



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO PARA REDUZIR A DETERIORAÇÃO POR BOLORES EM EMPANADO
DE FRANGO COM APLICAÇÃO DE ÁCIDO SÓRBICO**

Taciana Gonzatto Bolzan

Porto Alegre
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ESTUDO PARA REDUZIR A DETERIORAÇÃO POR BOLORES EM EMPANADO
DE FRANGO COM APLICAÇÃO DE ÁCIDO SÓRBICO**

Taciana Gonzatto Bolzan

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia de Alimentos para obtenção do
título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Aline Schilling Cassini

Co-orientadora: Giovana Domeneguini Mercali

Porto Alegre
2010

**ESTUDO PARA REDUZIR A DETERIORAÇÃO POR BOLORES EM EMPANADO
DE FRANGO COM APLICAÇÃO DE ÁCIDO SÓRBICO**

Taciana Gonzatto Bolzan

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Aline Schilling Cassini (Orientadora)
Doutora em Engenharia Química
DEQUI - UFRGS

Giovana Domeneguini Mercali (Co-orientadora)
Mestre em Engenharia Química
DEQUI - UFRGS

Cristiano Machado Moresco
Engenheiro de Alimentos
ICTA – UFRGS

Jeverson Franzon
Ph.D em Bioquímica
ICTA – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Às minhas orientadoras Aline Cassini e Giovana Mercali pelo tempo dedicado a me auxiliar e às suas correções sempre pertinentes.

Aos meus colegas de trabalho pelo companheirismo e amizade e, em especial, ao Márcio, que me auxiliou nas tomadas de decisão em relação a este trabalho.

Às amigas com as quais eu tive a sorte de conviver durante os últimos anos.

E aos meus pais, Idelfonso e Juçara, que não pouparam esforços para minha educação e formação. A eles também agradeço pelo apoio e carinho.

RESUMO

O desenvolvimento de métodos de conservação tem sido foco das indústrias de alimentos, tanto para otimizar os custos de produção e distribuição como para assegurar a qualidade de seus produtos. A contaminação dos alimentos por microrganismos degradadores se apresenta como um problema recorrente, principalmente nos produtos que necessitam de refrigeração para sua conservação. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a eficácia da utilização de ácido sórbico em produtos empanados de frango. Neste estudo não foi possível afirmar que houve diferença significativa para a contagem de bolores entre as amostras padrão e com aplicação de ácido sórbico. No entanto, foi observado que a amostra tratada com 0,02% de ácido sórbico veiculado em álcool obteve melhor aparência que as demais, não apresentando colônias desenvolvidas de fungos. O ácido sórbico não é aprovado pela legislação brasileira para utilização em produtos empanados, ainda assim, deve ser uma alternativa a ser considerada devido ao seu baixo custo e provável ação antimicrobiana.

ABSTRACT

The development of conservation methods has been the focus of the food industry, to optimize the costs of production and distribution as well as to ensure the quality of their products. Contamination of food by degrading microorganisms presents as a recurring problem, especially in products that require refrigeration for preservation. Thus, the aim of this work was to study the effectiveness of the sorbic acid use in breaded chicken products. It was not possible to say in this study that there was significant difference in the mold count considering the standard samples and those with sorbic acid application. However, it was observed that the sample treated with 0.02% sorbic acid diffused into alcohol got better appearance than the others samples, showing no developed colonies of fungi. Sorbic acid is not approved by the Brazilian legislation for use in breaded products, yet it must be an alternative to be considered due to its low cost and antimicrobial potential activity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Condições de crescimento para alguns microrganismos deteriorantes.....	24
Tabela 2: Formulação dos testes.	28
Tabela 3: Cronograma de análises microbiológicas.....	31
Tabela 4: Tratamento aplicado e modo de armazenamento das amostras.....	32
Tabela 5: Resultados microbiológicos agrupados por veículo utilizado na aplicação de ácido sórbico.	33
Tabela 6: Resultados microbiológicos agrupados por modo de armazenamento.	34
Tabela 7: Resultados microbiológicos para as amostras expostas à temperatura ambiente.....	36
Tabela 8: Análise de Variância das análises microbiológicas para o teste a temperatura ambiente.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do processo produtivo de empanados de frango.	13
Figura 2: Discos perfurados para moagem (WEISS, 2010).	14
Figura 3: Equipamento para formagem (ÁVILA, 2006).	15
Figura 4: Aplicador de <i>pre dust</i> e soprador de ar (BARBUT, 2002).	16
Figura 5: Tanque de mistura de <i>batter</i> BARBUT (2002).	17
Figura 6: Aplicador de <i>breader</i> (BARBUT, 2002).	18
Figura 7: Diagrama esquemático de fritura em linhas contínuas de processamento (BARBUT, 2004).	19
Figura 8: Forno helicoidal BARBUT (2002).	20
Figura 9: Fluxograma de produção das amostras.	29
Figura 10: Monitoramento da temperatura das amostras submetidas a variação de temperatura.	35
Figura 11: Empanado de frango sem aplicação de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.	37
Figura 12: Empanado de frango com aplicação de 0,01% de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.	37
Figura 13: Empanado de frango com aplicação de 0,02% de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 PRODUTOS EMPANADOS	12
2.2 MATÉRIAS-PRIMAS	13
2.3 PROCESSO PRODUTIVO	13
2.3.1 Redução de tamanho	14
2.3.2 Mistura.....	15
2.3.3 Moldagem.....	15
2.3.4 <i>Pre dusting</i>	16
2.3.5 <i>Batter</i>	16
2.3.5 <i>Breader</i>	18
2.3.6 Pré-Fritura	19
2.3.7 Cozimento	20
2.3.8 Congelamento	20
2.4 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA.....	21
2.4.1 pH.....	22
2.4.2 Atividade de água.....	22
2.4.3 Temperatura.....	23
2.5 MICRORGANISMOS DETERIORANTES	25
2.6 MÉTODOS QUÍMICOS DE CONSERVAÇÃO	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 MATÉRIA-PRIMA E FORMULAÇÃO	28
3.2 ALTERNATIVA A SER TESTADA.....	28
3.3 CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS	29
3.4 ANÁLISES REALIZADAS.....	31
3.4.1 Análises sob temperatura de congelamento.....	31
3.4.2 Análise sob temperatura ambiente	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 EXPERIMENTOS REALIZADOS SOB TEMPERATURADE CONGELAMENTO	33
4.2 EXPERIMENTOS REALIZADOS À TEMPERATURA AMBIENTE.....	36
5. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

A vida de prateleira dos bens de consumo tem papel importante no retorno financeiro que um produto pode gerar. O investimento em alternativas tecnológicas que estendam a durabilidade de produtos alimentícios tem sido foco de estudos relacionados ao desenvolvimento de aditivos, embalagens e novos processos na indústria.

A contaminação dos alimentos por microrganismos degradadores passa a ser preocupação das empresas produtoras, uma vez que o mercado exige qualidade contínua dos itens que consome.

No que diz respeito aos produtos que tem sua qualidade assegurada pela cadeia do frio, enfrenta-se a dificuldade de manter baixas temperaturas, em especial para alimentos congelados. Tanto no transporte e armazenamento, quanto na distribuição, os congelados sofrem constantes variações de temperatura. Sendo estes produtos conhecidamente mais perecíveis, se tornam mais suscetíveis à contaminação por microrganismos, estando fora das condições ótimas de conservação.

Produtos com alta atividade de água e grande quantidade de nutrientes são alvos da contaminação por bolores e leveduras. Empanados, pizzas congeladas e lasanhas, entre outros, tem sua vida de prateleira reduzida pelo aparecimento de bolores em sua superfície. Apesar das boas práticas aplicadas nas indústrias, a quebra da cadeia do frio e a exposição constante destes itens a situações adversas geram diversas reclamações de consumidores insatisfeitos com a conservação apresentada pelos alimentos adquiridos. Em levantamento de dados realizado previamente, pode-se identificar produtos expostos nos locais de venda a -2°C , sendo que a temperatura de armazenamento é de -12°C , na qual produtos congelados alcançam facilmente mais de seis meses de vida de prateleira.

A aplicação de conservantes que atuem na superfície e não somente no interior dos alimentos, pode ser uma alternativa economicamente viável para o aumento da vida de prateleira destes produtos. Alguns aditivos já utilizados nas áreas de panificação e embutidos como ácido sórbico e fumaças naturais, se apresentam como tecnologia aplicável em empanados de frango.

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é testar a aplicação de ácido sórbico a produtos empanados de frango para a redução da incidência de bolores nestes produtos. Para tanto, amostras de empanados receberam a aplicação do conservante ácido sórbico aspergido em soluções de água e álcool e foram submetidas a diferentes tempos de exposição sob variadas condições a fim de se observar a contaminação ou não das amostras. Análises microbiológicas e visuais foram utilizadas para a comparação dos tratamentos estudados no aumento da vida de prateleira do produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão sobre as matérias-primas e as operações unitárias utilizadas na fabricação de empanados, bem como os principais fatores que afetam a qualidade microbiológica destes produtos.

2.1 PRODUTOS EMPANADOS

Tendo sido introduzidos a partir dos anos 80, os empanados obtiveram grande sucesso dentre os produtos produzidos a partir de carne de frango.

Os produtos empanados eram originalmente produzidos com pedaços marinados de peito de frango. A utilização de recorte, pele e carne mecanicamente separada, como matéria-prima surgiu posteriormente no mercado, para dar vazão aos recortes gerados no processamento de carcaças (BARBUT, 2002).

Com o objetivo de se aproximar da aparência de uma porção íntegra de carne, são adicionados ingredientes não-cárneos como cloreto de sódio, fosfatos e polifosfatos, que aumentam a força iônica do meio e a solubilidade das proteínas miofibrilares. Outros ingredientes, como proteína de origem vegetal, são também empregados (ORDÓÑEZ, 2005).

No Brasil, a Instrução Normativa 06 de 15 de fevereiro de 2001 aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados. Segundo o Anexo III desta normativa, entende-se por empanado, o produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001).

2.2 MATÉRIAS-PRIMAS

Os ingredientes obrigatórios para a produção de empanados são as carnes de diferentes espécies de animais de açougue. Ainda podem ser adicionados ingredientes como farinhas, condimentos, molhos, vegetais e proteína de origem vegetal, a qual não pode ultrapassar 4% de adição. Os produtos empanados devem apresentar, no máximo, 30% de carboidratos totais e um mínimo de 10% de proteína (BRASIL, 2001).

2.3 PROCESSO PRODUTIVO

Um fluxograma simplificado do processo produtivo de empanados pode ser observado na Figura 1. A seguir serão descritas, sucintamente, as etapas mais relevantes do processo.

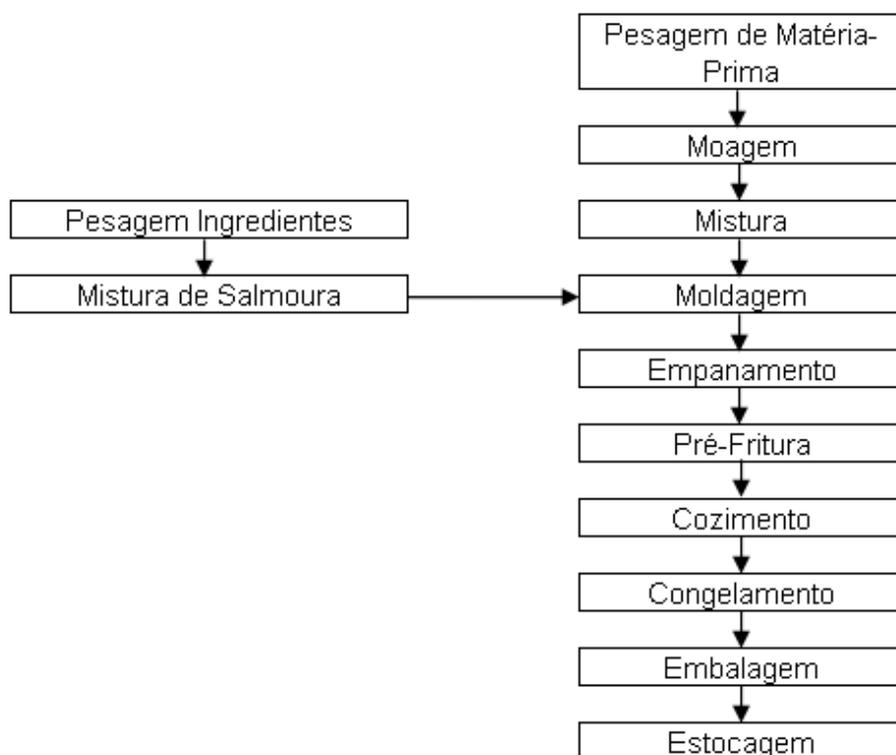


Figura 1: Fluxograma do processo produtivo de empanados de frango.

2.3.1 Redução de tamanho

A redução de tamanho dos recortes de carne utilizados desempenha importante papel na extração de proteínas solúveis. O processo facilita a ligação posterior da mistura e é mais comumente realizado através de moedor. Tal equipamento consiste em uma rosca sem fim que conduz a matéria-prima de encontro a discos de diferentes tamanhos de orifício (VARNAM E SUTHERLAND, 1995). Na Figura 2, são mostrados diferentes discos perfurados para acoplamento em moedores.

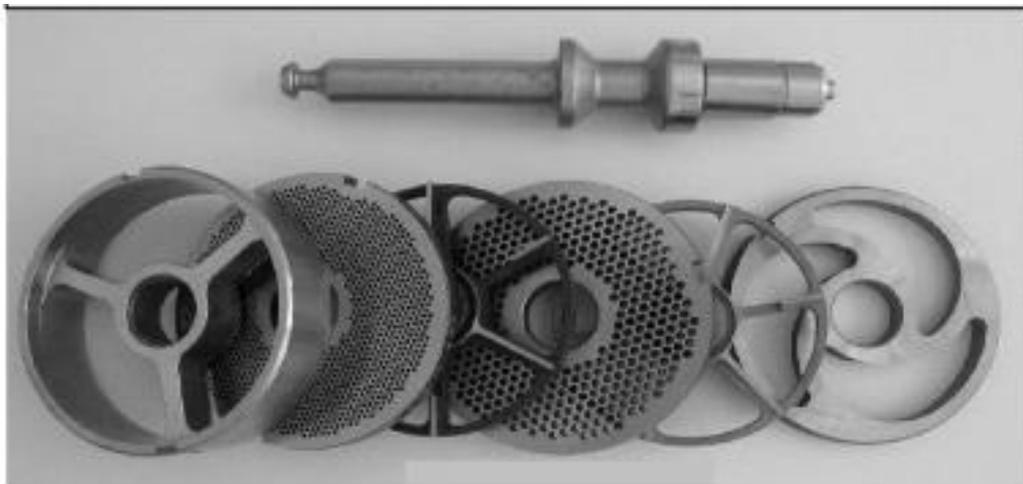


Figura 2: Discos perfurados para moagem (WEISS, 2010).

Existem, basicamente, quatro formas de preparar o músculo para a utilização em formados: moagem por discos ou navalhas, cortes transversais às fibras do músculo, cortes paralelos às fibras do músculo ou a combinação dos métodos (ÁVILA, 1996).

2.3.2 Mistura

A mistura das matérias-primas cárneas à salmoura, que contém aditivos e flavorizantes, pretende homogeneizar e por em contato os ingredientes da formulação. Para tanto, utilizam-se misturadores de cuba horizontal dotados de pás giratórias opostas, que irão exercer força de cisalhamento sobre as proteínas da carne. Estes movimentos aumentam a área de contato das proteínas, bem como solubilizam os componentes funcionais que irão atuar no processo de coesão da estrutura da massa (ORDÓÑEZ, 2005).

Segundo Ávila (1996), a temperatura mais indicada para a massa é entre -4°C e 0°C. Dessa forma, evita-se o amolecimento da massa e, conseqüentemente, um aspecto indesejável para o produto final.

2.3.3 Moldagem

A etapa de moldagem consiste, mais comumente, na aplicação de pressão a um bloco previamente congelado de mistura (ORDÓÑEZ, 2005). A pressão exercida pela máquina formadora (Figura 3) empurra a massa congelada através de moldes com o formato específico do produto que se deseja obter. Após o enchimento dos moldes, a placa que contém os moldes se movimenta para frente do equipamento, liberando a massa já formada para prosseguir no processo produtivo (ÁVILA, 1996).



Figura 3: Equipamento para formagem (ÁVILA, 2006).

2.3.4 *Pre dusting*

Comumente utilizado como primeira camada de empanamento, o *pre dust* absorve a umidade superficial do produto formado, sendo uma etapa intermediária entre a produção do produto e as etapas subsequentes de empanamento. A farinha de trigo é uma alternativa usual para esta etapa e sua aplicação consiste na queda do ingrediente sobre o produto e seu acúmulo na esteira de passagem, como mostra a Figura 4. Para a retirada do excesso de farinha, utilizam-se sopradores de ar (BARBUT, 2002).

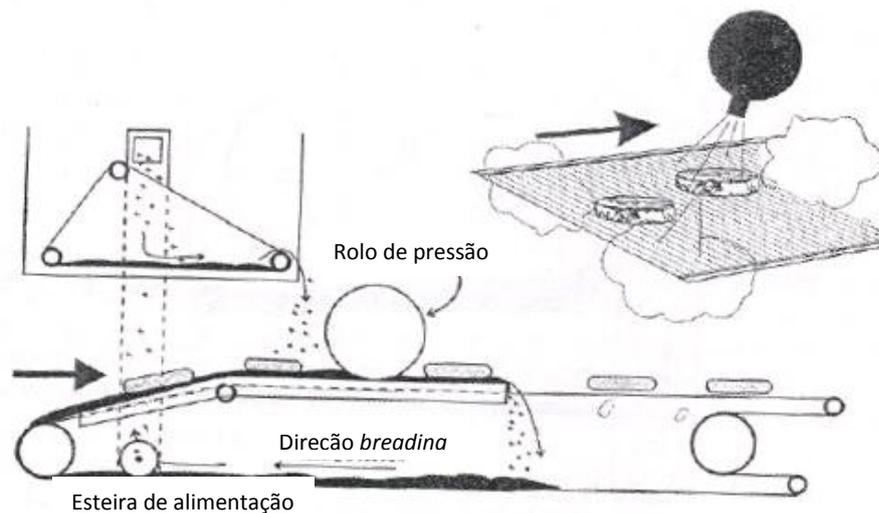


Figura 4: Aplicador de *pre dust* e soprador de ar (BARBUT, 2002).

2.3.5 *Batter*

O *batter* é uma suspensão de sólidos que age como elemento ligante entre o substrato e a camada mais externa de empanamento (GL, 2002). Os *batters* podem ser do tipo adesão, os quais aderem ao produto cárneo, de coesão, que formam um envelope no entorno do produto e os *batters* tempura, que são aerados/fermentados e são utilizados como camada final de empanamento (BARBUT, 2002).

O equipamento que realiza a dissolução da mistura seca de *batter* em água consta na Figura 5.

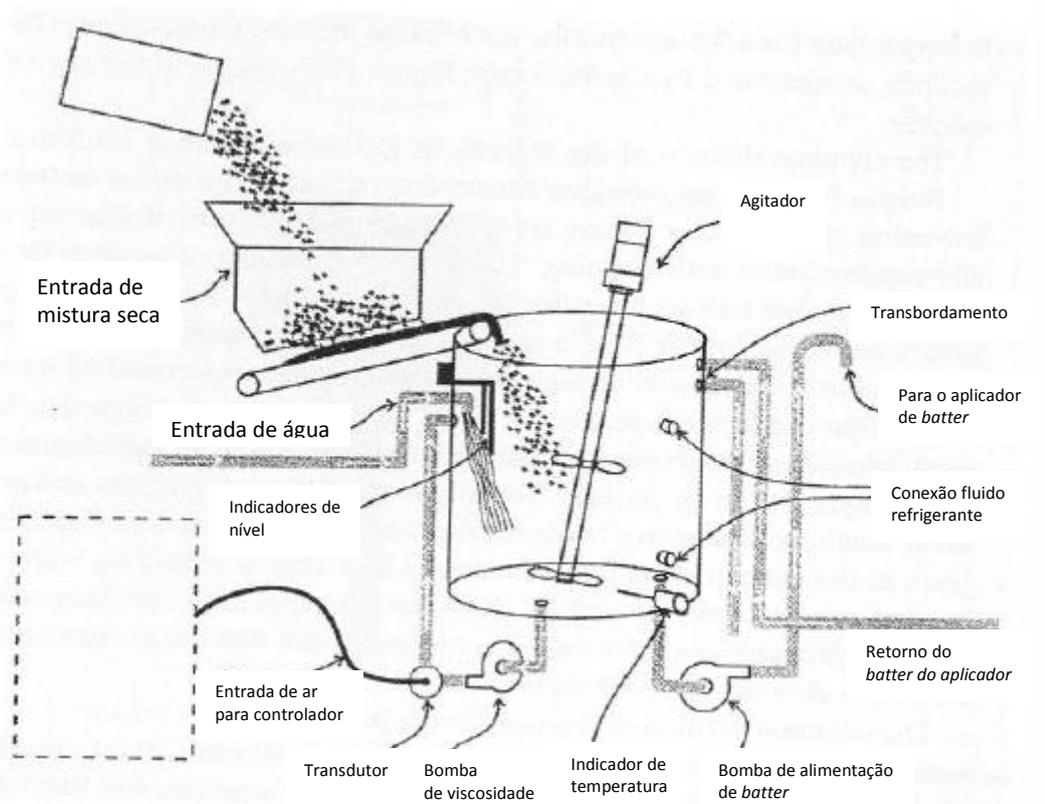


Figura 5: Tanque de mistura de *batter* BARBUT (2002).

Os atributos físicos do *batter* são definidos pela sua composição. As características importantes que um *batter* deve apresentar são miscibilidade, homogeneidade e viscosidade apropriada para o recobrimento do produto, possibilitando a adesão da camada subsequente de empanamento (BORTULOZZI, 2006).

Os principais ingredientes de um *batter* são a farinha de trigo, a farinha de milho, amidos modificados ou não, gomas, proteínas e aromatizantes. A medição da viscosidade de um *batter* é pelo copo de viscosidade. Este instrumento mede o tempo requerido para que um determinado volume de líquido possa fluir através de um orifício (GL, 2002).

2.3.5 *Breader*

A farinha de cobertura final do produto empanado é comumente conhecida como *breader*. Esta é uma base de cereal e seus principais atributos são granulometria, coloração, escurecimento e absorção de umidade e gordura (BORTULOZZI, 2006).

A granulometria do *breader* irá determinar algumas propriedades do produto final, tais como: ganho de peso devido à última etapa do empanamento, absorção de água e ajuste da cobertura à base de carne, uniformidade da cobertura, aparência final e textura do produto (GL, 2002).

A aplicação desta etapa é realizada por equipamento semelhante ao apresentado na Figura 6.

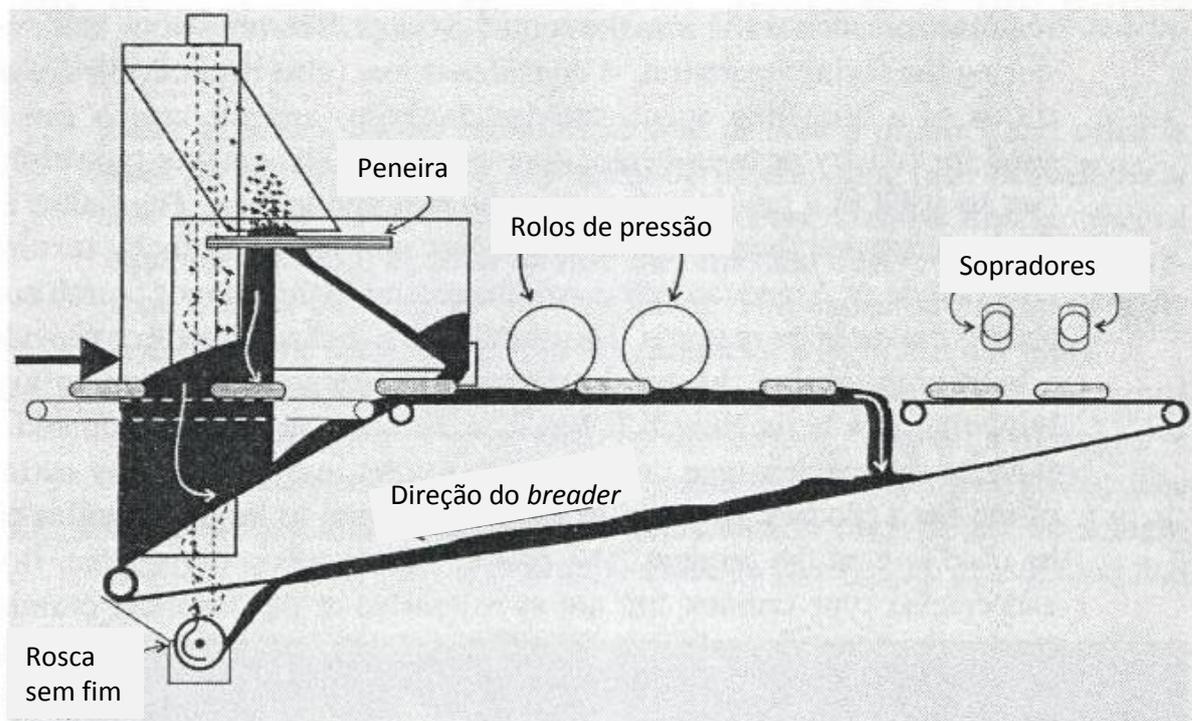


Figura 6: Aplicador de *breader* (BARBUT, 2002).

2.3.6 Pré-Fritura

A etapa de fritura de um produto empanado tem como objetivo conferir coloração e “cimentar” os componentes do sistema de empanamento (BARBUT, 2002). A Figura 7 traz um diagrama esquemático de como ocorre o processo de fritura por submersão em linhas contínuas de processamento (BARBUT, 2004).

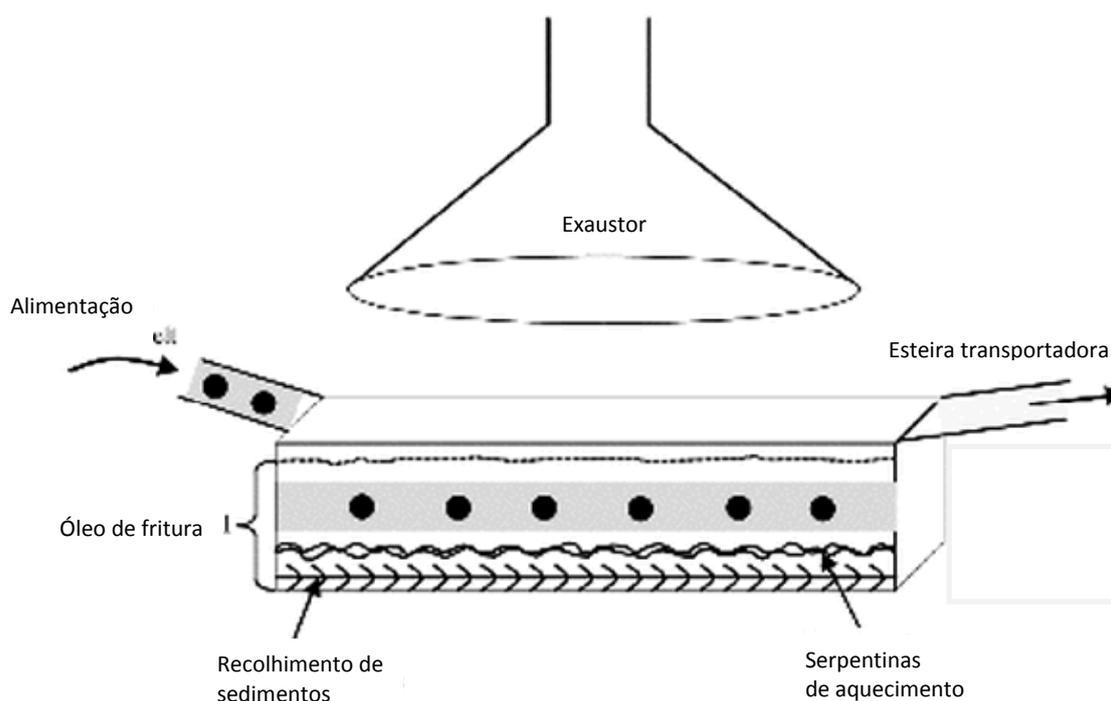


Figura 7: Diagrama esquemático de fritura em linhas contínuas de processamento (BARBUT, 2004).

Para produtos que são parcialmente fritos, BARBUT (2004) indica uma temperatura de 195°C para o óleo de fritura e um tempo de um minuto na imersão do produto. Bortoluzzi (2006), por sua vez, refere-se a uma temperatura de aproximadamente 180°C durante 20 a 35 segundos.

Neste processo, a água presente é convertida em vapor e migra para a parte externa do produto ao mesmo tempo em que o óleo de fritura começa a penetrar na cobertura do empanado, reduzindo a migração de umidade para a superfície.

2.3.7 Cozimento

A aplicação de um processo térmico letal adequado é decisiva na preservação do alimento, tanto para prevenir o risco para saúde pública como para alcançar um alimento de vida de prateleira confiável (BOWN, 2003).

O cozimento também é responsável pelo aroma característico, sabor e coloração final dos produtos. Para tanto, são utilizados fornos lineares com fluxo de ar horizontal, vertical ou de circulação forçada ou fornos espirais (BORTOLUZZI, 2006). Na Figura 8, apresenta-se o desenho de um forno espiral.

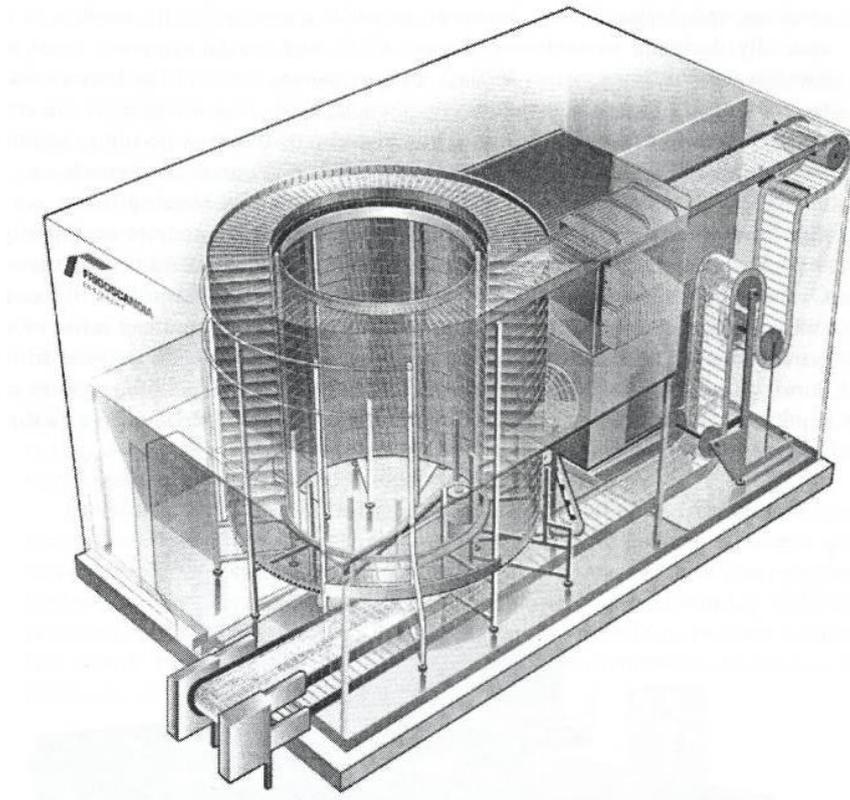


Figura 8: Forno helicoidal BARBUT (2002).

2.3.8 Congelamento

O processo de congelamento visa controlar o crescimento microbiológico e preservar aspectos organolépticos do produto (BORTOLUZZI, 2006). Os produtos

congelados são menos susceptíveis à oxidação e à perda das camadas de empanamento. Os métodos de congelamento rápido individual (IQF) são utilizados para produtos pequenos e apresentam vantagem frente aos processos lentos de congelamento uma vez que estes aumentam a migração de umidade para dentro da cobertura dos produtos (BARBUT, 2002).

2.4 FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

Segundo Jay (2005), as propriedades naturais e intrínsecas dos alimentos afetam o crescimento dos microrganismos. Propriedades como pH, atividade de água, conteúdo de nutrientes, constituintes bactericidas e as estruturas biológicas podem ser utilizadas na prevenção e retardamento do crescimento de organismos patogênicos e deterioradores. Para a maioria dos alimentos, o ajuste da carga de microrganismos inicial e da temperatura de armazenamento, a redução da atividade de água, a redução do pH, a utilização de conservantes e das embalagens adequadas é o suficiente para prevenir ou retardar o crescimento dos microrganismos (SINGH e ANDERSON, 2004).

A carne de frango, mais especificamente, é altamente perecível. Fatores extrínsecos como congelamento e o armazenamento em temperaturas de congelamento previnem a degradação da carne. O estabelecimento da cadeia de frio de forma adequada garante a vida de prateleira do produto, mas esta depende não somente da cadeia do frio, como também de vários outros fatores, tais como a natureza da degradação, a microflora natural do alimento, entre outros (MEAD, 2004).

2.4.1 pH

Já está estabelecido que a maioria dos microrganismos cresce melhor em valores de pH próximos de 7,0. A maioria das carnes e pescados tem pH de 5,6 ou maior. Esta característica torna estes produtos mais suscetíveis à degradação por bolores e leveduras (JAY, 2005). Com relação ao efeito do pH no crescimento e na sobrevivência de microrganismos em alimentos, Zeuthen e Bogh-Sorensen (2003) dividem os microrganismos em cinco grupos distintos. O grupo que compreende as espécies de bolores e leveduras tem seu pH mínimo de crescimento fora da faixa de pH de alimentos ácidos como suco de limão. Dessa forma, o pH utilizado como única barreira contra estes organismos não é o suficiente para prevenir a degradação dos alimentos.

2.4.2 Atividade de água

Desde a colocação de que o equilíbrio termodinâmico (atividade de água) se mostra mais importante na determinação do crescimento microbiológico do que o conteúdo de umidade, a atividade de água tem sido adotada como um dos fatores mais importantes para o crescimento de microrganismos.

Apesar da maioria das bactérias não se multiplicar em atividade de água inferior a 0,75, alguns bolores e leveduras xerofílicos podem crescer em atividade de água abaixo de 0,65 e 0,6, respectivamente (SINGH e ANDERSON, 2004).

Ainda assim, Alzanora et al. (2003) chamam atenção para o fato de que a sobrevivência ou morte de um microrganismo influenciada pela atividade de água é complexa. Muitos fatores intrínsecos e extrínsecos diferem os alimentos, processos e microrganismos envolvidos.

2.4.3 Temperatura

A temperatura de armazenamento pode determinar se haverá crescimento rápido, crescimento lento, parada do crescimento ou até morte dos microrganismos (SINGH e ANDERSON, 2004).

A degradação de carne de frango normalmente se dá por microrganismos não patogênicos, os quais tornam o alimento inapto para o consumo. Ainda assim, patógenos tolerantes a baixas temperaturas, podem se multiplicar, atingindo níveis perigosos, sem que a degradação seja um indicador evidente de contaminação (MEAD, 2004).

Segundo JAY (2005), os bolores são capazes de crescer em amplas faixas de temperatura, muitos deles, como algumas linhagens de *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Thamnidium*, crescem inclusive à temperatura de refrigeração.

Na Tabela 1, estão listados alguns microrganismos que causam deterioração dos alimentos e as condições mínimas de crescimento para cada um deles.

Tabela 1: Condições de crescimento para alguns microrganismos deteriorantes.

Microrganismos	Condições mínimas de crescimento		
	Temperatura (°C)	a _w	pH
Bolores	<0	0,80	<2,0
Leveduras	-5	0,88	1-5
Bactérias Halofílicas		0,75	4,5
Bactérias Xerofílicas		0,61	1,5-3,5
Bactérias Osmofílicas		0,61	1,5-3,5
Bactérias ácido lácticas	4	0,94	3,5
Micrococci	4	0,90	5,0
<i>Acetobacter spp.</i>	5	0,95	2,6
<i>Acinetobacter spp.</i>	1	0,96	5,5
<i>Alternaria spp.</i>	1	0,75	2,7
<i>Aspergillus niger</i>	0	0,80	1,2
<i>Aspergillus spp.</i>	0	0,64	2,0
<i>Bacillus subtilis</i>	5	0,95	4,2-5
<i>Botrytis cinerea</i>	-2	0,93	2,5
<i>Cândida spp.</i>	0	0,70	1,3
<i>Enterobacter aerogenes</i>	2	0,95	4,4
<i>Fusarium spp.</i>	-3	0,87	2,2
<i>Mucor spp.</i>	0	0,80	3,0
<i>Penicillium spp.</i>	-6	0,78-0,90	1,9
<i>Pseudomonas spp.</i>	<0	0,97	5,5
<i>Rhizopus stolonifer</i>	5	0,93	2,5
<i>Trichosporon spp.</i>	0	0,87	2,0

Fonte: SINGH e ANDERSON (2004).

2.5 MICRORGANISMOS DETERIORANTES

Algumas bactérias lácticas, leveduras e *Pseudomonas spp.* podem degradar produtos congelados de frango. Estes microrganismos psicotróficos podem ser originários das fazendas de criação bem como das águas de processo ou da planta industrial (MEAD, 2004).

Segundo SINGH e ANDERSON (2004), existe um grande número de bactérias que podem causar a degradação dos alimentos sem, no entanto, provocar doenças. Bolores como *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.* e *Rhizopus* são constantemente responsáveis pela degradação de alimentos.

2.6 MÉTODOS QUÍMICOS DE CONSERVAÇÃO

O uso de métodos de conservação por tratamento químico se deve parcialmente à utilização de alguns destes compostos no tratamento de doenças, sem que, no entanto, todos os compostos quimioterápicos possam ser utilizados como conservantes em alimentos (JAY, 2005). O uso do sal para redução da atividade de água é um dos exemplos mais antigos de conservação por aditivos químicos. Outros aditivos, tais como os fosfatos e ácidos, podem ser aplicados para aumento da vida de prateleira e redução da carga microbiológica (BARBUT, 2004).

A utilização de fumaças como agentes bactericidas e bacteriostáticos é feita há séculos. Segundo BARBUT (2004), fenóis e ácidos orgânicos presentes nas fumaças contribuem para seus efeitos preservativos sobre os alimentos. De acordo com o estudo realizado por Martin et al. (2010), a utilização de fumaça líquida foi efetiva como bactericida para *frankfurters* contra *Listeria monocytogenes*. Houve redução de ao menos um log inicial de *Listeria monocytogenes* e supressão do crescimento por mais de 130 dias.

A estrutura fenólica dos antioxidantes tem ação inibitória contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, assim como em bolores e leveduras (BARBUT, 2004). Bañón et al. (2007) atribuíram à aplicação de extrato de semente de uva com

metabissulfito de sódio e extrato de chá verde com metabissulfito de sódio uma melhora nos aspectos microbiológicos, perda de cor e oxidação lipídica em formados de carne crua. O uso de extratos de chá verde e de semente de uva melhorou a ação do metabissulfito de sódio.

Em estudos sobre a utilização de ácidos orgânicos, Sallam (2006) observou aumento da vida de prateleira de salmão de 8 para 12, 12 e 15 dias em função da aplicação de acetato de sódio, lactato de sódio e citrato de sódio, respectivamente. Naveena et al. (2006) fizeram uso de ácido láctico com óleo de cravo e vitamina C em bifés de búfalo. A aplicação levou a um aumento na vida de prateleira do produto, bem como a aplicação da combinação dos três aditivos melhorou os aspectos sensoriais de cor e odor.

O ácido sórbico e seus sais são empregados como conservantes em alimentos, sendo principalmente eficientes contra mofo e leveduras. Além da atuação da redução do pH intracelular, outros fatores podem estar ligados ao seu modo de ação. Quanto ao seu metabolismo, este aditivo é transformado no corpo em CO₂ e H₂O, assim como os ácidos graxos (JAY, 2005).

Stratford et al. (2009), em estudo sobre o modo de inibição de bolores por ácido acético e ácido sórbico, chegaram a resultados que demonstraram que os bolores foram trinta vezes mais resistentes ao ácido acético do que ao ácido sórbico. Ainda assim, as culturas inibidas com ácido sórbico apresentaram crescimento tardio e, conforme o inóculo era aumentado, a dose mínima inibitória crescia substancialmente se comparada a do ácido acético. No que concerne o modo de inibição, a aplicação de ácido sórbico provocou decréscimo do pH intracelular para a faixa de 6,3, não sendo suficiente para inibir o crescimento. No entanto, o ácido sórbico se encaixa na gama de compostos inibitórios pela ação na estrutura lipofílica da parede celular.

Segundo JECFA (1973) a dose diária aceitável de ácido sórbico e seus sais de cálcio e potássio é de 25 mg/kg de peso corpóreo.

No que tange à legislação brasileira, a portaria N^o 1.004, de 11 de dezembro de 1998, aprova a atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. Esta portaria define que produtos secos, curados e/ou maturados embutidos ou não, podem utilizar como conservante o ácido sórbico e seus sais para tratamento de superfície (uso externo). Os empanados cozidos de frango não se enquadram nesta categoria. Para a

categoria na qual o empanado cozido se enquadra não é listada a utilização de ácido sórbico e seus sais.

Segundo WHO (2000) *apud* TFOUNI e TOLEDO (2002), nove países forneceram informações ao JECFA sobre a ingestão de benzoatos. O comitê chegou à conclusão de que nem todos os produtos em que era permitido o uso de benzoato realmente fazia-se uso deste aditivo, necessitando de maior número de dados sobre utilização e consumo do aditivo. Em estudo sobre a presença de benzoatos e ácido sórbico em alimentos no Brasil, TFOUNI e TOLEDO (2002) concluíram que a real utilização de benzoatos e sorbatos é significativamente menor do que o nível máximo autorizado.

Estudos preliminares (FERRAND et al. 1998 *apud* FERRAND et al. 2000) mostraram a ocorrência de interações entre ácido sórbico e os grupos funcionais aminas, os quais estão comumente presentes em alimentos. No entanto, resultados mostraram que os produtos envolvidos não apresentaram atividade mutagênica ou, tão pouco, atividade genotóxica (FERRAND et al. 2000).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATÉRIA-PRIMA E FORMULAÇÃO

A matéria-prima utilizada é proveniente de um abatedouro de aves localizado no Rio Grande do Sul. Foram utilizados recortes de peito de frango sem ossos, cartilagens ou hematomas, mantidos entre 0 e 4°C por no máximo 4 dias nas câmaras de armazenamento de produtos resfriados do abatedouro. Também foi utilizada carne mecanicamente separada de frango (CMS) proveniente de dorso e pescoço e pele de frango. Os recortes, CMS e pele utilizados são relatados aqui como “matérias-primas” para preservar o sigilo da formulação utilizada pela empresa onde o trabalho foi realizado. A formulação utilizada para os testes se encontra na Tabela 2.

Tabela 2: Formulação dos testes.

<i>Ingrediente</i>	<i>%</i>
Matérias-Primas	48
Outros ingredientes	18
Farinhas	34
Total	100

3.2 ALTERNATIVA A SER TESTADA

O método escolhido para teste foi a aplicação do conservante ácido sórbico aspergido em soluções de água e álcool nas concentrações de 0,01g/100g de produto e 0,02g/100g de produto.

Os testes, bem como um padrão sem a aplicação do conservante, foram mantidos sob duas condições diferentes de armazenamento. Na primeira condição, o produto foi armazenado em freezer horizontal à temperatura de -12°C. A segunda condição proposta foi o armazenamento sob variação de temperatura, ou seja, às 7 horas e 30 minutos o freezer foi desligado e às 17 horas e 30 minutos o freezer foi reativado, para simular a variação de temperatura imposta ao produto em condições de quebra da cadeia do frio.

Dessa forma, procura-se simular mais realisticamente as situações de desligamento dos freezers pelo varejo no período da noite.

3.3 CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras foram produzidas de acordo com o fluxograma da Figura 9.

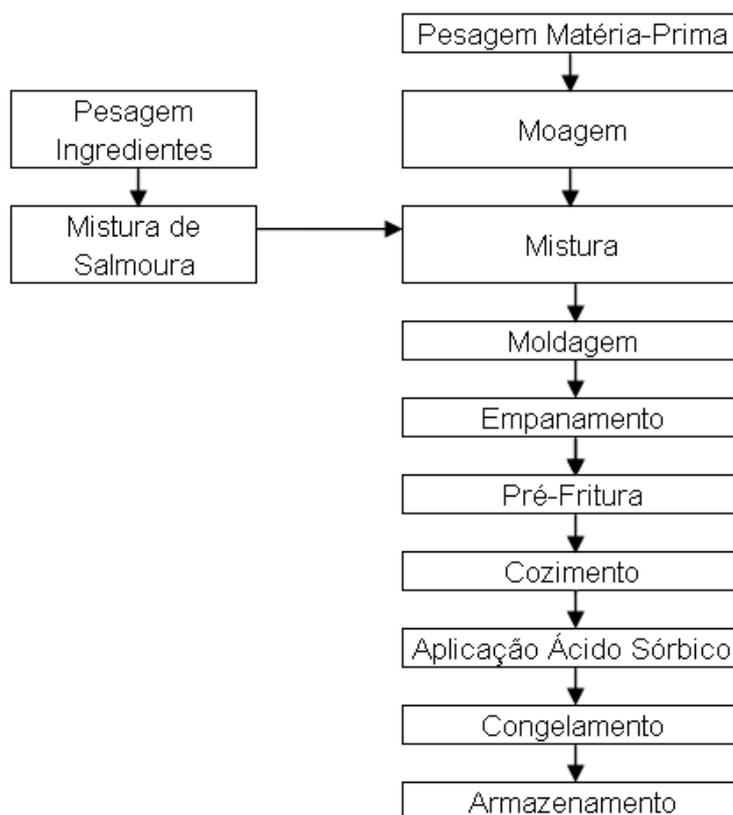


Figura 9: Fluxograma de produção das amostras.

Os recortes e a CMS foram pesados em balança de piso conforme formulação. Os recortes e a pele congelada em blocos foram moídos em moedores Incomaf, modelo TR-160, e Laska, modelo W400G, respectivamente. Cada um destes moedores é utilizado para moagem de matérias primas resfriadas e congeladas especificamente. O restante dos ingredientes foi pesado e acrescido de água em um tanque misturador de salmoura até dissolução completa dos ingredientes.

A matéria-prima e a salmoura foram transferidas para misturador de marca Wolfking, modelo TSMIV. A mistura foi realizada durante 10 minutos e foi adicionado de nitrogênio líquido para redução da temperatura da massa até -4,5°C.

Após a verificação da temperatura final, a massa foi transferida para a Formadora de empanados, Formax, modelo F19, o qual forma as peças de carne pela pressão exercida sobre a massa através de uma placa molde. As peças formadas seguiram para a primeira etapa de empanamento com farinha de trigo, seguida pela imersão em líquido de empanamento (*batter*) e empanamento final com farinha para empanar a base de trigo. A adequação da quantidade de farinhas e líquido de empanamento retida pelo produto foi realizada através de sopradores de ar localizados ao longo da linha de processamento, os quais retiram o excesso de empanamento aderido às peças.

As peças empanadas foram pré-fritas em fritadeira industrial da marca Stein a uma temperatura de 195°C por 30 segundos e cozidas em forno helicoidal da marca Stein, modelo GCO66 durante 8 minutos a temperatura de 150°C.

Foi realizada a aplicação de ácido sórbico pela aspensão das soluções teste sobre o produto. Foi determinado que cada peça recebia 1,52% em peso de solução aspergida. Logo, as soluções foram preparadas com 6 gramas de ácido sórbico por litro de água ou álcool para a concentração de 0,01g/100g de produto e com 13 gramas de ácido sórbico por litro de água ou álcool para a concentração de 0,02g/100g de produto.

As amostras foram congeladas em túnel de congelamento IQF por 50 minutos à temperatura de -35°C e armazenadas em embalagens plásticas com 300 gramas de amostra cada uma. O peso individual final das amostras ficou na faixa de 18 até 20 gramas.

As amostras padrão foram produzidas da mesma forma e na mesma data de produção sem, no entanto, receberem a aspensão de nenhuma solução.

3.4 ANÁLISES REALIZADAS

3.4.1 Análises sob temperatura de congelamento

Nesta análise, as amostras foram submetidas à variação de temperatura entre -22°C e 2°C. O armazenamento, neste caso, foi realizado em freezer vertical, o qual era desligado, diariamente, às 7 horas e 30 minutos e novamente ligado às 17 horas e 30 minutos. O monitoramento da temperatura a qual as amostras estavam sendo submetidas foi realizado através de termopar com armazenamento de dados.

Para que fosse possível a comparação entre as amostras submetidas à variação de temperatura com amostras conservadas de acordo com a indicação da legislação vigente para produtos congelados, uma parte das amostras foi armazenada em freezer horizontal a temperatura de -12°C, conforme indicado na Tabela 4.

Foram realizadas análises de contagem de bolores mesófilos a 22°C, incubados durante 6 dias no laboratório do próprio abatedouro. As amostras foram coletadas de forma composta, ou seja, de diversas embalagens estocadas e enviadas ao laboratório segundo o cronograma da Tabela 3.

Tabela 3: Cronograma de análises microbiológicas.

Primeiro mês		Segundo mês		Terceiro mês		Quarto mês	
14/jul	1 semana	11/ago	5 semanas	8/set	9 semanas	6/out	13 semanas
21/jul	2 semanas	18/ago	6 semanas	15/set	10 semanas	13/out	14 semanas
28/jul	3 semanas	25/ago	7 semanas	23/set	11 semanas	20/out	15 semanas
4/ago	4 semanas	1/set	8 semanas	29/set	12 semanas	27/out	16 semanas

Segundo os indicadores de reclamações de consumidores fornecido pela empresa, o período de maior frequência de reclamações seria no terceiro mês de vida de prateleira do empanado de frango. Portanto, a duração dos testes foi programada para quatro meses.

3.4.2 Análise sob temperatura ambiente

Nesta análise, os empanados de frango foram submetidos à temperatura ambiente durante seis dias consecutivos. A partir do quarto dia de exposição, as amostras foram analisadas diariamente quanto à contagem de bolores mesófilos.

Os tratamentos aplicados e os modos de armazenamento ao quais as amostras foram submetidas estão organizados na Tabela 4, para melhor entendimento.

Tabela 4: Tratamento aplicado e modo de armazenamento das amostras.

<i>Amostra</i>	<i>Tratamento aplicado</i>	<i>Modo de armazenamento</i>
1	sem aplicação	Em freezer a -12°C
2	0,01% de ácido sórbico em água	
3	0,02% de ácido sórbico em água	
4	0,01% de ácido sórbico em álcool	
5	0,02% de ácido sórbico em álcool	
6	sem aplicação	Variação de temperatura entre -22°C a 2,0°C
7	0,01% de ácido sórbico em água	
8	0,02% de ácido sórbico em água	
9	0,01% de ácido sórbico em álcool	
10	0,02% de ácido sórbico em álcool	
11	sem aplicação	A temperatura ambiente (20°C em média)
12	0,01% de ácido sórbico em álcool	
13	0,02% de ácido sórbico em álcool	

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos para os experimentos realizados sob refrigeração e à temperatura ambiente separadamente.

4.1 EXPERIMENTOS REALIZADOS SOB TEMPERATURADE CONGELAMENTO

Os resultados obtidos para contagem de bolores mesófilos constam nas Tabelas 5, 6 e 7. Na Tabela 5, as amostras estão organizadas de forma a comparar os veículos utilizados na aplicação do ácido sórbico.

Tabela 5: Resultados microbiológicos agrupados por veículo utilizado na aplicação de ácido sórbico.

Veículo utilizado na aplicação	Amostra	Contagem microbiológica (UFC/g)					
		Semana					
		0	2	7	11	14	16
Água	2	$1,0 \times 10^1$	ND	$1,0 \times 10^1$	ND	ND	ND
	3	$1,0 \times 10^1$	ND	ND	ND	ND	ND
	7	ND	$3,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND	$1,1 \times 10^2$	ND	ND
Álcool	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	$1,0 \times 10^1$	ND	ND	ND
	9	ND	ND	ND	ND	$3,4 \times 10^2$	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = abaixo do limite de detecção do método.

Observa-se na Tabela 5 que houve apenas dois resultados acima do limite detectável da análise microbiológica nas amostras nas quais o álcool de cereais foi utilizado como veículo, enquanto sete amostras nas quais a água foi utilizada como veículo apresentaram-se acima do limite detectável. Esse resultado pode ser explicado pelo aumento do teor de umidade no produto causado pela aspersão de água no produto.

Na Tabela 6, estão os resultados microbiológicos agrupados conforme seu modo de armazenamento.

Tabela 6: Resultados microbiológicos agrupados por modo de armazenamento.

Modo de armazenamento	Amostra	Contagem microbiológica (UFC/g)					
		Semana					
		0	2	7	11	14	16
Em freezer a -18°C	1	ND	ND	1,0x10 ¹	ND	ND	1,4x10 ²
	2	1,0x10 ¹	ND	1,0x10 ¹	ND	ND	ND
	3	1,0x10 ¹	ND	ND	ND	ND	ND
	4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	1,0x10 ¹	ND	ND	ND
Variação de temperatura entre -22°C a 2,0°C	6	ND	ND	1,0x10 ¹	ND	ND	ND
	7	ND	3,0x10 ¹	1,0x10 ¹	ND	ND	ND
	8	ND	ND	ND	1,1x10 ²	ND	ND
	9	ND	ND	ND	ND	3,4x10 ²	ND
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Observando os resultados da Tabela 6, não é possível afirmar que existe diferença entre os resultados das amostras submetidas à variação de temperatura e o resultado daquelas que foram mantidas sob congelamento à temperatura constante. Houve cinco e seis resultados acima do nível de detecção para as amostras armazenadas em freezer e sob variação de temperatura, respectivamente.

A Figura 10 apresenta os dados do monitoramento da temperatura no freezer onde foram armazenadas as amostras submetidas à variação de temperatura. O monitoramento apresentado na Figura 10 é referente a aproximadamente um mês de armazenamento. Conforme visualizado nesta figura, a temperatura das amostras variou entre -22°C e 2°C .

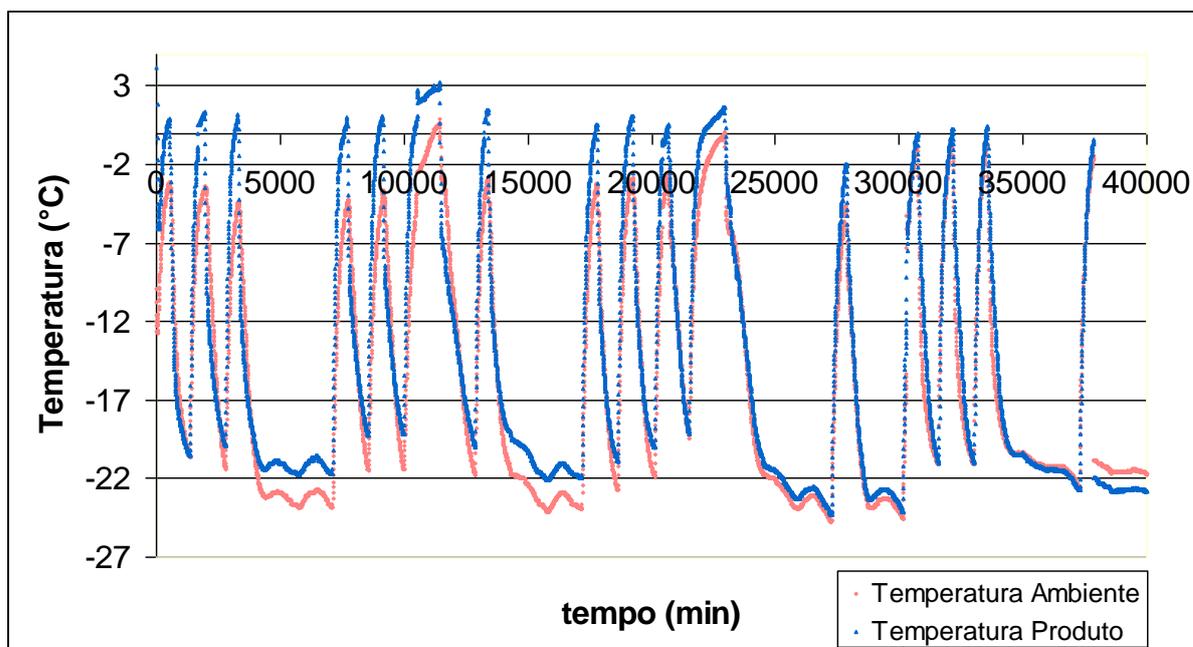


Figura 10: Monitoramento da temperatura das amostras submetidas a variação de temperatura.

De forma geral, não foi possível observar a efetividade do ácido sórbico na conservação dos empanados de frango e, tampouco, a influência da variação de temperatura na estabilidade microbiológica destes produtos.

A partir desses resultados, especulou-se que a exposição das amostras à variação de temperatura apresentada na Figura 10 não foi o suficiente para acelerar o desenvolvimento de bolores, conforme era esperado. Acredita-se que a variação aplicada não foi comparável àquela a qual os produtos são expostos nos pontos de venda, uma vez que o período de duração do teste foi superior ao período de validade transcorrido em que se aponta maior incidência de reclamações a respeito do surgimento dos fungos.

Sendo assim, a fim de testar condições ainda mais drásticas, as amostras foram expostas à temperatura ambiente por até 6 dias. Em função dos resultados anteriormente obtidos, as amostras nas quais se utilizou a água como veículo foram excluídas deste teste por apresentarem menor estabilidade microbiológica.

4.2 EXPERIMENTOS REALIZADOS À TEMPERATURA AMBIENTE

Na Tabela 7, são apresentados os resultados das análises microbiológicas realizadas com as amostras 11, 12 e 13, que foram mantidas a temperatura ambiente por até 6 dias.

Tabela 7: Resultados microbiológicos para as amostras expostas à temperatura ambiente.

Amostras	Tratamentos	Contagem microbiológica (UFC/g)		
		N° de dias a temperatura ambiente		
		4	5	6
11	Sem aplicação	$1,5 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$1,8 \times 10^5$
12	0,01% de ácido sórbico em álcool	$1,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	$6,3 \times 10^4$
13	0,02% de ácido sórbico em álcool	$3,0 \times 10^2$	$6,4 \times 10^3$	$4,1 \times 10^4$

Os valores de contagem microbiológica apresentados na Tabela 7 foram submetidos a uma avaliação estatística por meio de Análise de Variância (ANOVA) no software Excel, para um intervalo de confiança de 95%. As variáveis analisadas foram os diferentes tratamentos aplicados e o número de dias em que a amostra permaneceu exposta a temperatura ambiente. Como pode ser observado na Tabela 8, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados e entre os dias avaliados na contagem microbiológica das amostras.

Tabela 8: Análise de Variância das análises microbiológicas para o teste a temperatura ambiente.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Tratamentos	$3,84 \times 10^9$	2	$1,92 \times 10^9$	1,02	0,44	6,94
Dias	$1,49 \times 10^{10}$	2	$7,43 \times 10^9$	3,94	0,11	6,94
Erro	$7,55 \times 10^9$	4	$1,89 \times 10^9$			
Total	$2,62 \times 10^{10}$	8				

Entretanto, uma análise dos resultados da Tabela 7 demonstra que a contagem de bolores apresentou um leve aumento com o passar dos dias. Ainda, verifica-se que no sexto dia de análise o produto sem tratamento apresentou o maior

valor de contagem de bolores, seguido pelo tratamento com 0,01% de ácido sórbico (amostra 12).

Marín et al. (2002) constataram que o uso de sorbato de potássio foi efetivo na inibição do crescimento de fungos em produtos de panificação em condições de pH 4,5 e 6,0 para qualquer atividade de água entre os níveis de 0,85 e 0,90.

As Figuras 11, 12 e 13 apresentam as fotografias das amostras 11, 12 e 13, respectivamente.



Figura 11: Empanado de frango sem aplicação de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.



Figura 12: Empanado de frango com aplicação de 0,01% de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.



Figura 13: Empanado de frango com aplicação de 0,02% de ácido sórbico após 6 dias de exposição a temperatura ambiente.

Embora não haja diferença estatística significativa entre as amostras, a amostra 13, com aplicação de 0,02% do ácido sórbico, se mostrou visualmente melhor que as demais. O desenvolvimento das hifas e micélios dos fungos não estava em estágio tão avançado quando comparado às outras amostras. Além disso, a amostra 13 apresentou um valor final de contagem de bolores um pouco inferior às demais amostras.

Silveira et al (2007) observaram diferença significativa no crescimento microbiológico em massa para pastel interfolhada com filme plástico incorporado com 3% e 6% de ácido sórbico. Segundo este estudo, as concentrações de ácido sórbico incorporado de 3% e 6% mostraram-se efetivas na redução do crescimento microbiano quando comparadas com a amostra sem aplicação do conservante.

5. CONCLUSÃO

A vida de prateleira e a estabilidade microbiológica de um alimento causam grande impacto sobre o custo do produto, sobre a logística necessária para sua distribuição e, de forma geral, na viabilidade econômica do produto. Sendo assim, os métodos utilizados para a conservação de um alimento têm importância fundamental e devem ser consideradas todas as etapas nas quais pode haver falhas que comprometam a qualidade ou a segurança do alimento.

Produtos que necessitam da cadeia do frio para a manutenção de suas características podem ser prejudicados devido ao custo das operações envolvidas bem como o abuso de temperatura nos pontos de comercialização. Dessa forma, os empanados de frango, que não apresentariam deterioração por bolores em condições ideais de armazenamento, necessitam de métodos adicionais de conservação como, por exemplo, a aplicação de ácido sórbico, proposta neste trabalho.

Tendo em vista os resultados apresentados, não se pode chegar a um resultado conclusivo quanto à eficácia da utilização de ácido sórbico em produtos empanados de frango. Não foi possível afirmar que houve diferença entre as avaliações realizadas comparando o produto mantido à temperatura correta de armazenamento e o armazenamento submetido à variação de temperatura. Ainda assim pode-se observar que a utilização de água como veículo para aspensão do conservante pode elevar a umidade superficial do produto levando a um aumento da contaminação microbiológica.

Como não foi verificado visualmente o aparecimento de bolores e existe histórico de reclamações fornecido pela empresa, acredita-se que a variação de temperatura aplicada não foi tão drástica quanto a que é praticada por alguns pontos de venda. Outro fator determinante pode ter sido o tempo previsto de experimento de quatro meses, o qual pode ter sido insuficiente para a variação de temperatura utilizada.

Mediante a análise dos resultados apresentados para os testes realizados sob refrigeração, seguiu-se para uma abordagem visando condições mais drásticas, ou seja, a exposição do produto a temperatura ambiente. Apesar de não haver

diferença significativa entre as amostras, a amostra com aplicação de 0,02% de ácido sórbico apresentou-se visualmente melhor que as demais, com o desenvolvimento das colônias em estágio menos avançado e contagem microbiológica final um pouco inferior às demais.

O ácido sórbico, apesar de não ser aprovado legalmente para utilização empanados, é uma alternativa que deve ser considerada para a conservação deste tipo de produto em função de seu baixo custo e da provável ação antimicrobiana que este agente apresenta.

Novos testes devem ser realizados para comprovar este efeito e uma análise criteriosa das condições de armazenamento dos supermercados deve ser realizada.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, C.P. Formados In: Olivo, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: Ed. do Autor, 2006, 680p.

BAÑÓN, et. al. Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. **Meat Science**, v. 77, p. 626–633, 2007.

BARBUT, S. **Poultry Products Processing**: An Industry Guide. Boca Raton: CRC Press LLC, 2002. 548p.

BARBUT, S. Other poultry preservation techniques In: Mead G.C. **Poultry Meat Processing and Quality**. Woodhead Publishing, 2004, 408p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. IN nº06 de 15 de Fevereiro de 2001. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarlegislacao.do?Operacao=visualizar&id=2198>>. Acesso em 10/10/2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.004 de 11 de Dezembro de 1998. Disponível em: <<http://www.lifemotion.com.br/teste/Grupobeltec/Orientador/PORTARIA%201004.pdf>>. Acesso em 21/10/2010.

BORTOLUZZI, R.C. Empanados In: Olivo, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: Ed. do Autor, 2006, 680p.

BOWN, G. Developments in conventional heat treatment. In: Zeuthen, P. Bogh-Sorensen, L. **Food Preservation Techniques**. Woodhead Publishing, 2003, 600p.

FERRAND, C. et al. Mutagenicity and genotoxicity of sorbic acid-amine reaction products. **Toxicology in Vitro**, v. 14, p. 423-428, 2000.

GL-LABORATORIES WORLDWIDE. **Guia completo para sistemas de cobertura**. Guarulhos: Ed. do Autor, 2002, 41 p.

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.

JECFA. (1973) Seventeenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food: Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications. FAO Nutrition Meeting report Ser. No. 53; WHO Tech. Report Ser. No. 539, Geneva, 1973.

MARÍN, S. et al. Risk assessment of the use of sub-optimal levels of weak-acid preservatives in the control of mould growth on bakery products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, p. 203-211, 2002.

MARTIN, E.M. et al. Spray application of liquid smoke to reduce or eliminate *Listeria monocytogenes* surface inoculated on frankfurters. **Meat Science**, v. 85, p. 640-644, 2010.

MEAD, G.C. Shelf-life and spoilage of Poultry Meat In: Mead G.C. **Poultry Meat Processing and Quality**. Woodhead Publishing, 2004, 408p.

NAVEENA, B.M. et al. Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. **Meat Science**, v. 74, n.2, p 409-415, 2006.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. 1ª ed., Porto Alegre: Editora Artmed, 2005, 293 p.

SALLAM, K.I. Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. **Food Chemistry**, v. 101, p. 592-600, 2007.

SILVEIRA, M.F.A. et al. Active film incorporated with sorbic acid on pastry dough conservation. **Food Control**, v. 18, p. 1063-1067, 2007.

SINGH, R.P. & ANDERSON, B.A. The major types of food spoilage: an overview In: STEELE R. **Understanding and Measuring the Shelf-Life of Food**. Woodhead Publishing, 2004, 424p.

STRATFORD, M. et al. Inhibition of spoilage mould conidia by acetic acid and sorbic acid involves different modes of action, requiring modification of the classical weak-acid theory. **International Journal of Food Microbiology**, v. 136, p. 37–43, 2009.

VARNAM, A.H. & SUTHERLAND, J.P. **Meat and Meat Products**: Technology, chemistry and microbiology. London: Chapman & Hall, 1995. 430p.

WEISS, J. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, p. 196–213. 2010.