

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

Christine Scandolara

**Influência dos Amidos Nativos e Modificados nas Propriedades Físico-
químicas e de Textura da Mortadela de Frango**

Passo Fundo

2017

Christine Scandolara

**Influência dos Amidos Nativos e Modificados nas Propriedades Físico-
químicas e de Textura da Mortadela de Frango**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Orientador: Prof. Drº. Elci Lotar Dickel

Co-orientador: Drº Luiz Carlos Gutkoski

Passo Fundo

2017

Christine Scandolara

Influência dos Amidos Nativos e Modificados nas Propriedades Físico-químicas e de Textura da Mortadela de Frango

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr^o. Elci Lotar Dickel

Co-orientador: Dr^o Luiz Carlos Gutkoski

Data da defesa: 31 de março de 2017.

Componentes da banca examinadora

Prof. Dr^o. Elci Lottar Dickel – UPF – Orientador

Prof. Dr^o. Luis Carlos Gutkoski – UPF – Co-orientador

Prof. Dr^o. Fernando Piloto – UPF

Prof. Dr^a. Luciana Ruschel dos Santos – UPF

CIP – Catalogação na Publicação

S277i Scandolaro, Christine
Influência dos amidos nativos e modificados nas
propriedades físico-químicas e de textura da mortadela de
frango / Christine Scandolaro. – 2017.
76 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Elci Lotar Dickel.
Coorientador: Dr. Luiz Carlos Gutkoski.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.) – Universidade de Passo Fundo, 2017.

1. Embutidos (Alimentos). 2. Amido. 3. Alimentos –
Indústria. 4. Mortadela - Processamento. I. Dickel, Elci Lotar,
orientador. II. Gutkoski, Luiz Carlos, coorientador. III. Título.

CDU: 664

Catalogação: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241

“Dedico esta dissertação ao meu Avô Aurélio Scandolara (*in memoriam*) que me ensinou o significado de dedicação, humildade e trabalho.”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus e a Nossa Senhora por me permitir realizar este trabalho. Agradeço por tudo que tenho e conquisto nesta vida, pois são eles que me permitiram ter.

A minha família, pelo apoio constante, não me deixando esmaecer nos momentos difíceis, em especial a minha madrinha e mãe Loreci Trentin e a minha prima e irmã Ayessha Rigo.

Ao meu orientador Professor Dr^o. Elci Lotar Dickel que nunca perdeu a fé em nosso trabalho e me mostrou que respeito e carinho valem mais do que qualquer título. A Professora Dr^a. Luciana Ruschel dos Santos pelo seu apoio e acreditar neste trabalho.

A toda equipe do Laboratório de Cereais da Universidade de Passo Fundo. A Dr^a Tatiana Oro pelo apoio e ensinamentos.

As alunas da graduação do Curso de Engenharia de Alimentos que auxiliaram com as análises: Gabriela Santetti, Caroline Vicenzi e Vanessa Esteres.

As colegas de mestrado Kelly Pelc e Meri Bolt que me auxiliaram para continuar nesta jornada.

Ao Médico Veterinário Jair Oliveira que me auxiliou na elaboração das amostras deste projeto.

A Empresa BRF por permitir a realização do trabalho disponibilizando matérias-primas, ingredientes e seus laboratórios.

A Coordenadora da Garantia da Qualidade Aline Dall'agnol que com sua generosidade permitiu a minha ausência no trabalho para me dedicar a esta jornada.

A Luisa Bortuluzzi e Louise Pissolato que auxiliaram na execução das análises nos laboratórios da Empresa.

A minha equipe de mulheres maravilhosas que tocaram os trabalhos da Garantia da Qualidade de forma brilhante mesmo nos momentos de ausência. Cricelda Perin, Raquel Ramalho, Karize De Cezare, Bruna Giacomelli e Lucimara Sterssi, minha eterna gratidão e carinho por tudo que fazem diariamente por mim na vida profissional e pessoal, vocês sempre estarão no meu coração.

A Aline Milan, amiga de todas as horas me dando força e me mostrando o futuro a ser conquistado.

E por fim aos amigos da vida toda, Tiago, Tamires, Jussara, Vanessa, Mara e Gorete que sempre estiveram comigo nesta jornada.

“A maior recompensa do trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” John Ruskin

RESUMO

A fabricação de produtos cárneos industrializados representa uma parte importante da indústria cárnica mundial. Dentro da gama de produtos cárneos emulsionados produzidos no país têm-se as mortadelas as quais se caracterizam por produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão de carne de frango, suíno ou bovino, acrescido ou não de toucinho, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao tratamento térmico adequado, conservado ou não a temperatura ambiente. A textura desta emulsão é resultado da interação das gorduras animais com água, sais e proteínas cárneas, além do amido, um polissacarídeo utilizado em larga escala nos produtos cárneos emulsionados, por suas propriedades gelificantes que auxiliam na textura, retenção de água, consistência e estabilidade dos produtos. O principal amido disponível para este processo é o de mandioca, porém nem sempre a sua disponibilidade atende as necessidades, sendo assim, as indústrias necessitam buscar alternativas para manter a qualidade dos produtos o que pode gerar dificuldades de adaptação de outros amidos a formulação. Dentro deste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de 4 diferentes tipos de amidos no produto mortadela de frango e seu comportamento frente à textura, propriedades físico-químicas e *shelf-life*, em conformidade com a Legislação vigente. Para estas avaliações foram utilizadas quatro formulações com 5% de amido. Os amidos foram caracterizados através de análise físico-química, propriedades de pasta por analisador rápido de viscosidade (modelo RVA-3D, Newport Scientific, Austrália), textura por equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra). Os resultados físico-químicos, de propriedades de pasta, de textura dos géis dos amidos estudados demonstram que o amido A1 (amido de mandioca) apresenta mais estabilidade com menor tendência a retrogradação, maior coesividade e gomosidade. Os produtos embutidos foram caracterizados por análise físico-química, microbiológica, sensorial e de textura em equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra). Os resultados demonstraram que a utilização dos diferentes tipos de amido não afetou as propriedades da mortadela quando comparados entre eles durante o *shelf life*, não houve alteração da textura dos produtos e nem influencia destes nas análises de atividade de água. Demonstrando assim uma gama maior de amidos como opção para indústria de alimentos.

Palavras-chave: Géis cárneos. Hidrocolóides. Produto emulsionado. Retenção de água.

ABSTRACT

The manufacture of processed meat products represents an important part of the world meat industry. Within the range of emulsified meat products produced in the country are mortadella which are characterized by industrialized meat product, obtained from an emulsion of chicken, pork or beef, with or without added fat, added with ingredients, wrapped in wrapper Natural or artificial, and subjected to appropriate heat treatment, preserved or not at ambient temperature. The texture of this emulsion is the result of the interaction of animal fats with water, salt and meat proteins, in addition to starch, a polysaccharide used in large scale in emulsified meat products, for its geliferative properties that aid in texture, water retention, consistency and stability of the products. The main starch available for this process is cassava, but its availability does not always meet the needs, thus, the industries need to look for alternatives to maintain the quality of the products, which can lead to difficulties in adapting other starches to the formulation. In this context, the objective of this work was to evaluate the use of four different types of starch in the chicken mortadella product and its behavior against texture, physico-chemical properties and shelf-life, in accordance with current legislation. For these evaluations four formulations with 5% starch were used. The starches were characterized by physical-chemical analysis, pulp properties by rapid viscosity analyzer (RVA-3D model, Newport Scientific, Australia), texture by texturometer equipment (model TA-XT plus, Stable Micro Systems, England). The physicochemical, pulp properties and texture properties of the gels of the studied starches show that starch A1 (cassava starch) presents more stability with less tendency to retrograde, more cohesiveness and gum. The embedded products were characterized by physical-chemical, microbiological, sensory and texture analysis in texturometer equipment (model TA-XT plus, Stable Micro Systems, England). The results showed that the use of the different types of starch did not affect the properties of mortadella when compared between them during the shelf life, there was no alteration in the texture of the products and no influence of these on the analysis of water activity. Demonstrating a wider range of starches as an option for the food industry.

Keywords: Gels meat. Hydrocolloids. emulsified product. Retention of water.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tipos de emulsão tipo água-óleo e óleo-água	17
Figura 2 – Mortadela durante processamento e após cozimento.....	26
Figura 3 – Teor de umidade das mortadelas durante o <i>shelf life</i>	37
Figura 4 – Atividade de água da mortadela durante <i>shelf life</i>	38
Figura 5 – Avaliação microbiológica das mortadelas durante o <i>shelf life</i>	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrões físico-químicos determinados pela Legislação para mortadela	20
Tabela 2 – Referência dos amidos utilizados no estudo	23
Tabela 3 – Percentuais das matéria-primas e amidos a serem utilizados nas formulações testes.	25
Tabela 4 – Distribuição das análises físico-químicas e microbiológicas durante o <i>shelf life</i> ...	28
Tabela 5 – Caracterização físico-química dos amidos	31
Tabela 6 – Propriedades de pasta dos amidos.....	32
Tabela 7 – Parâmetros de textura dos géias dos géis de amidos	34
Tabela 8 – Parâmetros físico-químicos das formulações das mortadelas durante <i>shelf life</i>	36
Tabela 9 – Avaliação microbiológica das mortadelas durante o <i>shelf life</i>	40
Tabela 10 – Textura das formulações da mortadela durante <i>shelf life</i>	43
Tabela 12 – Análise sensorial para atributo textura das mortadelas.....	45
Tabela 14 – Dados do teste ANOVA para comparação dos resultados de análise sensorial....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 AMIDO.....	13
2.1.1 Amidos modificados.....	15
2.2 EMULSÕES.....	16
2.2.1 Estabilidade das emulsões.....	17
2.3 MORTADELA.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS.....	23
3.2.1 Umidade.....	23
3.2.2 Teor de lipídios.....	23
3.2.3 Proteína bruta.....	24
3.2.4 Propriedades de pasta.....	24
3.2.5 Textura dos géis de amido.....	25
3.3 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	25
3.3.1 Elaboração das mortadelas.....	25
3.3.2 Acompanhamento da qualidade das mortadelas durante o armazenamento – estudo do <i>shelf life</i>	28
3.3.2.1 Proteína bruta.....	28
3.3.2.2 Teor de lipídios.....	28
3.3.2.3 Teor de amido.....	28
3.3.2.4 Atividade de água (Aw).....	28
3.3.2.5 Umidade.....	29
3.3.2.6 pH.....	29
3.3.2.7 Bactérias mesófilas aeróbias facultativas.....	29
3.3.2.8 Coliformes termotolerantes.....	29
3.3.2.9 Staphylococcus aureus.....	29
3.3.2.10 Clostridium sulfito redutor.....	29
3.3.2.11 Salmonella spp.....	29
3.3.2.12 Perfil de textura.....	30

3.3.2.13 Análise sensorial.....	30
3.3.3 Análise estatística.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS	30
4.1.1 Análise físico-química.....	31
4.1.2 Propriedades de pasta	31
4.1.3 Textura dos géis de amido.....	33
4.2 ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DAS MORTADELAS DURANTE O ARMAZENAMENTO – ESTUDO DE SHELF LIFE	35
4.2.1 Análises físico-químicas.....	35
4.2.2 Análises microbiológicas	39
4.2.3 Perfil de textura das mortadelas	42
4.2.4 Análise sensorial das mortadelas.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – Artigo científico	54
APÊNDICE B – Regulamento técnico.....	73

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição entre os três maiores produtores mundiais de carne de frango, com Estados Unidos e China. Para atender as exigências dos países exportadores se faz necessário trabalhar os cortes de carne de frango refilando os mesmos, que geram pedaços de carne os quais necessitam ganhar valor agregado.

Uma das formas utilização destes retalhos é a geração de produtos industrializados emulsionados ou não.

Os produtos cárneos emulsionados caracterizam-se por serem elaborados a base de carne e/ou miúdos comestíveis acrescidos ou não de especiarias e condimentos submetidos a tratamento térmico adequado. Nesse grupo, encontram-se produtos como mortadelas e salsichas.

As mortadelas são os produtos emulsionados mais populares consumidos hoje no país, sendo produzida em grande escala. Possui em sua formulação ingredientes e coadjuvantes que caracterizam seu sabor e textura. Um dos ingredientes empregados é o amido, um polissacarídeo utilizado em larga escala na obtenção de produtos cárneos emulsionados.

O amido é um coadjuvante de produção usado em todos os seguimentos da indústria alimentícia pelas suas propriedades gelificantes que auxiliam na textura, retenção de água, consistência e estabilidade dos produtos. O principal amido utilizado é o amido de mandioca, porém nem sempre sua disponibilidade atende as necessidades da indústria, tornando-se escasso em determinadas épocas. Quando isto ocorre à indústria cárnea precisa buscar alternativas de amido, porém nem todos os disponíveis no mercado possuem características adequadas para os produtos emulsionados gerando dificuldade de adaptação destes as formulações.

Outro fator importante a ser destacado é a forma de conservação da maioria das mortadelas populares produzidas no país. Elas se caracterizam pela conservação a temperatura ambiente. Este tipo de conservação de acordo as práticas de fabricação pode gerar problemas microbiológicos no produto e afetar a segurança alimentar. Assim as indústrias necessitam buscar formulações que atendem no máximo 0,955 de atividade de água visando à conservação a temperatura ambiente e que atendam os limites estabelecidos pela legislação brasileira.

Deste modo, a busca por novas alternativas de coadjuvantes de processo é de grande importância para as indústrias do setor cárneo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de 4 diferentes tipos de amidos (mandioca, milho waxy, mandioca modificada e

farinha de arroz) no produto mortadela de frango e seu comportamento frente à textura, propriedades físico-químicas e *shelf-life*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AMIDO

Segundo FENNEMA et al. (2010), os carboidratos constituem mais de 90% da matéria seca das plantas. Logo, são abundantes, amplamente disponíveis e de baixo custo. Os carboidratos são componentes frequentes dos alimentos, podendo tanto ser componentes naturais como adicionados como ingredientes. Apresentam muitas estruturas moleculares, tamanhos e configurações diferentes, com variadas propriedades físicas e químicas. Eles são passíveis de modificações químicas e bioquímicas, sendo que ambas as modificações são empregadas comercialmente no melhoramento de suas propriedades e na ampliação de suas aplicações.

O termo carboidrato sugere uma composição elementar geral, a saber, $C_x(H_2O)_y$, a qual representa moléculas que contêm átomos de carbono junto a átomos de hidrogênio e oxigênio, na mesma proporção que ocorre na água. A maioria deles é formada por oligômeros (oligossacarídeos) ou polímeros (polissacarídeos) de açúcares simples e modificados (FENNEMA et al., 2010).

Os polissacarídeos (gomas e hidrocoloides) são utilizados em alimentos, principalmente para espessar e/ou gelificar soluções aquosas, e ainda, para modificar e/ou controlar as propriedades de fluxo e a textura dos produtos líquidos e as propriedades de deformação de produtos semissólidos.

PARDI et al. (2005), definiram estabilizante com sendo a substância que favorece e mantém as características físicas das emulsões e suspensões. Conceituam-se também os estabilizantes como substâncias espessantes obtidas a partir de plantas terrestres e marinhas e substâncias proteicas obtidas de produtos animais e vegetais (PARDI et al., 1994).

Estabilizante também é a substância que possibilita a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em determinado alimento, mantendo uma mistura homogênea. Existem vários tipos de estabilizantes, porém os mais comuns atuam em emulsões, por isso, também são chamados de emulsificantes (GAVA et al., 2009).

As substâncias químicas que aumentam a consistência dos alimentos são denominadas espessantes. Algumas substâncias apresentam função de espessante, emulsificante e estabilizante, assim, podem servir para várias finalidades, em diferentes circunstâncias. Quando a substância possui a capacidade de conferir ao produto consistência de gel, ela é

denominada de geilificante, como exemplo, destacam-se a gelatina, as pectinas, as gomas, as féculas, o amido e os alginatos (SIMÃO, 1986).

Os estabilizadores não possuem ação emulsionante direta, não são solúveis nas gorduras e não formam soluções verdadeiras, mas consolidam as emulsões. Como os estabilizantes possuem fração hidrófila em sua molécula, eles adquirem caráter coloidal na fase aquosa, desenvolvendo uma elevada viscosidade graças a sua estrutura fibrilar e/ou reticular, assim evitando que confluam as finas partículas existentes na solução. Devido a estas razões, comumente, se adicionam aos alimentos estabilizadores juntamente com emulsionantes, para que a ação de manter dispersas as finas partículas de gordura e modificar a estrutura e a consistência do alimento seja potencializada (PARDI et al., 2005).

As características químicas e físicas e os aspectos nutricionais do amido o destacam dos demais carboidratos. Ele é a reserva alimentar predominante das plantas. O amido e os hidrolisados de amido constituem a maior parte dos carboidratos digestíveis da dieta humana. Além disso, a quantidade de amido utilizada na preparação de produtos alimentícios – sem contar o que está presentes nas farinhas usados na produção de pães e de outros produtos de panificação, nos grãos usados em cereais matinais e os consumidos em frutos e vegetais – excede muito o uso combinado de todos os outros hidrocolóides de alimentos (FENNEMA et al., 2010).

Entre, polissacarídeos, o amido é em dos mais utilizados porque tem elevada capacidade de ligação de água, o que contribui para a melhoria da estabilidade e textura dos produtos. Amidos provenientes de fontes diferentes podem ser usados; nativo, modificado ou parcialmente hidrolisado. Os amidos nativos são comercialmente extraídos de várias matérias-primas, tais como milho, batata, mandioca e arroz de trigo, e que têm diferentes proporções de amilose e amilopectina, o que resulta em diferentes propriedades tecnológicas (PETRACCI et al., 2013).

Os grânulos de amido são insolúveis em água; eles se hidratam muito pouco em água fria. Desse modo, eles podem ser dispersos na água, formando uma suspensão de baixa viscosidade que poder ser facilmente misturada e bombeada, ainda que em concentrações superiores a 35%. A capacidade de aumento da viscosidade do amido é obtida apenas quando a suspensão de grânulos é cozida. Aquecendo-se uma suspensão de 5% dos principais grânulos de amidos nativos 80°C, sob agitação, obtém-se uma dispersão de alta viscosidade que pode ser chamada de goma. Uma segunda particularidade é que a maioria dos grânulos de amido é composta de uma mistura de amilose, e um polissacarídeo ramificado, chamado amilopectina (FENNEMA et al., 2010).

Os amidos são amplamente utilizados na indústria devido a sua capacidade de formar géis com o calor. Eles são compostos por uma associação de amilose e amilopectina, dois polissacarídeos com grande número de moléculas de carbono, em forma de moléculas de glicose, que formam cadeias entre si. A gelatinização ocorre quando os grânulos do amido incham-se, rompem-se e, em contato com a água quente, formam gel. Devido a essa propriedade, ele é amplamente utilizado na indústria de alimentos como coadjuvante de liga de pastas (PARDI et al., 2005).

Amidos e outros polissacáridos podem conferir capacidade de retenção de água e propriedades úteis de textura em emulsões de carne. Estes efeitos podem ser devido ao amido favorecer a formação de estruturas mais resistentes ao quando induzido ao calor por inchaço dos grânulos de amido incorporadas dentro da matriz gel proteico (CARBALLO et al., 1995).

Segundo Pietrasik et al. (2013), é importante, que o inchamento do amido e gelatinização ocorreram em sequência com as variações térmicas e liberação de água das proteínas da carne, e nas temperaturas encontradas durante o processamento da carne.

Segundo Fennema et al. (2010), os amidos comerciais são obtidos a partir de sementes de cereais, principalmente de milho comum, milho ceroso, milho de alto teor de amilose, trigo, arroz, tubérculos e raízes, em especial batata e mandioca.

Os componentes secundários em amido, que são quer na superfície ou no interior dos grânulos de amido, são lipídios e proteínas. Os amidos de cereais contêm cerca de 1% de lipídios e de proteínas 0,25% (BALDWIN, 2001).

Além de lipídios e proteínas, o fósforo é um componente importante do amido de arroz e desempenha um papel importante nas propriedades funcionais do amido, tais como clareza do gel, viscosidade, consistência e estabilidade de pasta (LIM et al., 1994).

2.1.1 Amidos modificados

A modificação é um processo que serve para alterar a estrutura do grânulo de amido, pois afetam as ligações de hidrogênio de maneira controlável, para mudar o tamanho e forma de grânulos e a composição das moléculas de amilose e amilopectina. Geralmente, a modificação do amido pode ser feita por vários métodos, tais como física, química, enzimática ou transformação genética (BALASUBRAMANIAN et al., 2011).

Os fabricantes de amidos usam vários métodos químicos e físicos para fazer as modificações, porém, apesar da modificação química ser a mais utilizada, há um grande interesse na modificação física do amido, em especial para aplicação em alimentos

(ALMEIDA, 2013). Amidos modificados fisicamente apresentam grande vantagem sobre os modificados quimicamente, pois a modificação física não apresenta limite quantitativo pela legislação, sendo considerado ingrediente (ZAVAREZE et al., 2010). Além disso, do ponto de vista da segurança alimentar, a modificação física é considerada o método mais seguro, pois não há resíduos químicos ou enzimáticos (WANG et al., 2014).

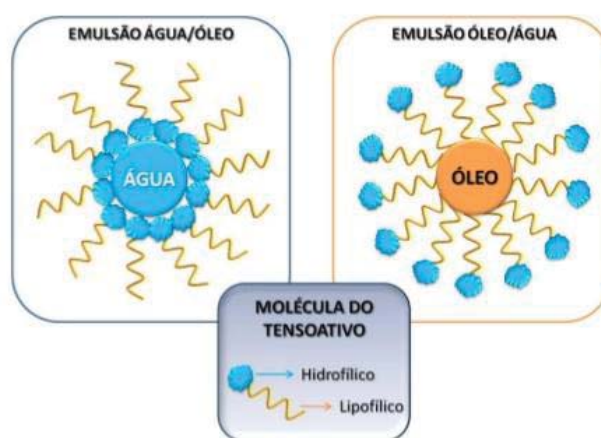
As químicas originam produtos com ligações cruzadas, estabilizados oxidados e despolimerizados (modificação ácida, cocção rápida); geram produtos pré-gelatinizados e dispensáveis em água fria e proporcionam maior impacto sobre a funcionalidade, sendo que a maioria dos amidos modificados é tratada com substâncias que reagem com grupos hidroxila para a formação de éteres ou ésteres. As modificações podem ser de um só tipo, porém, com frequência os amidos são preparados pela combinação de dois, três e, algumas vezes, quatro processos (FENNEMA et al., 2010).

2.2 EMULSÕES

Pardi et al. (2005) definiram emulsão como sendo um sistema de duas fases líquidas imiscíveis, nas quais uma se encontra dispersa na outra sob forma de gotículas. O líquido que forma gotículas denomina-se fase dispersa e aquele em que estão dispersas as gotículas é denominado fase contínua. Na emulsão tipo O/A, a fase dispersa é o óleo ou gordura e a fase contínua é o meio aquoso, conforme representação da figura 1. Por sua vez, na emulsão tipo A/O, a água (fase dispersa) está dissolvida no óleo (fase contínua) (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

No entanto, se mantém harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Figura 1. Tipos de emulsão tipo água-óleo e óleo-água.



Fonte: SARTORI, et al., 2011.

Emulsão de carne pode ser considerada como uma mistura composta de tecido muscular, partículas de gordura, água, especiarias, e proteínas solubilizadas articuladas entre si por diferentes forças de atração (VARNAM et al., 1995). Neste sistema, a gordura é a fase dispersa numa fase contínua de água, onde as proteínas solubilizadas à base de carne atuam como emulsionantes.

2.2.1 Estabilidade das Emulsões

Para formar uma emulsão é necessária energia, fazendo com que as gotículas possam se manter dispersas na fase contínua (ARAÚJO, 2011). Estas misturas são termodinamicamente instáveis e tendem a ruptura ao longo do tempo, devido aos mecanismos físico-químicos, tais como a separação gravitacional, floculação, coalescência, e inversão de fase (MCCLEMENTS, 2015).

Segundo Shimokomaki et al. (2006) o principal fator de qualidade de uma massa cárnea é a sua estabilidade final. A estabilidade está relacionada com retenção de água e gordura e a obtenção da textura desejada.

A capacidade de emulsificação está diretamente ligada à quantidade de proteínas solúveis. As proteínas miofibrilares (actina e miosina) são as melhores estabilizadoras, elas produzem a estabilização quando recobrem integralmente as gotículas de gordura. Esse recobrimento das gotículas de gordura evita a coalescência das mesmas, onde gotas gigantes podem ser originadas, assim caracterizando a estabilização (TERRA, 1998).

Diversos fatores podem influenciar na estabilidade da massa: tipo e condições do equipamento utilizado, temperatura durante o processo da emulsificação, tempo de emulsificação, tipo e tamanho das partículas de gordura, pH, momento da utilização do sal e sua quantidade, tipo percentagem de proteínas, viscosidade da massa, formação da matriz gelificada, entre outros (SHOMOKOMAKI et al., 2006).

A eficiência emulsificante das proteínas dependem tanto do pH da carne quanto da quantidade de sal empregada na formulação. Com pH acima de 5,7 e conteúdo de sal em torno de 4%, a eficiência das proteínas miofibrilares é potencializada. Na preparação das emulsões a água e o sal contribuem para a dissolução das proteínas miofibrilares (solúveis em solução salina) e, conseqüentemente, para a estabilização da emulsão. Outros fatores que interferem na extração das proteínas da carne são o tempo e a temperatura utilizados (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Para auxiliar na liberação da proteína solúvel, acelerar o desenvolvimento da cor da cura e melhorar as características de fluxo é conveniente que haja certo aquecimento no momento da formação da emulsão, porém a temperatura não deve se elevar demasiadamente durante o processo, pois a emulsão pode ser rompida no tratamento térmico que se segue (PARDI et al., 2005).

Segundo Ordóñez et al. (2005) as temperaturas em que se preparam uma emulsão são extremamente importantes, quando superiores à faixa de 15 a 20°C ocasionam a quebra da emulsão devido à diminuição da viscosidade e, conseqüentemente, da estabilidade.

No processo de emulsificação a temperatura de trabalho deve ser inferior à da desnaturação proteica (TERRA, 1998).

Com a elevação da temperatura, as gotículas de gordura fundem-se e tendem a aumentar de tamanho, aumentando a área superficial crítica, isto é, as necessidades de proteínas emulsificantes. Temperaturas elevadas também favorecem a desnaturação das proteínas, com isso, auxiliam para a redução da capacidade emulsificante (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Para o controle de temperatura é adicionado gelo durante o processo de emulsificação. O gelo funciona melhor que a água devido ao calor de fusão latente adicional que ele absorverá ao fundir-se (PARDI et al., 2005).

A aplicação de tratamento térmico em produtos cárneos cozidos auxilia na estabilidade da emulsão devido à desnaturação das proteínas, facilitando a formação de um gel cárneo. A ação do calor facilita as interações intermoleculares que criam uma rede tridimensional de fibras proteicas (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A formação de géis cárneos dada pela desnaturação parcial das proteínas ocorre com o desdobramento das cadeias polipeptídicas que, depois, se associam para formar redes tridimensionais por meio de pontes de hidrogênio, forças eletrostáticas, pontes dissulfeto e interações hidrofóbicas. A função dessas redes é reter e imobilizar a água e outros componentes do sistema, principalmente gordura (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Para a formação da emulsão, a gordura presente na matéria-prima deve subdividir-se em partículas cada vez menores, porém, à medida que diminui o tamanho dessa partícula, ocorre o aumento proporcional da área da superfície total ocupada pelas partículas de gordura. Para recobrir a totalidade das gotículas de gordura, requerem-se quantidades maiores de proteína emulsificante. Quando as emulsões são excessivamente picadas, cria-se uma área superficial crítica elevada, onde a proteína presente não pode estabilizar adequadamente a emulsão (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A estabilidade dos embutidos de massa fina não depende apenas das características das proteínas cárneas, mas também da adição de ingredientes não cárneos. Assim, diferentes fontes proteicas de origem não-cárnea são largamente utilizadas na elaboração de produtos emulsionados, com a finalidade de melhorar as propriedades funcionais e a estabilidade, bem como aumentar a qualidade nutricional e minimizar os custos de produção (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

No Brasil, a proteína não carne mais utilizada é a proteína de soja, por possuir boa funcionalidade, disponibilidade no mercado e custo relativamente baixo se comparado com outras fontes. Da mesma forma, diversos ingredientes não proteicos também são usados para auxiliar na estabilização desta classe de produtos. A maioria destes insumos é do grupo dos carboidratos, como os amidos e hidrocoloides. Estes carboidratos reagem com as proteínas cárneas e/ou não cárneas, através de interações proteína-carboidratos, reforçando a cimentação do gel da matrix e auxiliando de forma importante na estabilização do sistema (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Interações proteína-polissacarídeo desempenhar um papel significativo na estrutura e estabilidade de vários alimentos processados. As propriedades funcionais das proteínas, tais como a solubilidade, a formação de gel e capacidade emulsionante é afetada pela sua interação com os polissacarídeos (AYADI et al. 2009).

2.3 MORTADELA

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº4 (Brasil, 2000), Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela, Anexo II, entende-se por Mortadela, o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado. As mortadelas podem ser adicionadas de carne mecanicamente separada, até no máximo de 60% do total das carnes utilizadas, miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (estômago, coração, língua, fígado, rins e miolos), pele e tendões no limite máximo de 10% e gorduras.

Segundo esta mesma legislação, os ingredientes obrigatórios na produção de mortadela são carne das diferentes espécies animais de açougue e sal. Sendo que nas Mortadelas "Italiana" e "Bologna" o toucinho em cubos deverá ser aparente ao corte. Os ingredientes considerados opcionais são: água, gordura animal e/ou vegetal, proteína vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, agentes de liga, açúcares, aromas, especiarias e condimentos, vegetais (amêndoas, pistache, frutas, azeitonas, etc.) e queijos. O limite máximo para adição de proteínas não cárneas nas mortadelas não deve exceder 4,0%, considerando que seria uma proteína agregada. A Tabela 1 apresenta os padrões físico-químicos determinados pela legislação para mortadelas.

Tabela 1 Padrões físico-químicos determinados pela legislação para mortadelas.

Parâmetros	Limites
Carboidratos Totais	Máx. 10%
Amido	Máx. 5%
Umidade	Máx. 65%
Gordura	Máx. 30%
Proteína	Mín. 12%

Fonte: BRASIL (2000).

A mortadela é um dos produtos cárneos processados de maior aceitabilidade mundial. O consumo de mortadela no Brasil se popularizou especialmente por ser um produto elaborado com carnes de várias espécies animais e pelo fato de a mesma possuir uma legislação que permite sua vasta classificação (GUERRA, 2010).

Com o surgimento de industrializados cárneos, como a mortadela, tornou-se possível o acesso à proteína cárnea por certa parte da população que antes não tinha condições de suprir a quantidade recomendada de proteína, consumindo apenas carne. Pela excelente relação

custo/benefício que apresenta o seguimento das mortadelas, elas são responsáveis por uma expressiva parcela do total do volume comercializado de produtos cárneos emulsionados (OLIVO, 2006).

As mortadelas podem ser classificadas de acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação. A mortadela de carne de aves pode conter, além da carne de aves, carne mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (Fígado, Moela e Coração) e gordura (BRASIL, 2000).

A mortadela de carne de aves apresenta vantagem, se comparada com os demais tipos de mortadelas, por ser considerada a que possui legalmente o menor percentual de miúdos comestíveis e maiores percentuais de carne de animais da espécie do seu gênero de produto (BRASIL, 2000).

Segundo Cenci (2013), outro fator bastante favorável se deve ao fato de que as mortadelas de carne de aves não possuem toucinhos em cubos acrescidos a sua massa, pois a legislação da mortadela de carne de aves preconiza o uso de apenas matérias primas de aves, isto inclui também a gordura.

A gordura de ave (frango) não possui estabilidade térmica às temperaturas utilizadas no cozimento do produto, por isso, nas mortadelas de carne de aves a gordura é adicionada apenas em menor volume para formação da emulsão da massa do produto (HEDRICK et al., 1994).

No processamento desta classe de produtos, são utilizados equipamentos específicos como o *cutter*, moinhos coloidais ou emulsificadores contínuos, responsáveis pela cominuição e mistura das carnes, gorduras, água, sal e demais ingredientes, conferindo uniformidade ao produto em relação ao tamanho das partículas e a distribuição dos ingredientes (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Após o processo de mistura das matérias-primas e ingredientes, temos o processo de embutimento, o qual segundo Ordóñez (2005) consiste em introduzir a massa já preparada na tripa previamente selecionada e disposta para esse fim. Para isso, utilizam-se embutidoras que podem trabalhar de forma descontínua (a pistão) ou contínua (a vácuo), dependendo das necessidades.

Sem dúvida nenhuma, as mais utilizadas são as embutidoras contínuas que, em geral, trabalham a vácuo. Devido à extração de ar, consegue-se melhor a formação e conservação de cor, consistência mais firme e, além disso, retardam-se as reações de oxidação da gordura e evita-se a presença de ar entre a massa e a tripa, o que dá à superfície do produto cárneo um aspecto pouco agradável.

Com o tratamento térmico obtém-se uma série de efeitos tecnológicos e higienizadores como:

1. a ligação da massa mediante a coagulação das proteínas, estabelecendo-se um gel cárneo e, portanto, favorecendo o aparecimento da textura desejada (65° a 70°C)/
2. desenvolvimento das características sensoriais desejadas: sabor, textura e cor no caso dos produtos curados (presunto cozido);
3. inativação de enzimas cárneas que poderiam causar alterações posteriores no produto (65° a 75°C); e
4. destruição das formas vegetativas dos microrganismos (72°C).

Cozimento pode ocorrer de várias formas com a utilização de várias tecnologias de processo. Pode-se empregar cozimento com água através de imersão e também por vapor, tanto em processo contínuo ou por batelada.

A aplicação de calor é feita mediante imersão das peças em banhos de água quente que não chegam a alcançar as temperaturas de ebulição. O tempo de imersão depende do calibre da peça, mas, em todo caso, deve ser suficiente para que chegue a 72°C no seu interior.

Nessas condições, atingem-se os objetivos expostos antes, embora os esporos microbianos e fúngicos não se destruam com esse tratamento, podendo chegar a desenvolver-se posteriormente caso estejam presentes as condições favoráveis como o armazenamento à temperatura ambiente. Após esse tratamento térmico e a fim de assegurar sua eficácia, procede-se ao resfriamento rápido das peças, de preferência em duchas ou banhos de água fria (0° a 4°C), seguido de armazenamento a temperaturas que nunca devem ser superior 10°C (ORDÓÑEZ et al., 2005).

O cozimento, em estufas automáticas dotadas de controle eletrônico, é feito pela elevação gradual da temperatura até uns 80°C, temperatura que no interior da massa deve atingir um mínimo de 71°C, pelo menos por 30 minutos. A duração total do cozimento é, em geral, de 12 horas para as peças grandes e de 3 a 4 horas para as pequenas. Uma vez cozidas, são as peças submetidas a uma aspersão de água para o rebaixamento da temperatura (PARDI et al., 1994).

Se a temperatura ou o tempo for superior ao necessário, ocorre o *supercozimento*, que leva o surgimento de consistência inadequada, pouco desenvolvimento da cor e instabilidade desta, perda da suculência e alterações do sabor (ORDÓÑEZ et al., 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, utilizando quatro amostras de amidos de fontes botânicas distintas, obtidos de dois diferentes fornecedores comerciais brasileiros. À exceção da análise sensorial, todas as determinações foram realizadas em triplicatas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS

Os amidos identificados na Tabela 2, bem como a codificação utilizada para a condução dos testes. Para caracterização do material foram realizadas as determinações lipídios, proteína, umidade, propriedades de pasta, textura. As análises de caracterização foram conduzidas no Laboratório de Cereais e Laboratório Físico-químico do Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA).

Os dados das análises foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância seguida pelo teste de Tukey, para comparação das médias. O programa estatístico utilizado foi o SASM – Agri versão 8.1.

Tabela 2 Referência dos amidos utilizados no estudo.

Codificação	Amido
A1	Amido mandioca
A2	Amido milho waxy modificado
A3	Amido mandioca modificado
A4	Farinha de arroz pré-gelatinizada

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

3.2.1 Umidade

O teor de umidade dos amidos foi determinado pelo método nº 44-15.02 da American Association of Cereal Chemistry (AACC, 2009), em estufa com circulação de ar a 130 °C por uma hora.

3.2.2 Teor de lipídios

A determinação do teor de lipídios foi realizada pelo método de Bligh e Dyer (1959). Esta análise baseia-se na quantidade de material extraído por solvente, é um processo

gravimétrico. Foram pesados e 3,5 gramas de amostra, transferida para um tubo de 70 mL e adicionados exatamente 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada. Foi misturado em agitador rotativo por 30 minutos. Após foi adicionado 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5% e agitado novamente por 2 minutos. Deixou-se separar as camadas naturalmente e succionou-se a camada metanólica superior e descartou-se. Filtrou-se a camada inferior (com adição de 1 g de Na₂SO₃) em papel filtro qualitativo (solução límpida) em tubo de 30 mL. Foi medido exatamente 5 mL do filtrado e transferido para um béquer de 50 mL previamente tarado. Deixou-se evaporar o solvente em estufa a 100°C, esfriou-se em dessecador e pesado. A Equação 1 apresenta o cálculo de teor de lipídios.

$$\text{Teor de Lipídios } \% = \frac{\text{peso dos lipídios } g \times 4}{\text{peso da amostra } g} \times 100 \quad \text{Eq. 1 .}$$

3.2.3 Proteína bruta

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl (nº 46-10.01), da AACC, 2010. Para converter o valor de nitrogênio total em proteína bruta, foi utilizado o valor de 6,25.

3.2.4 Propriedades de pasta

As propriedades de pasta dos amidos foram avaliadas em analisador rápido de viscosidade (modelo RVA-3D, Newport Scientific, Austrália) equipado com software Termocline for Windows, versão 3.1, de acordo com o método 76-21.01 da AACC, (2010). Uma amostra de 3 g de amido corrigida para 14% de umidade e acrescida de 25 mL de água foi utilizada para a avaliação. O perfil de temperatura utilizado foi o Standard 1 (amostras mantidas a 50°C por 1 minuto, aquecidas até 95°C em 3,5 minutos e mantidas nesta temperatura durante 2,5 minutos, resfriadas a 50°C em 3,8 minutos e mantidas nesta temperatura até completar o tempo total de 13 minutos de análise), sendo considerados os parâmetros: temperatura de pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante que é ligada à quebra e viscosidade final, associada à tendência de retrogradação.

3.2.5 Textura dos géis de amido

Os parâmetros de textura foram avaliados em equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra), equipado com Software Exponent 32, de acordo com o protocolo de Horndok; Noomhorm (2007). Os géis foram obtidos após a análise de

propriedades de pasta (RVA) citada no item 3.2.4, em que os canister contendo as amostras dos géis foram cobertos com filme plástico e armazenados por 24 horas a temperatura ambiente. Os géis foram perfurados usando sonda cilíndrica de aço inox de 20 mm diâmetro (P/20), a $1,0 \text{ mm.s}^{-1}$ a uma distância de 10 mm. Os parâmetros considerados: dureza, coesividade e gomosidade.

3.3 ELABORAÇÃO DAS MORTADELAS ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO

3.3.1 Elaboração das mortadelas

Os experimentos foram realizados em uma Agroindústria da região norte do Rio Grande do Sul. Foram utilizados matérias-primas e ingredientes fornecidos pela própria Agroindústria e os amidos foram adquiridos de fornecedores especializados.

A definição das formulações da mortadela seguiu o preconizado pela Legislação vigente (Instrução Normativa nº 04 – Anexo II, do MAPA) frente ao permitido para adição de amidos e carne mecanicamente separada de frango. A Tabela 3 mostra o percentual de matérias-primas e amidos utilizados para elaboração das formulações. As formulações não serão apresentadas na sua íntegra devido à solicitação da Agroindústria.

Tabela 3 Percentuais de matérias-primas e amidos a serem utilizados nas formulações testes.

Matérias-primas	F1	F2	F3	F4
Carne mecanicamente separada	60%	60%	60%	60%
Miúdos	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
Pele	7%	7%	7%	7%
Gordura	15%	15%	15%	15%
Carne (recortes)	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Amido	5%	5%	5%	5%
Ingredientes	10%	10%	10%	10%

Legenda:

F1: amido de mandioca

F2: amido de milho ceroso modificado

F3: amido mandioca modificado

F4: farinha de arroz pré-gelatinizada

Figura 2 Mortadela durante processamento e após cozimento.



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

As formulações teste foram elaboradas uma a uma em bateladas de aproximadamente 580 Kg, as matérias-primas foram separadas e pesadas uma a uma em esteira transportadora com balança calibrada acoplada conforme a formulação descrita na Tabela 3. Os ingredientes foram previamente pesados em balança calibrada e separados, incluindo os amidos a serem

estudados. Após o processo de pesagem as matérias-primas e ingredientes foram encaminhados ao processo de pré-mistura em misturadeira de pás marca High Tech (Modelo WTV 1500). A ordem de adição para a pré-mistura foi: carne mecanicamente separada, recortes de carne, gordura, pele, miúdos e ingredientes incluindo os amidos.

Após o processo de 4 minutos de pré-mistura, a massa foi encaminhada para o refino em emulsificador com vácuo (Modelo I225 CDWMP, marca INOTEC, Alemanha) com discos de refino de 3,0/2,5/1,7 mm. O produto foi embutido em tripa artificial de poliamida em peças de 400 g com auxílio de equipamento de embutimento (Modelo VF300, marca HANTMANN, Alemanha). O produto foi acondicionado em varas e posteriormente em gaiolas metálicas e em seguida encaminhado para cozimento em túnel contínuo com vapor direto, com 5 estágios de cozimento sendo 3 etapas de aquecimento (temperaturas entre 55 °C a 80 °C) e 2 etapas de resfriamento (a primeira com água a temperatura ambiente e a segunda com água a temperatura ≤ 4 °C).

Ao término da etapa de resfriamento foram separadas 240 amostras (60 peças de 400 g) de cada teste. As amostras foram acondicionadas em ambiente, seco e fresco em temperatura máxima de 25 °C para acompanhamento do *shelf life* nos tempos 0 (inicial), 20, 40, 60 e 80 dias de armazenamento. As mortadelas foram avaliadas quanto aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, de textura e análise sensorial.

Para as análises microbiológicas e físico-químicas no tempo inicial e 80 dias as análises foram definidas conforme IN 04 – Anexo II (2000) do MAPA e IN 12 – Anexo I5i (2000) da ANVISA. Para os demais tempos, as análises a realizadas foram definidas para acompanhar possíveis modificações no pH e por consequência no crescimento de microrganismos deteriorantes (Tabela 4).

Tabela 4 Distribuição das análises físico-químicas e microbiológicas durante o *shelf life*.

Tempo	Físico-química	Microbiológica
Inicial	Umidade, lipídios, proteína, amido, Aw, pH	Coliformes termotolerantes, Staphylococcus aureus, Clostridium sulfito redutor, Salmonella sp/25g, Bactérias mesófilas aeróbias facultativas
20 dias	Umidade, Aw, pH	Bactérias mesófilas aeróbias facultativas
40 dias	Umidade, Aw, pH	Bactérias mesófilas aeróbias facultativas
60 dias	Umidade, Aw, pH	Bactérias mesófilas aeróbias facultativas
80 dias	Umidade, lipídios, proteína, amido, Aw, pH	Coliformes termotolerantes, Staphylococcus aureus, Clostridium sulfito redutor, Salmonella sp/25g, Bactérias mesófilas aeróbias facultativas

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.3.2 Acompanhamento da qualidade das mortadelas durante o armazenamento - estudo de *shelf life*

3.3.2.1 Proteína bruta

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl (nº 928.08), métodos oficiais de análise (AOAC, 2007). Para converter o valor de nitrogênio total em proteína bruta, foi utilizado o valor de 6,25.

3.3.2.2 Teor de lipídios

O teor de lipídios foi determinado em aparelho extrator Soxhlet pelo método de extração com solvente (nº 991.36), métodos oficiais de análise (AOAC, 2016).

3.3.2.3 Teor de amido

O teor de amido foi determinado pelo método gravimétrico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN 20 – Anexo IV, 1999).

3.3.2.4 Atividade de água (Aw)

A atividade de água foi determinada pelo equipamento analisador de atividade de água Decagon (Aqualab Series). A amostra foi previamente preparada, acondicionada em cápsula e esta inserida na câmara do analisador. Os valores de atividade de água e temperatura serão dados no visor do equipamento.

3.3.2.5 Umidade

O teor de umidade das mortadelas foi determinado pelo método nº 950.46, métodos oficiais de análise (AOAC, 2016), em estufa com circulação de ar a 105 °C por seis horas.

3.3.2.6 pH

O teor pH das mortadelas foi determinado pelo método quantitativo 18 - pH do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (IN 20 – Capítulo V, 1999). O resultado é expresso por leitura direto no equipamento.

3.3.2.7 Bactérias mesófilas aeróbias facultativas

A determinação quantitativa das bactérias mesófilas aeróbias facultativas foi realizada pelo método descrito na Instrução Normativa nº62 – Capítulo I (MAPA, 2003).

3.3.2.8 Coliformes termotolerantes

A determinação quantitativa de coliformes termotolerantes foi realizada pela técnica de contagem em profundidade através do método nº 991.14, métodos oficiais de análise (AOAC, 2012).

3.3.2.9 Staphylococcus aureus

O ensaio para determinação quantitativa de *Staphylococcus aureus* foi realizado pela técnica de contagem em superfície pelo método nº 2003.07, métodos oficiais de análise (AOAC, 2012).

3.3.2.10 Clostridium sulfito redutor

O ensaio para determinação quantitativa de Clostridium sulfito redutor foi realizada pela técnica de contagem em profundidade conforme método da Instrução Normativa nº62 – Capítulo 4 (MAPA, 2003).

3.3.2.11 Salmonella spp

O ensaio para determinação qualitativa Samonella spp pela técnica de presença/ausência utilizou o método nº 6579:2002, organização internacional de normalização (ISO, 2002).

3.3.2.12 Perfil de textura

Para avaliar os perfis de textura das mortadelas (F1/F2/F3/F4) foi utilizado o equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra), segundo metodologia citada por Prestes et al. (2014) com algumas adaptações. Para as análises do perfil de textura as amostras foram cortadas em cubos de 4,0 cm x 4,0 cm x 2,5 cm e submetidas à compressão de 90% usando probe HDP/WBV com velocidade de 0,5 mm/segundo e intervalo de 0,5 segundos entre a primeira e a segunda compressão. Foram avaliados os seguintes parâmetros: dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade.

3.3.2.13 Análise sensorial

Para avaliar o perfil sensorial das mortadelas (F1/F2/F3/F4) foi utilizado o teste de diferença do controle (OLIVEIRA, 2010) onde a amostra F1 foi considerada a amostra controle e as demais amostras foram comparadas através de notas de 0 a 3, sendo considerado notas 0 e 1 nenhuma diferença com o padrão e notas 2 e 3 extremamente diferente do padrão. As análises foram conduzidas no laboratório de análise sensorial da agroindústria com três painelistas treinados que atuam na análise sensorial a três anos. As amostras conservadas a temperatura < 25 °C foram fatiadas em fatias de até 3 mm. Aplicou-se o teste de diferença do controle com as três juntamente com a ficha de avaliação. A ordem de apresentação das amostras foi padrão (P) e depois as três amostras codificadas, aleatórias, sendo que entre elas foi ofertada a amostra padrão.

3.3.3 Análise estatística

Os dados das análises foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância seguida pelo teste de Tukey, para comparação das médias. O programa estatístico utilizado foi o SASM – Agri versão 8.1.

Para a análise sensorial os dados foram interpretados através de análise de variância (ANOVA) a nível de significância de $p < 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMIDOS

4.1.1 Análise físico-química

A Tabela 5 apresenta a caracterização dos amidos utilizados para produção das mortadelas.

Tabela 5 Caracterização físico-química dos amidos.

Amidos	Umidade	Proteína	Lipídios
Amido mandioca	12,18 ^b ±0,03	0,15 ^b ±0,03	0,26 ^b ±0,00
Amido milho waxy modificado	12,55 ^a ±0,06	0,24 ^b ±0,01	0,19 ^b ±0,13
Amido mandioca modificado	12,49 ^{ab} ±0,00	0,13 ^b ±0,00	1,06 ^a ±0,03
Farinha arroz pré-gelatinizada	9,95 ^c ±0,17	6,82 ^a ±0,10	0,80 ^a ±0,11

Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$). Resultados expressos como média de 2 determinações ± desvio padrão.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Avaliando os resultados de análise de umidade observa-se diferença significativa entre os amidos mandioca/milho waxy/mandioca modificado para a farinha arroz pré-gelatinizada, o qual apresentou o menor teor de umidade. Esta mesma tendência foi observada para a proteína onde a farinha de arroz pré-gelatinizada diferenciou dos demais tendo na sua composição o maior teor de proteína entre todos. Já para a análise de lipídios os amidos mandioca e milho waxy não diferem entre si em nível de significância de 0,05, mas diferem dos amidos de mandioca modificada e da farinha de arroz pré-gelatinizada os quais apresentarem maior teor de lipídios.

Observando os resultados pode-se concluir também que a farinha de arroz pré-gelatinizada foi que apresentou maior diferenciação entre os demais amidos, isso pode ser explicado pelo seu processo de modificação. Conforme relatado por Limberger (2006) tanto o processo de modificação for fosfatação, quanto por extrusão provocou reduções significativas no teor de umidade da quirera de arroz, e o mesmo pode ocorrer com a farinha de arroz pré-gelatinizada a qual corresponde a farinha de arroz pré-gelatinizada. O teor de proteína está de acordo com valores encontrados por Wang et al. (2002) 7,8% de proteínas.

Os resultados de proteína e lipídios para os demais amidos estão de acordo com o citado por Baldwin (2001), os lipídios e as proteínas, os componentes secundários dos amidos, estão presentes na superfície ou no interior dos grânulos e os amidos de cereais contêm cerca de 1% de lipídios e 0,25% de proteínas.

4.1.2 Propriedades de pasta

Os resultados do comportamento de pasta dos amidos estudados estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 Propriedades de pasta dos amidos.

Amidos	Visc Máx (cP)	Visc Mín (cP)	Quebra (cP)	Visc Final (cP)	Tend Retrog (cP)
Amido mandioca	4861 ^c ±56,57	3085 ^c ±24,04	1776 ^b ±32,53	4310 ^c ±84,85	1225 ^c ±60,81
Amido milho waxy modificado	9082 ^a ±108,19	5836 ^a ±38,89	3246 ^a ±147,08	7208 ^a ±127,28	1373 ^c ±88,39
Amido mandioca modificado	6027 ^b ±67,88	4536 ^b ±61,52	1492 ^b ±129,40	7473 ^a ±92,63	2937 ^a ±31,11
Farinha arroz pré-gelatinizada	2996 ^d ±258,09	2649 ^c ±224,86	347 ^c ±33,23	5158 ^b ±204,35	2509 ^b ±20,51

Valores na mesma coluna, seguidos por letras diferentes, diferem significativamente entre si ($P = 0,05$). Resultados expressos como média de duas determinações ± desvio padrão. Temp Pasta: temperatura de pasta; Visc Máx: viscosidade máxima; Visc Mín: viscosidade mínima à temperatura constante; Quebra: viscosidade máxima menos viscosidade mínima à temperatura constante; Visc Final: viscosidade final; Tend Retrog: tendência a retrogradação: viscosidade final menos viscosidade mínima à temperatura constante. cP: centipoise. A1: amido de mandioca. A2: amido milho ceroso modificado. A3: amido de mandioca modificado. A4: farinha de arroz pré-gelatinizada.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

A viscosidade máxima é um parâmetro relacionado à capacidade do amido em absorver água, e, conseqüentemente ao grau de intumescimento dos grânulos de amido durante o aquecimento. Assim, quando existem grandes quantidades de grânulos com elevada capacidade de intumescimento, ocorrem elevados picos de viscosidade (ORO et. al., 2013).

O amido de milho ceroso modificado apresentou o maior pico de viscosidade máxima (9082 cP), segundo Becker et al. (1981) isso ocorre devido à ausência da molécula de amilose. Enquanto a farinha de arroz pré-gelatinizada apresentou o menor pico de viscosidade. A absorção de água pelos grânulos do amido pode ser inibida na presença de proteínas o que poderia acarretar um menor valor de viscosidade máximo. A farinha de arroz pré-gelatinizada apresentou o maior valor de proteína dentre os amidos (6,82%), confirmando o resultado menor de viscosidade máxima. Já os amidos mandioca e mandioca modificada tiveram picos e viscosidade máxima de 4861 cP e 6027 cP respectivamente, demonstrando que a modificação realizada auxiliou na melhora da capacidade de intumescimento dos grânulos.

Segundo Oro et al. (2013), a viscosidade mínima é o valor da viscosidade a temperatura constante (95 °C). A diferença entre a viscosidade máxima e a viscosidade mínima resulta no valor da quebra o qual está associado à estabilidade dos grânulos de amido durante o processo de aquecimento. Observando os resultados obtidos, não há diferença significativa na quebra dos amidos mandioca e mandioca modificada isso se justifica, pois ambos são amidos de mandioca, porém um é modificado e o outro é nativo. Este resultado

também pode demonstrar que a modificação realizada no amido mandioca não interferiu significativamente na estabilidade deste. Sendo assim, tanto o amido mandioca quanto o amido mandioca modificado demonstram ter a mesma estabilidade durante o processo de aquecimento e formação de gel. Este comportamento ainda necessita ser observado quando o amido estiver no complexo de emulsão água x proteína x gordura nas mortadelas.

O amido milho waxy modificado apresentou valor de quebra mais elevado dentro os quatro amidos, estando associada à estabilidade dos grânulos de amido em relação ao aquecimento. O valor de quebra elevado indica tendência a retrogradação (sinérese durante o tempo de armazenamento), pois a amilopectina retrograda de forma mais lenta depois de alguns dias de armazenamento, conforme Biliaderis (1992).

Partindo para os resultados de viscosidade final, onde está representa a viscosidade final do amido após seu resfriamento a 50 °C menos a viscosidade mínima a temperatura constante e está associado à tendência de retrogradação. Os amidos milho waxy modificado e amido mandioca modificado não apresentaram diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$) na viscosidade final. Para a retrogradação os amidos A1 e A2 não apresentarem diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$).

Segundo Zhang (2012), o amido de mandioca é muito diferente dos amidos de cereais, ele apresenta maior teor de amilopectina e menor temperatura de pasta frente à maioria dos amidos de cereais o que é apropriado para as indústrias de alimentos.

Os resultados discutidos demonstram que o amido nativo de mandioca, tem maior estabilidade, com viscosidade acima de 4000 cP e a menor tendência a retrogradação (1225 cP \pm 60,81).

Para a fabricação de embutidos cárneos estas características são importantes, pois os produtos são cozidos a temperaturas elevadas (acima 60 °C) e resfriados (abaixo < 25 °C) e os amidos necessitam se adaptar as temperaturas tanto aquecimento quanto de resfriamento e manter as suas características durante o *shelf life* do produto, auxiliando para estabilidade das emulsões e a retenção da água.

4.1.3 Textura dos géis de amido

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de textura dos géis de amido.

Tabela 7 Parâmetros de textura dos géis de amido.

Amidos	Dureza	Gomosidade	Coesividade
Amido mandioca	352,78 ^a ±42,01	222,46 ^a ±16,68	0,633 ^a ±0,03
Amido milho waxy modificado	222,91 ^c ±13,68	131,47 ^b ±5,75	0,591 ^a ±0,01
Amido mandioca modificado	269,96 ^{bc} ±5,87	163,89 ^b ±10,30	0,607 ^a ±0,03
Farinha arroz pré-gelatinizada	317,48 ^{ab} ±12,40	155,58 ^b ±18,08	0,489 ^b ±0,04

Valores na mesma coluna, seguidos por letras diferentes, diferem significativamente entre si ($P = 0,05$). Resultados expressos como média de duas determinações ± desvio padrão.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

A dureza, quando medida em texturômetro, corresponde à força aplicada para comprimir e morder um alimento na boca (KALVIAINEN et al., 2000). A dureza de gel é causada, principalmente, pela retrogradação do amido que é associado à cristalização da amilopectina e a perda de água (sinérese) (SHANDHU et al. 2007). Amidos com maiores teores de amilose e cadeias de amilopectina mais longas apresentam géis mais duros (MUA et al. 1997).

Observando os resultados de dureza para os géis de amido e estes não apresentaram significância entre si ($p \leq 0,05$). Porém há uma relação na dureza dos géis do amido mandioca e farinha de arroz pré-gelatinizada, os quais apresentaram os maiores valores para este parâmetro. O resultado se mostra coerente, pois o amido mandioca e farinha de arroz possuem maior teor de amilose na sua composição. O amido de milho ceroso modificado praticamente não possui amilose. Géis feitos com esses amidos são fracos, altamente viscosos no cozimento. Para o amido de mandioca modificado, o valor de dureza ficou próximo ao amido de milho, apesar de possuir amilose na sua composição a modificação empregada demonstra ter afetado as ligações entre amilose, amilopectina e hidrogênio, resultando em uma menor dureza quando comparado com o amido mandioca nativo.

A gomosidade corresponde, sensorialmente, à energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido para um estado pronto a ser engolido, sem mastigar. Para os amidos milho waxy modificado/amido mandioca modificado/farina de arroz pré-gelatinizada não houve diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) demonstrando que a energia requerida para desintegrar estes géis é a mesma, sendo uma força mais fraca do que a ser aplicada para o amido mandioca. O amido mandioca não possui modificações na sua estrutura, já os demais amidos estudados foram modificados demonstrando assim a melhor capacidade de goma do amido mandioca frente aos demais amidos. Isso demonstra que as modificações utilizadas nos amidos causam reorganizações em suas estruturas químicas as quais podem auxiliar ou

prejudicar o desempenho deste amido dependendo do uso a ser empregada (tipo de produto, processo, temperatura exposição, resfriamento/congelamento).

A coesividade é a propriedade na qual as moléculas do gel de amido têm de manter-se ligadas, ou seja, é a resistência ao cisalhamento. Não há diferença significativa neste atributo para os amidos mandioca/milho waxy modificado/mandioca modificado, demonstrando que a resistência ao cisalhamento é semelhante mesmo entre o amido nativo de mandioca quanto ao modificado de mandioca, neste caso a modificação não afetou este atributo. A farinha de arroz pré-gelatinizada apresentou diferença significativa dos demais amidos com a menor resistência ao cisalhamento, isto pode ser atribuído ao teor de proteína mais alto, a modificação empregada a qual podem ter afetado o rearranjo das ligações químicas e por consequência a formação de um gel mais fraco ao cisalhamento.

Observando os três atributos juntos (dureza, gomosidade, coesividade) em comparação aos quatro amidos, o amido mandioca nativo apresentou os maiores valores para os três atributos. Isso se torna interessante quando pensamos na aplicabilidade para a indústria cárnea na fabricação de produtos embutidos emulsionados onde se necessita de um amido que venha a complementar os géis de carne melhorando as a interação das ligações com a água bem como os atributos sensoriais como textura e fatiabilidade.

4.2 ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DAS MORTADELAS DURANTE O ARMAZENAMENTO – ESTUDO DE *SHELF LIFE*

4.2.1 Análises físico-químicas

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados físico-químicos das mortadelas elaboradas.

Tabela 8 Parâmetros físico-químicos das formulações das mortadelas durante *shelf life*.

Tempo (dias)	Lipídios (g/100g)	Proteína (g/100g)	Amido (g/100g)	pH	Aw	Umidade (g/100g)
F1 – amido mandioca						
0	18,29	12,71	4,74	6,29	0,958	57,27
20	-	-	-	6,34	0,956	57,03
40	-	-	-	6,28	0,958	57,29
60	-	-	-	6,27	0,954	57,11
80	19,74	12,32	4,00	6,20	0,954	57,06
F2 – amido milho waxy modificado						
0	18,97	12,49	4,04	6,30	0,958	57,60
20	-	-	-	6,31	0,957	57,29
40	-	-	-	6,28	0,959	57,30
60	-	-	-	6,29	0,957	57,05
80	18,20	12,26	3,69	6,14	0,953	57,10
F3 – amido mandioca modificado						
0	18,38	12,49	4,41	6,28	0,957	57,39
20	-	-	-	6,33	0,957	57,39
40	-	-	-	6,27	0,955	57,15
60	-	-	-	6,25	0,955	56,98
80	19,14	12,37	3,35	6,25	0,954	56,99
F4 – farinha de arroz pré-gelatinizada						
0	18,79	12,55	3,96	6,36	0,957	57,26
20	-	-	-	6,32	0,953	57,41
40	-	-	-	6,27	0,954	57,12
60	-	-	-	6,27	0,956	56,89
80	19,11	12,31	3,97	6,19	0,955	56,86

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Os teores de lipídios apresentados pelas formulações elaboradas obedecem aos padrões estipulados pela Legislação Brasileira através da Instrução Normativa N°04 – anexo IV (2000), onde esta estabelece máximo de 30 % de lipídios nas mortadelas. Os resultados entre tempo zero e tempo 80 dias permaneceram estáveis.

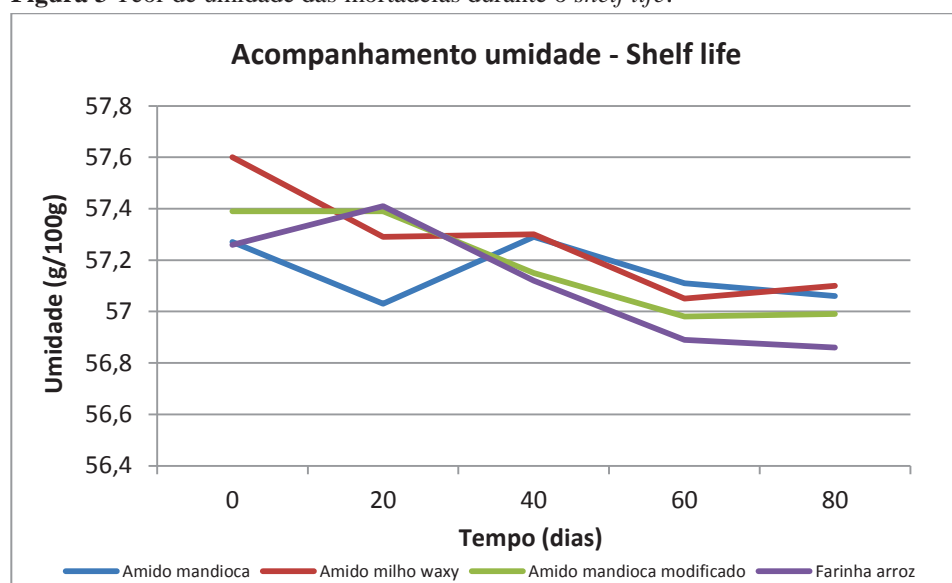
Os percentuais de proteína final das formulações elaboradas obedecem ao percentual mínimo de 12% solicitado pela Legislação Brasileira (Instrução Normativa N°04 – Anexo IV, 2000). Este resultado também se confirma para o teor de amido, o qual ficou abaixo de 5 % conforme exigido pela Legislação já citada.

Comparando os resultados de proteína e lipídios, a adição na formulação inicial antes do cozimento foi de 61,5 % de recorte de frango mais carne mecanicamente separada e 15 % de gordura de frango. A diferença no resultado final dá-se pelo teor de lipídios que a carne mecanicamente separada possui.

Esta proporção só seria afetada se a carne mecanicamente separada, na sua composição química, tivesse um percentual de lipídios elevado (> 30 %) reduzindo a proteína para menos de 12 %. Não foi realizada a composição físico-química das matérias-primas utilizadas, este é um fator a ser considerado quando da realização de novos testes.

Na Figura 3 estão apresentados os resultados de umidade das mortadelas elaboradas.

Figura 3 Teor de umidade das mortadelas durante o *shelf life*.



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Os resultados de umidade das formulações analisadas ficaram abaixo de 65 % conforme estipulado pela Legislação já citada. A média de umidade ficou 57,22 % nas formulações incluindo *shelf life*. O percentual de umidade abaixo 60% é resultado da adição de gordura na formulação. Estudos realizados por Prestes et al. (2015) visando produção de mortadelas com baixo teor de gordura encontram resultados de umidade 64,54 % e 64,00 % utilizando amido de mandioca de amido de milho.

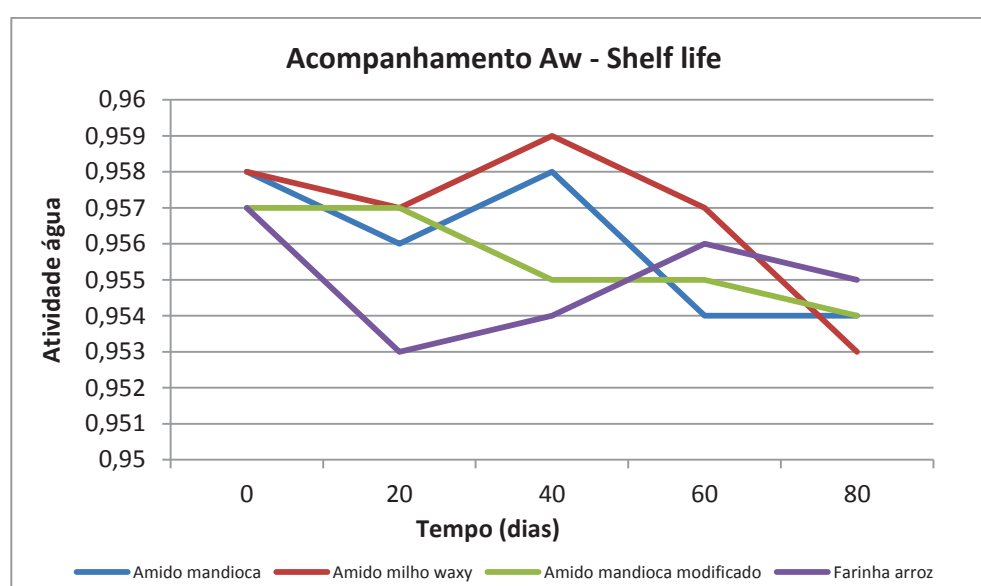
PIETRASIK et al. (2010) cita que a maioria dos estudos relatam aumento de umidade em produtos de carne de gordura reduzida e isso está relacionado ao alto teor de carne, bem como ao nível de sólidos solúveis na formulação. Geralmente, a redução do teor de gordura

diminuiu as propriedades de hidratação das mortadelas, resultando em umidade mais expressiva.

Os resultados de umidade abaixo de 60 % correlação correta entre o teor de gordura adicionado na formulação, quanto maior a quantidade de gordura adicionada, menor será o resultado de umidade do produto.

Na Figura 4 estão apresentados os resultados de atividade de água das mortadelas elaboradas.

Figura 4 Atividade de água da mortadela durante *shelf life*.



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

O Ofício-Circular 005/2015 do MAPA (2015) estabelece que para a segurança microbiológica de mortadelas comercializadas a temperatura ambiente: produto possua Aw (atividade de água) máxima de 0,955.

Avaliando os resultados obtidos de atividade de água das mortadelas elaboradas com os amidos mandioca/milho waxy modificado/mandioca modificada/farina de arroz pré-gelatinizada nota-se que em nenhuma das análises realizadas em nenhuma das formulações estudadas atendeu-se o mínimo de 0,955 conforme Legislação Brasileira citada. Apenas para a formulação com amido mandioca nos tempos 60 e 80 dias tivemos atividade de água 0,954, para formulação com amido milho waxy e mandioca modificada tiveram no tempo 80 dias atividade de água de 0,953 e 0,954 respectivamente. Já para a formulação com farinha de arroz nos tempos 20, 40 e 80 dias atividade de água apresentou resultados de 0,953, 0,954 e 0,955 respectivamente, abaixo do estipulado, dentro do padrão. Pode-se verificar também que

todos os resultados ficaram entre 0,960 e 0,953, o que pode ter relação com a quantidade de gordura e solutos (sais/açúcar) adicionados na formulação.

Segundo Forsythe (2005) uma solução de água pura possui valor de atividade de água igual a 1,00. A adição de solutos reduz o valor de atividade de água para menos de 1,00. A atividade de água tem sido bastante utilizada como um fator de conservação de alimentos por meio de adição de sal ou açúcar.

A quantidade de gordura adicionada à formulação pode ter afetado os resultados de atividade de água. Prestes et al. (2015) em estudo de formulações com baixo teor de lipídios encontrou atividade de água de 0,968 para formulações com amido de mandioca e 0,965 para formulações com amido de milho. Comparando os resultados obtidos nas formulações a atividade de água ficou 0,958/0,958/0,957/0,957 respectivamente no tempo zero, nota-se uma redução significativa em comparação aos resultados encontrados por Prestes et al. (2015). Desta forma, verifica-se a influencia da gordura adicionada na formulação em relação à redução da atividade de água.

Segundo Morin et al. (2004) grande parte da água livre que inicialmente está disponível para o sistema torna-se ligada pela rede de proteínas ao misturar-se e subsequente aquecimento.

Relacionado os resultados de atividade de água com o as formulações elaborados com os diferentes tipos de amidos as afirmações como as citadas por García-García et al. (2008) onde em sistemas de carne/amido, o amido gelatinizado absorve mais água e atua para preencher espaços intersticiais na matriz de gel músculo-proteína, afetando a ligação da água não foram confirmadas neste trabalho pois não houve mudança significativa nos resultados de atividade de água utilizando os diferentes tipos de amido.

Deve-se levar em consideração nestes resultados a influencia das matérias-primas utilizadas. Teores de umidade dos recortes de frango e da carne mecanicamente separada pode influenciar a atividade de água do produto final. A umidade que estas matérias-primas carregam pode influenciar de forma negativa a estabilidade da emulsão e por consequência a retenção de água necessária para redução da atividade de água. A umidade das matérias-primas não foi objeto de estudo deste trabalho, mas deve ser considerada quando da realização de novos estudos para redução da atividade de água em mortadela.

4.2.2 Análises microbiológicas

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados microbiológicos de *shelf life* (vida de prateleira) das mortadelas nas formulações amido mandioca/amido milho waxy modificado/amido mandioca modificado/farinha arroz pré-gelatinizada conservadas a temperatura ambiente (até 25 °C).

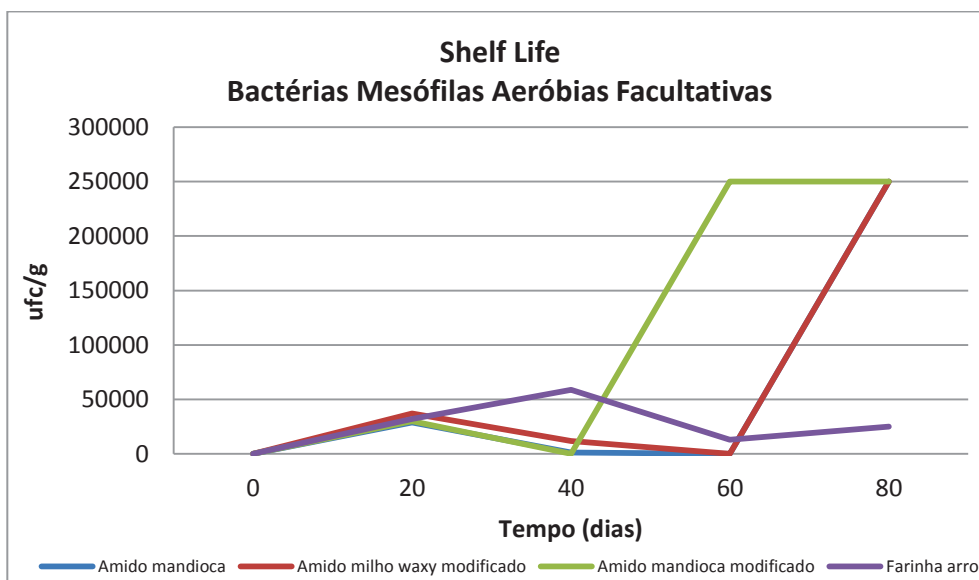
Tabela 9 Avaliação microbiológica das mortadelas durante o *shelf life*.

Tempo (dias)	Bactérias				
	Bactérias mesófilas aeróbias facultativas (ufc/g)	Coliformes termotolerantes (ufc/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/g)	<i>Clostridium sulfito redutor</i> (ufc/g)	<i>Salmonella</i> sp/25g
F1 – amido mandioca					
0	10	<10	<10	<10	Ausente
20	29.000	-	-	-	-
40	1.300	-	-	-	-
60	10	-	-	-	-
80	250.000	<10	<10	<10	Ausente
F2 – amido milho waxy modificado					
0	20	<10	<10	<10	Ausente
20	37.000	-	-	-	-
40	12.000	-	-	-	-
60	10	-	-	-	-
80	250.000	<10	<10	<10	Ausente
F3 – amido mandioca modificado					
0	20	<10	<10	<10	Ausente
20	30.000	-	-	-	-
40	10	-	-	-	-
60	250.000	-	-	-	-
80	250.000	<10	<10	<10	Ausente
F4 – farinha arroz pré-gelatinizada					
0	10	<10	<10	<10	Ausente
20	32.000	-	-	-	-
40	58.800	-	-	-	-
60	13.000	-	-	-	-
80	250.000	<10	<10	<10	Ausente

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Na Figura 5 esta apresentado o resultados microbiológico das mortadelas elaboradas.

Figura 5 Avaliação microbiológica das mortadelas durante o *shelf life*.



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Resultados para as bactérias coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium sulfito redutor* e *Salmonella* nos tempos zero e 80 dias não demonstraram alterações, permanecendo dentro dos padrões estipulados pela Legislação vigente (ANVISA – Resolução RDC N°12 de 02 de Janeiro de 2001). Isso é de grande importância para segurança alimentar e qualidade do produto demonstrando que as etapas de mistura de ingredientes (como sais e nitrito) foram realizadas de forma correta bem como todo o processo de cozimento (temperatura mínima de 72 °C) garantiu a redução das bactérias patogênicas inclusive durante o *shelf life* do produto.

Segundo Forsythe (2005) os alimentos degradados são aqueles que têm sabor e odor desagradáveis. Essa degradação é resultado do crescimento indesejável de microrganismos produtores de compostos voláteis durante seu metabolismo.

Para alimentos frescos, as principais alterações na qualidade podem ocorrer devido:

- Ao crescimento e metabolismo bacteriano, resultando em possíveis alterações de pH e formação de compostos tóxicos, odores desagradáveis e formação de gás e camadas limosas;
- À oxidação de lipídios e pigmentos contidos em alimentos gordurosos, resultando na liberação de sabor indesejável e na formação de compostos que possuem efeitos biológicos adversos ou que favoreçam a descoloração.

Observando os resultados obtidos temos uma grande variação de crescimento de Bactérias mesófilas aeróbias nas formulações amido mandioca/milho waxy

modificado/mandioca modificada/farina arroz pré-gelatinizada nos períodos de *shelf life* de 0, 20, 40, 60 e 80 dias. As amostras não tiveram comportamento de crescimento gradativo ao longo do período de vida de prateleira.

As carnes são produtos altamente perecíveis com atividade de água suficiente para o crescimento da maioria dos microrganismos (FORSYTHE, 2005).

O fator atividade de água não interferiu nos resultados, pois se avaliando o crescimento bactérias mesófilas aeróbias para formulação com amido mandioca nos tempos 0 e 60 dias foi de 10 ufc/g e 10 ufc/g com atividade de água respectivamente de 0,958 e 0,954. Esse comportamento também foi observado para as demais formulações inclusive para farinha e arroz pre-gelatinizada a qual apresentou os menores resultados de atividade de água, nos tempos 20 e 40 dias, atividade de água de 0,953 com 32.000 ufc/g e atividade de água de 0,954 com 58.800 ufc/g.

4.2.3 Perfil de textura das mortadelas

Na Tabela 10 estão demonstrados os resultados de textura das mortadelas formuladas com os diferentes tipos de amido.

Tabela 10 Textura das formulações da mortadela durante *shelf life*.

Tratamento	Dureza	Coabilidade	Elasticidade	Mastigabilidade
Tempo zero dias				
F1	140,12 ^a ±12,26	0,510 ^a ±0,01	76,14 ^a ±7,33	67,35 ^a ±6,54
F2	144,98 ^a ±7,42	0,467 ^b ±0,01	67,71 ^a ±2,62	59,20 ^a ±3,96
F3	154,19 ^a ±0,25	0,494 ^a ±0,00	76,27 ^a ±0,64	64,74 ^a ±0,30
F4	140,31 ^a ±9,22	0,505 ^a ±0,01	68,70 ^a ±4,14	59,08 ^a ±6,58
Tempo 20 dias				
F1	541,31 ^a ±11,23	0,443 ^a ±0,01	228,58 ^a ±24,24	222,20 ^a ±27,05
F2	622,91 ^a ±46,48	0,457 ^a ±0,02	281,27 ^a ±17,28	280,46 ^a ±14,41
F3	623,90 ^a ±22,76	0,429 ^a ±0,05	268,00 ^a ±41,43	261,55 ^a ±40,57
F4	608,45 ^a ±44,41	0,502 ^a ±0,02	305,57 ^a ±26,91	302,80 ^a ±22,69
Tempo 40 dias				
F1	434,25 ^a ±9,63	0,592 ^a ±0,21	188,81 ^a ±9,89	159,51 ^a ±46,41
F2	381,23 ^a ±82,63	0,488 ^a ±0,12	190,56 ^a ±81,22	162,37 ^a ±95,26
F3	515,29 ^a ±42,66	0,405 ^a ±0,01	227,08 ^a ±5,96	224,13 ^a ±5,97
F4	521,82 ^a ±16,79	0,392 ^a ±0,01	204,35 ^a ±8,98	200,06 ^a ±6,34
Tempo 60 dias				
F1	496,84 ^a ±85,04	0,401 ^a ±0,04	237,77 ^a ±25,03	231,85 ^a ±22,95
F2	526,66 ^a ±15,28	0,397 ^a ±0,01	211,96 ^a ±2,77	206,07 ^a ±2,34
F3	597,66 ^a ±10,74	0,432 ^a ±0,06	212,91 ^a ±45,23	206,00 ^a ±41,73
F4	632,26 ^a ±18,80	0,429 ^a ±0,03	231,21 ^a ±28,46	296,21 ^a ±40,47
Tempo 80 dias				
F1	462,67 ^b ±35,60	0,475 ^a ±0,01	245,79 ^a ±26,26	243,92 ^a ±28,49
F2	412,62 ^c ±6,93	0,346 ^c ±0,02	143,02 ^c ±10,94	132,29 ^c ±15,36
F3	542,07 ^a ±4,87	0,401 ^b ±0,01	217,23 ^{ab} ±2,98	213,82 ^{ab} ±5,25
F4	526,25 ^a ±15,48	0,399 ^b ±0,02	197,10 ^b ±2,16	190,98 ^b ±3,34

Legenda: F1: amido de mandioca; F2: amido de milho ceroso modificado; F3: amido mandioca modificado; F4: farinha de arroz pré-gelatinizada.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

A textura dos produtos cárneos processados depende da estrutura da matriz formada pelo gel proteico, dos solutos, das partículas aprisionadas no gel e do teor de umidade (FLORES et al, 2007).

Avaliando os resultados de textura para dureza, coesão, elasticidade de mastigabilidade acompanhados em cada tempo (0, 20, 40 e 60 dias) respectivamente observou-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) para os tratamentos avaliados dentro dos seus respectivos tempos de *shelf life*.

As comparações foram conduzidas dentro dos próprios tempos de análise entre os amidos utilizados com o intuito de avaliar se a textura da mortadela seria afetada pelo uso dos diferentes amidos (F1/F2/F3/F4).

Para os tempos 0, 20, 40 e 60 dias avaliando os tratamentos dentro dos próprios tempos de *shelf life* demonstram que qualquer um dos amidos pode ser utilizado na produção de mortadelas de frango, sem afetar a textura das mesmas. Esse fator se torna importante dentro da indústria dando maiores opções de ingredientes e viabilidade de substituições nos processos industriais.

Se observarmos o tempo 80 dias, o qual já ultrapassou o *shelf life* estipulado do produto de 60 dias temos resultados diferentes de textura. Para o atributo dureza os tratamentos F3 e F4 (542,07 e 526,25 respectivamente) não diferenciam entre si a nível de significância de $p < 0,05$), mas diferenciaram dos tratamentos F1 e F2. Para o atributo coesão o mesmo comportamento é observado, já para os atributos elasticidade e mastigabilidade ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os testes realizados F1/F2/F3/F4. Observando os resultados microbiológicos do tempo 80 dias, podemos verificar que já ocorreu uma degradação oxidativa e também crescimento microbiano pelo tempo adianto de vida de prateleira do produto. As oxidações e o crescimento microbiano causam variações na textura dos produtos conforme mencionado por Forsythe (2005).

PRESTES et al. (2015) realizou estudo de diferente tipos de amido em mortadela a conservação resfriada com baixo teor de gordura. Os resultados obtidos para dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade apresentaram diferenças significativa entre si ($p < 0,05$). O tratamento CORN (amido milho nativo) apresentou os maiores resultados de dureza, coesão, elasticidade respectivamente 190,94; 0,74; 1,22; 173,35.

AYADI et al. (2009) estudou a influencia da adição da carragena nas propriedades da salsicha de peru. A salsicha foi elaborada sem adição de gordura, com diferentes níveis de carragena e conservada sob refrigeração até 4 °C. Os resultados obtidos mostram que a adição de carragena reduz a estabilidade da emulsão e aumenta a capacidade de ligação da água. Além disso, a adição de carragena provoca alteração significativa na textura da salsicha e na microestrutura.

Os dois estudos citados acima apresentaram diferentes nas texturas dos produtos elaborados, já o presente trabalho não demonstrou diferença nas texturas das mortadelas com os diferentes tipos de amidos. Comparando as formulações e métodos dos trabalhos de Prestes et al. (2015) e Ayadi et al. (2009), os dois produziram embutidos emulsionados com baixos teor ou nenhum teor gordura e os produtos foram conservados a temperatura de resfriamento

(<4 °C), já o presente trabalho manteve os níveis de gordura na formulação e as mortadelas formam conservadas a temperatura <25 °C. Estes podem ter sido os fatores que influenciaram para que não ocorresse diferença de textura nas mortadelas.

4.2.4 Análise sensorial das mortadelas

Os resultados da análise sensorial utilizando o teste de diferença do controle para as mortadelas nos tratamentos F1/F2/F3/F4 foram tabulados e demonstrados conforme Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 Análise sensorial para atributo textura das mortadelas.

Julgadores	F1	F2	F3	F4
1	0	0	1	0
2	0	0	1	0
3	0	0	1	0
1	0	0	1	-1
2	0	0	1	-1
3	0	0	1	-1
1	1	1	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	0	0
1	-1	1	-1	0
2	-1	1	-1	0
3	-1	1	-1	0
Total	0	6	3	-3
Média	0	0,5	0,25	-0,25

Legenda: F1: amido de mandioca; F2: amido de milho ceroso modificado; F3: amido mandioca modificado; F4: farinha de arroz pré-gelatinizada.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

A análise de dados foi realizada por meio de análise de variância , onde n=4 são as amostras e p=3 são os julgadores. Os dados foram avaliados através da ferramenta do EXCEL, análise de dados, utilizando ANOVA: fator duplo sem repetição e teste de DUNNETT para verificar quais amostras se diferem do controle a nível de 5%.

Tabela 12 Dados do teste ANOVA para comparação dos resultados da análise sensorial.

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Linhas (julgadores)	3,75	11	0,340909	0,714286	0,716521	2,093254
Colunas (amostras)	3,75	3	1,25	2,619048	0,067222	2,891564
Erro	15,75	33	0,477273			
Total	23,25	47				

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Avaliando os resultados para os julgadores, o valor de $p=0,71$ foi maior que 0,05 o que demonstra que não houve diferença significativa entre os julgadores durante a avaliação das amostras F1/F2/F3/F4 no atributo textura. Nenhum dos julgadores encontrou diferença na textura dos tratamentos.

Avaliando os resultados para as amostras, o valor de $p=0,06$ foi maior que 0,05 o que demonstra que não houve diferença significativa entre as amostras avaliadas. Todos os tratamentos utilizados F1/F2/F3/F4 não demonstraram diferenças de textura entre si, os amidos utilizados não demonstraram diferenças na interpretação dos julgadores sensoriais.

O teste de DUNNETT foi aplicado para confirmação dos resultados, conforme segue:

$$DMS_{\alpha} = d_{\alpha} \frac{\sqrt{2MQ \text{ do erro}}}{n} \quad \text{Eq. 2 .}$$

Onde,

DMS = o que se quer achar

d = tabela com valores críticos para o teste DUNNETT ($\alpha= 5\%$ e 1%)

MQ do erro = tabela teste ANOVA

n = número de julgadores

$$DMS 5\% = 2,68 \frac{\sqrt{2 \cdot 0,47}}{3} = 1,50 \quad \text{Eq. 3 .}$$

Logo a diferença mínima significativa em nível de $5\% = 1,50$.

- Padrão (F1) x amostra F2 = $0 - 0,05 = -0,05$. Como $-0,05 < 1,50$ não há diferença significativa entre a amostra F1 e F2 a nível de 5% ;
- Padrão (F1) x amostra F3 = $0 - 0,25 = -0,25$. Como $-0,25 < 1,50$ não há diferença significativa entre as amostra F1 e F3 a nível de 5% ;

- Padrão (F1) x amostra F4 = $0 - (-0,25) = 0,25$. Como $0,25 < 1,50$ não há diferença significativa entre as amostras F1 e F4 a nível de 5%.

Desta forma, podemos dizer que a mudança nos tipos de amidos utilizados nos tratamentos F1/F2/F3/F4 não diferem entre si no atributo textura a nível de significância de $p < 0,05$.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados físico-químicos, de propriedades de pasta, de textura dos géis e sinérese dos amidos estudados demonstram que o amido A1 (amido de mandioca) apresenta maior estabilidade com menor tendência a retrogradação, maior coesividade e gomosidade.

Um dos fatores que pode ter influenciado as características de textura foi o percentual de gordura da formulação. Para estas formulações foi disponibilizado gordura na tentativa de estabilizar a atividade de água abaixo de 0,955.

Os resultados da elaboração das mortadelas testes demonstram que para a estabilidade das emulsões a qualidade das matérias-primas e padronização das mesmas (principalmente teor de umidade) é de grande importância para estabilidade do complexo água x gordura x proteína. A introdução de solutos como sal e açúcar se fazem necessários para estabilidade das emulsões que necessitam atividade de água abaixo de 0,955.

Os amidos utilizados não tiveram nenhuma interferência na estabilidade de atividade de água dos produtos.

6 CONCLUSÃO

Em produtos cárneos emulsionados conservados a temperatura ambiente as características dos amidos não se refletiram no produto final, pois não houve diferença significativa de textura entre as mortadelas quando comparadas entre os tipos de amidos utilizados.

Pode-se verificar uma nova gama de amidos os quais podem ser utilizados nas mortadelas conservadas a temperatura ambiente (seco e fresco até 25 °C) sem afetar sua textura, dando mais flexibilidade para Indústria.

Os resultados físico-químicos da elaboração das mortadelas testes demonstram que para a estabilidade das emulsões frente à atividade de água fatores como qualidade das matérias-primas, percentual de gordura e solutos disponíveis é mais importante do que o uso de amidos.

A elaboração da formulação de embutidos emulsionados é complexa e necessita estudo e conhecimento de diversos fatores, tanto intrínsecos quanto extrínsecos ao processo para que o produto elaborado atenda o *shelf life* necessário à temperatura de conservação proposta (produto seco e fresco até 25 °C).

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- ALMEIDA, M. C. B. M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotérmicamente, proveniente de banana verde, variedade ‘prata’**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) -Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.
- AYADI, M. A.; KECHAOU, A.; MAKNI, I.; ATTIA, H. **Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties**. Journal of Food Engineering. v. 93, p 278-283, 2009.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos**. Teoria e Prática. Editora UFV: São Paulo, 5ª Ed., 2011.
- BALDWIN, P.M. **Starch-granule associated proteins and polypeptides: a review**. Starch/Starke. v.53, p. 475-03, 2001.
- BALASUBRAMANIAN, S.; SHARMA, R.; KAUR, J.; BHARDWAJ, N. Isolation, modification and Characterization of Finger Millet (*Eleusine coracana*) Starch. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 1, p. 339-347, Oct. 2011.
- BECKER, R. E. L. et al. **A compositional study of amaranth grain**. Journal Food Science, v. 46, p. 1175-1180, 1981.
- BLIGH, E. G. & DYER, H. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Can. J. Biochemical Physiol., v. 37, p. 911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. Institui Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carnes Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº20 de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício-Circular nº005 de 27 de julho de 2015. Informações sobre registro do produto mortadela conservada em temperatura ambiente.
- CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; MORANTE, N.; FREGNE, M.; DUFOUR, D.; SMITH, A. M. **Discovery of an amylose-free starch mutant in cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.55, p. 7469-7476, 2007.
- CENCI, D. F. **Estudo da influência de variáveis do processo emulsificação de mortadela de frango**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia de

Alimentos), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2013.

CARBALLO, J.; BARETTO, G.; COLMENERO, F. J. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 673-677, 1995.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2005.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º Edição. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2010.

GALDEANO, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; MALI, S.; BELLO-PEREZ, L. A. Propriedades físico-químicas do amido de aveia da variedade brasileira IAC 7. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 905-910, 2009.

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS, A. **Low-fat sodium-reduced sausages: effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach**. *Meat Science*, v.78, p.406-413, 2008.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Livraria Nobel, 2009.

GUERRA, I. C. D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; RORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3º ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1994.

HONORATO, T. C.; BATISTA, E.; NASCIMENTO, K. O.; PIRES, T. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 01-11, 2013.

JONES, K. W.; MANDINGO, R. W. **Effects of chopping temperature on microstructure of meats emulsions**. *Journal of Food Science*, v. 47, p. 1930-1935, 1982.

JULIANO, B.O; PEREZ, C.M.; BLACENEY, A.B.; CASTILLO, D.T.; KONGSEREE, N.; LAIGNELET, B.; LAPIS, E.T.; MURTY, V.V.S.; PAULE, C.M.; WEBB, B.D. **Intl. cooperative testing on the amylose content of milled rice**. *Starch/Starke*. v. 33, p. 157-162, 1981.

KALVIAINEN, N.; ROININEN, K.; TUORILA, H. **Sensory characterization of texture and flavor of high viscosity gels made with different thickeners**. *Journal of Texture Studies*, v. 31, n. 4, p. 407-420, 2000.

MCCLEMENTS, D. J.; CHANTRAPORNCHAI W.; CLYDESDALE F. Prediction of Food Emulsion Color Using Light Scattering Theory. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p. 935–939, 1998.

MORIN, L. A.; TEMELLI, F.; MCMULLEN, L. **Interactions between meat proteins and barley (*Hordeum spp.*) b-glucan within a reduced-fat breakfast sausage system**. *Meat Science*, v.68, p.419-430, 2004.

LINEBACK, D. R. **The Starch Granule: organization and properties**. *Bakers Digest*. v. 58, p. 16-21, 1984.

LIMBERGER, V.M. **Modificação física e química do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2006.

LIM, S. T.; KASEMSUWAN, T.; JANE, J. **Characterization of phosphorus in starch by ³¹P – nuclear magnetic resonance spectroscopy**. *Cereal Chemistry*, v. 71, p. 488-493, 1994.

MUA, J.P.; JACKSON, D.S. **Gelatinization and Solubility Properties of Commercial Oat Starch**. *Starch*, v.47, n.1, p.2-7, 1995.

OLIVEIRA, A. F. **Análise Sensorial de Alimentos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Curso de Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2010.

OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Livraria Varela. São Paulo, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. P.; RODRIGUEZ, M. I. C.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S.. **Tecnología de Alimentos**. Volume 2. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2005.

ORO, T. LIMBERGER, V.M. MIRANDA, M. Z. RICHARDS, N.S.P.S. GUTKOSKI, L.C. FRANCISCO, A. **Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães**. *Ciência Rural*, v. 43, n. 4, p. 754, 2013.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Volume II. Editora: Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 1994.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.; **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2. ed. Goiânia: Editora UFG, 2005.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C. **Functional ingredients for poultry meat products**. *Trends Food Sci Technol*. v. 33, p. 27-39, 2013.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. **Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna**. *Food Research International*, v. 43, p. 602-608, 2010.

PRESTES, R. C.; SILVA, L. B.; TORRI, A. M. P.; KUBOTA, E. H.; ROSA, C. S.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; DEMIATE, I. M. **Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches**. Food Science Technology, v. 52(7), p. 4360-4368, 2015.

SARTORI, L. R.; LOPES, N. P.; GUARATINI, T. **A química e os cuidados da pele**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

SHANDU, K. S.; SINGH, N. **Some properties of corn starches II: physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties**. Food Chemistry, Oxford, v. 101, n. 4, p. 1499-1507, 2007.

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1986

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M.. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Editora: Livraria Varela. São Paulo, 2006.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologias de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

TESTER, R. F.; MORRISON, W. R. **Swelling and gelatinization of cereal starches. II. Waxy rice starches**. Cereal Chemistry, v. 67(6):558-63.

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. **From sucrose to starch granule to physical behavior: a focus on rice starch**. Carbohydrate Polymers 58:245-66, 2004.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and Meat Products**. Chapman & Hall, Great Britain, p. 417, 1995.

WANG, Y.J. **Properties and structures of flours and starches form whole, broken, and yellowed rice kernels in a model study**. Cereal Chemistry. v. 79, n.3, p. 383-386, 2002.

WANG, S.; WANG, J.; YU, J.; WANG, S. A comparative study of annealing of waxy, normal and high-amylose maize starches: The role of amylose molecules. **Food Chemistry**, v. 164, p. 332-228, 2014.

WANI, I. A.; SOGI, D. S.; WANI, A. A.; GILL, B. S.; SHIVHARE, U. S. **Physico-chemical properties of starches form Indian kidney bean (Phaseolus vulgaris) cultivars**. Food Science and Technology, v. 45:2176-85, 2010.

WANI, A. A.; SINGH, P.; SHAH, M. A.; SCHWEIGGERT-WEISZ, U.; GUL, K.; WANI, I. A. **Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties – A Review**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. v. 11, p. 417-436, 2012.

WEBER, H. F.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. **Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v 29(4): 748-753, Campinas, out.-dez. 2009.

WENJIE, L.; LANIER, T. **Combined use of variable pressure scanning electron microscopy and confocal laser scanning microscopy best reveal microstructure of comminuted meat gels.** Food Science and Technology. v 62, p 1027-1033, 2015.

ZAVAREZE, E. R.; PEREIRA, J. M.; MOURA, F. A.; SPIER, F.; HELBIG, E.; DIAS, A. R. G. **Teor de amido resistente e perfil de textura de amidos de arroz com diferentes níveis de amilose modificados hidrotermicamente.** Brazilian Journal of Food Technology , 2010.

ZHANG, X.; TONG, Q.; ZHU, W.; REN, F. **Pasting, rheological properties and gelatinization kinetics of tapioca starch with sucrose or glucose.** Journal of Food Engineering. v 114, p. 255–261, 2013.

ZHU, L. **Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch.** Carbohydrate Polymers. v.122, p. 456-480, 2015.

APÊNDICE A – Artigo científico

Influência dos Amidos Nativos e Modificados nas Propriedades Físico-químicas e de Textura da Mortadela de Frango

Christine Scandolaria^I, Elci Lotar Dickel^{II}, Luis Carlos Gutkoski^{III}

^I Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos/PPGCTA – Universidade de Passo Fundo/UPF – Passo Fundo, RS

^{II} Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Passo Fundo/UPF – Km 171, Br 285 – São José – Cx. P. 611 – 99001-970 – Passo Fundo, RS. (*) Autor correspondente: elcidickel@upf.br

^{III} Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Passo Fundo/UPF – Passo Fundo/RS

RESUMO

A fabricação de produtos cárneos industrializados representa uma parte importante da indústria cárnica mundial. Dentro da gama de produtos cárneos emulsionados produzidos no país têm-se as mortadelas as quais se caracterizam por produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão de carne de frango, suíno ou bovino, acrescido ou não de toucinho, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao tratamento térmico adequado, conservado ou não a temperatura ambiente. A textura desta emulsão é resultado da interação das gorduras animais com água, sais e proteínas cárneas, além do amido, um polissacarídeo utilizado em larga escala nos produtos cárneos emulsionados, por suas propriedades gelificantes que auxiliam na textura, retenção de água, consistência e estabilidade dos produtos. O principal amido disponível para este processo é o de mandioca, porém nem sempre a sua disponibilidade atende as necessidades, sendo assim, as indústrias necessitam buscar alternativas para manter a qualidade dos produtos o que pode gerar dificuldades de adaptação de outros amidos a formulação. Dentro deste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de diferentes tipos de amidos no produto mortadela de frango e seu comportamento frente à textura, propriedades físico-químicas

(atividade de água) em conformidade com a Legislação vigente. Para estas avaliações foram utilizadas quatro formulações com 5% de amido. Os produtos embutidos foram caracterizados por análise físico-química (atividade de água) e de textura em equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra). Os resultados demonstraram que a utilização dos diferentes tipos de amido não afetou as propriedades da mortadela quando comparados entre eles durante o *shelf life*, não houve alteração da textura dos produtos e nem influencia destes nas análises de atividade de água. Demonstrando assim uma gama maior de amidos como opção para indústria de alimentos.

Palavras-chave: Géis cárneos. Hidrocolóides. Produto emulsionado. Retenção de água.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição entre os três maiores produtores mundiais de carne de frango, com Estados Unidos e China. Para atender as exigências dos países exportadores se faz necessário trabalhar os cortes de carne de frango refilando os mesmos, estes refiles geram pedaços de carne os quais necessitam ganhar valor agregado.

Uma das formas utilização destes retalhos é a geração de produtos industrializados emulsionados ou não.

Os produtos cárneos emulsionados caracterizam-se por serem elaborados a base de carne e/ou miúdos comestíveis acrescidos ou não de especiarias e condimentos submetidos a tratamento térmico adequado. Nesse grupo, encontram-se produtos como mortadelas e salsichas.

As mortadelas são os produtos emulsionados mais populares consumidos hoje no país, sendo produzida em grande escala. Possui em sua formulação ingredientes e coadjuvantes que caracterizam seu sabor e textura. Um dos ingredientes empregados é o amido, um polissacarídeo utilizado em larga escala na obtenção de produtos cárneos emulsionados.

O amido é um coadjuvante de produção usado em todos os seguimentos da indústria alimentícia pelas suas propriedades gelificantes que auxiliam na textura, retenção de água, consistência e estabilidade dos produtos. O principal amido utilizado é o amido de mandioca, porém nem sempre sua disponibilidade atende as necessidades da indústria, tornando-se escasso em determinadas épocas. Quando isto ocorre à indústria cárnea precisa buscar alternativas de amido, porém nem todos os disponíveis no mercado possuem características adequadas para os produtos emulsionados gerando dificuldade de adaptação destes as formulações.

Outro fator importante a ser destacado é a forma de conservação da maioria das mortadelas populares produzidas no país. Elas se caracterizam pela conservação a temperatura

ambiente. Este tipo de conservação de acordo as práticas de fabricação pode gerar problemas microbiológicos no produto e afetar a segurança alimentar. Assim as indústrias necessitam buscar formulações que atendem no máximo 0,955 de atividade de água visando à conservação a temperatura ambiente e que atendam os limites estabelecidos pela legislação brasileira.

Deste modo, a busca por novas alternativas de coadjuvantes de processo é de grande importância para as indústrias do setor cárneo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de diferentes tipos de amidos no produto mortadela de frango e seu comportamento frente à textura, propriedades físico-químicas (atividade de água).

2. MATERIAL E METÓDOS

Descrição do local do experimento

Os experimentos foram realizados em uma Agroindústria da região norte do Rio Grande do Sul. Foram utilizados matérias-primas e ingredientes fornecidos pela própria Agroindústria e os amidos foram adquiridos de fornecedores especializados.

Procedimentos analíticos

A definição das formulações da mortadela seguiu o preconizado pela Legislação vigente (Instrução Normativa nº 04 – Anexo II, do MAPA) frente ao permitido para adição de amidos e carne mecanicamente separada de frango. As formulações foram compostas por 60% de carne mecanicamente separada, 1,5% de miúdos de frango, 7% de pele de frango, 15% de gordura de frango, 1,5% de recortes de carne de frango, 5% de amido e 10% de demais ingredientes. Os amidos utilizados nas formulações foram F1- amido de mandioca, F2 - amido de milho waxy modificado, F3 - amido mandioca modificado e F4 - farinha de arroz pré-gelatinizada.

As formulações teste foram elaboradas uma a uma em bateladas de aproximadamente 580 Kg, as matérias-primas foram separadas e pesadas uma a uma em esteira transportadora com balança calibrada acoplada. Os ingredientes foram previamente pesados em balança calibrada e separados, incluindo os amidos a serem estudados. Após o processo de pesagem as matérias-primas e ingredientes foram encaminhados ao processo de pré-mistura em misturadeira de pás marca High Tech (Modelo WTV 1500). A ordem de adição para a pré-mistura foi: carne mecanicamente separada, recortes de carne, gordura, pele, miúdos e ingredientes incluindo os amidos.

Após o processo de 4 minutos de pré-mistura, a massa foi encaminhada para o refino em emulsificador com vácuo (Modelo I225 CDWMP, marca INOTEC, Alemanha) com discos de refino de 3,0/2,5/1,7 mm. O produto foi embutido em tripa artificial de poliamida

em peças de 400 g com auxílio de equipamento de embutimento (Modelo VF300, marca HANTMANN, Alemanha). O produto foi acondicionado em varas e posteriormente em gaiolas metálicas e em seguida encaminhado para cozimento em túnel contínuo com vapor direto, com 5 estágios de cozimento sendo 3 etapas de aquecimento (temperaturas entre 55 °C a 80 °C) e 2 etapas de resfriamento (a primeira com água a temperatura ambiente e a segunda com água a temperatura ≤ 4 °C).

Ao término da etapa de resfriamento foram separadas 240 amostras (60 peças de 400 g) de cada teste. As amostras foram acondicionadas em ambiente, seco e fresco em temperatura máxima de 25 °C para acompanhamento do *shelf life* nos tempos 0 (inicial), 20, 40, 60 e 80 dias de armazenamento. As mortadelas foram avaliadas quanto aos parâmetros físico-químicos (atividade de água) de textura.

A atividade de água foi determinada pelo equipamento analisador de atividade de água Decagon (Aqualab Series). A amostra foi previamente preparada, acondicionada em cápsula e esta inserida na câmara do analisador. Os valores de atividade de água e temperatura serão dados no visor do equipamento.

Para avaliar os perfis de textura das mortadelas (F1/F2/F3/F4) foi utilizado o equipamento texturômetro (modelo TA-XT plus, Stable Micro Systems, Inglaterra), segundo metodologia citada por Prestes et al. (2014) com algumas adaptações. Para as análises do perfil de textura as amostras foram cortadas em cubos de 4,0 cm x 4,0 cm x 2,5 cm e submetidas à compressão de 90% usando probe HDP/WBV com velocidade de 0,5 mm/segundo e intervalo de 0,5 segundos entre a primeira e a segunda compressão. Foram avaliados os seguintes parâmetros: dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade.

Análise estatística

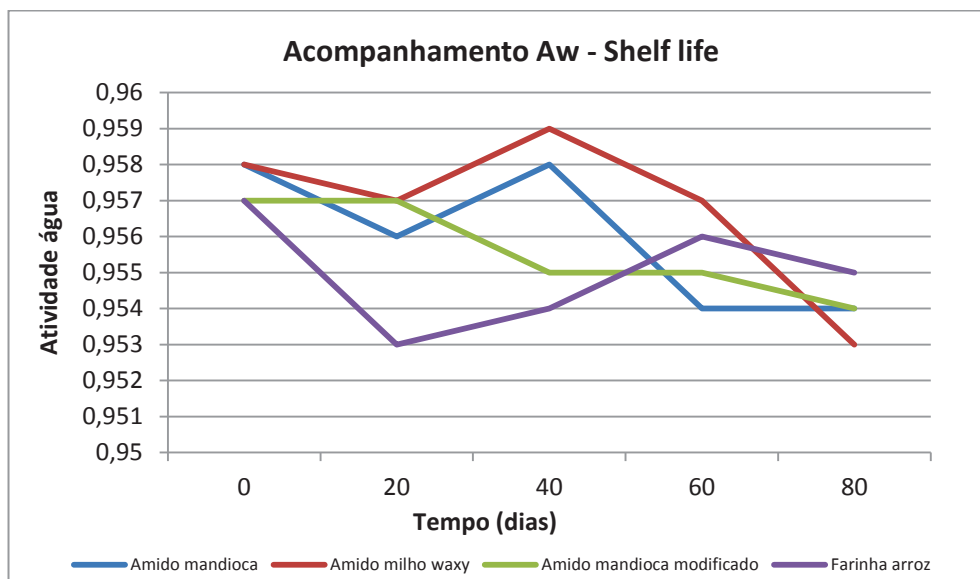
Os dados das análises foram expressos como média \pm desvio padrão (DP). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância seguida

pelo teste de Tukey, para comparação das médias. O programa estatístico utilizado foi o SASM – Agri versão 8.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os resultados de atividade de água das mortadelas elaboradas.

Figura 1 Acompanhamento da atividade de água das mortadelas durante o *shelf life*.



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

O Ofício-Circular 005/2015 do MAPA (2015) estabelece que para a segurança microbiológica de mortadelas comercializadas a temperatura ambiente: produto possua Aw (atividade de água) máxima de 0,955.

Avaliando os resultados obtidos de atividade de água das mortadelas elaboradas com os amidos mandioca/milho waxy modificado/mandioca modificada/farinha de arroz pré-gelatinizada nota-se que em nenhuma das análises realizadas em nenhuma das formulações estudadas atendeu-se o mínimo de 0,955 conforme Legislação Brasileira citada. Apenas para a formulação com amido mandioca nos tempos 60 e 80 dias tivemos atividade de água 0,954, para formulação com amido milho waxy e mandioca modificada tiveram no tempo 80 dias atividade de água de 0,953 e 0,954 respectivamente. Já para a formulação com farinha de arroz nos tempos 20, 40 e 80 dias atividade de água apresentou resultados de 0,953, 0,954 e 0,955 respectivamente, abaixo do estipulado, dentro do padrão. Pode-se verificar também que

todos os resultados ficaram entre 0,960 e 0,953, o que pode ter relação com a quantidade de gordura e solutos (sais/açúcar) adicionados na formulação.

Segundo Forsythe (2005) uma solução de água pura possui valor de atividade de água igual a 1,00. A adição de solutos reduz o valor de atividade de água para menos de 1,00. A atividade de água tem sido bastante utilizada como um fator de conservação de alimentos por meio de adição de sal ou açúcar.

A quantidade de gordura adicionada à formulação pode ter afetado os resultados de atividade de água. Prestes et al. (2015) em estudo de formulações com baixo teor de lipídios encontrou atividade de água de 0,968 para formulações com amido de mandioca e 0,965 para formulações com amido de milho. Comparando os resultados obtidos nas formulações a atividade de água ficou 0,958/0,958/0,957/0,957 respectivamente no tempo zero, nota-se uma redução significativa em comparação aos resultados encontrados por Prestes et al. (2015). Desta forma, verifica-se a influencia da gordura adicionada na formulação em relação à redução da atividade de água.

Segundo Morin et al. (2004) grande parte da água livre que inicialmente está disponível para o sistema torna-se ligada pela rede de proteínas ao misturar-se e subsequente aquecimento.

Relacionado os resultados de atividade de água com o as formulações elaborados com os diferentes tipos de amidos as afirmações como as citadas por García-García et al. (2008) onde em sistemas de carne/amido, o amido gelatinizado absorve mais água e atua para preencher espaços intersticiais na matriz de gel músculo-proteína, afetando a ligação da água não foram confirmadas neste trabalho pois não houve mudança significativa nos resultados de atividade de água utilizando os diferentes tipos de amido.

Deve-se levar em consideração nestes resultados a influencia das matérias-primas utilizadas. Teores de umidade dos recortes de frango e da carne mecanicamente separada pode

influenciar a atividade de água do produto final. A umidade que estas matérias-primas carregam pode influenciar de forma negativa a estabilidade da emulsão e por consequência a retenção de água necessária para redução da atividade de água. A umidade das matérias-primas não foi objeto de estudo deste trabalho, mas deve ser considerada quando da realização de novos estudos para redução da atividade de água em mortadela.

Na Tabela 1 estão demonstrados os resultados de textura das mortadelas formuladas com os diferentes tipos de amido.

Tabela 1 Acompanhamento textura das formulações de mortadela durante o *shelf life*.

Tratamento	Dureza	Coabilidade	Elasticidade	Mastigabilidade
Tempo zero dias				
F1	140,12 ^a ±12,26	0,510 ^a ±0,01	76,14 ^a ±7,33	67,35 ^a ±6,54
F2	144,98 ^a ±7,42	0,467 ^b ±0,01	67,71 ^a ±2,62	59,20 ^a ±3,96
F3	154,19 ^a ±0,25	0,494 ^a ±0,00	76,27 ^a ±0,64	64,74 ^a ±0,30
F4	140,31 ^a ±9,22	0,505 ^a ±0,01	68,70 ^a ±4,14	59,08 ^a ±6,58
Tempo 20 dias				
F1	541,31 ^a ±11,23	0,443 ^a ±0,01	228,58 ^a ±24,24	222,20 ^a ±27,05
F2	622,91 ^a ±46,48	0,457 ^a ±0,02	281,27 ^a ±17,28	280,46 ^a ±14,41
F3	623,90 ^a ±22,76	0,429 ^a ±0,05	268,00 ^a ±41,43	261,55 ^a ±40,57
F4	608,45 ^a ±44,41	0,502 ^a ±0,02	305,57 ^a ±26,91	302,80 ^a ±22,69
Tempo 40 dias				
F1	434,25 ^a ±9,63	0,592 ^a ±0,21	188,81 ^a ±9,89	159,51 ^a ±46,41
F2	381,23 ^a ±82,63	0,488 ^a ±0,12	190,56 ^a ±81,22	162,37 ^a ±95,26
F3	515,29 ^a ±42,66	0,405 ^a ±0,01	227,08 ^a ±5,96	224,13 ^a ±5,97
F4	521,82 ^a ±16,79	0,392 ^a ±0,01	204,35 ^a ±8,98	200,06 ^a ±6,34
Tempo 60 dias				
F1	496,84 ^a ±85,04	0,401 ^a ±0,04	237,77 ^a ±25,03	231,85 ^a ±22,95
F2	526,66 ^a ±15,28	0,397 ^a ±0,01	211,96 ^a ±2,77	206,07 ^a ±2,34
F3	597,66 ^a ±10,74	0,432 ^a ±0,06	212,91 ^a ±45,23	206,00 ^a ±41,73
F4	632,26 ^a ±18,80	0,429 ^a ±0,03	231,21 ^a ±28,46	296,21 ^a ±40,47
Tempo 80 dias				
F1	462,67 ^b ±35,60	0,475 ^a ±0,01	245,79 ^a ±26,26	243,92 ^a ±28,49
F2	412,62 ^c ±6,93	0,346 ^c ±0,02	143,02 ^c ±10,94	132,29 ^c ±15,36
F3	542,07 ^a ±4,87	0,401 ^b ±0,01	217,23 ^{ab} ±2,98	213,82 ^{ab} ±5,25
F4	526,25 ^a ±15,48	0,399 ^b ±0,02	197,10 ^b ±2,16	190,98 ^b ±3,34

Legenda: F1: amido de mandioca; F2: amido de milho ceroso modificado; F3: amido mandioca modificado; F4: farinha de arroz pré-gelatinizada.

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

A textura dos produtos cárneos processados depende da estrutura da matriz formada pelo gel proteico, dos solutos, das partículas aprisionadas no gel e do teor de umidade (FLORES et al, 2007).

Avaliando os resultados de textura para dureza, coesão, elasticidade de mastigabilidade acompanhados em cada tempo (0, 20, 40 e 60 dias) respectivamente

observou-se que não há diferença significativa ($p < 0,05$) para os tratamentos avaliados dentro dos seus respectivos tempos de *shelf life*.

As comparações foram conduzidas dentro dos próprios tempos de análise entre os amidos utilizados com o intuito de avaliar se a textura da mortadela seria afetada pelo uso dos diferentes amidos (F1/F2/F3/F4).

Para os tempos 0, 20, 40 e 60 dias avaliando os tratamentos dentro dos próprios tempos de *shelf life* demonstram que qualquer um dos amidos pode ser utilizado na produção de mortadelas de frango, sem afetar a textura das mesmas. Esse fator se torna importante dentro da indústria dando maiores opções de ingredientes e viabilidade de substituições nos processos industriais.

Se observarmos o tempo 80 dias, o qual já ultrapassou o *shelf life* estipulado do produto de 60 dias temos resultados diferentes de textura. Para o atributo dureza os tratamentos F3 e F4 (542,07 e 526,25 respectivamente) não diferenciam entre si a nível de significância de $p < 0,05$), mas diferenciaram dos tratamentos F1 e F2. Para o atributo coesão o mesmo comportamento é observado, já para os atributos elasticidade e mastigabilidade ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os testes realizados F1/F2/F3/F4. Observando os resultados microbiológicos do tempo 80 dias, podemos verificar que já ocorreu uma degradação oxidativa e também crescimento microbiano pelo tempo adianto de vida de prateleira do produto. As oxidações e o crescimento microbiano causam variações na textura dos produtos conforme mencionado por Forsythe (2005).

PRESTES et al. (2015) realizou estudo de diferente tipos de amido em mortadela a conservação resfriada com baixo teor de gordura. Os resultados obtidos para dureza, coesão, elasticidade e mastigabilidade apresentaram diferenças significativa entre si ($p < 0,05$). O tratamento CORN (amido milho nativo) apresentou os maiores resultados de dureza, coesão, elasticidade respectivamente 190,94; 0,74; 1,22; 173,35.

AYADI et al. (2009) estudou a influencia da adição da carragena nas propriedades da salsicha de peru. A salsicha foi elaborada sem adição de gordura, com diferentes níveis de carragena e conservada sob refrigeração até 4  C. Os resultados obtidos mostram que a adição de carragena reduz a estabilidade da emulsão e aumenta a capacidade de ligação da  gua. Além disso, a adição de carragena provoca alteração significativa na textura da salsicha e na microestrutura.

Os dois estudos citados acima apresentaram diferentes nas texturas dos produtos elaborados, já o presente trabalho não demonstrou diferenç a nas texturas das mortadelas com os diferentes tipos de amidos. Comparando as formulações e métodos dos trabalhos de Prestes et al. (2015) e Ayadi et al. (2009), os dois produziram embutidos emulsionados com baixos teor ou nenhum teor gordura e os produtos foram conservados a temperatura de resfriamento (<4  C), já o presente trabalho manteve os níveis de gordura na formulação e as mortadelas foram conservadas a temperatura <25  C. Estes podem ter sido os fatores que influenciaram para que não ocorresse diferenç a de textura nas mortadelas.

4. CONCLUSÕES

Em produtos cárneos emulsionados conservados a temperatura ambiente as características dos amidos não se refletiram no produto final, pois não houve diferença significativa de textura entre as mortadelas quando comparadas entre os tipos de amidos utilizados.

Pode-se verificar uma nova gama de amidos os quais podem ser utilizados nas mortadelas conservadas a temperatura ambiente (seco e fresco até 25 °C) sem afetar sua textura, dando mais flexibilidade para Indústria.

Os resultados físico-químicos da elaboração das mortadelas testes demonstram que para a estabilidade das emulsões frente à atividade de água fatores como qualidade das matérias-primas, percentual de gordura e solutos disponíveis é mais importante do que o uso de amidos.

A elaboração da formulação de embutidos emulsionados é complexa e necessita estudo e conhecimento de diversos fatores, tanto intrínsecos quanto extrínsecos ao processo para que o produto elaborado atenda o shelf life necessário à temperatura de conservação proposta (produto seco e fresco até 25 °C).

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- ALMEIDA, M. C. B. M. **Estudo para fins industriais das propriedades funcionais do amido nativo e modificado hidrotermicamente, proveniente de banana verde, variedade ‘prata’**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) -Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2013.
- AYADI, M. A.; KECHAOU, A.; MAKNI, I.; ATTIA, H. **Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties**. Journal of Food Engineering. v. 93, p 278-283, 2009.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos**. Teoria e Prática. Editora UFV: São Paulo, 5ª Ed., 2011.
- BALDWIN, P.M. **Starch-granule associated proteins and polypeptides: a review**. Starch/Starke. v.53, p. 475-03, 2001.
- BALASUBRAMANIAN, S.; SHARMA, R.; KAUR, J.; BHARDWAJ, N. Isolation, modification and Characterization of Finger Millet (*Eleusine coracana*) Starch. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 1, p. 339-347, Oct. 2011.
- BECKER, R. E. L. et al. **A compositional study of amaranth grain**. Journal Food Science, v. 46, p. 1175-1180, 1981.
- BLIGH, E. G. & DYER, H. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. Can. J. Biochemical Physiol., v. 37, p. 911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. Institui Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carnes Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº20 de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício-Circular nº005 de 27 de julho de 2015. Informações sobre registro do produto mortadela conservada em temperatura ambiente.
- CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; MORANTE, N.; FREGNE, M.; DUFOUR, D.; SMITH, A. M. **Discovery of an amylose-free starch mutant in cassava (*Monihot esculenta Crantz*)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.55, p. 7469-7476, 2007.
- CENCI, D. F. **Estudo da influência de variáveis do processo emulsificação de mortadela de frango**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos), Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2013.

CARBALLO, J.; BARETTO, G.; COLMENERO, F. J. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 673-677, 1995.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2005.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º Edição. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2010.

GALDEANO, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; MALI, S.; BELLO-PEREZ, L. A. Propriedades físico-químicas do amido de aveia da variedade brasileira IAC 7. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 905-910, 2009.

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS, A. **Low-fat sodium-reduced sausages: effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach**. *Meat Science*, v.78, p.406-413, 2008.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Livraria Nobel, 2009.

GUERRA, I. C. D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; RORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3º ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1994.

HONORATO, T. C.; BATISTA, E.; NASCIMENTO, K. O.; PIRES, T. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 01-11, 2013.

JONES, K. W.; MANDINGO, R. W. **Effects of chopping temperature on microstructure of meats emulsions**. *Journal of Food Science*, v. 47, p. 1930-1935, 1982.

JULIANO, B.O; PEREZ, C.M.; BLACENEY, A.B.; CASTILLO, D.T.; KONGSEREE, N.; LAIGNELET, B.; LAPIS, E.T.; MURTY, V.V.S.; PAULE, C.M.; WEBB, B.D. **Intl. cooperative testing on the amylose content of milled rice**. *Starch/Starke*. v. 33, p. 157-162, 1981.

KALVIAINEN, N.; ROININEN, K.; TUORILA, H. **Sensory characterization of texture and flavor of high viscosity gels made with different thickeners**. *Journal of Texture Studies*, v. 31, n. 4, p. 407-420, 2000.

MCCLEMENTS, D. J.; CHANTRAPORNCHAI W.; CLYDESDALE F. Prediction of Food Emulsion Color Using Light Scattering Theory. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 6, p. 935-939, 1998.

MORIN, L. A.; TEMELLI, F.; MCMULLEN, L. **Interactions between meat proteins and barley (*Hordeum spp.*) b-glucan within a reduced-fat breakfast sausage system.** Meat Science, v.68, p.419-430, 2004.

LINEBACK, D. R. **The Starch Granule: organization and properties.** Bakers Digest. v. 58, p. 16-21, 1984.

LIMBERGER, V.M. **Modificação física e química do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2006.

LIM, S. T.; KASEMSUWAN, T.; JANE, J. **Characterization of phosphorus in starch by ³¹P – nuclear magnetic resonance spectroscopy.** Cereal Chemistry, v. 71, p. 488-493, 1994.

MUA, J.P.; JACKSON, D.S. **Gelatinization and Solubility Properties of Commercial Oat Starch.** Starch, v.47, n.1, p.2-7, 1995.

OLIVEIRA, A. F. **Análise Sensorial de Alimentos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Curso de Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2010.

OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango.** Livraria Varela. São Paulo, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. P.; RODRIGUEZ, M. I. C.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S.. **Tecnología de Alimentos.** Volume 2. Editora: Artmed. Porto Alegre, 2005.

ORO, T. LIMBERGER, V.M. MIRANDA, M. Z. RICHARDS, N.S.P.S. GUTKOSKI, L.C. FRANCISCO, A. **Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães.** Ciência Rural, v. 43, n. 4, p. 754, 2013.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** Volume II. Editora: Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 1994.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S.; **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** 2. ed. Goiânia: Editora UFG, 2005.

PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C. **Functional ingredients for poultry meat products.** Trends Food Sci Technol. v. 33, p. 27-39, 2013.

PIETRASIK, Z.; JANZ, J. A. M. **Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna.** Food Research International, v. 43, p. 602-608, 2010.

PRESTES, R. C.; SILVA, L. B.; TORRI, A. M. P.; KUBOTA, E. H.; ROSA, C. S.; ROMAN, S. S.; KEMPKA, A. P.; DEMIATE, I. M. **Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches.** Food Science Technology, v. 52(7), p. 4360-4368, 2015.

SARTORI, L. R.; LOPES, N. P.; GUARATINI, T. **A química e os cuidados da pele**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

SHANDU, K. S.; SINGH, N. **Some properties of corn starches II: physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties**. Food Chemistry, Oxford, v. 101, n. 4, p. 1499-1507, 2007.

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2. ed. São Paulo: Editora Nobel, 1986

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M.. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Editora: Livraria Varela. São Paulo, 2006.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologias de carnes**. São Leopoldo: Unisinos, 1998.

TESTER, R. F.; MORRISON, W. R. **Swelling and gelatinization of cereal starches. II. Waxy rice starches**. Cereal Chemistry, v. 67(6):558-63.

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. **From sucrose to starch granule to physical behavior: a focus on rice starch**. Carbohydrate Polymers 58:245-66, 2004.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and Meat Products**. Chapman & Hall, Great Britain, p. 417, 1995.

WANG, Y.J. **Properties and structures of flours and starches from whole, broken, and yellowed rice kernels in a model study**. Cereal Chemistry. v. 79, n.3, p. 383-386, 2002.

WANG, S.; WANG, J.; YU, J.; WANG, S. A comparative study of annealing of waxy, normal and high-amylose maize starches: The role of amylose molecules. **Food Chemistry**, v. 164, p. 332-228, 2014.

WANI, I. A.; SOGI, D. S.; WANI, A. A.; GILL, B. S.; SHIVHARE, U. S. **Physico-chemical properties of starches from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars**. Food Science and Technology, v. 45:2176-85, 2010.

WANI, A. A.; SINGH, P.; SHAH, M. A.; SCHWEIGGERT-WEISZ, U.; GUL, K.; WANI, I. A. **Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties – A Review**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. v. 11, p. 417-436, 2012.

WEBER, H. F.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. **Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v 29(4): 748-753, Campinas, out.-dez. 2009.

WENJIE, L.; LANIER, T. **Combined use of variable pressure scanning electron microscopy and confocal laser scanning microscopy best reveal microstructure of comminuted meat gels**. Food Science and Technology. v 62, p 1027-1033, 2015.

ZAVAREZE, E. R.; PEREIRA, J. M.; MOURA, F. A.; SPIER, F.; HELBIG, E.; DIAS, A. R. G. **Teor de amido resistente e perfil de textura de amidos de arroz com diferentes níveis de amilose modificados hidrotermicamente.** Brazilian Journal of Food Technology , 2010.

ZHANG, X.; TONG, Q.; ZHU, W.; REN, F. **Pasting, rheological properties and gelatinization kinetics of tapioca starch with sucrose or glucose.** Journal of Food Engineering. v 114, p. 255–261, 2013.

ZHU, L. **Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch.** Carbohydrate Polymers. v.122, p. 456-480, 2015.

APÊNDICE B – Regulamento Técnico

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO
SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA
INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 4, DE 31 DE MARÇO DE 2000**

O SECRETÁRIO DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 83, inciso IV do Regimento Interno da Secretaria, aprovado pela Portaria Ministerial nº 574, de 8 de dezembro de 1998, considerando que é necessário instituir medidas que normatizem a industrialização de produtos de origem animal, garantindo condições de igualdade entre os produtores e assegurando a transparência na produção, processamento e comercialização, e o que consta do Processo nº 21000.003863/99-12, resolve:

Art. 1º. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa.

Art. 2º. Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA

ANEXO II

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE MORTADELA

1. Alcance

1.1. Objetivo: Fixar a identidade e as características mínimas de qualidade que deverá obedecer o produto cárneo industrializado denominado de Mortadela.

1.2. Âmbito de Aplicação: O presente regulamento refere-se ao produto Mortadela, destinado ao comércio nacional e/ ou internacional.

2. Descrição

2.1. Definição: Entende-se por Mortadela, o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado.

2.2. Classificação

De acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação:

Mortadela - Carnes de diferentes espécies de animais de açougue, carnes mecanicamente separadas, até o limite máximo de 60%; miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (Estômago, Coração, Língua, Fígado, Rins, Miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx) e gorduras.

Mortadela Tipo Bologna - Carnes Bovina e/ou suína e/ou ovina e carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 20%, miúdos comestíveis de bovino e/ou suíno e/ou ovino (Estômago, Coração, Língua, Fígado, Rins, Miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx) e gorduras.

Mortadela Italiana - Porções musculares de carnes de diferentes espécies de animais de açougue e toucinho, não sendo permitida a adição de amido.

Mortadela Bologna - Porções musculares de carnes bovina e/ou suína e toucinho, embutida na forma arredondada, não sendo permitida a adição de amido.

Mortadela de Carne de Ave - Carne de ave, carne mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (Fígado, Moela e Coração) e gordura.

2.3. Designação (Denominação de Venda)

Mortadela

Mortadela Tipo Bologna

Mortadela Italiana
 Mortadela Bologna
 Mortadela de Ave

3. Referências

- Código de Defesa do Consumidor. [Lei nº 8.078 de 11 de Setembro de 1990](#), Brasil.
- Code of Federal Regulations, Animal and Animal Products, USA, 1982.
- Codex Alimentarius - Volume 10 - Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comisión del Codex Alimentarius, Roma, 1994.
- ICMSF- Microorganismus in foods. 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. University of Toronto. Press, 1974.
- [Decreto nº 63.526 de 04 de Novembro de 1968](#), Ministério da Agricultura, Brasil.
- European Parliament and Council Directive nº 95/2/EC of 20 February 1995. Official Journal of the European Communities No L61/1, 18/03/95.
- [Portaria INMETRO nº 88 de 24 de Maio de 1996](#), Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo, Brasil.
- Padrões Microbiológicos. [Portaria nº 451 de 19/09/97](#) - Publicada no DOU de 02/07/98, Ministério da Saúde - Brasil.
- Programa Nacional de Controle de Resíduos Biológicos. [Portaria nº 110 de 26 de Agosto de 1996](#), Ministério da Agricultura, Brasil.
- Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
- RIISPOA - [Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952](#).
- [Resolução 91/94-](#) Mercosul, [Portaria 74 de 25/05/95](#), Ministério da Ind., Com. e Turismo, Brasil.
- [Resolução GMC 36/93-](#) Mercosul, 1993.
- [Portaria nº 368, de 04/09/97](#) - Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Elaboração para Estabelecimentos Elaboradores / Industrializadores de Alimentos – Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasil.
- [Portaria nº 371, de 04/09/97](#) - Regulamento técnico para Rotulagem de Alimentos - Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasil.
- Normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - Plano de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por atributos- 03.011- NBR 5426 - Jan/1985
- [Portaria n ° 1004 de 11.12.98](#) - Regulamento Técnico Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximo de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos - Ministério da Saúde, Brasil
- [Instrução Normativa n. 20 de 21.07.99](#), publicada no DOU de 09.09.99 " Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura - SDA " Ministério da Agricultura e Abastecimento, Brasil.

4. Composição e Requisitos

4.1. Composição

4.1.1. Ingredientes Obrigatórios: Carne das diferentes espécies animais de açougue e sal.

Nota: Nas Mortadelas "Italiana" e "Bologna" o toucinho em cubos deverá ser aparente ao corte.

4.1.2. Ingredientes Opcionais

Água

Gordura animal e/ou vegetal

Proteína vegetal e/ou animal

Aditivos intencionais

Agentes de liga

Açúcares

Aromas, especiarias e condimentos.

Vegetais (amêndoas, pistache, frutas, azeitonas, etc.)

Queijos

Nota: Permite-se a adição de proteínas não cárnicas de 4,0% (máx), como proteína agregada. Não será permitida a adição de proteínas não cárnicas nas mortadelas Bologna e Italiana, exceto as proteínas lácteas.

4.2. Requisitos

4.2.1. Características Sensoriais

4.2.1.1. Textura: Característica

4.2.1.2. Cor: Característica

4.2.1.3. Sabor: Característico

4.2.1.4. Odor: Característico

4.2.2. Características Físico-Químicas

Carboidratos Totais (máx.) 1 - 10%

Mortadelas Bologna e Italiana (máx.) 3%.

Amido (máx.) 1 - 5,0%

Umidade (máx.) - 65%

Gordura (máx.) - 30% - Mortadelas Bologna e Italiana (máx.) 35%

Proteína (mín.) - 12%

PRODUTO TEOR DE CÁLCIO EM BASE SECA

Mortadela 0,9 %

Mortadela de Ave 0,6 %

Mortadela Tipo Bologna 0,3 %

Mortadela Italiana 0,1 %

Mortadela Bologna 0,1 %

(1) A somatória dos açúcares totais (carboidratos totais incluindo os de origem do amido ou da fécula) não deverá ultrapassar o teor de 10% (dez por cento), sendo que o teor máximo de amido se limita a 5% (cinco por cento). *(Redação dada pela Instrução Normativa 36/2011/SDA/MAPA)*

4.2.3. Acondicionamento: A mortadela deverá ser embutida adequadamente para as condições de armazenamento e que assegure uma proteção apropriada contra a contaminação.

4.2.3.1 Os envoltórios poderão estar protegidos por substâncias glaceantes que deverão estar aprovadas junto ao órgão competente.

5. Aditivos e Coadjuvantes de Tecnologia/ Elaboração De acordo com a legislação vigente.

6. Contaminantes

Os contaminantes orgânicos e inorgânicos não deverão estar presentes em quantidades superiores ao limite estabelecido pelo Regulamento vigente.

7. Higiene

7.1. Considerações Gerais

7.1.1. Sugere-se que as práticas de higiene para a elaboração do produto, estejam de acordo com o estabelecimento no: "Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para os Produtos Cárnicos Elaborados" (Ref. CAC/RCP 13 - 1976 (rev. 1, 1985) "Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para a Carne Fresca" (CAC/RCP 11-1976 (rev. 1, 1993).

"Código Internacional Recomendado de Práticas - Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos" (Ref.: CAC/RCP 1 - 1969 (rev. 2 - 1985) - Ref. Codex Alimentarius, vol. 10, 1994.

7.1.2. Toda a carne usada para elaboração de Mortadela deverá ter sido submetida aos processos de inspeção prescritos no RIISPOA - "Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal" - [Decreto nº 30.691, de 29/03/1952](#) .

7.1.3. As mortadelas deverão ser tratadas termicamente em conformidade com as seções 7.5 e 7.6.1. à 7.6.7. do "Código Internacional Recomendado de Práticas de Higiene para Alimentos pouco ácidos e Alimentos acidificados envasados".

7.2. Critérios Macroscópicos: Deverá atender a regulamentação específica.

7.3. Critérios Microscópicos: Deverá atender a regulamentação específica.

7.4. Critérios Microbiológicos: O produto deve obedecer a legislação específica em vigor.

8. Pesos e Medidas

Aplica-se o Regulamento vigente.

9. Rotulagem

9.1. Aplica-se o Regulamento vigente ([Portaria nº 371, de 04/09/97](#) &# 150; Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos - Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasil.).

9.2. Será designado de "Mortadela" seguido da expressão que lhe for atribuída de acordo com a matéria prima utilizada, processo tecnológico ou região de origem.

10. Métodos de Análises Físico-Químicos

- [Instrução Normativa nº. 20 de 21.07.99](#), publicada no DOU de 09.09.99 " Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura - SDA "

Ministério da Agricultura e Abastecimento, Brasil.

11. Amostragem

Seguem os procedimentos recomendados na Norma vigente.