, I.; HWANG, Y.-H.; JOO, S.-T. Interventions of two-stage thermal *sous-vide* cooking on the toughness of beef semitendinosus. **Meat Science**, [Oxford], v. 157, Nov. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174019302499>. Acesso em: 25 jun. 2022.

KATHURIA, D.; DHIMAN, A. K.; ATTRI, S. Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review. **Trends in Food Science and Technology**, [London], v. 119, p. 57-68, Jan. 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421006439>. Acesso em: 19 jun. 2022.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, [Oxford], v. 36, n. 1-2, p. 93-104, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22061455/>. Acesso em: 02 jun. 2022.

OBUZ, E.; DIKEMAN, M. E.; LOUGHIN, T. M. Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef longissimus lumborum and biceps femoris tenderness. **Meat Science**, [Oxford], v. 65, n. 2, p. 841–851, Oct. 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22063447/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ONYEAKA, H.; NWAIZU, C.-C.; EKAETTE, I. Mathematical modeling for thermally treated vacuum-packaged foods: A review on sous vide processing. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 126, n. 1, p. 73–85, Aug. 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224422002114>. Acesso em: 31 ago. 2022.

PARK, C. H. *et al.* Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat. **Poultry Science**, [Savoy], v. 99, n. 6, p. 3286–3291, June 2020. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579120301644>. Acesso em: 05 jun. 2022.

PINTO, M. F. *et al.* Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1405–1410, jun. 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/3bLsqqZrvXGGpgqLNdvSts/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 jun. 2022.

RAMOS, A. E. A. **O Sistema Sous Vide**. 2004. 34 p. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RONDANELLI, M. *et al.* Nutritional advantages of sous-vide cooking compared to boiling on cereals and legumes: Determination of ashes and metals content in ready-to-eat products.

Food Science & Nutrition, [Hoboken], v. 5, n. 3, p. 827–833, Mar 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28572974/>. Acesso em: 09 jul. 2022.

RUSSO, F. *et al.* Behaviour of *Brochothrix thermosphacta* in presence of other meat spoilage microbial groups. **Food Microbiology**, [London], v. 23, n. 8, p. 797–802, Dec. 2006.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16943085/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. da. **Características da carne suína**. Universidade Federal do Espírito Santo, Boletim Técnico - PIE-UFES:00907. 2007. 7 p.

Disponível em: http://agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf. Acesso em: 30 ago. 2022.

SCHELLEKENS, M. New research issues in sous-vide cooking. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 7, n. 8, p. 256–262, Aug. 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0924224496100273>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SOUZA, L. T. *Clostridium perfringens*: uma revisão. 2017. 48 p. Monografia (Especialização em Microbiologia de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

STRINGER, S. C.; METRIS, A. Predicting bacterial behaviour in sous vide food. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [Amsterdam], v. 13, p. 117–128, Oct. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X17300689>. Acesso em: 30 ago. 2022.