

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DALIM-DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CÂMPUS CAMPO MOURÃO – PARANÁ

LÉSLEN FACCHINI

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ACEITAÇÃO
SENSORIAL DE SALSICHA PROCESSADA COM FÉCULA DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) ESTERIFICADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPOMOURÃO

2016

LÉSLEN FACCHINI

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ACEITAÇÃO
SENSORIAL DE SALSICHA PROCESSADA COM FÉCULA DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) ESTERIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Adriana Aparecida Droval Arcain

Co-Orientador: Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

CAMPOMOURÃO

2016



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE
SALSICHA PROCESSADA COM FÉCULA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz)
ESTERIFICADA

por

LÉSLEN FACCHINI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 14 de Junho de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Adriana Aparecida Droval Arcain
Orientadora

Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo
Co-Orientador

Prof^a.Dr^a. Ailey Aparecida Coelho Tanamati
Membro da Banca

Prof. Dr. Rafael Porto Ineu
Membro da Banca

* A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Dedico a Deus, Pai, criador de tudo e orientador da minha vida.

À minha mãe, Edna, minha maior inspiração e maior exemplo de força e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, e socorro presente na hora da angústia.

Agradeço a minha mãe, Edna Gabriel Facchini, minha rainha, exemplo de vida, heroína, que me deu apoio, incentivo nas horas mais difíceis e me fez seguir em frente.

Agradeço a minha mãezinha de coração, Kátia, por ser minha amiga, por ter me acolhido muitas vezes na dificuldade e me tratar como própria filha.

Ao meu namorado Cleiton Ferreira, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam serem impossíveis. Além deste trabalho, dedico todo meu amor a você.

À minha irmã, Liélen Facchini, e ao meu pai, Leovaldo Facchini, que mesmo com as diferenças de personalidade, eu os amo. Aos meus avós, Júlia & Arthulino; Iracema & Dioraides, que cuidaram de mim a vida toda e que sou imensamente grata por terem contribuído para a construção do meu caráter.

Agradeço a toda à família pelo incentivo e apoio incondicional.

Ao Igor José, meu companheiro de jornada em Campo Mourão, meu melhor amigo e que me aguentou e aguenta há muitos anos. E isso merece um imenso muito obrigada!

Aos meus amigos, os quais não citarei nomes para não correr o risco de esquecer alguém, agradeço por todo apoio e cumplicidade, porque mesmo quando distantes, estavam presentes em minha vida.

Agradeço aos meus amigos que fiz em Campo Mourão, especialmente à Sara. Obrigada pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem você.

Agradeço também à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, que me fez crescer não só profissionalmente, mas como pessoa. Agradeço imensamente a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial à Prof^ª. Dr^a Adriana Aparecida Droval Arcain, minha orientadora e ao Prof.Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo, meu co-orientador, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

“Sonho parece verdade quando a gente esquece de acordar”. Hoje, vivo uma realidade que parece um sonho, mas foi preciso muito esforço, dedicação, determinação, paciência e perseverança para chegar até aqui, e nada disso eu conseguiria sozinha. Minha

eterna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.

Muito Obrigada!

RESUMO

FACCHINI, L. **Avaliação das características físicas e aceitação sensorial de salsicha processada com fécula de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) esterificada.** 2016. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

A fécula é um dos agentes emulsificantes não cárneo mais utilizado na indústria de embutidos, principalmente a de mandioca no seu estado nativo (*Manihot suculenta*, Crantz), no entanto, essa forma apresenta instabilidade térmica frente a ciclos de congelamento e descongelamento e alta tendência a retrogradação, os quais influenciam diretamente na qualidade do produto final. A modificação do amido por esterificação diminui a temperatura de gelatinização e inibe a retrogradação e conseqüentemente a sinérese. Neste trabalho foram desenvolvidas 3 formulações de salsichas, designadas como A (fécula de mandioca nativa/padrão), B (fécula de mandioca esterificada por acetilação) e C (fécula de mandioca esterificada por ácido málico). As salsichas foram caracterizadas por análises físicas (pH e estabilidade da emulsão/EE) antes do cozimento e após o cozimento (perfil de textura, perda de peso por cozimento-PPC, sinérese e cor objetiva). Foram realizadas análises microbiológicas e as formulações submetidas à aceitação sensorial. Observou-se que não houve diferença significativa entre os valores de pH das formulações. As salsichas com amido esterificado B (98,67%) e C (96,76%) apresentaram melhor EE e diferiram da formulação com fécula nativa (70,56%). Os valores encontrados para PPC foram maiores para as salsichas com fécula nativa (1,22%) e diferiram das salsichas com fécula esterificada por acetilação (0,52%) e por ácido málico (0,63%). A sinérese também foi maior para as salsichas com fécula nativa (14,78%) do que para as salsichas com fécula esterificada (5,16% e 8,80%). As salsichas com fécula esterificada (B e C) apresentaram uma melhor coesividade (0,70 e 0,67 respectivamente) e mastigabilidade (195,14 e 187,56 respectivamente). E para os demais perfis de textura (TPA), a amostra com ácido málico apresentou maior elasticidade (2,54) e diferiu das amostras A (1,90) e B (1,49), e a amostra esterificada por acetilação apresentou maior dureza (167,90 g). Para os parâmetros de cor objetiva determinados não houve diferença significativa entre as amostras. As salsichas processadas com fécula esterificada (B e C) apresentaram melhor aceitação sensorial em todos os atributos avaliados (cor, sabor, textura e aceitação global). A fécula de mandioca modificada por esterificação

(por acetilação e por ácido málico) desenvolveu salsichas com melhores características físicas e sensoriais em comparação a fécula nativa.

Palavras-chaves: Embutido cárneo. Acetilação. Ácido málico.

ABSTRACT

FACCHINI, L. **Evaluation of physical and acceptance sausage processed with sensory yucca starch (*Manihot esculenta*, Crantz) esterified.** 2016. 47f. Work Completion of Food Engineering Course, Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2016.

The starch is a non-meat emulsifiers most commonly used in embedded industry, especially cassava in its native state (succulent *Manihot Crantz*), however, this shape presents thermal instability compared to cycles of freezing and thawing and high tendency to retrogradation, which directly influence the quality of the final product. The modification of starch by esterification diminishes the gelatinization temperature and thus inhibits the retrogradation and syneresis. In this study we developed 3 sausage formulations, designated as A (native / pattern tapioca starch), B (cassava starch esterified by acetylation) and C (cassava starch esterified by malic acid). The sausages were characterized by physical analysis (pH, emulsion stability / EE) before cooking and after cooking (texture profile, weight loss by cooking-PPC, syneresis and objective color). Microbiological analyzes and formulations submitted to sensory acceptance were performed. It was observed that there was no significant difference between the pH value of the formulations. Sausages with esterified starch B (98.67%) and C (96.76%) showed better EE and differed from the formulation of native starch (70.56%). The values found for PPC were higher for sausages with native starch (1.22%) and differed from sausages with starch esterified by acetylation (0.52%) and malic acid (0.63%). The syneresis was also higher for the sausages with native starch (14.78%) than for the sausages with esterified starch (5.16% and 8.80%). The sausages with esterified starch (B and C) had a better cohesiveness (0.70 and 0.67 respectively) and chewiness (195.14 and 187.56 respectively). And for the other texture profiles (TPA), the sample with malic acid showed a higher elasticity (2.54) and differed from samples A (1.90) and B (1.49) and the sample showed higher esterified by acetylation hardness (167.90 g). For certain objective color parameters there was no significant difference between samples. The sausages processed with esterified starch (B and C) showed better sensory acceptance in all attributes (color, flavor, texture and overall acceptability). The cassava starch modified by esterification (by acetylation and malic acid) developed sausages with better physical and sensory characteristics compared to native starch.

Keywords: Built-in meat. Acetylation. Malic acid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da estrutura da amilose	19
Figura 2 - Representação da estrutura da amilopectina	20
Figura 3 - Fluxograma do processo industrial de extração da fécula de mandioca.....	21
Figura 4 - Reação do amido com anidrido acético para formação do amido acetilado.....	23
Figura 5 - Modelo da ficha do teste sensorial apresentado aos provadores.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da raiz da mandioca.....	20
Tabela 2 - Porcentagem de aditivos e ingredientes nas formulações A, B, e C.....	25
Tabela 3 - Valores médios de pH e estabilidade da emulsão (EE) da massa antes do cozimento.....	31
Tabela 4 - Valores em porcentagem da perda de líquido durante o resfriamento (Sinérese) determinado no período de estocagem.....	33
Tabela 5 - Parâmetros da análise de perfil de textura (TPA) das formulações de salsichas A, B e C.....	34
Tabela 6 - Parâmetros de cor (L*; a*; b*) das diferentes formulações.....	35
Tabela 7 - Resultados das análises microbiológicas das formulações de salsicha.....	36
Tabela 8 - Valores das médias para cada atributo avaliado.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVOS GERAIS.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1	SALSICHA.....	17
3.2	AMIDO.....	18
3.2.1	Amido de Mandioca.....	20
3.2.2	Modificações do Amido.....	22
3.2.2.1	Esterificação por acetilação	23
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	MATERIAIS.....	24
4.2	MÉTODOS.....	24
4.2.1	Esterificação da Fécula de Mandioca.....	24
4.2.1.1	Esterificação por acetilação.....	24
4.2.2	Processamento das Salsichas.....	25
4.2.3	Análises Físicas.....	26
4.2.3.1	Análises físicas na massa de salsicha antes do cozimento.....	26
4.2.3.1.1	Determinação do pH.....	26
4.2.3.1.2	Determinação da estabilidade da emulsão (EE).....	26
4.2.3.2	Análises físicas na massa de salsicha após o cozimento.....	27
4.2.3.2.1	Perda de peso por cozimento (PPC).....	27
4.2.3.2.2	Perda de líquido durante o resfriamento (sinérese).....	27
4.2.3.2.3	Determinação do perfil de textura.....	27
4.2.3.2.4	Cor objetiva.....	28
4.2.4	Análise Microbiológica.....	28
4.2.5	Teste de Aceitação Sensorial	28
4.2.6	Análise Estatística.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5.1	ANÁLISES FÍSICAS NA MASSA DA SALSICHA ANTES DO COZIMENTO.....	31

5.2	ANÁLISES FÍSICAS NA MASSA DA SALSICHA APÓS COZIMENTO.....	32
5.3	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	6
5.4	ANÁLISE SENSORIAL.....	6
6	CONCLUSÃO.....	38
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

A carne é um alimento perecível e apresenta vida-de-prateleira curta, seu processamento e industrialização possibilita a indústria estender a sua conservação e agregar valor, aproveitando cortes menos nobres, que geralmente não são consumidos *in natura*, gerando maiores alternativas para sua comercialização e maior receita para a indústria (LIMA, 2009).

Existem muitos derivados cárneos que são classificados de acordo com a matéria-prima utilizada (carne de aves, suína, bovina ou ovina), com a granulometria da carne ou da massa cárnea (grossa ou fina), com o grau de fermentação, com a adição de sais de cura, com o grau de desidratação, e podem ainda ser classificados em frescos, cozidos e defumados (MARQUARDT, BACCAR, 2003; BENEVIDES, NASSU, 2015). Dentre os produtos cárneos, destacam-se os embutidos, e dentre esses, destacam-se os emulsionados de massa fina, sendo os principais representantes, as mortadelas e salsichas (BRASIL, 2000).

As emulsões cárneas, embora não sejam uma emulsão verdadeira, são consideradas uma suspensão coloidal complexa (POLLONIO, 2008). PARDI et al. (2007), ou seja, uma emulsão óleo em água que se assemelha à verdadeira, propriedade conferida principalmente as proteínas miofibrilares e a gordura. Estas emulsões são constituídas de duas fases: a fase dispersa, formada por partículas de gordura, no estado sólido ou líquido, fibras de tecido muscular e conectivo ou fragmentos de fibras, aditivos e farináceos; e a fase contínua formada por água, sal e proteínas solúveis dissolvidas e suspensas, que juntas conseguem envolver os glóbulos de gordura (PARDI et al., 2007).

As proteínas miofibrilares (miosina e actina) são as principais substâncias estabilizadoras das emulsões cárneas (PARDI et al., 2007). De acordo com Ramos e Gomide (2005), a carne tem alto teor destas proteínas, mas seu elevado valor econômico inviabiliza sua quantidade excessiva nos produtos industrializados considerados menos nobres, como os embutidos cárneos cozidos, tipo salsicha, mortadela e patês. Geralmente esses embutidos são constituídos de cortes e retalhos menos nobres, de CMS (carne mecanicamente separada), de vísceras, miúdos e outros ingredientes com menor teor de proteínas solúveis, e consequentemente a estabilidade da emulsão poderá ficar comprometida (TODESCHINI, 2009).

Para auxiliar a estabilidade das emulsões e também contribuir na redução de custos, a indústria da carne faz uso de agentes emulsificantes não cárneos, como a fécula de mandioca,

a proteína de soja, entre outros. A fécula de mandioca nativa (*Manihot suculenta*, Crantz) é o agente emulsificante mais utilizado na indústria de embutidos cárneos emulsionados (PARDI et al., 2007), sua ampla utilização se deve a seu baixo preço de mercado e sua fácil obtenção.

A fécula apresenta propriedades físico-químicas que são de interesse para a indústria, como a ausência de odor, inchamento dos grânulos durante o cozimento, e baixos teores de lipídeos, proteínas, pigmentos e minerais, que podem interferir nas propriedades sensoriais do alimento. No entanto, a fécula, na forma nativa apresenta instabilidade térmica frente a ciclos de congelamento e descongelamento e uma alta tendência a retrogradação, os quais influenciam diretamente na qualidade do produto final (PERONI, 2003).

Com isso, estudos da modificação de amidos e féculas vêm sendo desenvolvidos e aplicados em alimentos como os embutidos cárneos, com o intuito de aumentar a estabilidade desses produtos. Os amidos modificados já vêm sendo usados há algum tempo como ligantes para manter a suculência e a maciez em produtos cárneos com baixo teor de gordura (GEISE, 1992; ROQUE-SPECHT, RAMOS, CARDOSO, 2011).

Segundo Rutenberg e Solarek (1984), os amidos modificados quimicamente por substituição são os que apresentam uma menor temperatura de gelatinização, e consequentemente inibem a retrogradação e a sinérese. Um dos métodos de obtenção de amidos substituídos é a esterificação. Neste tipo de reação objetiva-se a manutenção das cadeias de amilose separadas após o cozimento, evitando a retrogradação, o que ocorre não só pela eliminação de algumas hidroxilas, mas também pela introdução nas cadeias de radicais carregados negativamente, que vão se repelir, mantendo as cadeias afastadas (CEREDA, VILPOUX, DEMIATE, 2003).

Em virtude da ampla distribuição na natureza, é crescente a utilização de ácidos orgânicos, como o ácido láctico, málico, tartárico e cítrico, como reagentes na reação de esterificação. Esta modificação poderá aumentar as características hidrofílicas do amido, devido à presença de um grupo carboxila e hidroxila na cadeia lateral (SCHWARTZ, WHISTLER, 2009).

Segundo Wurzburg (2006), utiliza-se também como reagente para reação de esterificação, anidrido acético ou acetato de vinila, cuja reação produzirá amido acetilado. O amido acetilado é um éster de amido que tem sido estudado nas últimas décadas (LAMERS; TIITOLA; VUORENPAA, 1998; WANG; WANG, 2002). Morikawa e Nishinari, (2000), Gonzalez e Perez, (2002), relatam que a acetilação proporciona ao amido um retardo na retrogradação e aumento na solubilidade devido à adição do grupo acetil na cadeia do amido.

Por razão disto, este trabalho teve por objetivo avaliar as características físicas e a aceitação sensorial de salsicha (embutido cárneo cozido) processada com fécula de mandioca esterificada por acetilação e por ácido málico e comparar com salsicha processada com a fécula de mandioca nativa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar as propriedades físicas e a aceitação sensorial desses embutidos e comparar as propriedades da salsicha desenvolvida com fécula de mandioca sem modificação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar dois tipos de fécula de mandioca modificada por reação de esterificação (por acetilação e por ácido málico) em embutido cárneo cozido, salsicha.
- Realizar a modificação da fécula de mandioca nativa por reação de esterificação por acetilação;
- Desenvolver três formulações de salsichas: formulação A (fécula de mandioca nativa – padrão), formulação B (fécula de mandioca esterificada por acetilação) e formulação C (fécula de mandioca esterificada por ácido málico);
- Avaliar as características físicas nas massas das salsichas antes do cozimento: pH e estabilidade da emulsão (EE);
- Avaliar as características físicas nas massas das salsichas após o cozimento: perda de peso por cozimento (PPC); perda de líquido durante o resfriamento (sinérese); análise do perfil de textura e cor objetiva (L^* , a^* e b^*);
- Determinar as análises microbiológicas, de acordo com as exigências da lei vigente no Brasil;
- Realizar aceitação sensorial das salsichas pelo método da escala hedônica;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SALSICHA

A instrução normativa nº 4, anexo IV (BRASIL, 2000), define a salsicha como sendo o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido a um processo térmico adequado. As salsichas poderão ter como processo alternativo o tingimento, depelacão, defumação e a utilização de recheios e molhos (BRASIL, 2000).

Na elaboração dos produtos embutidos emulsionados, além dos produtos cárneos, são adicionados produtos não cárneos, como água, fosfato, sal, gordura (toucinho), proteína vegetal, sais de cura, condimentos, antioxidante e amido, cada um exercendo uma função específica de acordo com sua propriedade (REIS, 1999).

A emulsificação da gordura é importante para melhorar o brilho, a suculência e a textura, dando maior maciez ao produto. Bolzan e Silva (2012) relata que o processo de emulsão ocorre durante o tratamento térmico, onde as proteínas, que são fundamentais para emulsionar e estabilizar a emulsão forma uma espécie de filme unindo os componentes. Dentre as proteínas existentes, destacam-se as proteínas miofibrilares, que são constituídas de miosina e actina e estão presentes em altos teores na carne magra. Essas proteínas são solúveis em soluções salinas mais concentradas (PARDI et al., 2007).

Segundo Guerreiro (2006), com o objetivo de reduzir custos, a CMS poderá ser utilizada em substituições à carne *in natura* como matéria-prima dos produtos emulsionados cozidos, na proporção máxima de 20%, sendo obrigatória a colocação, no rótulo deste produto, a expressão “Contém Carne Mecanicamente Separada”.

A água é adicionada na forma sólida (gelo) para manter a temperatura da massa cárnea abaixo de 16°C, no entanto, apresenta a função principal de, juntamente com o sal, promover a solubilização das proteínas miofibrilares, melhorando a estabilidade da emulsão (GUERREIRO, 2006), uma vez que, estas proteínas atuam como estabilizante somente quando solúvel (TERRA, 1998). O sal (cloreto de sódio) também atua como conservante natural, visto que reduz a atividade de água do produto, e conseqüentemente, inibe o

crescimento microbiano, além de ser imprescindível para conferir sabor ao produto final (CANHOS, DIAS, 1983).

Segundo Lawrie (2005), os fosfatos aumentam a força iônica, estabiliza o pH e melhora a capacidade das proteínas em reter água (CRA). Esse aumento na CRA da massa cárnea diminui consideravelmente o encolhimento do produto, quando o mesmo for submetido ao aquecimento.

Os sais de cura são aditivos utilizados em derivados cárneos, com o objetivo de evitar a proliferação de microrganismos formadores de esporos, como os do gênero *Clostridium*, e proporcionar a coloração rosada típica de produto curado, que ocorre devido às reações com a mioglobina da carne (RAMOS, GOMIDE, 2005).

A função do antioxidante na indústria de carnes é promover a redução rápida dos sais de cura, mantendo assim, a cor e aroma do mesmo, especialmente após o fatiamento (GUERREIRO, 2006).

O amido é outro ingrediente muito utilizado na indústria de embutidos cárneos emulsionados (PARDI et al., 2007), principalmente o amido nativo de mandioca (*Manihot saculenta*, Crantz). Este ingrediente tem a capacidade de se ligar com a água e formar gel quando submetido ao calor, o que melhora características sensoriais como textura de corte, palatabilidade e auxilia no aumento do rendimento da formulação (TODESCHINI, 2009).

3.2 AMIDO

O amido é um dos compostos orgânicos mais importantes e abundantes na natureza, e é considerado como uma matéria-prima renovável, biodegradável e não tóxica (VAN DER BURGT et al., 2000). O amido pode ser definido como o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais como milho, arroz, trigo, entre outros. Já a fécula é o polissacarídeo extraído das partes subterrâneas dos vegetais como batata e mandioca (FRANCO et al., 2002).

Industrialmente, o amido e/ou a fécula é a principal matéria-prima alimentícia responsável pelo desenvolvimento de diversos produtos nas indústrias têxteis, plásticas, de papel, farmacêutica, siderúrgica e alimentícia (WURZBURG, 2006). Entre outras vantagens, ele é de fácil obtenção, baixo custo, além de contribuir para inúmeras propriedades de textura em alimentos, o amido possui aplicações industriais como agentes encapsulantes, espessantes,

emulsificantes em molhos, gelificantes, adesivos e ainda auxiliam na retenção de água (SINGH et al, 2003).

As féculas e os amidos, quando extraído sem qualquer modificação, são denominados nativos. Os mesmos possuem formato de grânulos com forma e tamanho dependentes da sua fonte botânica. Além da morfologia, a composição química e estrutura molecular também são características de cada espécie botânica (BELLO-PÉREZ, MONTEALVO, ACEVEDO, 2006).

De acordo com Damodaran; Parkin; Fennema (2010), a estrutura desse polissacarídeo é composta por duas macromoléculas: amilose e amilopectina, que por estarem associadas paralelamente, formam ligações de hidrogênio, resultando no surgimento de regiões cristalinas (micelas). Entre as camadas alternadas, além das regiões cristalinas existem também as não cristalinas (amorfas) (WURZBURG, 2006).

As áreas cristalinas do amido são responsáveis por manter a estrutura do grânulo, controlar tanto o seu comportamento na presença de água, quanto à resistência aos ataques químicos e enzimáticos. Em contrapartida, as zonas amorfas, correspondem à regiões menos densas, e portanto, mais suscetíveis aos ataques químicos e enzimáticos (FRANCO, et al., 2002).

A amilose é um polímero essencialmente linear, formado por unidades de D-glicose unidas por ligações glicosídicas α -(1-4) (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010). Sua estrutura é representada pela Figura 1.

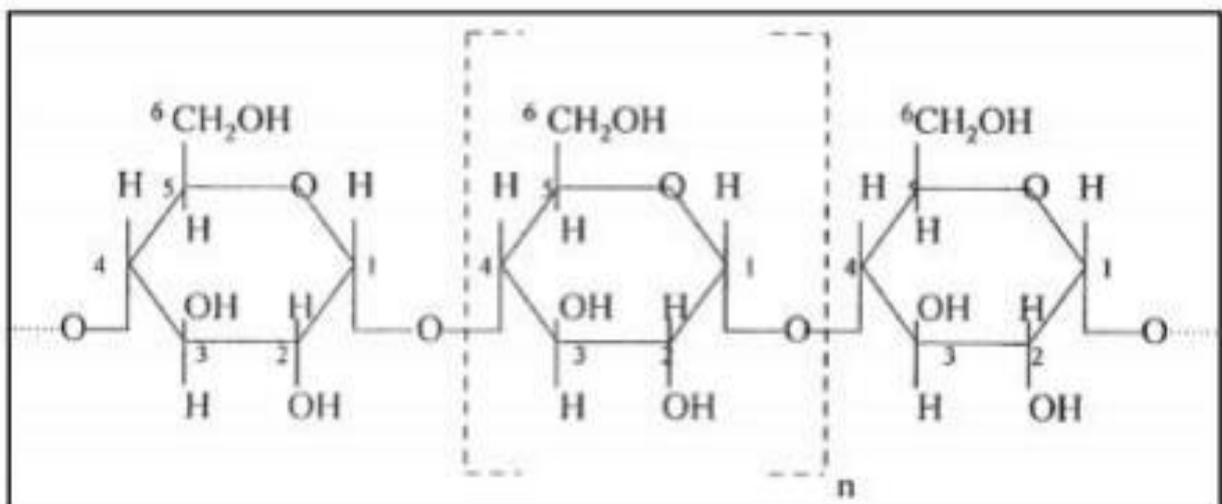


Figura 1- Representação da estrutura da amilose. Fonte: THOMAS; ATWELL, 1999.

No entanto, a amilopectina é uma macromolécula altamente ramificada. As unidades de glicose nessa molécula são unidas por ligações (α -1,4) e nas ramificações por ligações (α -1,6), (PÉREZ, BADWIN, GALLANT, 2009). Sua estrutura é representada pela Figura 2.

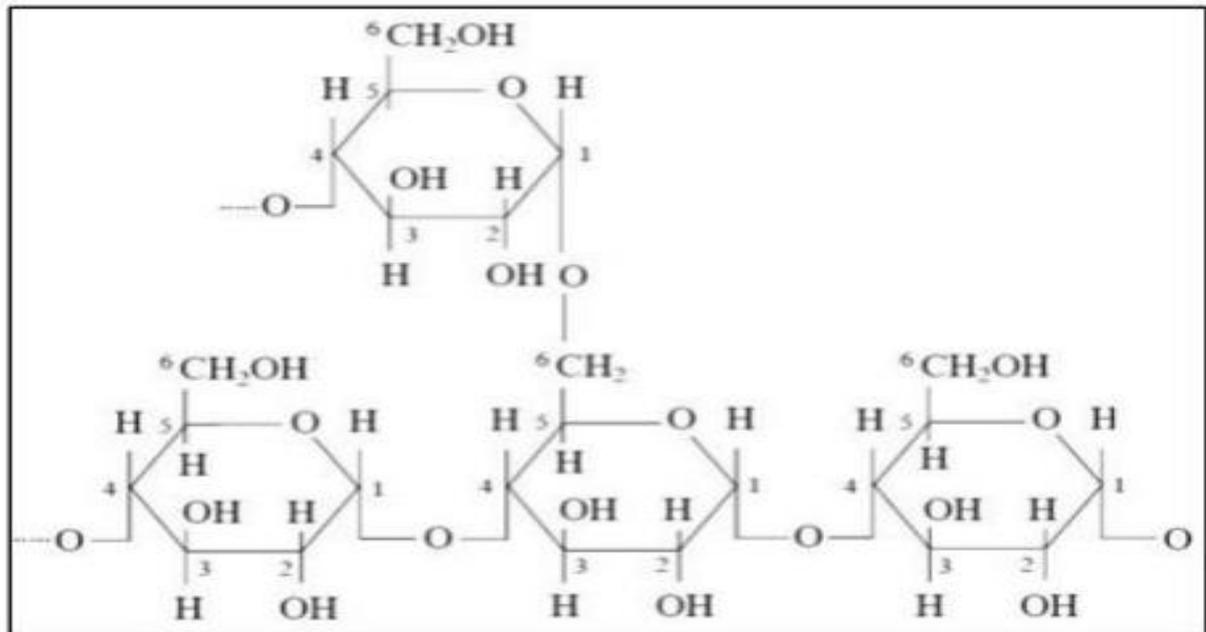


Figura 2 - Representação da estrutura da amilopectina. Fonte: THOMAS; ATWELL, 1999.

3.2.1 Amido de Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), é uma das principais fontes de carboidratos, ocupando lugar de destaque na alimentação humana e animal e como matéria-prima para inúmeros produtos industrializados. Considerada umas das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras e é de fácil adaptação, cultivada em praticamente quase todo território nacional. Tolerante a estiagens, pragas e doenças, apresentando produção satisfatória em caso de solos de baixa fertilidade (PERONI, 2003). A composição desta raiz varia com alguns fatores, como a variedade da mandioca, idade e condições de cultivo, mas de forma geral, é composta basicamente por carboidrato (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição da raiz da mandioca

Componentes	% Massa Seca
Amido	82,5
Açúcares Redutores	0,20

Fibras	2,70
Proteínas	2,60
Matéria Graxa	0,30
Resíduo Mineral	2,40

Fonte: Cered, Vilpoux, Demiate (2003)

O processo industrial de extração da fécula de mandioca utilizado no Brasil é ilustrado na Figura 3.

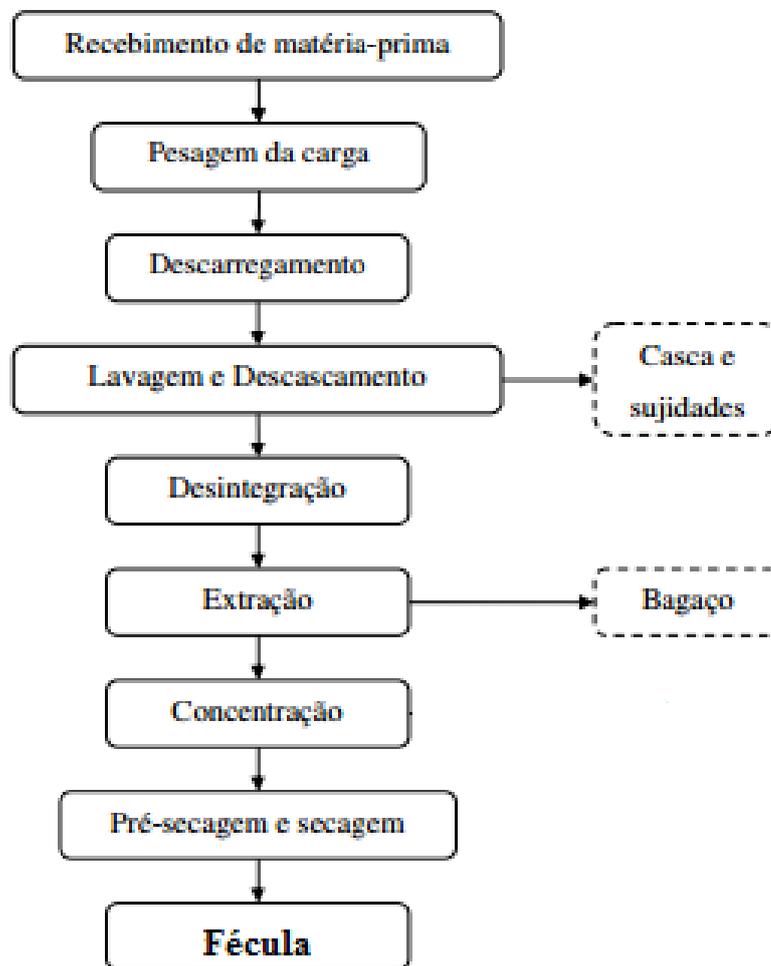


Figura 3 - Fluxograma do processo industrial de extração da fécula de mandioca.

A fécula de mandioca apresenta algumas características que a torna de grande interesse para aplicação industrial, como poder de inchamento do grânulo durante o cozimento, a ausência de odor, lipídeos e pigmentos, que podem interferir de forma negativa

nas propriedades funcionais do amido, ela apresenta ainda, menor temperatura de gelatinização (PERONI, 2003).

O material extraído pode ser utilizado em produtos cárneos embutidos, como a salsicha, em bolos, pães e biscoitos, e quando modificados são empregados como agentes encapsulantes, substitutos de gordura, agente emulsificante em molhos para saladas, dentre outros (CARDOSO, AGUIAR, 2003; APLEVICZ, 2006; LOKSUWAN, 2007).

3.2.2 Modificações do Amido

O amido bem como a fécula no seu estado nativo apresenta limitações em algumas aplicações industriais, a fim de adequar ou alterar as propriedades funcionais às necessidades dos novos produtos, e conseqüentemente aumentar a aplicação industrial e seu valor comercial, os mesmos vêm sendo submetido a modificações (PERONI, 2003; VATANASUCHART, 2005). Essas modificações, de forma geral, apresentam melhorias em termos de temperatura de gelatinização, estabilidade frente ao aquecimento e armazenagem refrigerada, formação de géis com consistências desejáveis, entre outros (SILVA et al., 2006). Além da indústria de alimentos, essas modificações também são aplicadas nas indústrias têxteis, de papel e farmacêutica (SINGH, et al., 2009).

Em alguns casos, o amido de milho modificado, com baixa temperatura de gelatinização, é indicado para produtos com teor reduzido de gordura, para que durante o preparo não ocorra perda de suculência (SALVINO et al., 2009). Em alguns, tem se verificado que os provenientes dos carboidratos como gomas, amidos e fibras, entre outros, melhoram as propriedades sensoriais de hambúrgueres com teor de gordura reduzido, quando utilizado sem concentrações de até 3% (TROUTT et al., 1992).

As modificações podem ocorrer através de processos físicos, que ocorrem por extrusão e pré gelatinização, ou por processos químicos, que podem ocorrer por meio de reações de esterificação, eterificação, oxidação e hidrólise ácida (WURZBURG, 1989), ou ainda, por processo enzimático (ZAVAREZE et al., 2010).

Segundo Cereda, Vilpoux e Demiate (2003), a modificação química da fécula possibilita alterações físicas e reológicas em relação à nativa como: aumento do poder de inchamento e da solubilização dos grânulos, redução da temperatura de gelatinização, aumento na claridade da pasta e na viscosidade do gel, maior estabilidade aos ciclos de congelamento/descongelamento e alta resistência à retrogradação. Essas alterações nas

propriedades físicas e reológicas são influenciadas pelas propriedades eletrolíticas dos grupos introduzidos e o grau de substituição (GS), que é definido como o número médio de grupos hidroxilas substituídos em uma unidade de glicose da estrutura do amido (LU; XIAO; XU, 2009).

3.2.2.1 Esterificação por acetilação

No amido modificado por acetilação, parte dos grupos hidroxilas dos monômeros de glicose é convertida em grupo éster, assim, a reação de acetilação é uma reação de esterificação (GONZALEZ; PEREZ, 2002). A reação do amido com o anidrido acético e formação do amido acetilado está representada na Figura 4.

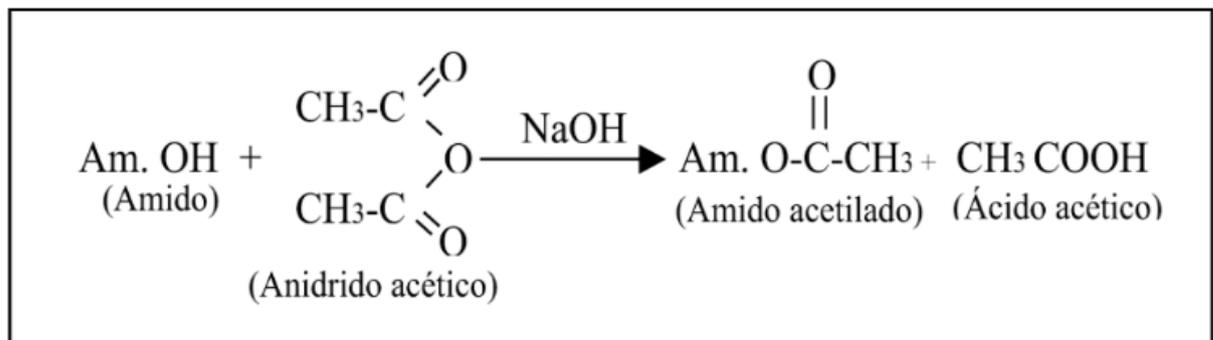


Figura 4- Reação do amido com anidrido acético para formação do amido acetilado. Fonte: SWINKELS (1996).

Singh, Kaur e Singh (2004) relata que o grau de substituição de grupos acetil no amido depende de fatores como a fonte botânica do amido, a concentração do reagente, o tempo de reação e o pH do meio. A extensão das mudanças nas propriedades físico-químicas e funcionais de amidos acetilados, quando comparados a amidos nativos, é proporcional ao grau de acetilação (PHILLIPS et al., 1999).

Amido acetilado com baixo grau de substituição (GS) é comumente obtido por esterificação na presença de um catalisador alcalino, como o hidróxido de sódio (NaOH), e é indicado para aplicação em produtos alimentícios, visto que a introdução de grupos acetil estabiliza o amido, devido a interrupção na linearidade da amilose e nos ramos da amilopectina, proporcionando ao amido melhores características como baixa temperatura de gelatinização, alta solubilidade, estabilidade sob armazenamento refrigerado e diminuição na tendência a retrogradação (GONZALEZ, PEREZ, 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Para o desenvolvimento das salsichas utilizou-se como ingredientes, carnes de suíno, bovino e CMS (Carne mecanicamente separada) de frango, toucinho, proteína de soja, e a fécula de mandioca da marca AMAFIL, adquiridas no comércio local da cidade de Campo Mourão, PR. O amido esterificado com ácido málico foi fornecido pelo Laboratório de Amidos e Cereais da UTFPR-CM. Já os demais aditivos foram cedidos pela IBRAC, localizada em Rio Claro - São Paulo.

Os reagentes e equipamentos necessários tanto para a esterificação do amido quanto para análises microbiológicas foram cedidos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão, PR.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Esterificação da Fécula de Mandioca

4.2.1.1 Esterificação por acetilação

O amido foi modificado usando a metodologia de Ayucitra (2012). Inicialmente foi depositado em um béquer 228 g de fécula de mandioca nativa (12% de umidade) e 272 mL de água destilada. Misturou-se com o agitador mecânico. Posteriormente, sem estar sob agitação vigorosa, foi adicionado solução de NaOH 3% até a obtenção do pH 8,5-8,8. Agitou-se por 5 minutos.

Em seguida, adicionou-se 14,3 mL de anidrido acético em uma bureta de 25 mL, que foi gotejada sobre a dispersão do amido. Simultaneamente, adicionou-se a solução de NaOH 3% até o pH estar entre 8,2-8,5. Esta operação ocorreu sob forte agitação mecânica e em um tempo de 30 minutos. Em continuidade, o pH foi reduzido para 8,0- 8,2 e mantido por 2 minutos. Em seguida, com o uso do HCl 0,3M regulou-se o pH para 6,5.

A solução foi filtrada a vácuo e lavada com duas porções de 150 mL de água destilada. Finalmente, a fim de remover a umidade, as amostras foram espalhadas em formas

de alumínio (20 x 30 cm) e secas em estufa com circulação forçada de ar a 45°C por 12 horas. Por fim, a fécula foi triturada e acondicionada em sacos plásticos e mantidas sob temperatura ambiente.

4.2.2 Processamento das Salsichas

Foram realizadas 3 formulações, designadas como formulação A (fécula de mandioca nativa – padrão), formulação B (fécula de mandioca esterificada por acetilação) e formulação C (fécula de mandioca esterificada com ácido málico). Na tabela 2 estão descritos a porcentagem dos aditivos e ingredientes da formulação controle.

Tabela 2 – Porcentagem de aditivos e ingredientes nas formulações A, B, e C.

Ingredientes e aditivos	Porcentagem %
CMS	16,70%
Carne suína (pernil)	33,30%
Carne bovina (acém)	12,00%
Toucinho	15,00%
Gelo	17,00%
Fécula de mandioca	2,00%
Proteína isolada de soja	1,00%
Fosfato	0,25%
Sal	1,75%
Condimentos para Salsicha	0,50%
Sais de Cura	0,25%
Antioxidante	0,25%
Total	100%

As salsichas foram desenvolvidas de acordo com a metodologia descrita por Terra (1998). Inicialmente, as carnes foram cortadas em pedaços menores e levadas para trituração no *cutter*, juntamente com o gelo. Em seguida, foram adicionadas, nas carnes cominuídas, os ingredientes na seguinte ordem: fosfato, sal, gordura, proteína isolada, sais de cura, condimento, antioxidantes e por último a fécula. A temperatura da massa foi monitorada

durante o processamento, devendo se manter entre 12 a 16°C para evitar a quebra da emulsão. A emulsão foi embutida em envoltório artificial e cozida em panela de alumínio em banho-maria até a temperatura interna de 72°C. Após o cozimento as salsichas foram submetidas ao choque térmico por 15 minutos em água corrente a temperatura ambiente, e em seguida, as mesmas foram descascadas, tingidas em solução de urucum (5%) e passadas em solução de ácido acético a 1%. Por fim, as mesmas foram embaladas e refrigeradas (5°C) para posteriores análises.

4.2.3 Análises Físicas

As análises físicas foram realizadas em triplicata.

4.2.3.1 Análises físicas na massa de salsicha antes do cozimento

4.2.3.1.1 Determinação do pH

As medidas de pH foram realizadas com auxílio do potenciômetro de contato, marca Testo, de acordo com a metodologia sugerida por Olivo et al. (2001) com modificações. O ponto de incisão do eletrodo foi diretamente na massa da salsicha.

4.2.3.1.2 Determinação da estabilidade da emulsão (EE)

A determinação da estabilidade da emulsão foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Parks e Carpenter (1987), onde 50 g de massa crua recém-processada foi pesada e acondicionada em embalagem de polietileno, selada sem vácuo e submetida a tratamento térmico sobimersão por 1 hora a 70°C. Após foi realizado o resfriamento, e retirado o volume de líquidos exsudados e calculada a porcentagem de perda de peso sobre o peso inicial. Os resultados foram expressos em porcentagem, obtidos a partir da seguinte equação:

$$\% (EE) = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100 \quad (1)$$

4.2.3.2 Análises físicas na massa de salsicha após o cozimento

4.2.3.2.1 Perda de peso por cozimento (PPC)

As salsichas foram pesadas, ainda íntegras, antes (P) e após a cocção (Pcoz), com a finalidade de se conhecer a perda de peso durante o cozimento (HONIKEL, 1998). A cocção foi realizada até atingir temperatura interna de 72°C. Os resultados foram expressos em porcentagem, obtidos a partir da seguinte equação:

$$\% PCC = \frac{P - P_{coz}}{P} \times 100 \quad (2)$$

4.2.3.2.2 Perda de líquido durante o resfriamento (sinérese)

O material eliminado durante a etapa de resfriamento foi analisado pela metodologia utilizada por Yang et al. (2001) com modificações. As amostras de salsichas foram pesadas (P0) e acondicionadas em embalagens plásticas e mantidas sob refrigeração (4°C) para a avaliação da sinérese, nos intervalos de tempo de 10, 20 e 30 dias (P10;20;30). Os resultados foram expressos em porcentagem, obtidos a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ Sinérese} = \left[\frac{P_0 - P_{10;20;30}}{P_0} \right] \times 100 \quad (3)$$

4.2.3.2.3 Determinação do perfil de textura

Para a avaliação do perfil de textura instrumental (TPA) foi utilizada a metodologia descrita por (BOURNE, 1978; GONZÁLEZ-FERNANDEZ et al., 2006). Utilizou-se um texturômetro modelo TA-XT Express (Stable Micro Systems), que por meio de curvas força-tempo, puderam ser obtidos valores de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade. A velocidade foi mantida constante (5 mm/s), e para a análise foi utilizado um probe cilíndrico

de 5 cm de diâmetro, e para análise dos dados foi utilizado um software modelo Expression. O teste foi realizado à temperatura ambiente e com 10 repetições para cada formulação (A; B e C).

4.2.3.2.4 Cor objetiva

As salsichas foram abertas ao meio e a leitura realizada em 3 pontos distintos da mesma amostra, para isso, utilizou-se o colorímetro MiniScan EZ, versão 1.0, em que: L* representa a luminosidade (0= escuro e 100=claro); a*, o eixo vermelho-verde (-a* representa direção ao verde e +a* direção ao vermelho) e b*, o eixo amarelo-azul (onde -b* representa direção ao azul e +b* direção ao amarelo).

4.2.4 Análise Microbiológica

As três formulações de salsichas desenvolvidas foram submetidas a análises microbiológicas. Foram pesquisados os seguintes microrganismos: Coliformes a 45°C/g; Estaf. coag. positiva/g e C. sulfito redutor a 46°C/g. As análises foram realizadas de acordo com a Resolução RDC nº12, de 02 de Janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL 2001), seguindo a metodologia descrita na Instrução Normativa nº62, de 26 de Agosto de 2003, que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2003).

4.2.5 Teste de Aceitação Sensorial

Foram utilizados 102 provadores não treinados, de ambos os sexos, compostos por estudantes/funcionários do campus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Os atributos avaliados foram em relação ao sabor, textura, cor interna e aceitação global. O teste utilizado foi Escala Hedônica variando de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo), de acordo com a metodologia descrita por Dutcosky (2011), conforme ficha apresentada na Figura 5.

As amostras de salsicha foram fatiadas e foram servidas duas fatias de cada amostra a temperatura de aproximadamente 40°C de forma aleatória, identificadas com códigos de três dígitos.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
1. Qual seu sexo?	
(a) Feminino	
(b) Masculino	
2. Qual sua faixa etária?	
(a) Entre 18 a 30 anos	
(b) Entre 30 a 40 anos	
(c) Entre 40 a 50 anos	
(d) Acima de 50 anos	
3. Você está recebendo uma amostra codificada de salsicha. Avalie a amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou para os seguintes atributos: Cor (interna), Sabor, Textura e Aceitação Global.	
(9) gostei muitíssimo	
(8) gostei muito	
(7) gostei moderadamente	
(6) gostei ligeiramente	
(5) não gostei e nem desgostei	
(4) desgostei ligeiramente	
(3) desgostei moderadamente	
(2) desgostei muito	
(1) desgostei muitíssimo	
Código da amostra:	
Notas: Cor (interna) _____ Sabor _____ Textura _____ Aceitação Global _____.	
Comentários: _____	

Figura 5 – Modelo da ficha do teste sensorial apresentado aos provadores.

4.2.6 Análise Estatística

Os resultados das análises físicas foram submetidos à ANOVA e teste de comparação de médias de *Tukey*. O nível de significância utilizado para os testes estatísticos foi de 5%. Para tratamento dos dados utilizou-se o programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISES FÍSICAS NA MASSA DA SALSICHA ANTES DO COZIMENTO

Os resultados obtidos para pH e estabilidade da emulsão (EE) da massa antes do cozimento estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de pH e estabilidade da emulsão (EE) da massa antes do cozimento.

FORMULAÇÃO	pH	EE (%)
A (Fécula Nativa)	6,07±0,01 ^a	70,56±4,19 ^a
B (Acetilada)	6,06±0,01 ^a	98,67±0,91 ^b
C (Ácido Málico)	6,06±0,01 ^a	96,76±0,61 ^b

Médias ± desvio padrão seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Pode-se observar (Tabela 3) que os valores médios de pH para as três formulações estudadas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) e corroboraram com os resultados obtidos no estudo realizado por Pardi et al. (2007), que relata que a faixa de pH dos embutidos cárneos variaram de 5,8 a 6,2. Em relação à estabilidade das emulsões (EE) verificou-se que as salsichas processadas com as féculas esterificadas por acetilação (B) e por ácido málico (C) não diferiram entre si ($p > 0,05$), e ambas diferem da formulação padrão (A). A formulação “A” processada com fécula nativa (padrão) apresentou menor percentual de estabilidade da emulsão (70,56%), caracterizando a formulação com maior porcentagem de exsudado. As salsichas processadas com féculas modificadas apresentaram melhor estabilidade (98,76% e 96,76% para as amostras B e C, respectivamente). Garcia-Cruz, Scamparini, Hoffman (1996) em seu estudo sobre a elaboração de salsichas utilizando gomaguar e xantana em substituição ao amido de mandioca, encontrou menor percentual de estabilidade da emulsão na amostra desenvolvida com fécula de mandioca nativa (72,80%) e com a utilização das gomas a estabilidade ficou ao redor de 74,00%, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

A temperatura da massa das emulsões foram controladas durante o processamento e os valores médios variaram entre 13 a 15 °C. Segundo Hedrick et al. (1994) a temperatura da massa de uma emulsão cárnea deve ser controlada para garantir que não ocorrerá desnaturação protéica em produtos emulsionados e conseqüentemente quebra da estabilidade da emulsão. Em seu estudo sugere que a temperatura ideal para embutidos processados com carne suína e bovina deva ser entre 21 a 22°C. Já para Jones e Mandigo (1982) e Pardi et al. (2007) a temperatura da massa, em produtos emulsionados, não deverá ultrapassar os 16 °C durante o processamento.

5.2 ANÁLISES FÍSICAS NA MASSA DA SALSICHA APÓS COZIMENTO

A perda de peso por cozimento (PPC) é uma determinação importante, pois permite calcular a quebra dos produtos durante o aquecimento e conseqüentemente o valor do rendimento (POLLONIO, 2008). Os resultados obtidos para a PPC foram de 1,22 % para a formulação A (fécula nativa), 0,52% para a B (fécula acetilada) e 0,63% para a formulação C (ácido málico), todas apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As salsichas processadas com fécula modificada (Formulações B e C) apresentaram uma menor quebra de cozimento do que a salsicha com fécula nativa, ou seja, menor PPC e melhor rendimento. Acredita-se que as féculas modificadas melhoraram a capacidade de retenção de água (CRA) desses embutidos cozidos. Segundo Pollonio (2008), a perda de peso por cozimento está associada à capacidade de retenção de água no produto, quanto menor melhor é a CRA. Os resultados foram similares ao descrito por Roque-Specht, Ramos e Cardoso (2011) em seu estudo sobre o efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características de qualidade de mortadelas de frango, cujos valores encontrados para PPC variaram entre 0,7% e 1,53%.

De acordo com Baptista et al., (2016) em seu estudo sobre as características tecnológicas, físico-químicas e sensoriais em mortadela produzidas com diferentes porcentagens de amido modificado em substituição à proteína de soja e a fécula de mandioca nativa, obteve no tratamento contendo maior porcentagem de amido modificado, menor perda por exsudação (2,7%) e em conseqüência, maior estabilidade de emulsão.

A modificação da fécula por esterificação com ácidos orgânicos (como o málico) aumenta esta característica hidrofílica do amido, devido à presença de um grupo carboxila e

hidroxila na cadeia lateral (SCHWARTZ, WHISTLER, 2009), bem como a esterificação por acetilação, que também auxilia para o aumento na solubilidade do amido devido à adição do grupo acetil na cadeia (MORIKAWA, NISHINARI, 2000; GONZALEZ, PEREZ, 2002). Acredita-se que isso conseqüentemente tenha influenciado para o aumento da CRA das salsichas das formulações B e C e assim obtido uma menor PPC.

Os resultados da perda de líquido durante o resfriamento (Sinérese) estão apresentados na Tabela 4. A sinérese foi determinada nos intervalos de tempo de 10, 20 e 30 dias.

Tabela 4 – Valores em porcentagem da perda de líquido durante o resfriamento (Sinérese) determinado no período de estocagem.

FORMULAÇÃO	10 dias	20 dias	30 dias
A (fécula nativa)	11,42%	13,83%	14,78%
B (acetilada)	4,91%	5,05%	5,16%
C (ácido málico)	7,92%	8,27%	8,80%

De acordo com Rutenberg, Solarek (1984); Eliasson (2004), a retrogradação é o fenômeno que ocorre no amido gelatinizado quando resfriado. As moléculas que formam o amido se associam através de ligações de hidrogênio, formando uma estrutura mais ordenada, fato que resulta na formação de áreas cristalinas. A forte interação das cadeias entre si promove a saída da água do sistema, sendo essa expulsão chamada de sinérese. A fécula de mandioca nativa, referente à formulação A, apresentou uma perda de líquido mais acentuada sendo aos 30 dias, 14,78% foram exsudados, em comparação com as salsichas processadas com as féculas esterificadas (B e C) que apresentaram menor teor de líquido exsudado aos 30 dias (5,16% e 8,80%, respectivamente).

Lima, Junior, Pereira (2014) observaram que, após alguns dias de estocagem, a pasta do amido modificado tornou-se mais translúcida, ou seja, aumentou a claridade de pasta, indicando que a acetilação diminuiu a tendência à retrogradação, podendo ser empregado em produtos que necessitem de tempo de estocagem maior. Essa redução na tendência à retrogradação corrobora com o estudo das propriedades de pasta de amidos de arroz nativo e acetilado, onde se obteve valores de retrogradação de 142,45 e 119,66, para nativo e acetilado, respectivamente (BARTZ et al., 2012).

Alves (2013) observou que os amidos esterificados apresentaram a menor quantidade de líquido liberado, respectivamente, 10,14 g; 9,50 g e 9,27 g e em consequência, foram os que mostraram as melhores estabilidades da emulsão, quando comparado com o amido de mandioca nativo, que obteve valor de 28,56 g de líquido liberado.

Os resultados da determinação do perfil de textura (TPA) para a dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade das amostras de salsichas processadas com fécula nativa (A), fécula esterificada por acetilação (B) e fécula esterificada por ácido málico (C) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros da análise de perfil de textura (TPA) das formulações de salsichas A, B e C.

Formulação	Dureza (Kg)	Elasticidade (cm)	Coesividade	Mastigabilidade (Kg.cm)
A (Fécula Nativa)	112,88±7,62 ^a	1,90±1,034 ^a	0,52±0,56 ^a	110,77±64,78 ^a
B (Acetilação)	167,90±34,69 ^b	1,49±0,55 ^a	0,70±0,08 ^b	195,14 ±68,08 ^b
C (Ácido Málico)	122,20±34,20 ^a	2,54±0,84 ^a	0,67±0,11 ^b	187, 56 ±91,54 ^b

Médias ± desvio padrão seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Verificou-se que a salsicha processada com fécula esterificada por acetilação apresentou maior dureza (B: 167,90 g) e diferiu das salsichas com fécula nativa (A: 112,88 g) e com fécula modificada por ácido málico (C: 122,20 g), este parâmetro é definido pelo pico de força durante o primeiro ciclo de compressão, e quanto maior a dureza mais firmes são as amostras. Já para o perfil de elasticidade, que mede a velocidade que o material retorna ao seu formato original após a deformação, a salsicha processada com fécula modificada por ácido málico foi maior (C: 2,54), no entanto, não se diferiu das formulações A (1,90) e B (1,49). As salsichas processadas com fécula esterificadas apresentaram maior coesividade (0,70 e 0,67 para B e C, respectivamente) e maior mastigabilidade (195,14 e 187, 56 para B e C, respectivamente), ou seja, maior resistência e energia requerida para a desintegração de um produto sólido, e diferiram ($p < 0,05$) para ambos os perfis avaliados da formulação padrão (A) (Tabela 5). Damian et. al (2005) em seu trabalho sobre a avaliação físico-química e da textura

(instrumental e sensorial) de salsichas elaborados com diferentes níveis de quitosana, obteve valores similares para coesividade (0,75), que mede a resistência que o produto oferece para romper as suas ligações internas.

Pode-se notar que as salsichas processadas com fécula estereficada tanto por acetilação quanto por ácido málico apresentaram melhores resultados em relação ao perfil de textura, e isso pode também ser comprovado pelas análises físicas apresentadas acima, em que as formulações B e C apresentaram melhor estabilidade de emulsão (EE), menor perda de peso por cozimento (PPC) e conseqüentemente sugere-se que as salsichas tiveram uma melhor capacidade de retenção de água (CRA).

Os parâmetros de cor objetiva de L*, a* e b* estão apresentados na Tabela 6 e demonstraram que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as amostras para os parâmetros determinados de luminosidade (valor de L*) e da coloração amarelo-azul (valor de b*).

Tabela 6 – Parâmetros de cor (L*; a*; b*) das diferentes formulações.

FORMULAÇÃO	L*	a*	b*
A (fécula nativa)	67,11±1,12 ^a	11,15±0,89 ^a	13,74±0,91 ^a
B (acetilada)	67,32±0,62 ^a	10,30±0,15 ^{ab}	13,66±0,33 ^a
C (ácido málico)	67,59±1,10 ^a	9,76±0,18 ^b	14,04±0,82 ^a

Médias ± desvio padrão seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

O valor de L* que representa a luminosidade (0= escuro e 100=claro); variou de 67,11 a 67,59, o valor de b* que mede o eixo amarelo-azul; variou de 13,66 a 14,04, e para o parâmetro a* que mede o eixo vermelho-verde, verificou-se que a formulação B (esterificado por acetilação) não diferiu da padrão (A) e nem da formulação C, porém a formulação C (esterificação por ácido málico) diferiu da formulação padrão (A). Estes resultados obtidos em relação à cor objetiva foram promissores, pois tinha como objetivo que a cor das formulações processadas com fécula esterificada fossem similares à amostra padrão, processada com fécula nativa. Nascimento et al. (2007), obteve em seu estudo sobre substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e a influência sobre as características físico-químicas de salsichas valores aproximados, com L* variando entre 60,74 a 66,25, a* com variação de 10,80 a 12,20 e b* 12,76 a 13,16.

De acordo com Andre et al. (2013), tanto em relação as carnes quanto aos produtos cárneos processados, o parâmetro luminosidade (L^*) está diretamente ligada a quantidade de água na superfície do produto, quanto maior a luminosidade, maior a quantidade de luz refletida e portanto, maior a umidade superficial.

5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados das análises microbiológicas.

Tabela 7 – Resultados das análises microbiológicas das formulações de salsicha.

FORMULAÇÃO	A	B	C	PADRÃO
Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	10 ³
<i>S. aureus</i> (UFC/g)	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	3x10 ³
<i>C. Sulfito Redutor</i> (UFC/g)	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	5x10 ²

Pode-se observar na Tabela 7, que em nenhuma das amostras foi verificado valores acima do permitido pela legislação, a RDC nº 12/2001, indicando boas práticas de fabricação e condições sanitárias adequadas no processamento da salsicha.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

As amostras de salsichas A, B e C foram submetidas ao teste de aceitação, utilizando a escala hedônica. Participaram do teste 102 provadores não treinados, alunos, professores e servidores administrativos do Campus Campo Mourão (UTFPR). Verificou-se que 65% dos provadores foram do sexo feminino, com idade entre 16 e 30 anos (88%).

Os resultados apresentados na Tabela 8 demonstram que as amostras B e C não diferiram ($p > 0,05$) entre si em todos os atributos pesquisados (cor, sabor, textura e aceitação global). Em relação à cor as amostras B e C apresentaram maior nota de aceitação (6,90 e 6,93, respectivamente) e diferiram ($p < 0,05$) da amostra padrão (A: 6,26), porém todos ficaram

acima do item “gostei ligeiramente”. Houve diferença significativa entre as amostras A e B para os atributos sabor e aceitação global, com opinião situada em torno de “gostei moderadamente”. E pode-se verificar ainda que para os demais atributos as maiores notas de aceitação foram para as salsichas processadas com fécula modificada por esterificação, ficando acima do item “gostei moderadamente”.

Quando comparado os resultados obtidos pela análise física de perfil de textura (TPA), a análise sensorial também demonstrou maior nota de aceitação e preferência pelas amostras processadas com fécula modificada (B e C), demonstrando a eficiência da esterificação.

Tabela 8 – Valores das médias para cada atributo avaliado.

ATRIBUTOS/ FORMULAÇÃO	COR	SABOR	TEXTURA	ACEITAÇÃO GLOBAL
A (fécula nativa)	6,26±1,66 ^a	6,62±1,61 ^a	6,43±1,73 ^a	6,58±1,51 ^a
B (acetilada)	6,90±1,46 ^b	7,32±1,39 ^b	6,94±1,62 ^{ab}	7,14±1,40 ^b
C (ácido málico)	6,93±1,47 ^b	6,94±1,35 ^{ab}	7,01±1,35 ^b	7,01±1,31 ^{ab}

Médias ± desvio padrão seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir com esses resultados que as féculas modificadas por esterificação tanto por acetilação quanto por ácido málico desenvolveram um produto cárneo embutido com melhores características físicas e sensoriais em comparação à fécula nativa, visto que as salsichas processadas com as féculas esterificadas apresentaram melhores resultados em relação ao perfil de textura, e em relação às análises físicas apresentadas, em que as formulações B e C apresentaram melhor estabilidade de emulsão (EE), menor perda de líquido durante o resfriamento (sinérese), menor perda de peso por cozimento (PPC), maior capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, uma melhor textura, maior maciez, porém, com melhor firmeza, melhorando características como a fatiabilidade e palatabilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. C. G. B. S. **Propriedades funcionais do amido de mandioca esterificado com ácido esteárico**. Trabalho de Conclusão de curso. 41f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2013.

ANDRE, T; et. al. **Características Físicas, Químicas e Sensoriais de Salsichas com Redução e Substituição de Gordura Animal por Vegetal**. Faculdade Jaguariúna. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, São Paulo, 2013.

APLEVICZ, K. S. **Caracterização de produtos panificados à base de féculas de mandioca nativas e modificadas**. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, 131p. 2006.

AYUCITRA, A. Preparation and characterisation of acetylated corn starches. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, Vol. 3, No. 3, June, 2012.

BAPTISTA, P. D. et.al. **Estudo da adição de amido modificado nas características tecnológicas, físico-químicas e sensoriais de produto cárneo emulsionado embutido**. Disponível em: <
<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2008/artigos/re0801016.pdf>> Acesso em: 03/06/2016.

BARTZ, J.; et al. Propriedades de pasta de amidos de arroz nativo e acetilados. **Braz. J. Food Technol**, p. 78-83, maio de 2012.

BELLO-PÉREZ, L. A.; MONTEALVO, M. G. M.; ACEVEDO, E. G. **Almidón: definición, estructura y propiedades**. In: LAJOLO, F. M. e MENEZES, E. W., Carbohidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos. Editora da USP, São Paulo, p.646, 2006.

BENEVIDES, S. D, NASSU, R. T. **Produtos Cárneos**. EMBRAPA. Disponível em: <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ovinos_de_corte/arvore/CONT000g3izohks02wx5ok0tf2hbweqanedo.html> Acesso em: 02/03/2016.

BOLZAN, M. E; SILVA, J. **Avaliação dos Parâmetros Físico-químicos e Qualidade Microbiológica de Salsicha adicionada em Diferentes Embalagens.** Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão. 2012.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. *Food Technology*, 62–66, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000.** Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.defesaagropecuaria.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=662>> Acesso em: 27/04/2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 12, de 02 de janeiro de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 27/05/2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.** Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal. Disponível em: <<http://www.hidrolabor.com.br/IN62.pdf>> Acesso em: 27/05/2016.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados.** Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia – FTPT. São Paulo, 1983.

CARDOSO, E. M. R; AGUIAR, O. J. R. **Utilização da Mandioca na indústria de compensados de Madeira.** Ministério da Agricultura e Pecuária. ISSN 1515-2244, BÉLEM-PA, Janeiro, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; DEMIATE, I. M. **Amidos modificados.** In: Série culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, cap. 12 p. 272-289, 2003.

DAMIAN, C, et. al. **Avaliação Físico-Química e da Textura (Instrumental e Sensorial) de Salsichas Elaboradas com Diferentes Níveis de Quitosana- Poli-(α – 1,4) N-Acetil-D-Glucosamina**. Tecnologia de Alimentos. Acta Científica Venezuelana, 56(1): 16-23, 2005.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 427p.

ELIASSON, A.C. Starch in food – Structure, function and applications. **New York: Boca Raton, CRC**, 2004. 605p, 2004.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. **Microbiologia em Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

FRANCO, C. M. L. et al. Structural and functional characteristics of selected soft wheat starches. **Cereal Chemistry**, v. 79, n. 2, p. 243-248, 2002.

GARCIA-CRUZ, C. H.; SCAMPARINI, A. R. P.; HOFFMANN, F. L. Elaboração de salsichas utilizando goma guar e goma xantana em substituição ao amido de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz. Alim. Nutr. São Paulo, 7: 25-35, 1996

GEISE, J. Developing low-meat products. **Food Technology**. v. 46, n. 4, p. 100-108, 1992.

GONZÁLEZ, Z.; PÉREZ, E. **Effect of acetylation on some properties os rice starch**. Starch - Stärke, Weinheim, v. 54, n. 3-4, p. 148-154, 2002.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C., SANTOS, E. M., ROVIRA J., JAIME, I. The effect of sugar concentration and starter culture on instrumental and sensory textural properties of chorizo-Spanish dry-cured sausage. **Meat Science**, v. 74. 467-75. 2006.

GUERREIRO, L. Produção de Salsicha. **Dossiê Técnico** - REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < <http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MzA=>> Acesso em: 27/04/2016.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R.A. **Principles of Meat Science**. Dubuque: Kenda/ Hunt, 3ª ed., 1994, 354p.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**. p. 447-457, 1998.

JONES, K.; MANDIGO, R. W. Effects of chopping temperature on the microstruture of meat protein. **J. Food Sci. Chicago**, v.47, n.12, p.1930-1935, 1982.

LAMMERS, G., TIITOLA, P., & VUORENPAA, J. **Manufacture of a starch ester, especially starch acetate**. PCT International Application WO 9829455, 1998.

LAWAL, O. S. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidised, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. **Food Chemistry**, v.87, p. 205–218, 2004.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LIMA, R. R. O; JÚNIOR, N. P. S; PEREIRA, F. M. Propriedades funcionais do amido de feijão andu (*Cajanus Cajanl.*) nativo e modificado por acetilação. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente** 5(1): p. 113-126, jan-jun, 2014.

LIMA, I. A. **Elaboração e caracterização de salame de cordeiro Santa Inês**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. Itapetinga, BA, 2009.

LOKSUWAN, J. Characteristics of microencapsulated b-carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrin. **Food Hydrocolloids**, v.21, p.928-935, 2007.

LU, D. R., XIAO, C. M., XU, S. J. Starch-based completely biodegradable polymer materials. **Express Polym. Lett.**, 3, 366–375, 2009.

MARQUARDT, L.; BACCAR, N. **Manual para Fabricação de Produtos Cárneos Processados**. EDUNISC. Santa Cruz do Sul, SC, 2003.

MORIKAWA, K.; NISHINARI, K. Rheological and DSC studies of gelatinization of chemically modified starch heated at various temperatures. **Carbohydrate Polymers**, v.43, p.241–247, 2000.

NASCIMENTO, R; et. al. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio e a influência sobre as características físico-químicas de salsichas. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.18, n.3, p. 297-302, jul./set. 2007.

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin e inhibits poultry pse and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n. 4, 271-283, 2001.

PARDI, M.C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Editora: UFG. 2ºed. Goiânia, 2007.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J. A. Functionality of six non meat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, 1987.

PÉREZ, S. P. M.; BALDWIN, D. J; GALLANT. Structural features of starch granules. **In Starch: Chemistry and Technology**, ed. J. BeMiller and R. Whistle, 149-192. New York: Academic Press, 2009.

PERONI, F.H.G. **Características estruturais e físico-químicas de amidos obtidos de diferentes fontes botânicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2003.

PHILLIPS, D. L.; LIU, H. L.; PAN, D.; CORKE, H. General application of Raman spectroscopy for the determination of level of acetylation in modified starches. **Cereal Chem**,

76, 439–443, 1999. POLLONIO, M.A.R. **Princípios de processamento, qualidade e segurança de emulsionados cozidos**. Campinas, SP. 2008. Unicamp.

QUEIROZ, A.M.P. **Efeitos do Tripolifosfato de Sódio sobre as Características Microbiológicas, Físico- Químicas e Vida-de-Prateleira em Linguiça Frescal de Frango**. Porto Alegre, RS, 2006.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. M. A. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

REIS, R. A. A. **Quantificação da hidroxiprolina como índice de qualidade de salsicha comercializada em Belo Horizonte, MG**. Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec. Vol. 51 n.6. Belo Horizonte, MG, 1999.

ROQUE-SPECHT, V. F.; RAMOS; A. L. B.; CARDOSO, P. G. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características de qualidade de mortadelas de frango. **R. Bras. Agrocência, Pelotas**, v.17, n.2-4, p.242-250, abr-jun, 2011.

RUTENBERG, M.W.; SOLAREK, D. Starch derivatives: production and uses. In: WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N.; PASCHALL, E.F. **Starch: chemistry and technology**. 2 ed. Orlando: Academic Press, p. 312-388, 1984.

SALVINO, E. M; et al. Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial de hambúrgueres de carne de avestruz (*Struthio camellus*), elaborados com substituto de gordura. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**,v. 68n.1, p. 34-41,2009.

SCHWARTZ, D.; WHISTLER, R. L. Starch use in food. In: BeMILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. **Starch: chemistry and technology**. 3. ed. New York: Academic Press, p. 745-795, 2009.

SILVA, W. P. et al. Qualidade Microbiológica de linguças mistas do tipo frescal produzidas na cidade de Pelotas. **B. CEPPA**, V.20 n°2 p 257 – 266, Jul./Dez., 2002.SILVA, G.O.; et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p. 188-197, 2006.

SINGH, N, et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v.81, n.2 p. 219-231, 2003.

SINGH, J.; KAUR, L.; SINGH, N. Effect of acetylation on some properties of corn and potato starches. *tarch/Stärke*, v. 56, p. 586-601, 2004.

SINGH, G.D, et al. Influence of heat-moisture treatment and acid modifications on physicochemical, rheological, thermal and morphological characteristics of Indian Water Chestnut (*Trapa natans*) starch and its application in biodegradable films. *Starch/Stärke*, v.61, p. 503-513, 2009.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows**: computer program manual. Versão 7.1. Tulsa: Software Inc., 2006.

SWINKELS, J. J. M. Industrial Starch Chemistry: Properties, modifications and applications of starch. **Vendam, AVEBE**, p. 48, 1996.

TERRA, N. N. **Apontamentos sobre tecnologia de carnes/Industrialização da carne**. 1ª ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1998.

THOMAS, D.J.; ATWELL, W.A. **Starches: practical guides for the food industry**. Minnesota: Eagan Press, 1999. 94p.

TODESCHINI, L.C. **Teor de Ligador: Farinha de Soja, Plasma, Leite desengordurado e Substâncias de Recheio em Produtos Cárneos Embutidos a Base de Emulsão – Salsicha, Salsichão, Mortadela**. Florianópolis, SC. 2009.

TROUTT, E. S. et. Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v. 57, n. 1, p. 19-24, 1992.

VAN DER BURGT, Y.E.M.; et al. **Structural studies on methylated starch granules**. *Starch/Stärke*, v.52, n.2-3, p.40-43, 2000.

VATANASUCHART, N. et al. Molecular properties of cassava starch modified with different UV irradiations to enhance baking expansion. **Carbohydrate Polymers**, v. 61, n.1, p. 80-87, 2005.

ZAVAREZE; E. R; et al. Teor de amido resistente e perfil de textura de amidos de arroz com diferentes níveis de amilose modificados hidrotermicamente. **Braz. J. Food Technol.**, III SSA, 2010.

XIE, X; LIU, Q. Development and physicochemical characterization of new resistant citrate starch from different corn starches, *Starch/Stärke*, v. 56, p. 364–370, 2004.

YANG, A. et al. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 7, p. 1039-1046, 2001.

WANG, Y. J., & WANG, L. **Characterization of acetylated waxy maize starches prepared under catalysis by different alkali and alkaline earth hydroxides.** *Starch/Stärke*, 54, 25–30, 2002.

WURZBURG, O.B. **Modified Starches: Properties and Uses.** Boca Raton: CRC Press, 1989.

WURZBURG, O. B. Modified starch. In: STEPHEN, A. M.; PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. (Ed.). **Food Polysaccharides and their applications.** 2. ed. Boca Raton: CRC Press, p.86-118, 2006.