



CARLA IVONE CARRARO

**APLICAÇÃO DE AMIDOS RESISTENTES COMO
INGREDIENTES EXTENSORES SUBSTITUTOS DE
GORDURA EM PRODUTO CÁRNEO
EMULSIONADO**

CAMPINAS

2012



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

CARLA IVONE CARRARO

**APLICAÇÃO DE AMIDOS RESISTENTES COMO
INGREDIENTES EXTENSORES SUBSTITUTOS DE
GORDURA EM PRODUTO CÁRNEO EMULSIONADO**

Orientadora: Profa. Dra. MARISE APARECIDA RODRIGUES POLLONIO

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA CARLA IVONE CARRARO E ORIENTADA PELA
PROFA. DRA. MARISE APARECIDA RODRIGUES POLLONIO**

Assinatura da orientadora

**CAMPINAS
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

C231a Carraro, Carla Ivone, 1965-
Aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado / Carla Ivone Carraro. -- Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Amido resistente. 2. Produtos cárneos. 3. Redução de gordura. 4. Substitutos de gorduras. 5. Fibra alimentar. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: The use of resistant starch as fat replacers extenders ingredients in emulsified meat products

Palavras-chave em inglês:

Resistant starch

Meat products

Fat reduction

Fats replacers

Dietary fibre

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestra em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Marise Aparecida Rodrigues Pollonio [Orientador]

Andrea Carla da Silva Barretto

Maria Teresa Bertoldo Pacheco

Data da defesa: 13-12-2012

Programa de Pós Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Esse exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida por Carla Ivone Carraro e aprovada pela comissão julgadora em 13 de dezembro de 2012.

Prof^a. Dr^a. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
UNICAMP / DTA
(Orientadora)

Dr^a. Maria Teresa Bertoldo Pacheco
CCQA/ ITAL
(Membro)

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto
Universidade São Judas Tadeu
(Membro)

Prof. Dr. Paulo Cezar Bastianello Campagnol
Instituto Federal do Triangulo Mineiro/ IFTM
(Membro Suplente)

Dr^a. Renata Maria dos Santos Celeghini
UNICAMP/ DTA
(Membro Suplente)

*Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida:
aos meus pais Fleury e Marisa, ao meu filho Leonardo, ao meu
marido Leonir, minha afilhada Anna Paula e ao meu irmão Clóvis.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela existência e por me permitir a realização deste sonho;

A Prof^a. Dr^a. Marise Pollonio, pela confiança depositada, em me aceitar como aluna especial e depois como sua orientada, acreditando nesta parceria e colaborando no meu desenvolvimento pessoal. Existem professores que passam na nossa vida e deixam sua marca, lembrarei com carinho e admiração a sua atitude de abrir esta porta e ter me dado esta oportunidade;

Ao Prof. Dr. Pedro Felício, pelas conversas e discussões sempre tão enriquecedoras e por compartilhar suas vivências;

Aos membros da banca examinadora, por suas observações sempre construtivas para a melhoria do trabalho;

A Dr^a. Ivone Delazari, pelo seu legado, em transmitir e incentivar sempre os estudos e o aperfeiçoamento, e por acreditar que eu conseguiria;

Ao Getúlio Takahashi, que escreveu a minha carta de recomendação para ingresso no curso de pós-graduação, e me surpreendeu com um texto sintético e completo, fiquei muito feliz com suas palavras. Minha admiração pela sua inteligência e espírito científico.

Ao Eng. João Felipe Yunes, meu eterno consultor nas formulações para as mortadelas pela sua contribuição ao longo do trabalho;

A Tate & Lyle e a National Starch, pelo fornecimento das amostras de amidos resistentes para o projeto;

A BRF Brasil Foods S.A., pelo apoio na execução do projeto, em especial ao meu diretor Ralf Piper e aos gerentes Paulo Magalhães e Paulo Rogério Franchin pela oportunidade dada, permitindo que eu frequentasse as aulas com flexibilização do meu horário de trabalho;

Agradeço aos colegas da P&D, desde os pesquisadores até os técnicos que me ajudaram imensamente neste trabalho. Em especial ao Nilton Paschoal e ao Fernando Brito, que dedicaram dias inteiros comigo na elaboração das formulações, à Renata Nascimento pelo incentivo constante, ao Marco Neves nos

ajustes técnicos e transporte das amostras, ao Fernando Prado e Gilson Vicente pelo apoio na planta piloto, à Maria Cristina Lui pelas dicas de contatos da área e ao Henrique Mattar pelas indicações de cortes bovinos.

O meu agradecimento especial à equipe dos laboratórios físico-químico, microbiológico e sensorial da BRF Jundiaí, que colaboraram na realização dos ensaios analíticos deste trabalho: Izabel, Maria, Kelli e Geremias, não esquecerei o nosso teste sensorial com 100 provadores, trabalho de valentes.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos pelo suporte no curso de pós-graduação;

Aos colegas da FEA que conheci e convivi ao longo do curso: Mariana, Simone, Márcia, Adrielli, Raquel, Georgia, Ernesto, Patrícia, Márcio, Claudia, Adriana e a minha companheira de estrada Roberta Machado pela amizade e momentos de descontração.

Ao Paulo Campagnol que foi um colaborador intenso em nosso primeiro trabalho, na primeira disciplina cursada, à Bibiana Alves pelas dicas e apoio no uso dos programas estatísticos e pela amizade sincera;

Ao José Roberto e a Vanessa, que tanto colaboraram com o meu trabalho, meu carinho pela dedicação;

Aos meus pais, que incondicionalmente sempre foram meus maiores apoiadores, e sem os quais tudo seria mais difícil. Meu respeito, minha admiração, meu amor eterno, obrigada por investirem na minha educação e acreditarem nos meus sonhos.

Ao meu filho Leonardo, espírito inovador, luz de outra galáxia, que todos os dias me dá motivos para continuar, buscar e progredir, e que me ensinou o sentido da palavra paciência e com isto me tornou mais perseverante. Te amo filho.

Ao meu marido Leonir, pelo companheirismo e paciência e por estar comigo nesta jornada.

Agradeço a todos que de alguma forma colaboraram para que este trabalho passasse de um projeto para uma dissertação. “Aprendi que são os pequenos acontecimentos diários que tornam a vida espetacular” (William Shakespeare).

Obrigada por fazerem parte da minha vida.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	x
LISTA DE TABELAS	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xix
RESUMO.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Reformulações de produtos cárneos com foco para apelos saudáveis.....	4
3.2. Redução de gordura	7
3.3. Amidos resistentes como substitutos de gordura	8
3.3.1. Definição de amido resistente.....	8
3.3.2. Definição de fibra e conceitos	10
3.3.3. Tipos de amidos resistentes	13
3.3.4. Fontes de amido resistente	16
3.4. Fundamentos e aspectos nutricionais relacionados ao consumo de amidos resistentes	18
3.4.1. Benefícios nutricionais do amido resistente.....	18
3.4.1.1. Metabolismo Intestinal	20
3.4.1.2. Metabolismo Glicídico e Lipídico.....	20

3.5. Propriedades tecnológicas dos amidos resistentes	23
3.5.1. Efeito do processamento nos níveis de amido resistente	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1. Descrição das etapas do trabalho	26
4.2. PRIMEIRA ETAPA: Desenvolvimento das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição do amido resistente tipo 3 – Promitor® em diferentes níveis de concentração.....	26
4.2.1. Seleção de amidos resistentes e avaliação das propriedades tecnológicas.....	27
a. Capacidade de retenção de água	27
4.2.2. Elaboração da mortadela com teor reduzido de gordura com aplicação de amido resistente Promitor® em diferentes níveis de concentração.....	28
a. Caracterização da matéria-prima e ingredientes.....	28
b. Formulações.....	28
c. Processamento das mortadelas	30
4.2.3. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial das formulações elaboradas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amido resistente tipo 3.....	33
4.2.3.1. Ensaios microbiológicos	33
4.2.3.2. Ensaios físico-químicos	33
4.2.3.3. Avaliação sensorial.....	34
4.3. SEGUNDA ETAPA: Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição dos amidos resistentes: tipo 2- Hi maize 260®, tipo 4- Novelose® 480 HA, tipo 3- Promitor® e tipo 2:farinha de banana verde no nível ajustado de aceitação selecionado.....	35

4.3.1. Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amidos resistentes de amidos resistentes do tipo: 2, 3 e 4	36
a. Formulações.....	36
b. Processamento.....	36
4.3.2. Avaliação físico-química das mortadelas elaboradas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amidos resistentes	37
4.4. TERCEIRA ETAPA: Elaboração e avaliação das formulações com teor reduzido de gordura ajustadas com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes nos níveis de concentração: 2,5 e 5,0%.....	38
4.4.1. Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes.....	39
a.Caracterização da matéria-prima	39
b. Formulações.....	39
c. Processamento das mortadelas	41
4.4. 2. Avaliação microbiológica, físico-química, sensorial e das formulações elaboradas com teor reduzido de gordura com substituição parcial e total pelos amidos resistentes.....	41
4.4.2.1. Avaliação microbiológica	41
4.4.2.2. Avaliação físico-química	43
4.4.2.3. Avaliação sensorial	46
5. RESULTADOS	49
5.1. PRIMEIRA ETAPA : Desenvolvimento das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição do amido resistente tipo 3 – Promitor ® em diferentes níveis de concentração.....	49

5.1.1. Avaliação da capacidade de retenção de água dos diferentes tipos de amidos resistentes	49
5.1.2. Caracterização das matérias primas utilizadas nas formulações de mortadelas contendo amido resistente	50
5.1.3. Avaliação físico-química das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.....	51
5.1.4. Avaliação microbiológica das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.....	58
5.1.5. Avaliação dos atributos sensoriais das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor® pelo teste de aceitação.....	59
5.2. SEGUNDA ETAPA: Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição dos amidos resistentes: tipo 2- Hi maize 260®, tipo 4- Novelose® 480 HA, tipo 3- Promitor® e tipo 2: farinha de banana verde no nível ajustado de aceitação selecionado.....	69
5.2.1. Avaliação físico-química: umidade, proteína, lipídios, pH e atividade águas das formulações otimizadas de mortadela com os diferentes tipos de amidos resistentes	69
5.3. TERCEIRA ETAPA: Elaboração e avaliação das formulações finais ajustadas com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes nos níveis de concentração: 2,5 e 5,0%....	70
5.3.1. Avaliação físico-química das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	71
5.3.2. Avaliação microbiológica das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	87
5.3.3. Avaliação sensorial das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- Teste de Diferença de controle	88

5.3.4. Avaliação sensorial das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- Teste de aceitação cego e informado.....	93
5.3.5. Avaliação dos ensaios de estabilidade de cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.....	104
CONCLUSÕES	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
ANEXOS	131
ANEXO I - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	131
ANEXO II -Ficha de avaliação sensorial- Diferença de Controle.....	132
ANEXO III -Questionário de recrutamento de provadores.....	133
ANEXO IX -Teste de aceitação sensorial para produto cárneo Emulsionado – Tipo Mortadela	134
ANEXO V -Teste de aceitação sensorial informado.....	135

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Classes de amido resistentes	15
Tabela 2. Benefícios de saúde associados aos SCFAs (ácidos graxos de cadeia curta)	22
Tabela 3. Propriedades funcionais e vantagens das fontes comerciais de amido resistente dos tipos 2 e 3	24
Tabela 4. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura e adição de amido resistente do tipo 3 Promitor®	29
Tabela 5. Rampa de cozimento das formulações teste com AR tipo 3.....	31
Tabela 6. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura a adição de amidos resistentes	37
Tabela 7. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura e substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes.....	40
Tabela 8. Rampa de cozimento das formulações com substituição parcial total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes	41
Tabela 9. Avaliação da capacidade de retenção de água dos diferentes tipos de amidos resistentes	49
Tabela 10. Composição centesimal do miolo de acém e paleta suína.....	50
Tabela 11. Resultados de umidade, pH e fibra total dietética dos amidos resistentes comerciais.....	51
Tabela 12. Análise do perfil de textura ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	52
Tabela 13. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de perda de cozimento das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	53

Tabela 14. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios físico-químicos das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	55
Tabela 15. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de cor L*a*b* das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	58
Tabela 16. Avaliação microbiológica das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	59
Tabela 17. Valores médios dos atributos: cor, aroma, sabor e textura ($\pm$ desvio padrão) do teste sensorial de aceitação das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3- Promitor®.....	62
Tabela 18. Avaliação físico-química: umidade, proteína, lipídios, pH e atividade água nas formulações otimizadas de mortadela com os diferentes tipos de amidos resistentes	70
Tabela 19. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de estabilidade de emulsão, perda pro cozimento e cor L*a*b* das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	72
Tabela 20. Análise do perfil de textura ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	76
Tabela 21. Valores de: umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos totais ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	78
Tabela 22. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de fibra dietética total das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.....	81
Tabela 23. Valores de: amido, atividade água, colesterol e pH ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	83

Tabela 24. Avaliação do perfil lipídico ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	85
Tabela 25. Valores de: cálcio, ferro, sódio e sal ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	86
Tabela 26. Avaliação microbiológica de mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle	87
Tabela 27. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos testes sensoriais de diferença de controle das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.....	89
Tabela 28. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos testes sensoriais de diferença de controle das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.....	89
Tabela 29. Avaliação da textura das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença de controle- Teste de Dunnet	90
Tabela 30. Avaliação da cor das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença de controle- Teste de Dunnet	91
Tabela 31. Avaliação do sabor das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença de controle- Teste de Dunnet	92
Tabela 32. Avaliação sensorial teste de aceitação ($\pm$ desvio padrão) das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença de controle- Teste de Dunnet	95

Tabela 33. Avaliação sensorial teste de aceitação ($\pm$ desvio padrão) das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle após triagem – TESTE INFORMADO	103
---	-----

Tabela 34. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de estabilidade da cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle, nos tempos zero, 1, 2, 4, 6 e 8 horas no parâmetro cor $L^*a^*b^*$ - Formulações: C1, C2, F1, F2, F3 e F4.....	105
---	-----

Tabela 35. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de estabilidade da cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle, nos tempos zero, 1, 2, 4, 6 e 8 horas no parâmetro cor $L^*a^*b^*$ - Formulações: F4, F5, F6, F7 e F8.....	106
---	-----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Enzimas secretadas pelos principais órgãos participantes na digestão de alimentos em humanos.....	21
Figura 2a. Pedacos de carne congelada no Cutter Kramer Greber.....	31
Figura 2b. Coterização das carnes	31
Figura 3a. Cominuição	32
Figura 3b. Formação do batter	32
Figura 4a. Embutimento das mortadelas	32
Figura 4b. Mortadelas embutidas em tripa permeável	32
Figura 5a. Mortadelas dispostas em varas prontas para o cozimento.....	32
Figura 5b. Cozimento em estufa	32
Figura 6. Amostra acondicionada em bandeja envolta em filme plástico para teste de estabilidade de cor	46
Figura 7. Perfil do sexo dos provadores selecionados no teste do Promitor®	60
Figura 8. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo feminino no Teste o Promitor ®	60
Figura 9. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo masculino no teste do Promitor ®	61
Figura 10. Perfil dos provadores quanto aos fatores de compra no teste de aceitação do Promitor ®.....	61
Figura 11. Histograma de aceitação das notas de aparência das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	63
Figura 12. Divisão por notas de aparência das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	63

Figura 13. Histograma de aceitação das notas de aroma das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	64
Figura 14. Divisão por notas de aroma das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	64
Figura 15. Histograma de aceitação das notas de sabor das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	65
Figura 16. Divisão por notas de sabor das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	65
Figura 17. Histograma de aceitação das notas de textura das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	66
Figura 18. Divisão por notas de textura das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	67
Figura 19. Histograma de aceitação das notas de impressão global das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	67
Figura 20. Divisão por notas de impressão global das mortadelas elaboradas com amido resistente tipo 3 Promitor ®.....	68
Figura 21. Intenção de compra dos provadores selecionados	68
Figura 22. Perfil do sexo dos provadores selecionados para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes.....	93
Figura 23. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo masculino selecionados para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes	94
Figura 24. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo feminino selecionados para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes	94
Figura 25. Perfil dos provadores quanto aos fatores de compra para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes.	95

Figura 26. Histograma de aceitação das notas do atributo aparência das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	97
Figura 27. Divisão por notas do atributo aparência das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	97
Figura 28. Histograma de aceitação das notas do atributo aroma das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle - TESTE CEGO	98
Figura 29. Divisão por notas do atributo aroma das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	98
Figura 30. Histograma de aceitação das notas do atributo sabor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	99
Figura 31. Divisão por notas do atributo sabor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	99
Figura 32. Histograma de aceitação das notas do atributo textura das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	100
Figura 33. Divisão por notas do atributo textura das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	100
Figura 34. Histograma de aceitação das notas do atributo impressão global das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	101

Figura 35. Divisão por notas do atributo impressão global das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle – TESTE CEGO	102
Figura 36. Intenção de compra dos provadores selecionados	102
Figura 37. Formulação C1.....	107
Figura 38. Formulação C2	107
Figura 39. Formulação F1.....	108
Figura 40. Formulação F2	108
Figura 41. Formulação F3	108
Figura 42. Formulação F4	108
Figura 43. Formulação F5	109
Figura 44. Formulação F6.....	109
Figura 45. Comparativo dos valores de L^* dos ensaios de estabilidade de cor.....	110
Figura 46. Comparativo dos valores de a^* dos ensaios de estabilidade de cor.....	110
Figura 47. Comparativo dos valores de b^* dos ensaios de estabilidade de cor.....	111

RESUMO

As mudanças nas exigências dos consumidores e o aumento da competição global no mercado de alimentos fazem com que as indústrias de produtos cárneos adotem novas tecnologias de processamento e uso de novos ingredientes, para agregar valor, especialmente no atributo saúde. Neste contexto, os amidos resistentes são compostos, que apresentam propriedades semelhantes às fibras, exercendo a mesma função fisiológica, no entanto muito pouco estudados em produtos cárneos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de amidos resistentes em produto cárneo emulsionado tipo mortadela com reduzido teor de gordura para a obtenção de um produto final com apelo saudável. Os amidos resistentes do tipo 2, 3 e 4 foram testados quanto à capacidade de retenção de água e apresentaram valores similares a outros extensores já utilizados. Na primeira etapa do trabalho, foi escolhido o amido resistente (conhecido pela sigla AR) tipo 3 para ser avaliado frente a três diferentes níveis de adição. Na sequência, foram realizados os ajustes de formulação e elaboradas duas formulações controle, seguidas de quatro substituições parciais e substituições totais com 2,5 e 5,0 % de AR. As formulações: C1 (10% de gordura e 5% de fécula de mandioca), C2 (20% de gordura e 5% de fécula de mandioca), F2 (10% de gordura e 5% de AR tipo 3), F4 (10% de gordura e 5% de AR tipo 2) e F6 (10% de gordura e 5% de AR tipo 4) foram selecionadas para avaliação sensorial. As formulações com farinha de banana verde foram excluídas no teste preliminar de diferença de controle pela diferença de coloração e propriedades físico-químicas indesejadas resultantes no produto final. As amostras foram submetidas a testes sensoriais de aceitação: cego e informado e de diferença do controle. Na avaliação sensorial por diferença de controle foi observado que nos atributos de textura e sabor as amostras não apresentaram diferenças significativas e no atributo cor, a amostra C1 obteve notas mais altas que o controle C2, demonstrando que o produto com menor teor de gordura teve uma boa aceitação. As amostras F2, F4 e F6 não apresentaram diferença com relação ao controle C1, concluindo que a substituição da fécula de mandioca por amido resistente foi satisfatória. O teste cego de aceitação para os atributos: aparência, aroma e sabor não apresentaram diferenças significativas entre as amostras, sendo que o controle C1, obteve pontuação maior em relação ao controle C2. Nos atributos de textura e impressão global, as amostras F4 e F6 não apresentaram diferenças significativas e a amostra F2 obteve menor pontuação. No teste informado não houve mudança perceptível na avaliação dos consumidores, porém a amostra controle C2 teve uma aceitação melhor, demonstrando que o consumidor ainda não está preparado para o conceito de alimento com apelo saudável. Desta forma pode-se concluir que é possível reduzir a gordura de mortadelas sem prejudicar a composição físico-química, propriedades funcionais e sensoriais do produto através da utilização de amido resistente como ingrediente extensor.

Palavras Chaves: amido resistente, produtos cárneos, redução de gordura, substitutos de gordura, fibra alimentar.

ABSTRACT

Changes in consumer demand and the increase of competition in the global food market make meat product industries adopt new processing technologies and we use new ingredients to add value, especially in health attribute. In this context, the resistant starches are compounds that exhibit properties similar to fibers, with the same physiological function, however very little studied in meat products. The aim of this study was to evaluate the use of resistant starches in emulsified meat product as Bologna sausage with reduced fat to obtain a final product with healthy appeal. The resistant starches, type 2, 3 and 4 were tested for their ability to retain water with the same results of others extenders already used in meat products. In the first step, was chosen resistant starch (abbreviated as RS) type 3 to be evaluated against three different levels of addition. After, adjustments were made to formulate and elaborate: two control formulations, followed by four substitutions partial and total replacements with 2,5% and 5,0% of RS. These formulations were selected for sensory assessment: C1 (10% fat and 5% cassava starch), C2 (20% fat and 5% cassava starch), and formulations with starch replacement by resistant starch: F2 (10% fat and 5% RS Type 3), F4 (10% fat and 5% RS Type 2) and F6 (10% fat and 5% RS type 4). The formulations with green banana flour were excluded by difference from control, as the different colour and physicochemical properties resulting undesired final product. The samples were tested for sensory acceptance: blind and informed test and difference from the control. In sensory evaluation by difference from control was observed that the texture and flavor attributes of the samples showed no significant differences in the color attribute and the sample C1 was obtained higher scores than the control C2, demonstrating that the product with lower fat content had a good acceptance. The samples F2, F4 and F6 showed no difference compared to the control C1, concluding that the replacement of cassava starch by resistant starch was satisfactory. The blind acceptance for attributes: appearance, aroma and flavor showed no significant differences between the samples, and control C1, obtained higher scores than control C2. In texture attributes and overall impression, F4 and F6 samples showed no significant differences and F2 sample obtained lower scores. In reported test no noticeable change in the assessment of consumers, but the control sample C2 had a better acceptance, demonstrating that the consumer is not ready for the concept of meat products with healthy appeal. Thus it can be concluded that it is possible to reduce fat in Bologna sausage without impairing the physical and chemical composition, functional and sensory properties of the product through the use of resistant starch as an extender ingredient.

Key Words: resistant starch, meat products, fat reduction, fat replacers, dietary fibre.

1. INTRODUÇÃO

Existe a percepção que a carne e os produtos cárneos são fontes de minerais, vitaminas e contêm proteínas completas (VERBEKE et al., 2010). Em contrapartida, o consumo de carne e produtos cárneos, está sendo apontado como causa do aumento dos riscos de doenças não transmissíveis, tais como obesidade, câncer e derrame.

As mudanças nas exigências dos consumidores e o aumento da competição global no mercado de alimentos têm levado as indústrias de produtos cárneos adotarem novas tecnologias de processamento e uso de novos ingredientes, os quais podem resultar em reformulações com perda de estabilidade microbiológica, menor aceitação sensorial e baixa capacidade de retenção de água, que são frequentemente difíceis de serem compensadas (WEISS et al., 2010).

O interesse do consumidor em alimentos específicos que contribuam na manutenção da saúde tem crescido nos últimos anos. O termo “alimentos funcionais” refere-se a estes gêneros alimentícios, os quais podem proporcionar benefícios nutricionais, dietéticos e metabólicos específicos, e contribuir para o controle e redução do risco de doenças (LOBO; LEMOS SILVA, 2003).

Para acompanhar as tendências mercadológicas produtos cárneos podem ser adicionados de ingredientes funcionais e saudáveis (VANDENDRIESSCHE, 2008). A mortadela é um dos principais produtos cárneos fabricados no Brasil (HORITA, 2010), sendo que o teor de gordura normalmente encontrado em mortadelas varia de 20 a 30 %, fazendo com que o produto seja ingerido com reserva pelos consumidores. Desenvolver alimentos com baixo teor de gordura consiste em prover uma combinação de ingredientes para substituir a gordura, sem alteração das propriedades físico-químicas do produto. A redução do teor de gordura implica na utilização de ingredientes não cárneos que permitam a substituição da gordura pela água (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

Fibras alimentares têm sido amplamente reportadas na literatura como ingredientes não cárneos, não somente pelo efeito benéfico na saúde, mas

também como potencial substituto de gordura (CÁCERES et al. 2004). CYRINO; BARRETTO (2006) relatam algumas razões para se utilizar fibras em produtos cárneos, tais como, ingrediente com grande benefício à saúde, baixo valor calórico, podendo ser utilizados como substitutos parciais de gorduras, excelente capacidade de retenção de água, odor neutro e melhora no fatiamento de produtos. Além disso, a incorporação de água e fibras na formulação resulta na obtenção de produtos cárneos com redução de custo (BARRETTO, 2007).

Neste contexto, os amidos resistentes são compostos que apresentam propriedades semelhantes às fibras, por exercerem a mesma função fisiológica, sendo muito pouco estudados como ingredientes em produtos cárneos. A determinação analítica para o amido resistente é realizada tal como para fibra insolúvel, contudo apresentam benefícios fisiológicos similares à fibra solúvel. Apresenta ainda propriedades físico-químicas desejáveis (FAUSTO; KACCHI; MEHTA, 1997), tais como: entumescimento, aumento de viscosidade, formação de gel e capacidade de ligação de água, sendo aplicável numa variedade de produtos. MIKULIKOVA; MASAR; KRAIC (2008) relatam o amplo uso do amido resistente como ingrediente funcional, especialmente em alimentos contendo altos teores de fibra dietética.

Desta forma, este estudo propõe a avaliação dos amidos resistentes em formulações cárneas emulsionadas tipo mortadela com teor reduzido de gordura, buscando oferecer um produto cárneo com apelo saudável aos consumidores.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho visa estudar a influência de amidos resistentes utilizados como ingredientes extensores, substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado tipo mortadela com reduzido teor de gordura sobre suas propriedades físico-químicas e sensoriais.

2.2. Objetivos específicos

Avaliar as propriedades tecnológicas dos diferentes tipos de amidos resistentes com relação à capacidade de retenção de água e seu desempenho tecnológico, quando utilizado em diferentes concentrações em produto emulsionado tipo mortadela com teor reduzido de gordura.

Estudar o efeito da substituição parcial e total da fécula de mandioca por amido resistente sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais de produto emulsionado tipo mortadela com teor reduzido de gordura.

Avaliar a estabilidade da cor durante a vida útil de produto cárneo emulsionado tipo mortadela com teor reduzido de gordura e adicionado de amidos resistentes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Reformulação de produtos cárneos com foco para apelos saudáveis

As linhas de pesquisa para estratégias de reformulação de produtos cárneos envolvem principalmente: redução de sal, aditivos e gordura, buscando novos ingredientes e novas tecnologias.

A redução de sódio baseia-se principalmente na redução de cloreto de sódio, ingrediente mais amplamente utilizado, com maior concentração de sódio, o qual possui características funcionais de extrema importância para a fabricação de produtos cárneos. Atua como conservante, promove aumento da força iônica e com isso interage com as proteínas miofibrilares da carne aumentando a capacidade de retenção de água e de formar emulsão, além de contribuir para o sabor dos produtos.

Esse ingrediente é um dos mais utilizados em carnes processadas. Afeta sabor, textura e vida útil dos produtos cárneos, assim como aumenta as propriedades de ligação com água e gordura. O cloreto de sódio contém 39,3% de sódio (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

Existem algumas estratégias para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos: pela substituição parcial da quantidade de NaCl adicionada, por outros componentes que tenham efeitos similares sob o aspecto sensorial, tecnológico e microbiológico, como por exemplo, cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl_2) ou cloreto de magnésio (MgCl_2); substituir parte do NaCl por sais não clorados, como os fosfatos; ou por meio de novas tecnologias de processamento ou modificações no processo e combinação de todos anteriores (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005; MUGUERZA et al., 2004; JIMENEZ-COLMENERO et al., 2001).

A substituição parcial do cloreto de sódio por misturas de cloreto de potássio, cloreto de cálcio e magnésio em produtos emulsionados como:

mortadela resultou em produtos mais saudáveis com redução no seu conteúdo de sódio (HORITA, 2010).

Outra tendência na indústria de produtos cárneos é a redução de aditivos e dentre estes, o foco principal ainda reside na redução de nitrito de sódio. O uso de nitrito em produtos cárneos inibe o crescimento do *Clostridium botulinum* e a formação de proteínas neurotóxicas que são comumente conhecidas como toxinas botulínicas. Também, contribui para o desenvolvimento do 'flavor' nas carnes curadas, sendo responsável pela formação da cor rosa avermelhada nos produtos curados e defumados.

Por suas características químicas, retarda o desenvolvimento de rancidez e off-flavor durante a estocagem. Apesar dos benefícios tecnológicos, a redução do uso dos nitritos é a chave da questão para a indústria, porque os nitritos sob certas condições (baixo pH e alta temperatura) reagem com aminas e formam as nitrosaminas que são carcinogênicas (JAKSZYN; GONZALEZ, 2006).

Para sua substituição podem se utilizar compostos antimicrobianos naturais derivados de compostos presentes em ervas e especiarias, em seus óleos essenciais, incluindo: terpenos, cumarinas e flavonóides (KIM; MARSHAL; WEI, 1995). Devido ao largo espectro de atividade do nitrito, uma única substituição é difícil, em alguns casos é necessária uma combinação de antimicrobianos (SOFOS, 2008).

Com relação ao apelo de redução de colesterol e gordura, a reformulação lipídica em produtos cárneos pode ocorrer por diferentes vias. O conteúdo de colesterol em carnes e produtos cárneos é influenciado por uma variedade de fatores, tais como: o tipo de carne, o corte e as condições de preparação (assado, cozido, frito). É importante notar que somente a redução do consumo de carne gorda e sua substituição por carne magra, não necessariamente diminui a quantidade de colesterol nos produtos cárneos (EGBERT et al., 1991).

Para obtenção de produtos cárneos que contenham menos colesterol, gordura e carne devem ser substituídas por óleos e proteínas vegetais, porque tecidos vegetais, intrinsicamente apresentam baixo colesterol em relação aos tecidos animais (WEISS et al. 2010). Um apelo completamente diferente para

reduzir o colesterol é incluir um novo componente nos produtos cárneos, chamado ácido linolênico conjugado (CLA: ácido octadiendecadienóico 18:2), o qual é naturalmente presente na carne.

Para realizar a redução significativa dos níveis de colesterol, concentrações maiores do que aquelas naturalmente presentes na carne devem ser consumidas. Deste modo, estudos têm sido focados no aumento da concentração de CLA em carnes. Por exemplo, o conteúdo de CLA aumenta pela suplementação de ácido linoleico na ração animal (DUNSHEA et al., 2005; INTARAPICHET; MAIKHUNTHOD; THUNGMANEE, 2008).

Novas enzimas de microrganismos, fontes animais e vegetais podem ser usadas para modificar a textura de carnes e produtos cárneos. Primeiro, as enzimas podem catalisar a quebra das ligações covalentes nas proteínas, gerando peptídeos menores ou fragmentos de aminoácidos. Esta estrutura quebrada pode aumentar a maciez da carne. As enzimas podem promover a formação de novas ligações covalentes entre as proteínas miofibrilares, formando géis de carne, e assim podem promover a firmeza e aumentar a capacidade de retenção de água dos géis (WEISS et al., 2010).

No processamento de produtos cárneos, as propriedades tecnológicas como formação de emulsão, capacidade de retenção de água e formação de gel são fundamentais para a formação da matriz do produto e para as características sensoriais de textura e suculência. Segundo XIONG (2005), a suculência e a textura são consideradas os atributos de qualidade mais importante para o consumidor.

No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos é principalmente devido a sua alta capacidade de retenção de água e consequente possibilidade de redução de custo, além dos apelos comerciais que os itens mais saudáveis podem ter no contexto atual de consumo sem culpa. A incorporação de água e fibras em equilíbrio na formulação pode auxiliar na obtenção de produtos cárneos com redução de custos finais (BARRETTO, 2007).

3.2. Redução de gordura

O teor de gordura da carne varia de acordo com a espécie de animal, do corte de carne, o grau de separação da gordura no músculo, das condições de preparo, etc., e seus lipídios, em geral são constituídos de menos que 50% de ácidos graxos saturados e mais que 70% de ácidos graxos insaturados (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2001).

A redução de gordura em produtos cárneos pode ser obtida através da eliminação da gordura da matéria-prima, da redução do teor de gordura do animal alterando a composição de sua alimentação e da substituição da gordura nas formulações. A eliminação da gordura na matéria-prima é um procedimento bastante simples, onde na etapa de refil da carne retira-se a parte gorda do músculo.

A alteração do perfil de ácidos graxos do mesmo pode ser obtida através da alimentação do animal e de práticas de crescimento como estratégia de imunização, utilização de hormônios de crescimento entre outras (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2001).

Contudo, em produtos cárneos emulsionados, tais como salsichas (tipo Frankfurt), é extremamente difícil a redução de gordura, pois as mudanças em termos de aparência, flavor e textura são extremas. Por exemplo, se o conteúdo de gordura é reduzido e o conteúdo de carne aumentado para compensar a perda de gordura, os valores da cor vermelho decrescem, a firmeza aumenta e a capacidade de retenção de água diminui. Por esta razão, numerosos sistemas coloidais com alta capacidade de retenção de água têm sido testados para formação de gel e sua habilidade de substituir gordura. Em um estudo de GARCIA-GARCIA e TOTOSAUS (2008) foi utilizado o alginato, carragena, goma xantana, derivados celulósicos, amidos e pectinas.

Atualmente, existem diversos ingredientes disponíveis no mercado com essa função, que auxiliam na formação da estrutura do alimento com redução de gordura diminuindo o impacto na textura e no sabor. Podem-se citar os amidos naturais e modificados, hidrocolóides como a carragena, fibras, entre outros.

A fibra dietética é um dos ingredientes que pode ser utilizado em produtos cárneos com redução de gordura (ZHANG et al, 2010). Enquanto as fibras estão sendo discutidas como substitutos de gordura, existem ainda estudos do seu uso como agentes texturizantes (PINERO et al., 2008). Tem sido reportada a incorporação de substâncias como o carboximetil celulose em carnes que não modificam produtos com menor teor de sal, resultando em produtos com boa aceitabilidade (RUUSUNEN, 2003).

É possível também alterar o perfil de ácidos graxos de um produto cárneo com a adição de ácidos graxos insaturados, através da adição de óleos vegetais como oliva na formulação, ômega 3, e outros (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2001). Assim obtém-se um produto cárneo com perfil lipídico mais favorável.

Em produtos com redução de gordura, a gordura removida pode ser substituída por água. Isto significa que, como o conteúdo de gordura diminui a quantidade de água aumenta, implicando em maior atenção nas propriedades de capacidade de retenção de água e menos gordura para as propriedades de ligação. O nível de substituição dependerá, entre outros fatores, do tipo de produto formulado e da legislação vigente no país (JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996).

3.3. Amidos resistentes como substitutos de gordura

3.3.1. Definição de amido resistente

O amido é a maior fonte de carboidrato na dieta humana (RATNAYAKE & JACKSON, 2008). Ocorre em muitos tecidos de plantas como grânulos, medindo geralmente entre 1 e 100 μm dependendo da fonte da planta. Quimicamente, amidos são polissacarídeos compostos por unidades de α -D-glicopiranosil ligadas conjuntamente a α -D(1-4) e α -D(1-6), e estão constituídos por dois tipos de moléculas: amilose, uma cadeia reta de poliglucano constituída de aproximadamente 1000 cadeias de α -D(1-4) glicose; e amilopectina, glucano ramificado, constituído de aproximadamente 4000 unidades de glicose com

ramificações que ocorrem como ligações α -D(1-6) (SHARMA et al., 2008; HARALAMPU, 2000).

O European Flair Concertet Action on Resistant Starch (EURESTA) definiu o amido resistente (conhecido pela sigla AR) como a soma do amido e produtos da degradação do amido que não são digeridos pelas enzimas humanas de indivíduos saudáveis (ANNISON; TOPPING, 1994). Esta fração do amido apresenta comportamento similar ao da fibra alimentar, e tem sido relacionada a efeitos benéficos locais (prioritariamente no intestino grosso) e sistêmicos, através de uma série de mecanismos.

O amido é classificado em função da sua estrutura físico-química e da sua susceptibilidade à hidrólise enzimática. Segundo ENGLYST et al. (1992), de acordo com a velocidade com a qual o alimento é digerido in vitro, o amido divide-se em: rapidamente digerível, quando ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível se, nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos; e amido resistente (AR), que resiste à ação das enzimas digestivas.

Muitos estudos mostram que o AR é uma molécula linear de α -1,4-D-glucano, essencialmente derivado da retrogradação da fração amilose, e tem um peso molecular baixo: $1,2 \times 10^5$ Da (THARANATHAN, 2002).

Portanto, o amido resistente é a fração do amido a qual não é hidrolisada em D- glicose no intestino delgado em 120 minutos, mas é fermentado no cólon. Os carboidratos resistentes à digestão, as fibras solúveis e insolúveis e o celulósicos, podem ser fermentados no intestino grosso pelas bactérias que compõem a flora intestinal, por isso são chamados de alimento prebiótico (PEREIRA, 2007).

O amido resistente não pode ser digerido enzimaticamente considerando os aspectos a seguir:

- (i) A estrutura molecular compacta limita a acessibilidade das enzimas digestivas, várias amilases, e explica a natureza resistente dos grânulos de amido (HARALAMPU, 2000). O amido não pode ser fisicamente bioacessível para as enzimas digestivas, tais como em: grãos, sementes e tubérculos.
- (ii) Os próprios grânulos de amido são estruturados de forma que previnem a quebra pela ação de enzimas digestivas (Exs.: batatas, banana verde e amido de milho com alta amilose) (NUGENT, 2005).
- (iii) Os grânulos de amido são rompidos pelo excesso de aquecimento da água no processo, comumente conhecido como gelatinização, o qual forma moléculas inacessíveis às enzimas digestivas.
- (iv) Amidos selecionados têm sido quimicamente modificados por esterificação, esterificação, ou cadeias cruzadas, não podendo ser quebrados pelas enzimas digestivas (LUNN; BUTTRISS, 2007).

3.3.2. Definição de fibra e conceitos

A fibra dietética é uma classe de compostos que incluem uma mistura de polímeros de carboidratos de plantas, ambos: oligossacarídeos e polissacarídeos, por exemplo, celulose, hemicelulose, substâncias pécicas, gomas, amido resistente, inulina, que podem se associar com lignina e outros componentes não carboidratos, como: polifenóis, graxas, saponinas, cutina, fitatos e proteína resistente (ELLEUCH et al., 2011). As fibras dietéticas são classificadas como solúvel e insolúvel baseada na sua solubilidade ou não em água, a natureza da solubilidade e insolubilidade envolve diferenças na funcionalidade das tecnologias

e efeitos fisiológicos (JIMENEZ-ESCRIG; SANCHEZ-MUNIZ, 2000; ROEHRIG, 1988).

A descrição de fibra dietética se refere especialmente aos polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos resistentes a carboidratos análogos. Isto, também inclui o amido resistente (SHARMA ET AL., 2008).

Tradicionalmente, no Reino Unido, a definição de fibra dietética inclui somente polissacarídeos não amiláceos e ligninas, e não inclui o amido resistente. Contudo, correntemente, a ocorrência natural de amido resistente tais como encontrados em grãos inteiros, legumes, massa cozida e congelada, batatas e arroz, bananas verdes é considerada fibra dietética, contudo os amidos resistentes adicionados aos alimentos para trazerem benefícios à saúde são classificados como fibra pela AACC (American Association of Cereal Chemists, 2000) e NAS (National Academy of Sciences, 2002) (SAJILATA et al., 2006). O amido resistente foi reconhecido como fibra dietética a nível internacional pelo Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses (CCNSDU) em 2008.

Existe ampla justificativa através dos estudos nutricionais que o amido resistente se comporta, fisiologicamente, como fibra, e poderia ser retido na determinação de TDF (Total Dietary Fibre, em português: fibra alimentar total). A metodologia para determinação do amido resistente é realizada como fibra insolúvel, mas ele tem, fisiologicamente, benefícios como fibra solúvel. Adicionalmente, o amido resistente exibe um nível baixo de digestibilidade, e pode ser usado como veículo para a liberação lenta da glicose (HARALAMPU, 2000).

O amido resistente por definição é uma fibra dietética determinada pelo método oficial da AOAC para fibra dietética. Contudo, é somente uma parte do amido resistente definido pelo procedimento de Englyst (ENGLYST, KINGMAN & CUMNINGS, 1992). Um estudo de SCHWEIZER, 1989, mostrou que todo amido do resíduo das dietas isoladas no método enzimico-gravimétrico, desenvolvido colaborativamente pela AOAC, escapa da digestão e absorção no intestino delgado. Somente após se dispersar o amido resistente numa etapa de dissolução

em um solvente potente como o dimetil sulfóxido (DMSO) que ele se torna susceptível a digestão enzimática (PROSKY & MUGFORD, 2001).

Em 2008 o Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses (CCNSDU) estabeleceu a definição de fibra dietética. Em junho de 2009 esta definição foi aceita pelo Codex Alimentarius Commission (CAC).

A definição de fibra alimentar aceita e divulgada pelo CODEX Dietary Fiber Definition (ALINORM 09/32/REP, ALINORM 10/33/REP) a partir de junho de 2009 foi a seguinte: fibra são polímeros de carboidrato com dez ou mais unidades monoméricas, as quais não são hidrolisadas por enzimas endógenas no intestino delgado de humanos e seguem as seguintes categorias:

- Polímeros de carboidrato disponíveis que ocorrem naturalmente no alimento “como consumido”.
- Polímeros de carboidrato, os quais são obtidos do material cru por métodos: físicos, químicos ou enzimáticos.
- Polímeros de carboidratos sintéticos.

Deve-se ressaltar que os dois últimos grupos devem mostrar efeitos fisiológicos benéficos à saúde.

Em 2010, o CODEX Fiber Definition realizou uma atualização, incluindo as notas de rodapé (ALINORM 10/33/REP): fibra dietética inclui frações de lignina e outros compostos associados como polissacarídeos das paredes celulares da planta. Estes compostos devem ser quantificados por métodos analíticos para fibra dietética. Contudo, tais compostos não estão inclusos na definição de fibra dietética se extraídos e reintroduzidos no alimento.

A decisão de incluir os carboidratos de 3 a 9 unidades monoméricas deverá ser levada as autoridades nacionais para aprovação.

Em março de 2011 na reunião do Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling (CCMAS) em Budapest, foram endossados 17 métodos de análises de fibra dietética, oito do tipo I, cinco do tipo II, um do tipo III e três do tipo IV. Os métodos foram divididos segundo seu propósito:

Tipo I: métodos definidos pelo Codex, usados especialmente em casos envolvendo conflito de análises.

Tipo II: métodos de análise de referência no CODEX.

Tipo III: métodos alternativos aprovados pelo CODEX, usados em controle de qualidade em alimentos, inspeção e questões regulatórias.

Tipo IV: métodos por tentativa, ainda não endossados pelo CODEX. Não recomendado seu uso pelo CODEX até que seja comprovada sua confiabilidade pelo Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling (CCMAS).

3.3.3. Tipos de amido resistentes

Uma variedade de fatores, incluindo fonte, amadurecimento, processamento, preparação e estocagem do alimento influenciam na quantidade de amido resistente presente em alimentos ricos em amido. Quatro classes de amido são definidas na Tabela 1.

O amido resistente do tipo 1 é termicamente estável na maioria das operações de cozimento, o qual pode ser utilizado como ingrediente numa grande variedade de alimentos convencionais (SAJILATALKARNI, 2006). O tipo 2 é o único que mantém sua estrutura e resistência durante o processamento e preparo de muitos alimentos, este amido é chamado de amido de milho de alto amilose (WEPNER, BERGHOFER, MIESENBERGER, & TIEFENBACHER, 1999).

Por fim, o tipo 3 é geralmente formado durante a retrogradação de grânulos de amido (WEPNER et al., 1999). Os amidos resistentes do tipo 3 são amidos

retrogradados que se formam no cozimento de alimentos e são mantidos em temperatura baixa ou ambiente (HERNANDEZ et al., 2008).

Etapas no processamento de alimentos, as quais envolvem: calor e umidade, em muitos casos destroem os AR 1 e AR 2, mas podem formar o AR 3 (FARAJ et al., 2004). O AR 3 tem mostrado uma alta capacidade de retenção de água em relação ao amido granular (SANZ et al., 2008).

O amido resistente do tipo 4, quimicamente modificado tem sido definido com um tipo de amido resistente similar a oligossacarídeos e polidextrose (WEPNER et al., 1999).

O AR 4 é descrito como um grupo de amidos que são quimicamente modificados por eterificação, esterificação e ligações cruzadas às quais decrescem sua digestibilidade. O AR 4 pode ser subdividido em quatro subcategorias de acordo com a sua solubilidade em água e pelos métodos experimentais nos quais ele pode ser analisado (NUGENT, 2005). O AR 4 pode ser produzido por modificações químicas, tais como: conversão, substituição ou ligações cruzadas que podem prevenir a sua digestão por bloqueamento do acesso enzimático e formação de ligações típicas como α (1 $\rightarrow$ 4) e α (1 $\rightarrow$ 6) (KIM et al., 2008; SAJILATA et al., 2006).

A banana verde apresenta alto teor de amido correspondendo de 55 a 93% o teor de sólidos totais. A polpa de banana, quando verde, não apresenta sabor. Trata-se de uma massa com alto teor de amido e baixo teor de açúcares e compostos aromáticos. Os frutos ainda verdes são ricos em flavonóides, os quais atuam na proteção da mucosa gástrica, e também apresentam conteúdo significativo de amido resistente, o qual age no organismo como fibra alimentar. JUAREZ-GARCÍA et al (2006), produzindo farinha de banana verde observou teor de 73,4% de amido total, 17,5% de amido resistente e 14,5% de fibras.

Tabela 1. Classes de amido resistentes

Classe	Descrição	Exemplo de Fontes *
AR 1	Amido que escapa da digestão no intestino delgado devido à proteção física da matriz do alimento. Amido fisicamente inacessível.	Grãos inteiros, sementes, legumes. <u>Ingredientes comerciais:</u> Hi-maize®, grãos inteiros de farinha de milho.
AR 2	Grânulos de amido resistentes não gelatinizados com estrutura compacta, cristalinidade do tipo B a qual limita a acessibilidade das enzimas digestivas, são hidrolisados lentamente por α -amilase.	Banana verde, batata, amido de milho com alto teor amilose. <u>Ingredientes comerciais:</u> Hi-maize® amido de alta amilose e grão inteiro de farinha.
AR 3	Amido retrogradado no qual partes das cadeias do amido pode cristalizar em componentes menos digestíveis. Ocorre por aquecimento e resfriamento de alimentos contendo amido.	Amidos cozidos e resfriados: milho, batata, massa, arroz. <u>Ingredientes comerciais:</u> Actistar RM®, Promitor®, NOVELOSE®330
AR 4	Não encontrado naturalmente em alimentos. Amido que foi quimicamente modificado para introduzir ligações que não são digestíveis por enzimas humanas. Os benefícios potenciais deste tipo de amido resistente são amplamente desconhecidos.	Não ocorre na natureza. Fontes de ingrediente modificado de amido resistente produzido do trigo e tapioca. <u>Ingredientes comerciais:</u> Actistar RT®, Fibersym®, Novelose®480HA.

*Hi-maize e NOVELOSE são marcas comerciais da National Starch, Actistar da Cargill, Fibersym da MGP e Promitor da Tate & Lyle. Fonte: ENLGLYST, 1992 e SAJILATA, 2006.

Do ponto de vista comercial, existem amidos resistentes derivados de amido de milho de alta amilose, incluindo Hi Maize, farinha de grãos inteiros (AR 1 e 2), Hi Maize 260 (AR 2), Promitor (AR 3) e Novelose 480HA (AR 4).

Os tipos naturais de amido resistente são frequentemente destruídos quando processados. A manufatura do amido resistente envolve uma hidrólise ácida parcial e tratamentos hidrotérmicos, aquecimento, retrogradação, extrusão, cozimento, modificação química e repolimerização (CHARALAMPOPOULOS et al., 2002).

Recentemente, foi reportado que existe um quinto tipo de amido, de um polissacarídeo solúvel chamado: maltodextrina resistente. Elas são derivadas do amido que é processado propositalmente para o rearranjo das moléculas formarem um produto solúvel e resistente à digestão. Duas formas comerciais de maltodextrinas resistentes são a Nutriose® e Fibresol®.

3.3.4. Fontes de amido resistente

O amido resistente é naturalmente encontrado em grãos de cereais, sementes, amido aquecido ou amido contido nos alimentos (CHARALAMPOPOULOS et al., 2002).

Fatores que determinam se o amido é resistente à digestão incluem: a forma física dos grãos ou sementes onde o amido está localizado, particularmente, se estes são inteiros ou parcialmente rompidos, tamanho e tipo dos grânulos de amido, associações entre amido e outros componentes dietéticos, cozimento e processamento de alimentos, especialmente cozimento e resfriamento (SLAVIN, 2004). A digestibilidade do amido em arroz e trigo é aumentada pela moagem da farinha (SAJILATA et al., 2006).

Como ingrediente alimentício, o amido resistente tem um menor poder calorífico (8 kJ/g) quando comparado com os outros amidos digestíveis (15 kJ/g), e pode ser incorporado numa variedade de produtos, tais como: produtos de panificação sem afetar as propriedades de processamento e aparência e gosto dos produtos (ROCHFORD & PANOZZO, 2007).

A banana verde é considerada a maior fonte de amido resistente em produtos não processados. Apesar da banana representar uma fonte alternativa

de carboidratos indigestíveis, principalmente: amido e amido resistente, quando a banana verde é submetida ao processo de aquecimento, seu amido resistente nativo se transforma em digestíveis (RODRÍGUEZ, ISLAS, AGAMA, TOYAR "BELLO, 2008).

Como percentagem total de amido, o amido de batata tem a maior concentração de amido resistente e o amido de milho a menor. Grãos inteiros são fontes ricas de carboidratos fermentáveis incluindo fibra dietética, amido resistente e oligossacarídeos (SLAVIN, 2004). A fibra proveniente do grão inteiro inclui uma quantidade substancial de amido resistente, assim como uma variada quantidade de fibras solúveis fermentáveis, dependendo da fonte do grão inteiro (LUNN & BUTTRISS, 2007).

A concentração de amido resistente é cinco vezes maior nos grãos de cereais do que nas farinhas (BEDNAR et al., 2001). Existe uma diversidade muito grande no conteúdo de amido resistente em sementes de plantas leguminosas, dependendo dos parâmetros de processamento e variedade dos legumes (GICZEWSKA & BOROWSKA, 2003).

No mercado Europeu existe disponibilidade de diferentes fontes de AR 2 e AR 3, de diferentes origens para uso em alimentos, porém o amido resistente do tipo 4 até 2010 não era aprovado pela Comissão da União Europeia, entretanto está sendo encaminhado um parecer favorável para sua aprovação: o painel apresentado concluiu que o novo ingrediente é seguro nas condições propostas para uso nos níveis recomendados (EFSA, 2010). O AR 4 já tem autorização de uso no Japão (SANZ et al., 2008b; LUNN & BUTTRISS, 2007).

3.4. Fundamentos e aspectos nutricionais relacionados ao consumo de amidos resistentes

3.4.1. Benefícios nutricionais do amido resistente

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que mais do que 55% da energia ingerida pelo ser humano seja proveniente de carboidratos. As fibras são carboidratos com várias ações benéficas para o organismo, quando consumidas em quantidades adequadas, que vão desde a estimulação do funcionamento do intestino até a prevenção de doenças do cólon. E, hoje, o consumo de fibra alimentar está entre 3g/dia/pessoa, bem abaixo da recomendação diária, de 38 g para homens e 25 g para mulheres (FAO/WHO expert Consultant, 2002).

O AR é um componente natural da dieta. O consumo atual é de aproximadamente de 3 g/pessoa/dia, sendo encontrado em alimentos não processados como: grãos, batata crua, banana verde, ou mesmo em alimentos processados e retrogradados como a casca de pão ou a batata cozida resfriada.

A definição de fibra segundo a Resolução RDC 40/2001 – ANVS/MS é a seguinte: “fibra é qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo os métodos publicado pela AOAC em sua edição mais atual” e de amido resistente: é a total quantidade de amido e produtos derivados da degradação de amidos resistentes à digestão no intestino delgado de pessoas saudáveis. Comparando a definição de fibra alimentar com a de amido resistente pode se dizer que o amido resistente nada mais é do que uma fibra dietética total.

O amido resistente tem chamado a atenção por suas propriedades funcionais e por seus benefícios a saúde (SAJILATA et al. 2006). É uma das fontes mais abundantes de carboidratos não digestíveis na dieta (NUGENT, 2005) e poderia ser classificado como um importante polissacarídeo não amiláceo (NSP) na promoção de amplos benefícios para a saúde.

Os principais benefícios fisiológicos que o AR partilha com as fibras são (LIU 2005; BIRD et al., 2000; LOBO; SILVA, 2003; WALTER et al., 2005; NUGENT, 2005; SAJILATA et al., 2006):

- A diminuição do valor calórico dos alimentos, sendo importante na prevenção da obesidade;
- O abaixamento do índice glicêmico, logo é importante para a diabetes;
- A redução dos níveis de colesterol no sangue, que ajuda a prevenir e controlar doenças cardiovasculares;
- A redução do risco do câncer do cólon, já que provocam o aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta, em particular do butirato, e o aumento do volume fecal, que permite a diluição de substâncias cancerígenas.
- A prevenção de doenças inflamatórias do intestino, além de auxiliar na manutenção da integridade do epitélio intestinal.

Além disso, a utilização do amido resistente diminui o risco de doenças cardiovasculares e contribui para a perda de peso, pois como se trata de uma fibra insolúvel, junto com ela, “arrasta” moléculas de gordura e de açúcar que serão absorvidas pelo organismo mais lentamente. Além disso, por ser considerada também como uma fibra solúvel, promove a sensação de saciedade por um período maior de tempo (PEREIRA, 2007).

O AR também pode ser considerado como um prebiótico, ou seja, um ingrediente alimentar não digerível, que estimula o crescimento e atividade das bactérias no cólon, essenciais para manter o sistema digestivo saudável. O AR, junto com outras formas de fibra dietética, chega ao intestino grosso inalterado, fornecendo substratos metabólicos para estas bactérias (HARALAMPU, 2000).

3.4.1.1. Metabolismo intestinal

O amido não digerido ao chegar ao colón é utilizado como substrato de fermentação por diversas bactérias intestinais, especialmente as anaeróbicas estritas que constituem 99% da flora intestinal humana, razão pela qual é considerado agente prebiótico (TOPPING; CLIFTON, 2001).

O pH ácido, originado a partir da fermentação, favorece a vasodilatação e aumenta a adsorção de água e sais, melhorando a sintomatologia de indivíduos com diarreia (FERREIRA, 2003).

O conceito de amido resistente é baseado na incapacidade das enzimas digestivas hidrolisarem algumas formas químicas e físicas do amido em alimentos *in vivo* ou *in vitro*. A Figura 1. resume este processo.

O grau de fermentação das fibras dietéticas que são fermentáveis varia consideravelmente, dependendo de muitos fatores, incluindo o tipo de fibra, sua forma física, a microflora presente no intestino grosso. Os produtos finais desta fermentação, nomeados de SCFAs (ácidos graxos de cadeia curta), são relacionados com muitos benefícios que são mostrados na Tabela 2.

3.4.1.2. Metabolismo glicídico e lipídico

As propriedades do AR sobre o metabolismo lipídico são decorrentes da ação dos produtos da fermentação e das características da microbiota intestinal. O ácido propiônico, por exemplo, parece inibir a síntese de colesterol por mecanismo ainda não esclarecido (ANNISON; TOPPING, 1994).

Os alimentos que contêm amido resistente reduzem a velocidade da digestão. A digestão lenta do amido resistente tem implicações em seu uso no controle da liberação da glicose (SAJILATA, 2006) e, portanto, pode se esperar uma resposta de insulina reduzida e um maior acesso ao uso de gordura armazenada (NUGENT, 2005).

O metabolismo do amido resistente ocorre em 5-7 horas após o consumo, ao contrário dos amidos cozidos, os quais a digestão é quase que imediata. A

digestão acima de 5-7 horas reduz a glicemia e a insulinemia pós-glandial e tem potencial de aumento dos períodos de saciedade (RABEN et al., 1994; READER et al., 1997).

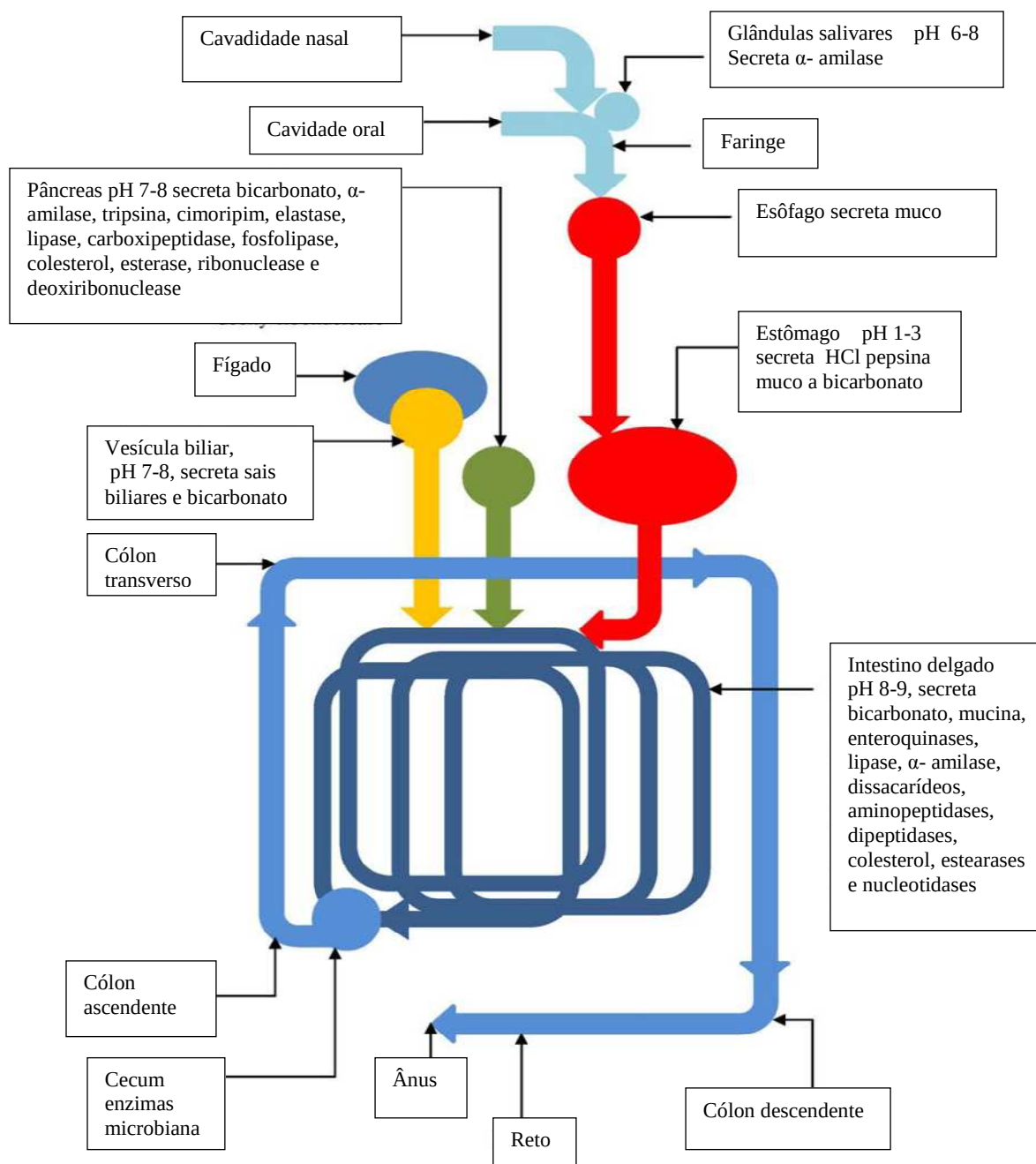


Figura 1. Enzimas secretadas pelos principais órgãos participantes na digestão de alimentos em humanos. O sistema digestivo, uma extensão do ambiente dentro do corpo, também secreta muco, ácido, bicarbonato e sais que facilitam a hidrólise dos alimentos e absorção dos nutrientes essenciais para a vida (PERERA et al., 2010).

Tabela 2. Benefícios de saúde associados aos SCFAs (ácidos graxos de cadeia curta)

Benefícios	Associação com SCFAs
Melhora no controle da glicemia	- reduz a circulação de ácidos graxos livres - aumento da sensibilidade da insulina
Saúde do cólon	- pHs baixos= reação secundária na formação do ácido bílico, modificações em microflora. - serve como fonte de energia dos colonócitos - aumento mineral e fluido de absorção - promove o fluxo de sangue do cólon - estimula a contração muscular do cólon - previne a atrofia do cólon - inibe o crescimento de células malignas
Manutenção do peso	- aumento da oxidação lipídica - redução da oxidação dietética dos carboidratos - aumento dos hormônios de expressão de saciedade

Fonte: www.resistantstarch.com

3.5. Propriedades tecnológicas dos amidos resistentes

O amido resistente tem propriedades físico-químicas desejáveis (FAUSTO et al., 1997), tais como: entumescimento, aumento de viscosidade, formação de gel e capacidade de ligação de água, sendo aplicável numa variedade de produtos. O amido resistente tem tamanho de partícula pequena, aparência branca, flavor suave e também facilidade de manipulação no processamento e crocância, expansão, e a melhora da textura no produto final (SAJILATA et al. 2006). Sua capacidade de retenção de água faz do amido resistente, um ingrediente funcional de boa manipulação e melhora a textura dos produtos finais (YUE; WARING, 1998).

O amido resistente melhora a expansão em certos produtos e melhora a sensação na boca, cor, flavor que pode ser obtido com algumas fibras tradicionais insolúveis (SAJILATA, 2006). Estas propriedades possibilitam o uso de amidos resistentes no lugar de farinha na proporção de 1:1, sem alteração significativa na reologia. Algumas propriedades funcionais e vantagens das fontes comerciais de amido resistente tipo 2 e tipo 3 (NUGENT, 2005) são mostrados na Tabela 3.

Os amidos resistentes também podem ser usados para prover fibra em alguns produtos comercialmente disponíveis como alimentos de baixo carboidrato, com uso potencial em alimentos fermentados, tais como produtos cárneos secos curados.

Como fibra funcional, o amido resistente que possui cor branca, sabor neutro, tamanho pequeno de partículas, qualidades que possibilitam formular produtos com maior apelo e maior palatabilidade quando comparado com os produtos formulados com as fibras convencionais (PEREIRA, 2007).

Tabela 3. Propriedades funcionais e vantagens das fontes comerciais de amido resistente dos tipos 2 e 3

Propriedades funcionais	Vantagens
Fontes naturais	Aumenta a camada de crocância dos produtos
Flavor brando	Aumenta o tempo de vida dos cereais no café da manhã
Cor branca	Ingrediente funcional
Alta temperatura de gelatinização	Abaixamento do valor calórico dos alimentos
Tamanho de partícula fina (a qual causa menos interferência com a textura)	Absorve menos água em comparação às fibras tradicionais.
Uso em produtos para cólicas como laxativo e em produtos para terapia de reidratação oral	Boa extrusão e qualidade na formação do filme
Permite a formação de produtos de baixa densidade com alto teor de fibra com melhora na textura, aparência, e sensação na boca (melhor qualidade organoléptica) quando comparado com produtos tradicionais com alto teor de fibras.	

Fonte: SHARMA et al. (2008), AUGUSTIN, SANGUANSRI & HTOON (2008), SAJILATA et al. (2006) e NUGENT (2005).

3.5.1. Efeito do processamento nos níveis de amido resistente

O conteúdo de amido resistente pode ser manipulado tecnologicamente mediante o calor sob pressão, que acarreta maior gelatinização devido à fusão dos cristais de amido e pela retenção da água nos grânulos em condições de baixa umidade (ESCARPA; GONZALEZ, 1997). A gelatinização completa do amido com alto rendimento de amido resistente também pode ser obtida utilizando a autoclave de alta pressão (2 bar) com agitação constante (1300 rpm) para

melhorar a transferência de calor entre as regiões quentes e frias do gel (ESCARPA; GONZALEZ, 1997; GONI et al., 1995).

O amido resistente do tipo 3 é particularmente mais interessante do ponto de vista tecnológico por causa da sua estabilidade térmica. Isto permite que ele se mantenha estável na maioria das operações de cozimento, e capacita seu uso como ingrediente para aplicação numa variedade de alimentos convencionais (HARALAMPU, 2000). O amido resistente tipo 3 permite a adição de altos níveis de material, o qual é ensaiado como fibra dietética total, mas não interfere com estrutura, especialmente em produtos extrusados (ZALLIE et al, 1996).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição das etapas do trabalho

O trabalho foi realizado em três etapas:

1. Desenvolvimento das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição do amido resistente tipo 3 – Promitor[®] em diferentes níveis de concentração.
2. Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição dos amidos resistentes: tipo 2- Hi maize 260[®], tipo 4- Novelose[®] 480 HA, tipo 3- Promitor[®] e tipo 2: farinha de banana verde no nível ajustado de aceitação selecionado.
3. Elaboração e avaliação das formulações com teor reduzido de gordura ajustadas com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes nos níveis de concentração: 2,5 e 5,0%.

4.2. PRIMEIRA ETAPA: Desenvolvimento das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição do amido resistente tipo 3 – Promitor[®] em diferentes níveis de concentração.

Esta etapa teve como objetivo avaliar a aplicação dos amidos resistentes em diferentes concentrações, avaliando as propriedades físico-químicas e sensoriais do produto final com apelo saudável.

Inicialmente, foram selecionados quatro amostras de amido resistente para avaliação da capacidade de retenção de água, que apresentaram comportamento similar. Desta forma foi escolhido para avaliação preliminar o amido resistente do

tipo 3 Promitor®, o qual foi escolhido inicialmente por apresentar melhor estabilidade térmica, conforme citado na literatura.

Foram avaliados três níveis de adição: 3, 6 e 9 %. Os ensaios foram realizados em triplicata para avaliação da composição físico-química, perda por cozimento e qualidade microbiológica do produto. Para avaliação sensorial, foi realizado o teste de aceitação com 60 provadores selecionados.

4.2.1. Seleção de amidos resistentes e avaliação de propriedades tecnológicas

Para essa etapa foram selecionadas amostras de amido resistente: Hi Maize® 260 amido resistente do tipo 2, Promitor® amido resistente do tipo 3 e Novelose® 480 HA amido resistente do tipo 4, fornecidos pela National Starch e Tate & Lyle. Foi utilizada a farinha de banana verde, amido resistente do tipo 2 adquirida no mercado de produtos naturais.

Foram realizados testes de aplicação em sistema modelo cárneo emulsionado, avaliando-se a propriedade tecnológica de capacidade de retenção de água. Os resultados foram comparados com outros extensores já utilizados na indústria cárnea, como proteína de soja e amido de milho.

a. Capacidade de retenção de água

O teste de capacidade de retenção de água foi realizado conforme descrito por SMITH et al. (1973) e com as modificações propostas por OLIVO (1995).

A capacidade de retenção de água é expressa como a razão do peso úmido do ingrediente (substituto de gordura) pelo peso seco do ingrediente (secagem a 105°C por 20 horas). Todos os testes foram realizados em triplicata. Os resultados foram analisados através da análise estatística: estatística descritiva, one way ANOVA, Tukey ($p < 0,05$).

4.2.2. Elaboração da mortadela com teor reduzido de gordura com aplicação de amido resistente do tipo 3 em diferentes níveis de concentração.

a. Caracterização da matéria-prima e ingredientes

As matérias-primas cárneas utilizadas para os estudos foram: paleta suína fornecida pela BRF Brasil Foods S.A, frigorífico da unidade de Concórdia-SC e dianteiro bovino fornecido pela BRF Brasil Foods S.A, frigorífico da unidade de Várzea Grande-MT, com garantia da qualidade assegurada. As matérias-primas foram recebidas e armazenadas em câmara de congelamento. Não foi realizada a limpeza dos cortes para retirada do excesso de gordura.

A caracterização físico-química das matérias-primas cárneas foi realizada através dos ensaios de umidade, proteína e lipídios, conforme metodologia oficial.

O amido resistente foi armazenado em frasco fechado à temperatura ambiente, acompanhado de certificado dos ensaios físico-químicos e microbiológicos assegurando a qualidade do produto.

Os demais ingredientes foram fornecidos pela BRF Brasil Foods S.A. avaliados conforme sua ficha técnica quanto a sua qualidade, todos procedentes de indústrias fornecedoras do mercado de produtos cárneos.

b. Formulações

Foram preparadas cinco formulações, sendo duas formulações controle: FC1 com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca e FC2 com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca. As demais formulações foram elaboradas com diferentes níveis de adição de amido resistente tipo 3- (Promitor®): F1 com 3%, F2 com 6% e F3 com 9%, com teor de 10% de gordura e sem adição da fécula de mandioca. As formulações são apresentadas na Tabela 4. Para todos os experimentos se utilizou os mesmos lotes de matérias-primas e ingredientes, o processamento ocorreu na planta piloto da BRF localizada em São Paulo.

O condimento de mortadela utilizado apresenta na sua composição os seguintes ingredientes: glutamato monossódico, óleo essencial de noz moscada, pimenta preta pó 60 mesh, óleo resina de cravo, óleo essencial de pimenta, óleo resina Capsicum, coentro pó, óleo de alho, alho pó, cebola pó, óleo resina de gengibre, óleo essencial coentro, canela pó, vegamini, óleo essencial de canela e açúcar, cuja função é conferir ao produto seu sabor característico.

Tabela 4. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura e adição de amido resistente do tipo 3

INGREDIENTES	FC1	FC2	F1	F2	F3
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Dianteiro bovino acém	37,90	37,90	40,50	40,50	40,50
Paleta suína magra	17,54	17,54	17,54	17,54	17,54
Toucinho	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Gelo	14,60	24,60	21,90	19,00	16,00
Tripolifosfato de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Nitrito de sódio	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Sal refinado	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Condimento para mortadela	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Pimenta preta moída	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Proteína isolada de soja	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Fécula de mandioca	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00
Alho em pó	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Corante carmim cochonilha	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Amido resistente tipo 3	0,00	0,00	3,00	6,00	9,00

FC 1 - Formulação controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 – Formulação controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1– Formulação com 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- Formulação com 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

c. Processamento das mortadelas

Todos os ingredientes das formulações foram previamente pesados, sendo que o dianteiro bovino e a paleta suína foram mantidos congelados até o momento do processamento.

O processamento foi realizado no cutter marca Kramer Greber (modelo VSM65), tipo hélice com seis facas novas para garantir um bom cisalhamento dos ingredientes, responsável por uma ação mecânica intensa que favorece a formação da emulsão.

A adição das matérias-primas ao cutter foi realizada na seguinte ordem: as carnes magras foram coterizadas (Figuras 2a e 2b), adicionado fosfato, metade da água e sal e a gordura (não foi adicionada gordura em cubos).

Após a formação do batter, foi adicionado o restante do gelo, e demais ingredientes. Foi aplicado vácuo por aproximadamente 3 minutos, o parâmetro observado foi a temperatura inicial entre 3-4 °C e final para que não ultrapassasse 10 °C.

Foram adicionados: fécula, proteína de soja e, por último o amido resistente, aplicado vácuo até a massa ficar homogênea, a temperatura final da massa foi de 10°C, sendo o máximo permitido 18°C (Figura 3a).

Ao término da mistura (Figura 3b) a massa foi transferida para embutideira tipo Handtmann modelo VF 610 plus em tripa permeável (Figura 4a). A tripa foi previamente hidratada em água à 30°C durante 40 minutos, com calibre nominal de 90 mm. A embutideira foi programada para peças de 1,0 kg, as peças foram amarradas, manualmente nas duas pontas (Figura 4b).

O produto embutido foi pendurado em varas (Figura 5a) e encaminhado para cozimento em estufa marca Maurer (Figura 5b) com vapor direto até a temperatura interna do produto ter atingido 72°C. A rampa de cozimento utilizada está descrita na Tabela 5:

Tabela 5. Rampa de cozimento das formulações teste com AR tipo 3:

Tempo (h)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
1: 15	60	Vapor direto
1: 00	65	Vapor direto
1: 30	70	Vapor direto
1: 00	75	Vapor direto
Até 72°C interno	82	80

Após o cozimento, o produto seguiu para a etapa de resfriamento em chuveiro por uma hora até temperatura ambiente e a seguir foi acondicionado em câmara de refrigeração até a temperatura interna atingir 8°C , armazenado sob refrigeração à 5°C.

O controle da temperatura interna pós-resfriamento é necessárias para garantir o choque térmico com a finalização do ciclo de pasteurização, além de estabilizar a rede proteica da emulsão e consolidar as características sensoriais do produto.



Figura 2a. Pedacos de carne congelada no Cutter Kramer Greber.



Figura 2b. Cuterização das carnes.



Figura 3a. Cominuição.



Figura 3b. Formação do batter



Figura 4a. Embutimento das mortadelas



Figura 4b. Mortadelas embutidas em tripa permeável



Figura 5a. Mortadelas dispostas em varas prontas para o cozimento.



Figura 5b. Cozimento em estufa

4.2.3. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial das formulações elaboradas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amido resistente-tipo 3.

4.2.3.1. Ensaio microbiológicos

A avaliação da qualidade microbiológica do produto foi realizada dois dias após o processamento das formulações e foram realizados os seguintes ensaios:

- a. Contagem de bolores e leveduras
- b. Contagem de anaeróbios sulfitos redutores
- c. Contagem de bactérias lácticas
- d. Contagem de *Clostridium perfringens*
- e. Contagem de *E. coli*
- f. Contagem de *Estafilococcus coagulase positiva*
- g. Contagem de bactérias mesófilas
- h. Detecção de *Listeria sp*
- i. Detecção de *Salmonella SP*
- j. Detecção de *Listeria monocytogenes*

4.2.3.2. Ensaio físico-químicos

Perda por cozimento: Foi realizado o cálculo da perda por cozimento %, calculado a partir dos dados de peso de oito peças de cada formulação antes e após o cozimento.

Perfil de textura: o método utilizado foi o TPA (Texture Profile Analysis) descrito por BOURNE (1978), utilizando o analisador de textura: Stable Micro Systems TAX-T2i. As amostras foram fatiadas em cilindros de 20 mm de espessura, utilizado o probe P35 (35 cm de diâmetro, aço inox, haste longa/base normal) com velocidade de 1,00 mm/seg, as amostras foram comprimidas a distância de 30%. Foram realizadas 10 leituras de cada amostra, em temperatura ambiente.

Cor L*a*b: Os ensaios foram realizados em equipamento Minolta CR 580, parâmetros: 2 absv, iluminante D65 média de 3 leituras distintas na mesma fatia, a temperatura ambiente.

Ensaio para elaboração da Tabela Nutricional:

- a. Determinação de umidade e voláteis
- b. Determinação de proteína
- c. Determinação de lipídios
- d. Determinação do resíduo mineral fixo
- e. Carboidratos totais por cálculo
- f. Determinação de minerais: sódio, cálcio e ferro.
- g. Determinação do teor de amido
- h. Determinação do pH
- i. Determinação de atividade água
- j. Determinação do teor de colesterol
- k. Determinação de cloretos expressos como NaCl
- l. Caracterização e quantificação do perfil lipídico

Todos os ensaios foram realizados em triplicata e os resultados analisados através da análise estatística descritiva, one way, ANOVA, Tukey ($p < 0,05$). Os métodos microbiológicos e físico-químicos estão descritos em 4.4.2.1. e 4.4.2.2., respectivamente.

4.2.3.3. Avaliação sensorial

Os ensaios sensoriais foram realizados 10 dias após o processamento das formulações, após a liberação dos resultados dos ensaios microbiológicos, assegurando a qualidade dos produtos para degustação dos provadores.

O teste de aceitação foi conduzido em cabines individuais com iluminação branca. Foram recrutados 60 provadores não treinados, que consomem produtos cárneos pelo menos duas vezes por semana, com idade entre 18 e 70 anos. Por

utilizar voluntários para análise sensorial, o presente estudo foi avaliado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Unicamp e aprovado sob número 488/2011. Antes do início de cada teste, o provador leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo I) e preencheu a ficha de recrutamento de provadores (anexo III).

Os provadores receberam, em cabines individuais, cinco amostras codificadas, apresentadas monadicamente e aleatorizadas. Cada prato continha duas fatias da mortadela fatiada com 0,9 mm de espessura, também foi oferecido biscoito de água e sal e água. Em cada amostra foram avaliados os atributos de aparência, sabor, aroma, textura e impressão global. Foi perguntada a intenção de compra e se o consumidor gostou ou não do produto. Para cada atributo foi utilizada escala hedônica de nove pontos (desgostei muitíssimo- gostei muitíssimo).

Os resultados foram analisados através da análise estatística: estatística descritiva, One way ANOVA, Tukey ($p < 0,05$).

4.3. SEGUNDA ETAPA: Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição dos amidos resistentes: tipo 2- Hi maize 260®, tipo 4- Novelose® 480 HA, tipo 3- Promitor® e tipo 2: farinha de banana verde no nível ajustado de aceitação selecionado

Esta etapa teve como objetivo ajustar as formulações e corrigir os problemas de qualidade verificados no primeiro teste e realizar a aplicação dos outros tipos de amidos resistentes no nível de concentração limite para a substituição, com a verificação dos resultados de composição centesimal das formulações.

4.3.1. Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amidos resistentes dos tipos 2, 3 e 4.

a. Formulações

Foram preparadas cinco formulações, sendo uma formulação controle: C1 - 10% de gordura e 6% de fécula de mandioca. As demais formulações F1- 6 % de amido resistente tipo 3- Promitor®, F2 - 6% de amido resistente tipo 2- Hi Maize® 260, F3- 6% de amido resistente tipo 4 Novelose® 480 HA e F4 - 6 % de farinha de banana verde, todos os testes com teor de 10% de gordura e sem adição da fécula de mandioca, a proteína isolada de soja foi retirada de todas as formulações. As formulações são apresentadas na Tabela 6. Para todos os experimentos, foram utilizados os mesmos lotes de matérias-primas e ingredientes, o processamento ocorreu na planta piloto da FEA/UNICAMP, foram processadas 2,5 kg de cada formulação teste.

b. Processamento

As matérias-primas cárneas sofreram rigorosa limpeza, com a retirada da maior quantidade possível de gordura, para obtenção de um produto final com teor reduzido de gordura. Todos os ingredientes foram disponibilizados pela FEA/UNICAMP- Departamento de Tecnologia de Carnes.

O processo de cozimento foi modificado em relação ao anterior, onde foi utilizada tripa impermeável. O produto foi cozido em banho-maria com temperatura inicial de 50°C com aumento gradual de 10°C a cada 10 minutos, até atingir 80°C. O tempo de cozimento foi controlado até se atingir a temperatura interna de 72°C, medida no centro geométrico do produto.

O resfriamento ocorreu logo após o término do cozimento até que atingisse a temperatura interna de 25°C. O produto foi embalado a vácuo e acondicionado sob refrigeração, à temperatura de 7°C.

Tabela 6. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura e adição de amidos resistentes.

INGREDIENTES	C1	F1	F2	F3	F4
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Dianteiro bovino acém	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00
Paleta suína magra	23,30	23,30	23,30	23,30	23,30
Toucinho	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Gelo	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Tripolifosfato de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Nitrito de sódio	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Sal refinado	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Eritorbato de sódio	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Pimenta branca	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Pimenta preta moída	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Pimenta Jamaica	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Fécula de mandioca	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alho em pó	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Coentro	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038
Amido resistente tipo 3	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00
Amido resistente tipo 2	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00
Amido resistente tipo 4	0,00	0,00	0,00	6,00	0,00
Farinha de banana verde	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00

C1 - Formulação controle com 10% de gordura e 6,0 % de fécula de mandioca

F1– Formulação com 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F2- Formulação com 10% de gordura e 6,0 % de AR 2

F3- Formulação com 10% de gordura e 6,0 % de AR 4

F4- Formulação com 10% de gordura e 6,0 % de amido resistente tipo 2 (Farinha de banana verde).

4.3.2. Avaliação físico-química das mortadelas elaboradas com teor reduzido de gordura e adicionadas de amidos resistentes.

Foram realizados os ensaios físico-químicos de: umidade e voláteis, atividade água, pH, proteína e lipídios.

Os resultados foram comparados com o Padrão de Identidade e qualidade da mortadela publicado na Instrução Normativa IN nº 04 de 31/03/2000 – anexo II

Regulamento Técnico para fixação de Identidade e qualidade da mortadela para a composição centesimal. A textura e aparência dos produtos foram avaliadas visualmente e sensorialmente.

Nesta etapa, os ensaios foram realizados para verificação sem repetições analíticas e tratamento estatístico dos dados, somente para ajuste das formulações.

4.4. TERCEIRA ETAPA: Elaboração e avaliação das formulações com teor reduzido de gordura ajustadas com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes nos níveis de concentração: 2,5 e 5,0%.

Esta etapa teve como objetivo avaliar a substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes, avaliando as propriedades físico-químicas e sensoriais do produto final com apelo saudável e a estabilidade da cor do produto após fatiamento em condições de abuso de temperatura.

Foi realizada a substituição parcial da fécula de mandioca pelos diferentes tipos de amido resistente no nível de concentração de 2,5% e substituição total de 5,0%.

Os ensaios realizados para avaliação da composição físico-química e qualidade microbiológica do produto foram todos realizados em triplicata. Para a avaliação de perda por cozimento foram realizadas oito repetições de cada produto e para estabilidade de emulsão, cinco repetições. Para avaliação sensorial foi realizado o teste de diferença de controle para seleção dos produtos e o teste de aceitação cego e de aceitação informado com 100 provadores.

4.4.1. Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura com Substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes

a. Caracterização da matéria-prima

Os testes seguiram o mesmo protocolo citado em 4.2.2.a com as seguintes alterações: foi utilizado como corte bovino: o miolo de acém, para facilitar o controle do teor de gordura e evitar excessivas perdas na limpeza das peças e foi realizada a retirada da gordura aparente da paleta suína.

Os amidos resistentes foram fornecidos pela Tate & Lyle (Promitor®) e National Starch (Hi Maize®260 e Novelose® 480 HA), armazenados em frascos fechados à temperatura ambiente, acompanhados do certificado de ensaios físico-químicos e microbiológicos assegurando a qualidade dos produtos. A farinha de banana verde foi adquirida no mercado de produtos naturais sem certificação analítica.

b. Formulações

Foram preparadas dez formulações, sendo duas formulações controle: C1 com 10% de gordura e 5% de fécula de mandioca e C2 com 20% de gordura e 5% de fécula de mandioca. As formulações sofreram substituição parcial e total nos níveis de 2,5% e 5,0%: F1- 10% de gordura, 2,5% de fécula de mandioca e 2,5% de amido resistente tipo 3; F2-10% de gordura e 5,0% de amido resistente tipo 3; F3- 10% de gordura, 2,5% de fécula de mandioca e 2,5% de amido resistente tipo 2; F4- 10% de gordura e 5,0% de amido resistente tipo 2; F5- 10% de gordura, 2,5% de fécula de mandioca e 2,5% de amido resistente tipo 4; F6-10% de gordura e 5,0% de amido resistente tipo 4; F7- 10% de gordura, 2,5% de fécula de mandioca e 2,5% de farinha de banana verde; F8-10% de gordura e 5,0% de farinha de banana verde.

As formulações com diferentes níveis de concentração de adição de amido resistente são apresentadas na Tabela 7. Para todos os experimentos se utilizou os mesmos lotes de matérias-primas e ingredientes, o processamento ocorreu na planta piloto da BRF localizada em São Paulo.

Tabela 7. Formulações das mortadelas com reduzido teor de gordura e substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes.

INGREDIENTES	Fórmula Base (%)
Dianteiro bovino acém	37,00
Paleta suína magra	23,00
Gelo	22,14
Tripolifosfato de sódio	0,30
Nitrito de sódio	0,015
Sal refinado	1,50
Eritorbato de sódio	0,05
Condimento para mortadela	0,52
Pimenta preta moída	0,02
Alho em pó	0,40
Corante carmim cochonilha	0,06

Variáveis experimentais das formulações

Formulações	Toucinho	Gelo	Fécula	AR 2	AR 3	AR 4	Farinha Banana
C1	10,00	22,14	5,00	-----	-----	-----	-----
C2	20,00	12,14	5,00	-----	-----	-----	-----
F1	10,00	22,14	2,50	-----	2,50	-----	-----
F2	10,00	22,14	0,00	-----	5,00	-----	-----
F3	10,00	22,14	2,50	2,50	-----	-----	-----
F4	10,00	22,14	0,00	5,00	-----	-----	-----
F5	10,00	22,14	2,50	-----	-----	2,50	-----
F6	10,00	22,14	0,00	-----	-----	5,00	-----
F7	10,00	22,14	2,50	-----	-----	-----	2,50
F8	10,00	22,14	0,00	-----	-----	-----	5,00

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha de banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha de banana verde

c. Processamento das mortadelas

Conforme descrito em 4.2.2.c., com modificações na rampa de cozimento, apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Rampa de cozimento das formulações com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes.

Tempo (min)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
40	65	Vapor direto
40	70	Vapor direto
30	75	Vapor direto
Até 72°C interno	82	80

Após o cozimento, as mortadelas foram resfriadas em chuveiro por uma hora até temperatura ambiente e acondicionadas em câmara de refrigeração até a temperatura interna atingir 8°C. As peças foram todas embaladas, individualmente, a vácuo, e armazenadas sob refrigeração à 5°C.

4.4.2. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial das formulações elaboradas com teor reduzido de gordura e substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes.

4.4.2.1. Avaliação microbiológica

A avaliação da qualidade microbiológica do produto foi realizada dois dias após o processamento das formulações e foram realizados os ensaios descritos em 4.2.3.1. no Laboratório de Microbiologia da BRF Jundiaí. Os métodos microbiológicos utilizados foram os seguintes:

Contagem de bolores e leveduras: realizado segundo AOAC - Official Methods of Analysis. **Petrifilm Method: Yeast and Mould count:** Method: 997.02.

Contagem de anaeróbios sulfitos redutores: foi realizado segundo o Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods 4th Edition- American Public Health Association APHA, 2001.

Contagem de bactérias lácticas: foi realizado segundo Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods 4th Edition- American Public Health Association APHA, 2001.

Contagem de *Clostridium perfringens*: foi realizado segundo o Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods 4th Edition- American Public Health Association APHA, 2001.

Contagem de *E.coli*: foi realizado segundo o Official Methods of Analysis of AOAC /International- **Petrifilm Method: *Coliform* and *Escherichia coli* counts (EC).** Method: 991.14; 18th Edition- volume 1, 2005 - REVISÃO 2-2007.

Contagem de *Staphylococcus coagulase positiva*: o ensaio de contagem de *Staphylococcus coagulase positive* foi realizado segundo o International Standard ISO-6888-1: 1999/ Amendment 1:2003(E) – Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species)- Part1: Technique using Baird Parker agar medium- 11p.Amendment 1: Inclusion precision data.

Contagem de bactérias mesófilas: foi realizado segundo Official Methods of Analysis of AOAC /International- **Petrifilm Method: Aerobic Count Plates (AC):** Method 990.12 18th Edition- volume 1, 2005 - REVISÃO 2-2007.

Deteção de *Salmonella sp*: foi realizado segundo o International Standard: ISO 6579: 4th edition -2002- Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the detection of *Salmonella spp*.

Deteção de *Listeria monocytogenes*: foi realizado segundo o International Standard ISO-11290-1:1996 e 11290-2:2004- Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*. Part 1: Detection method International Standard ISO- 11290-2:2004- Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*. Part 2: Enumeration method.

4.4.2.2. Avaliação físico-química

Os ensaios físico-químicos realizados foram os seguintes:

Preparo das amostras para os ensaios físico-químicos: as amostras foram preparadas em mixer tipo Robout Coupe blixer 3 segundo: AOAC (2007), Ch 39- Meat and meat products.

Determinação de umidade e voláteis: foi realizado por secagem em estufa à 105°C segundo AOAC 2007. Ch 39- Meat and meat products.

Determinação de proteína: foi realizado pelo método Dumas segundo AOAC 2007. Ch 39- Meat and meat products.

Determinação do teor de lipídios: foi realizado por extração com solvente apolar segundo AOAC 2007. Ch 39- Meat and meat products.

Determinação de cinzas ou resíduo mineral fixo: foi realizado por gravimetria segundo a AOAC 2007. Ch 39- Meat and meat products.

Determinação de fibra alimentar: realizado pelo método enzimático- gravimétrico MÊS- tris buffer segundo AOAC 2007. Ch 32- Cereal Foods.

Carboidratos totais por cálculo: os carboidratos totais foram calculados segundo a Portaria nº 41 de 14.01.1998.

Determinação do perfil de ácidos graxos: foi realizado por cromatografia gasosa segundo AOAC 2007.

Determinação de cloretos expressos como NaCl: foi realizado pelo método titulométrico por argentometria segundo MAPA Instrução Normativa nº 20 de 21.07.1999.

Determinação do teor de Colesterol: foi realizado por cromatografia gasosa segundo AL-HASANI et al.,(1993). Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods.

Determinação do teor de amido: foi realizado pelo método de Lane Eynon segundo a Instrução Normativa nº 20 de 21.07.1999 do MAPA.

Determinação de cálcio, ferro e sódio: foi realizado por absorção atômica segundo Normas analíticas do IAL- Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2005.

Determinação de pH: foi medido por medição direta com eletrodo no aparelho Mettler 780 segundo a Instrução Normativa nº20, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (1999).

Determinação de atividade água: o ensaio de atividade água foi realizado no equipamento Aqualab- Decagon.

Determinação de perda por cozimento: de acordo com item 4.2.3.2.

Determinação de Perfil de textura: de acordo com item 4.2.3.2.

Determinação de Cor L*a*b: de acordo com item 4.2.3.2.

Determinação de Estabilidade de Emulsão: descrita por TORRE (1991), onde 45 a 50g de amostra da emulsão crua foram colocadas em sacos de Nylon/polietileno, seladas com vácuo e cozidas por 1 hora a 70°C. Após o resfriamento das embalagens, é retirado o volume de líquido exudado e calculada o % de perda sobre o peso inicial.

$\% \text{ de estabilidade da emulsão} = 100 - \% \text{ de perda.}$

Determinação de Estabilidade de cor: as amostras foram cortadas em pedaços com 2,5 cm de espessura, envoltas por filme plástico (Figura 06) e armazenadas em refrigerador a $8 \pm 2^\circ\text{C}$ com iluminação artificial (luz natural do dia Philips 9 W/840). A cada período pré-determinado (0, 1h, 2h, 4h, 6h e 8h) fez-se a leitura da cor na parte superior da amostra (parte em exposição à luz), conforme descrito em 4.2.3.2.

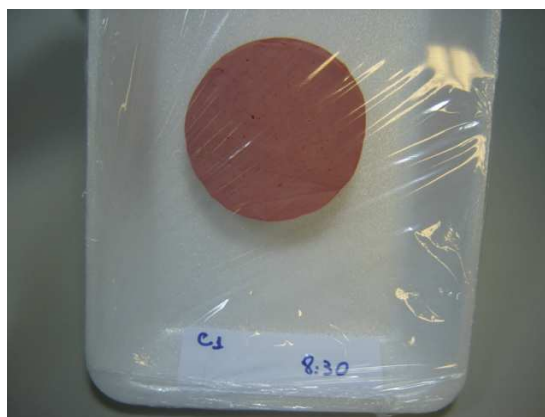


Figura 6. Amostra acondicionada em bandeja envolta em filme plástico para teste de estabilidade de cor.

4.4.2.3. Avaliação sensorial

Os ensaios sensoriais foram realizados dez dias após o processamento das formulações, após a liberação dos resultados dos ensaios microbiológicos, assegurando a qualidade dos produtos para degustação pelos provadores.

O teste de diferença do controle foi aplicado segundo metodologia descrita por MEILGAARD et al. (1999), onde 10 provadores pré-selecionados e treinados para esse tipo de teste receberam, primeiramente, a amostra controle C2 e a mesma foi fixada como referência com relação aos atributos que foram avaliados: cor, textura e sabor de condimentos. Após a avaliação da amostra controle, cada provador foi encaminhado à cabine de avaliação sensorial onde recebeu a ficha de avaliação de diferença de controle (Anexo II). As amostras foram separadas em duas sessões de cinco amostras cada. A primeira sessão, foi composta pelos dois controles e as formulações com substituição total do amido resistente pela fécula de mandioca. A segunda sessão realizada no dia seguinte: com os dois controles e as formulações com substituição parcial da fécula pelos amidos resistentes. As formulações F7 e F8 foram eliminadas nos teste preliminares por apresentarem aspecto (presença de pontos pretos) e coloração muito diferente das demais formulações. As mortadelas servidas foram fatiadas no dia, com espessura de 0,9

mm. As amostras foram apresentadas na sequência de uma rotação balanceada, em sequência monádica, codificadas com três dígitos.

O teste foi aplicado utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos para cada atributo em relação à amostra controle.

- 1 – extremamente menos
- 2 - muito menos
- 3 - moderadamente menos
- 4 - ligeiramente menos
- 5 – igual
- 6 - ligeiramente mais
- 7 - moderadamente mais
- 8 – muito mais
- 9 – extremamente mais

Os resultados foram avaliados com base em análise de variância de Teste de Dunnett bilateral.

O teste de aceitação foi conduzido em cabines individuais com iluminação branca. Foram recrutados 100 provadores não treinados, funcionários da empresa que consomem produtos cárneos pelo menos duas vezes por semana, com idade entre 18 e 60 anos. Por utilizar voluntários para análise sensorial, o presente estudo foi avaliado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UNICAMP e aprovado sob número 488/2011. Antes do início de cada teste, o provador leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I) e preencheu a ficha de recrutamento de provadores (Anexo III).

Os testes foram realizados em duas sessões: teste cego de aceitação (Anexo IV) e teste de aceitação informado (Anexo V).

Os provadores receberam, em cabines individuais, cinco amostras codificadas, apresentadas monadicamente e aleatorizadas, cada prato continha

uma fatia da mortadela fatiada com 0,9 mm de espessura, foi oferecido biscoito de água e sal e água. Em cada amostra foi avaliado os atributos de aparência, sabor, aroma, textura e impressão global. Foi perguntada a intenção de compra e se o consumidor gostou ou não do produto. Para cada atributo foi utilizada escala hedônica de nove pontos (desgostei muitíssimo- gostei muitíssimo). Foram avaliadas as formulações controle e as três formulações com substituição total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes selecionadas no teste de diferença de controle,

Os resultados foram analisados através da análise estatística: estatística descritiva, One way ANOVA, Tukey ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS

5.1. PRIMEIRA ETAPA: Desenvolvimento das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição do amido resistente tipo 3 – Promitor® em diferentes níveis de concentração.

5.1.1. Avaliação da capacidade de retenção de água dos diferentes tipos de amidos resistentes

Nessa etapa, foi avaliada a capacidade de retenção de água dos amidos resistentes para seleção de uso. Na Tabela 9 são apresentados os resultados de capacidade de retenção de água obtidos conforme 4.2.1.a.

Tabela 9. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de capacidade de retenção de água dos amidos resistentes.

Amidos resistentes	CRA – T1 (g/100g)	CRA- T2 (g/100g)	CRA- T3 (g/100g)
Novelose®480 HA	58,03 $\pm$ 0,48 ^c	57,24 $\pm$ 0,40 ^c	56,87 $\pm$ 1,93 ^b
Hi maize®260	58,57 $\pm$ 0,39 ^c	57,67 $\pm$ 0,28 ^c	57,57 $\pm$ 0,05 ^b
Promitor®	60,51 $\pm$ 0,41 ^b	59,77 $\pm$ 0,20 ^b	58,79 $\pm$ 0,03 ^b
Farinha Banana	86,99 $\pm$ 0,19 ^a	81,75 $\pm$ 0,79 ^a	76,02 $\pm$ 0,16 ^a

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

CRA-T1: teste com 10g/100mL

CRA-T2: teste com 20g/100mL

CRA-T3- teste com 30g/100mL

Os experimentos: T1, T2 e T3, respectivamente, foram variações com 10g para 100 mL de solução, 20g para 100 mL e 30g para 100 mL, com o objetivo de buscar a melhor condição de proporção massa/ solvente para verificação da capacidade de retenção máxima alcançada. Observou-se que a capacidade de retenção de água diminuiu à medida que se aumentou a massa e diminuiu o

solvente. Os amidos resistentes: Novelose®480 HA e Hi Maize®260 não apresentaram diferença significativa entre os resultados. Na sequência o Promitor® teve um valor pouco maior e a farinha de banana verde apresentou o maior valor de capacidade de retenção de água.

A proteína isolada de soja é um extensor largamente utilizado na indústria cárnea apresentou valores de 61,65 % conforme teste de BARRETTO, (2007). KHALIL (2000) realizou testes de substituição parcial e total de gordura por amido de milho em carne moldada, tendo apresentado os resultados de: 62,90% no controle, 65,64% na substituição parcial de 25% e 81,39% em 100% de substituição, ou seja, na substituição total.

Desta forma, foram selecionados todos os amidos resistentes para aplicação em produtos cárneos como extensores substitutos de gordura, por apresentarem valores similares a outros extensores e por sua aplicação em produtos cárneos não ter sido estudada, anteriormente.

Na primeira etapa, foi utilizado somente o amido resistente do tipo 3 - Promitor® para as formulações em diferentes níveis de concentração em função de suas propriedades tecnológicas de estabilidade térmica.

5.1.2. Caracterização das matérias primas utilizadas nas formulações de mortadelas contendo amidos resistentes

Na Tabela 10 são apresentados os dados de: umidade, proteína e lipídios das matérias-primas cárneas utilizadas nas formulações.

Tabela 10. Composição centesimal do miolo de acém e paleta suína

Matéria-prima	Proteína	Lipídios	Umidade	pH
Miolo de acém	20,63±0,15	2,01±0,07	75,25±0,17	5,60±0,01
Paleta suína	18,86±1,65	13,75±2,63	67,34±1,88	*

*Não foi determinada em condições experimentais

Na Tabela 11 são apresentados os dados dos certificados de análises dos amidos resistentes comerciais utilizados nos testes.

Tabela 11. Resultados de umidade, pH e Fibra total dietética dos amidos resistentes comerciais.

Amido resistentes	Umidade (%)	pH	FDT (%)
Novelose ®	11,3	6,03	85,00
Hi maize ®	10,0	5,80	58,40
Promitor ®	8,70	4,0	60,90

Os resultados de análise estão de acordo com as especificações estabelecidas para os produtos.

5.1.3. Avaliação físico-química das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.

Foram elaboradas cinco formulações conforme descrito em 4.2.2.. Foram avaliados: perfil de textura, perda por cozimento, composição físico-química e cor instrumental. Os resultados são apresentados da Tabela 12 a 15.

Os resultados de coesividade e elasticidade de todas as formulações e controles não apresentaram diferença significativa conforme Tukey ($p < 0,05$). Quanto à dureza e mastigabilidade, a formulação F3 apresentou os maiores valores, se diferenciando das demais, demonstrando que a adição de 9 % influenciou diretamente na textura do produto.

Tabela 12. Análise do perfil de textura ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®

Formulações Promitor®	Dureza (N)	Coesividade	Elasticidade (cm)	Mastigabilidade (N/cm)
FC1	26,10 $\pm$ 4,29 ^b	0,82 $\pm$ 0,04 ^a	0,91 $\pm$ 0,03 ^a	19,48 $\pm$ 4,49 ^b
FC2	22,21 $\pm$ 1,39 ^c	0,79 $\pm$ 0,04 ^a	0,90 $\pm$ 0,01 ^a	15,74 $\pm$ 1,21 ^c
F1	25,10 $\pm$ 1,77 ^{bc}	0,8 $\pm$ 0,05 ^a	0,90 $\pm$ 0,02 ^a	18,03 $\pm$ 1,46 ^{bc}
F2	26,42 $\pm$ 1,51 ^b	0,79 $\pm$ 0,03 ^a	0,91 $\pm$ 0,005 ^a	18,99 $\pm$ 1,10 ^{bc}
F3	33,37 $\pm$ 2,11 ^a	0,79 $\pm$ 0,009 ^a	0,91 $\pm$ 0,009 ^a	23,93 $\pm$ 1,68 ^a

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1- 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

GARCIA et al. (2002) obtiveram produtos mais duros e menos elásticos com a adição de 3% de fibra de trigo. DESMOND et al. (1998) reportaram que a adição de 2% de fibra de aveia resultou em aumento da dureza em hambúrguer bovino com baixo teor de gordura.

As formulações F1 e F2 não apresentaram diferença significativa em relação a FC1, demonstrando que o Promitor® nas concentrações de 3 e 6% foi um substituto de gordura equivalente, sem perdas na textura do produto. O controle FC2 apresentou os menores valores de dureza e mastigabilidade que não diferiram significativamente dos valores da formulação F1, demonstrando novamente que o Promitor® na concentração de 3% é um substituto equivalente.

Foi avaliada a perda de cozimento utilizando-se tripa permeável nas formulações. Os resultados de perda por cozimento são apresentados na Tabela 13.

Foi observado que quanto maior a quantidade de gordura no controle, menor foi a perda. Nenhuma das formulações apresentou comportamento similar aos controles com fécula de mandioca, evidenciando que as perdas de cozimento

do amido resistente diferem da fécula de mandioca. A medida que houve um aumento da adição do amido resistente com a mesma quantidade de gordura (10%) as perdas reduziram e estabilizaram. Quando se compara a mesma concentração de adição de amido e gordura (3% e 10%), pode-se afirmar que o Promitor® apresenta perda maior que a fécula de mandioca.

Tabela 13. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de perda de cozimento das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®

Formulações	Perda por cozimento (%)
FC1	8,50 $\pm$ 0,29 ^d
FC2	10,55 $\pm$ 0,41 ^b
F1	11,19 $\pm$ 0,35 ^a
F2	9,78 $\pm$ 0,24 ^c
F3	9,69 $\pm$ 0,23 ^c

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1- 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

HUGHES, 1997 reportou que a redução do teor de gordura de 30 para 5% aumentou significativamente a perda de cozimento e diminuíram tanto a capacidade de retenção de água como a estabilidade da emulsão.

Foram realizados os ensaios de composição nutricional para uma avaliação completa das características físico-químicas do produto. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Nesta etapa não foi realizado o ensaio de fibra alimentar, o valor calculado de carboidratos contempla fibra alimentar, presente no produto que não foi descontada.

No Brasil a legislação para mortadelas é a IN 04 de 31/03/2000 do MAPA, que contempla o padrão de identidade e qualidade do produto: umidade máx. 65 %, proteína: mín. 12 %, lipídios: máx. 30%, amido: máx. 5% e

carboidratos totais: máx. 10%.

Os resultados de umidade dos controles e formulações foram significativamente diferentes, embora o FC2 e amostra F1 sejam os mais próximos entre si. Em relação ao padrão de máximo 65 % todos os testes ficaram dentro do padrão.

Os resultados de proteína ficaram todos acima do padrão mínimo de 12,0%, provavelmente devido o uso de proteína isolada de soja, sendo que as formulações F1 e F3 por apresentarem os menores valores de lipídios, apresentaram os maiores valores de proteína. Os resultados referentes aos teores de cinzas das formulações, exceto da FC1, não apresentaram diferença significativa entre si, o conteúdo de cinzas em parte foi proveniente da adição de sal e outros ingredientes que contribuíram com a fração inorgânica.

Os resultados de lipídios variaram entre as amostras, e foram todos significativamente diferentes. Este fato deve-se, provavelmente devido à presença de gordura nas matérias-primas, mesmo após a limpeza, que se mostrou ineficiente.

Os valores de carboidratos são provenientes da adição de fécula de mandioca e do amido resistente e outros açúcares provenientes da proteína isolada de soja e outros ingredientes. Os valores das formulações FC1, FC2 e F1 foram significativamente iguais, pois tiveram adição igual, tanto de fécula como de Promitor® na concentração de 3,0%. As formulações F2 e F3, respectivamente apresentaram valores mais altos devido à adição de 6 e 9% de amido resistente, respectivamente.

Os resultados de amido nos controles foram iguais, devido ao mesmo nível de adição de fécula de mandioca. As formulações: F1, F2 e F3 receberam adição de amido resistente, porém quando realizada a quantificação de amido pelo método de Lane Eynon apresentaram resultados mais elevados, indicando que amido resistente foi quantificado nessa fração de amido. Este fato pode ser explicado pela falta de seletividade do método, que hidrolisa os polissacarídeos até glicose, sendo que o principal monossacarídeo constituinte dos amidos

resistentes é a glicose. Por este motivo, há a necessidade de investir em outras metodologias mais seletivas, pois os amidos resistentes são classificados como fibras solúveis e devem ser quantificados como fibra, conforme definição de fibra alimentar ou quantificação de amidos resistentes.

Tabela 14. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios físico-químicos das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.

Ensaio	FC1	FC2	F1	F2	F3
Umidade (g/100g)	50,15 $\pm$ 0,11 ^e	58,25 $\pm$ 0,19 ^b	58,72 $\pm$ 0,09 ^a	54,62 $\pm$ 0,07 ^c	52,49 $\pm$ 0,13 ^d
Proteína (g/100g)	15,62 $\pm$ 0,08 ^{bc}	15,40 $\pm$ 0,09 ^c	16,50 $\pm$ 0,48 ^a	15,79 $\pm$ 0,18 ^{bc}	16,06 $\pm$ 0,09 ^{ab}
Cinzas (g/100g)	3,69 $\pm$ 0,02 ^a	3,54 $\pm$ 0,02 ^b	3,54 $\pm$ 0,03 ^b	3,55 $\pm$ 0,02 ^b	3,53 $\pm$ 0,03 ^b
Lipídios (g/100g)	25,82 $\pm$ 0,06 ^a	18,46 $\pm$ 0,09 ^c	16,76 $\pm$ 0,04 ^e	18,86 $\pm$ 0,10 ^b	17,51 $\pm$ 0,03 ^d
Carboidratos (g/100g)	4,72 $\pm$ 0,21 ^c	4,36 $\pm$ 0,18 ^c	4,48 $\pm$ 0,43 ^c	7,18 $\pm$ 0,04 ^b	10,41 $\pm$ 0,01 ^a
Amido (g/100g)	2,62 $\pm$ 0,03 ^c	2,61 $\pm$ 0,02 ^c	2,39 $\pm$ 0,04 ^d	4,45 $\pm$ 0,05 ^b	6,53 $\pm$ 0,15 ^a
NaCl (g/100g)	2,49 $\pm$ 0,02 ^a	2,40 $\pm$ 0,006 ^b	2,42 $\pm$ 0,03 ^{ab}	2,41 $\pm$ 0,03 ^b	2,39 $\pm$ 0,05 ^b
Colesterol (mg/100g)	20,08 $\pm$ 2,07 ^a	21,51 $\pm$ 1,81 ^a	22,84 $\pm$ 1,99 ^a	20,53 $\pm$ 1,54 ^a	18,59 $\pm$ 0,71 ^a
pH	6,38 $\pm$ 0,01 ^a	6,36 $\pm$ 0,01 ^{ab}	6,38 $\pm$ 0,01 ^a	6,36 $\pm$ 0,01 ^{ab}	6,35 $\pm$ 0,01 ^b
Aw	0,959 ^c	0,968 $\pm$ 0,002 ^a	0,966 $\pm$ 0,003 ^{ab}	0,961 $\pm$ 0,003 ^{bc}	0,961 $\pm$ 0,003 ^{bc}
Cálcio (mg/100g)	15,75 $\pm$ 0,88 ^{ab}	16,26 $\pm$ 0,56 ^a	14,08 $\pm$ 4,14 ^{ab}	10,31 $\pm$ 1,04 ^b	11,68 $\pm$ 1,13 ^{ab}
Ferro (mg/100g)	1,64 $\pm$ 0,05 ^a	1,56 $\pm$ 0,01 ^b	1,59 $\pm$ 0,01 ^{ab}	1,60 $\pm$ 0,02 ^{ab}	1,60 $\pm$ 0,02 ^{ab}
Sódio (mg/100g)	1264,74 $\pm$ 12,52 ^a	1245,24 $\pm$ 14,34 ^a	1241,36 $\pm$ 24,99 ^a	1279,96 $\pm$ 46,53 ^a	1212,86 $\pm$ 13,53 ^a
Gordura poli (%)	3,56 $\pm$ 0,08 ^a	1,74 $\pm$ 0,12 ^c	1,75 $\pm$ 0,05 ^c	2,30 $\pm$ 0,02 ^b	1,62 $\pm$ 0,11 ^c
Gord. mono (%)	11,85 $\pm$ 0,38 ^a	8,15 $\pm$ 0,03 ^b	7,55 $\pm$ 0,05 ^d	8,06 $\pm$ 0,11 ^{cb}	7,66 $\pm$ 0,03 ^{dc}
Gordura sat. (%)	10,42 $\pm$ 0,31 ^a	8,49 $\pm$ 0,13 ^b	7,46 $\pm$ 0,11 ^c	8,37 $\pm$ 0,13 ^b	8,18 $\pm$ 0,13 ^b
Gord. Trans (%)	0,02 ^b	0,02 ^b	0,01 ^b	0,10 $\pm$ 0,02 ^a	0,02 $\pm$ 0,006 ^b

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1- 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

A determinação de amido conforme preconiza a legislação brasileira (IN 20 de 21/07/1999) para mortadelas não pode ser aplicada para produtos adicionados de amido resistente, porque o amido é hidrolisado a quente, em meio fortemente ácido, produzindo exclusivamente glicose, que é determinada pelo método de Lane Eynon.

Neste método ocorre a etapa de titulação que é a reação de redução da glicose pelos reativos de Fehling. Um aspecto importante a ser ressaltado na análise de produtos cárneos, é que na neutralização das amostras após hidrólise ácida, o meio reacional não deve estar ácido, ou seja, o pH abaixo de 4, uma vez que propicia a formação de substâncias químicas denominadas de hidroximetilfurfural que serão quantificadas como açúcares totais ou que interferem na quantificação por qualquer método, seja espectrofotométrico, gravimétrico ou titulométrico, resultando em valores mais altos devido a presença de outros açúcares provenientes de outros ingredientes e não do amido adicionado.

O teor de sal quantificado nos controles e formulações ficou acima do formulado para 2,0%. Ao se avaliar a formulação concluiu-se que o condimento de mortadela contribuiu para este valor final mais elevado. A FC2 e as formulações: F1, F2 e F3 não apresentaram diferença significativamente no teor de sal, a FC1 apresentou um valor um pouco maior que os demais.

O teor de colesterol de todas as formulações não apresentou diferença significativa entre os seus resultados, porque o conteúdo de colesterol em carnes e produtos cárneos é influenciado por uma variedade de fatores, tais como: o tipo de carne, o corte e as condições de preparação (assado, cozido, frito). É importante notar que somente a redução do consumo de carne gorda e sua substituição por carne magra, não necessariamente diminui a quantidade de colesterol nos produtos cárneos (EGBERT et al.,1991).

Para se obter produtos cárneos que contenham menos colesterol, gordura e carne magra devem ser substituídas por óleos e proteínas vegetais, uma vez que

tecidos vegetais, intrinsicamente apresentam baixo teor de colesterol em relação aos tecidos animais (WEISS et al. 2010).

Os valores de pH não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), exceto a formulação F3, No entanto, os valores da formulação F3 ficaram mais próximos das formulações FC2 e F2.

A atividade água da formulação controle e formulações com redução de gordura apresentaram valores de atividade água mais elevados devido à substituição de gordura por água, sendo que o uso do Promitor® como extensor substituto nos testes F2 e F3, resultou em valores mais baixos próximos à formulação controle FC1. FERNANDÉZ-SALGUERO, GÓMEZ, CARMONA, (1993) verificaram que presuntos apresentaram valor de atividade de água igual a 0,976 e mortadela 0,969.

Com relação aos ensaios de minerais, observou-se que os valores de sódio não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) e estão de acordo com a formulação, parte do sódio proveniente do sal e o valor adicional proveniente de alguns aditivos, como o nitrito e eritorbato de sódio. Os valores de ferro, não apresentaram diferença entre eles, no entanto a controle FC2 apresentou o menor valor para esse mineral. O valor de cálcio da formulação F2 foi menor que as demais, mas com uma variação desprezível nesta faixa de valores.

O perfil lipídico típico com valores mais altos na formulação FC1 devido ao valor de 20 % de gordura adicionada. As variações dos teores são devidas a variabilidade intrínseca da gordura das matérias- primas, o valor alto de gordura trans da formulação F2, provavelmente se deve ao erro analítico devido a falta de resolução de algum pico na separação cromatográfica, visto que a carne utilizada foi a mesma em todos os testes. O trabalho não teve por objetivo a alteração no perfil lipídico, somente na redução do teor de gordura, visto que somente é possível alterar o perfil de ácidos graxos de um produto cárneo com a adição de ácidos graxos insaturados, através da adição de óleos vegetais como oliva na formulação, ômega 3, etc. (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2001). Assim obtém-se um produto cárneo com perfil lipídico mais favorável.

Os valores de cor foram determinados conforme descrito em 4.2.3.2. e os resultados são apresentados na Tabela 15.

A redução de gordura reduziu os valores de luminosidade, aumentou os valores de a^* (coordenada a^* varia do vermelho $+a^*$ ao verde $-a^*$) e praticamente não alterou os valores de b^* com exceção da formulação F2 que apresentou um valor mais alto que a FC2. As formulações FC2 e F3 não apresentaram diferenças significativas segundo Tukey ($p < 0,05$) em $L^*a^*b^*$.

Quando o conteúdo de gordura é reduzido e o conteúdo de carne aumentado para compensar a perda de gordura, o valor da cor vermelha aumenta. Nas formulações, manteve-se a percentagem de carne e se alterou a percentagem adicionada de água, de forma que a cor vermelha se manteve, e foi maior no controle FC2.

Tabela 15. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de cor $L^*a^*b^*$ das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®

Ensaio	FC1	FC2	F1	F2	F3
L*	63,68 $\pm$ 1,18 ^a	59,91 $\pm$ 1,36 ^b	57,11 $\pm$ 0,94 ^c	59,39 $\pm$ 0,65 ^b	59,56 $\pm$ 0,73 ^b
a*	12,88 $\pm$ 0,35 ^b	14,6 $\pm$ 0,38 ^c	15,27 $\pm$ 0,70 ^a	14,27 $\pm$ 0,26 ^c	14,60 $\pm$ 0,24 ^c
b*	10,19 $\pm$ 0,18 ^b	10,22 $\pm$ 0,70 ^b	9,79 $\pm$ 0,27 ^b	10,85 $\pm$ 0,31 ^a	9,76 $\pm$ 0,34 ^b

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1- 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

5.1.4. Avaliação microbiológica das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.

Os ensaios microbiológicos foram realizados para comprovação da qualidade microbiológica do produto e garantir a segurança alimentar para os provadores nos testes sensoriais. Os resultados são apresentados na Tabela 16,

todos os parâmetros avaliados estavam dentro dos padrões microbiológicos para o produto conforme RDC 12 de 2001.

Tabela 16. Avaliação microbiológica das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®

Ensaio microbiológico	FC1	FC1	F1	F2	F3
<i>Contagem Bolors e leveduras</i>	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Contagem de anaeróbios sulfitos redutores</i>	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Contagem de bactérias lácticas</i>	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Contagem de Clostridium perfringes</i>	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Contagem de Escherichia coli</i>	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Contagem de Estafilococos coagulase positiva</i>	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Contagem total de bactérias mesófilas</i>	<100	<100	<100	<100	<100
<i>Deteção de Listeria SP</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Deteção de Salmonella SP</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Deteção de Listeria monocytogenes</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1- 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

5.1.5. Avaliação dos atributos sensoriais das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor® pelo teste de aceitação.

Foram selecionados 60 provadores que apresentaram o seguinte perfil: 60% do sexo masculino e 40% do sexo feminino (Figura 7).

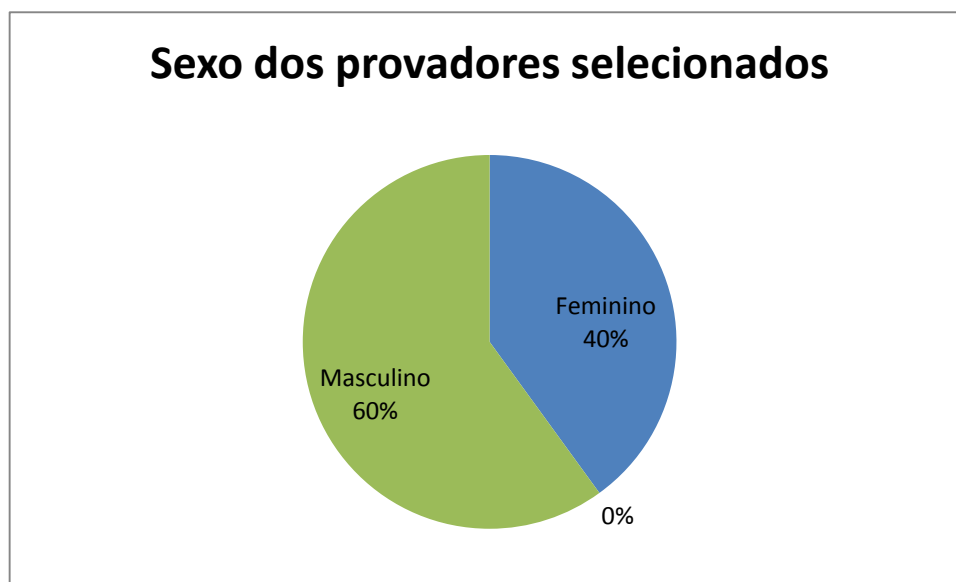


Figura 7. Perfil do sexo dos provadores selecionados no teste de aceitação do Promitor®.

Dos provadores do sexo feminino, a idade variou de 18 a 67 anos, sendo que 14% dos provadores tinham 25 anos (Figura 8) e do sexo masculino: a idade variou de 18 a 43 anos, sendo que 14% dos provadores tinham 25 anos (Figura 9).

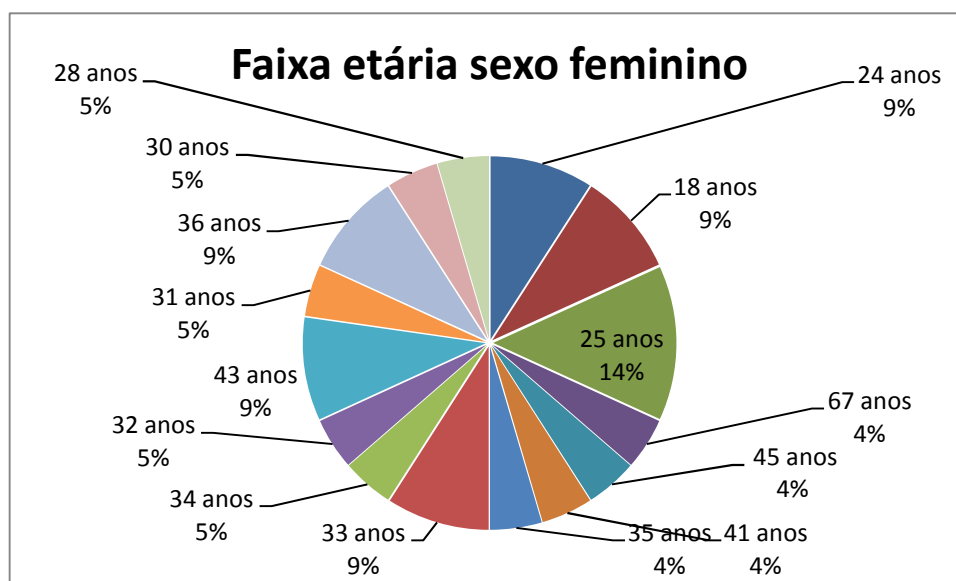


Figura 8. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo feminino no teste de aceitação do Promitor®.

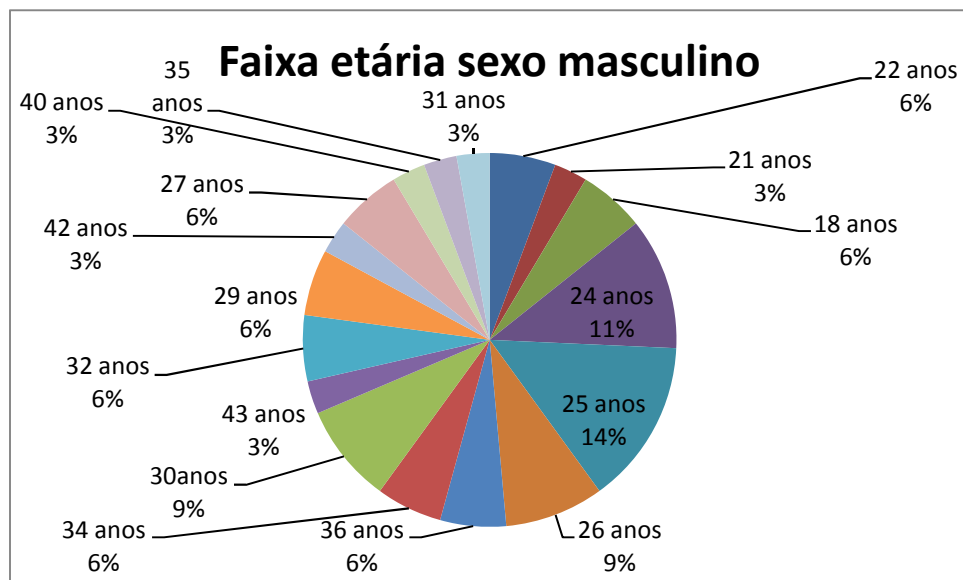


Figura 9. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo masculino no teste de aceitação do Promitor®.

Dos provadores: 88% consomem carne ou produtos cárneos diariamente, 8 % semanalmente e 2% quinzenalmente, 55% consomem leite e 95 % não têm alergias alimentares. Dos 60 provadores selecionados, 54% valorizam em primeiro lugar o sabor do produto, 27% valorizam a marca, 14% o preço e somente 2% valorizam qualidade e 3% valor calórico (Figura 10), evidenciando que os consumidores ainda não estão valorizando os apelos de produtos mais saudáveis.

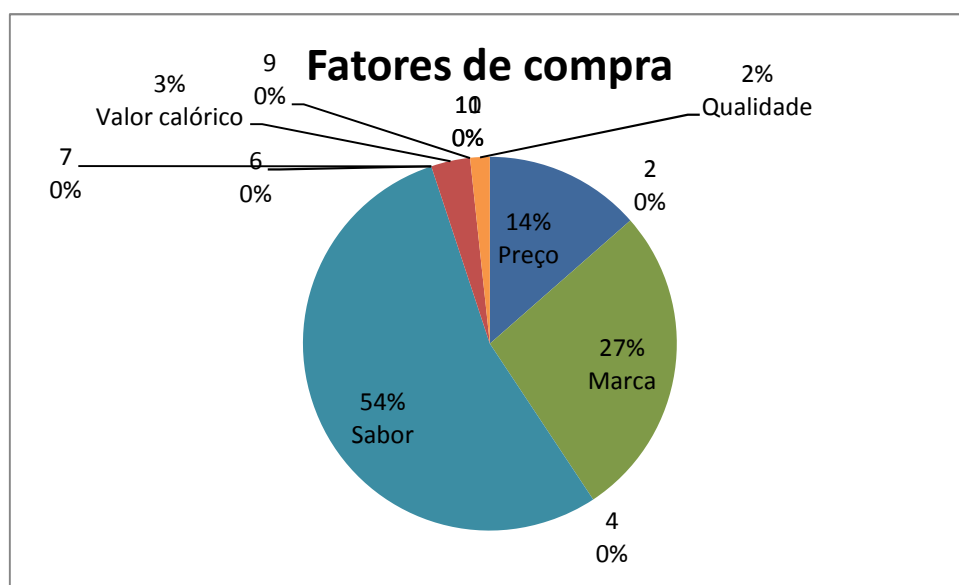


Figura 10. Perfil dos provadores quanto aos fatores de compra no teste de aceitação do Promitor®.

Tabela 17. Valores médios dos atributos: cor, aroma, sabor e textura ($\pm$ desvio padrão) do teste sensorial de aceitação das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3- Promitor®.

	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
FC1	6,00 $\pm$ 1,90 ^c	6,35 $\pm$ 1,51 ^{ab}	6,75 $\pm$ 1,57 ^a	6,78 $\pm$ 1,55 ^a	6,83 $\pm$ 1,46 ^a
FC2	7,53 $\pm$ 1,31 ^a	6,95 $\pm$ 1,44 ^a	7,07 $\pm$ 1,78 ^a	7,47 $\pm$ 1,41 ^a	7,32 $\pm$ 1,56 ^a
F1	7,12 $\pm$ 1,40 ^{ab}	6,50 $\pm$ 1,53 ^{ab}	6,60 $\pm$ 1,67 ^a	6,60 $\pm$ 1,53 ^a	6,57 $\pm$ 1,50 ^{ab}
F2	6,73 $\pm$ 1,44 ^{abc}	6,25 $\pm$ 1,59 ^{ab}	6,18 $\pm$ 1,78 ^a	5,70 $\pm$ 1,85 ^b	5,88 $\pm$ 1,69 ^{bc}
F3	6,57 $\pm$ 1,94 ^{bc}	5,85 $\pm$ 1,83 ^b	5,03 $\pm$ 2,31 ^b	4,70 $\pm$ 2,28 ^c	5,28 $\pm$ 2,14 ^c

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

FC 1 - Controle com 20% de gordura e 3% de fécula de mandioca

FC 2 - Controle com 10% de gordura e 3% de fécula de mandioca

F1– 10% de gordura e 3,0 % de AR 3

F2- 10% de gordura e 6,0 % de AR 3

F3- 10% de gordura e 9,0 % de AR 3.

De acordo com a Tabela 17 foi observado que os atributos aparência, aroma e sabor da formulação controle com 10% de gordura não diferem das formulações com 3 e 6% de adição do Promitor®. A formulação F3 com adição de 9% do Promitor® diferiu significativamente nos atributos de sabor e textura das demais formulações, confirmando que a adição de 9% de amido resistente não é adequada. Nos atributos de aparência e aroma foram similares aos testes F1 e F2.

No atributo textura a formulação F2 apresentou nota mais baixa que a F1 confirmando os valores encontrados no perfil de textura instrumental, onde o resultado da formulação F2 apresenta maior dureza que a F1.

A formulação controle FC1, FC2 e F3 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na textura, entretanto a formulação FC2 apresentou menor dureza que a FC1 com 20% de gordura, tanto no perfil de textura, como na avaliação sensorial de textura diferentemente MENDOZA et al.(2001), reportou que a redução de gordura pode afetar significativamente a textura em produtos cárneos resultando em produtos mais duros, secos e menos suculentos (PERSON e GILLET, 1999).

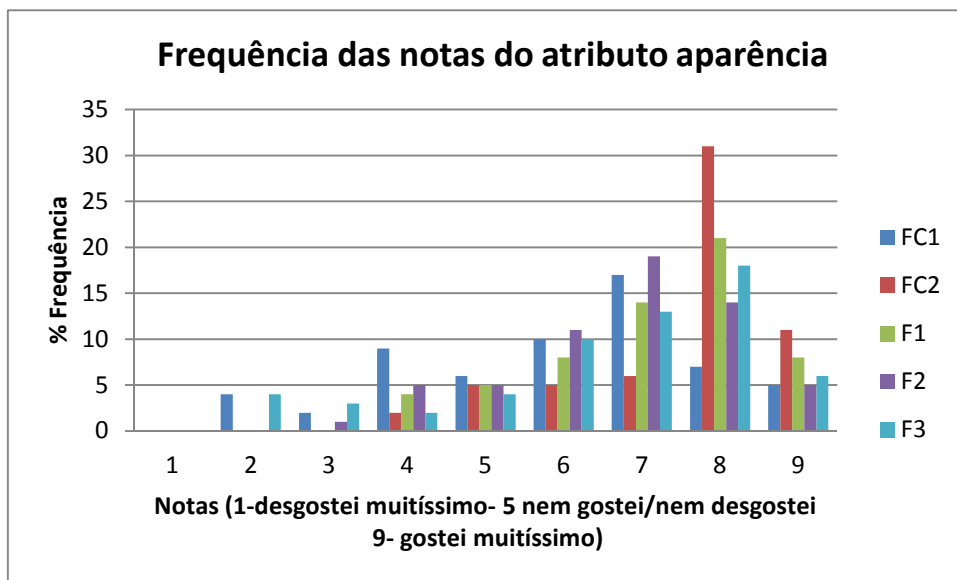


Figura 11. Histograma de aceitação das notas de aparência das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

A frequência de notas do atributo aparência é apresentada na Figura 11 e na Figura 12 pode se observar uma maior concentração de notas de aceitação para a formulação controle FC2 com 10 % de gordura e para as formulações com adição de 3 e 6 % de amido resistente Promitor®. Sendo que o maior índice de rejeição foi para a formulação controle FC1 com 20% de gordura.

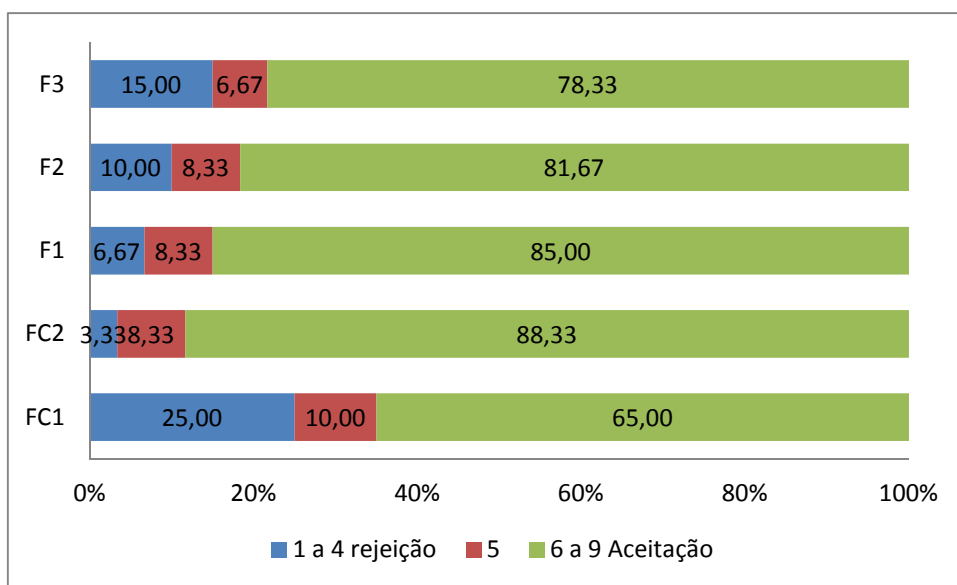


Figura 12. Divisão por notas de aparência das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®

A frequência de notas do atributo aroma é apresentada na Figura 13 e a Figura 14, mostra uma maior concentração de notas de aceitação para a formulação controle FC2 com 10 % de gordura, FC1 e as formulações com adição de 3 e 6 % de amido resistente Promitor®, e o maior índice de rejeição foi para a formulação F3 no atributo aroma.

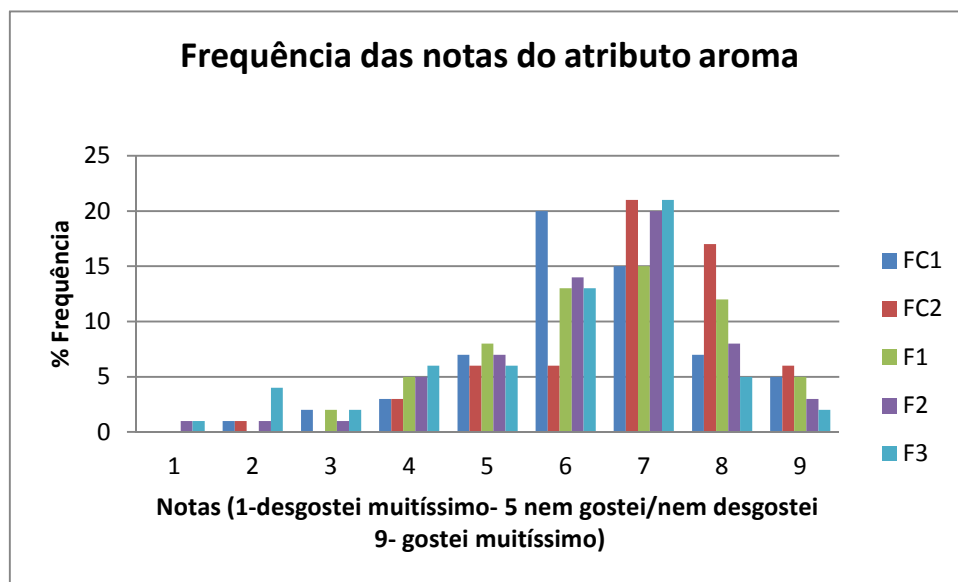


Figura 13. Histograma de aceitação das notas de aroma das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

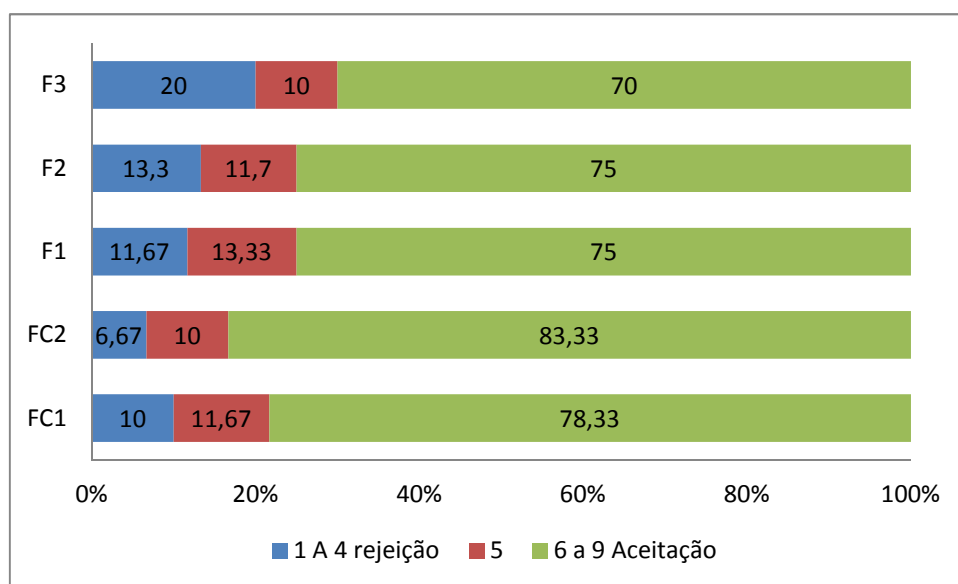


Figura 14. Divisão por notas de aroma das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

A frequência de notas do atributo sabor é apresentada na Figura 15 e a Figura 16 mostrou uma maior concentração de notas de aceitação para a formulação controle FC2 com 10 % de gordura, FC1 e as formulações com adição de 3 e 6 % de amido resistente Promitor®, e o maior índice de rejeição foi para a formulação F3 no atributo sabor, confirmando que a medida que se aumenta a adição de amido resistente, aumenta a concentração de notas de rejeição.

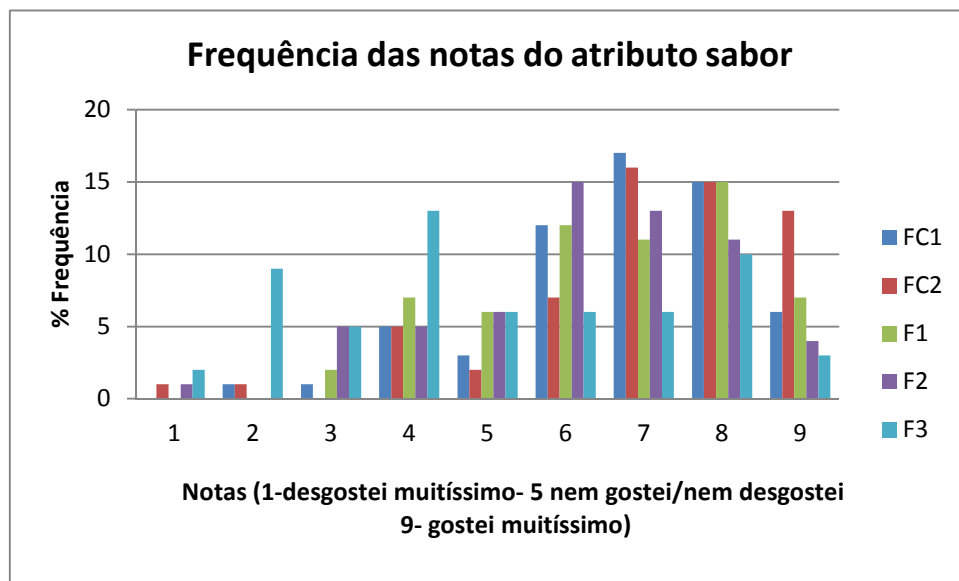


Figura 15. Histograma de aceitação das notas de sabor das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®

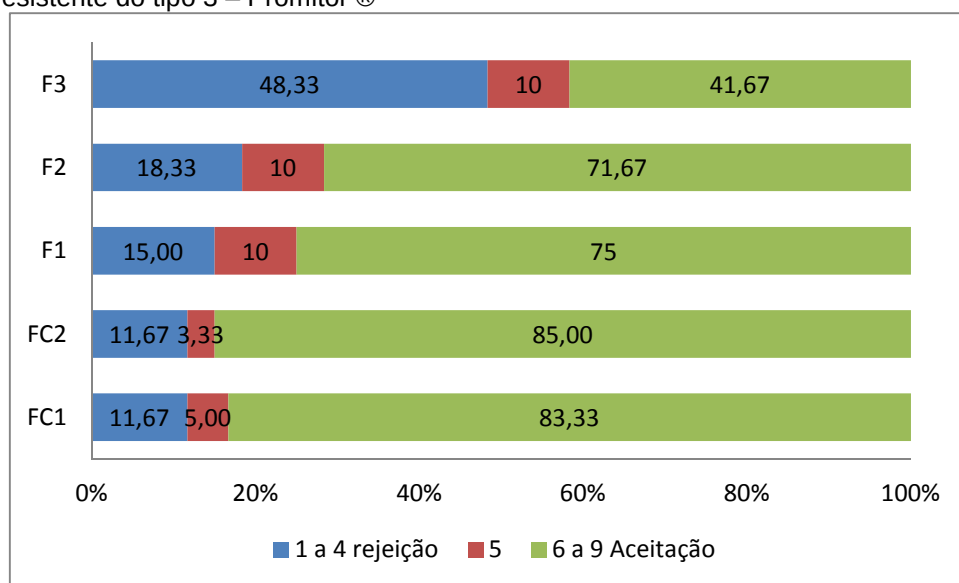


Figura 16. Divisão por notas de sabor das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

A frequência de notas do atributo textura é apresentada na Figura 17 e na pode se observar analisando a Figura 18, uma maior concentração de notas de aceitação para a formulação controle FC2 com 10 % de gordura, FC1 e para as formulações com adição de 3 e 6 % de amido resistente Promitor®, sendo que o maior índice de rejeição foi para a fomulação F3 no atributo textura, confirmando que a medida que se aumenta a adição de amido resistente, aumenta a dureza dos produtos.

Observou-se nas notas de impressão global que, as formulações controle e a formulação F1 não apresentaram diferença significativa entre suas notas, confirmando que a redução de gordura e a substituição da fécula de mandioca por amido resistente na mesma concentração (3%) não tiveram efeito negativo sobre o parecer do consumidor, com notas todas acima de seis, sendo aceitos sem rejeição. Na sequência, observou-se que à medida que se aumentou a quantidade de amido resistente adicionado, diminuiu a nota de impressão global, proporcional ao aumento da dureza do produto. O limite da adição fica em 6%, visto que F1 e F2 não apresentam diferenças significativas nos seus resultados, porém a nota obtida para F2 foi menor que 6,0.

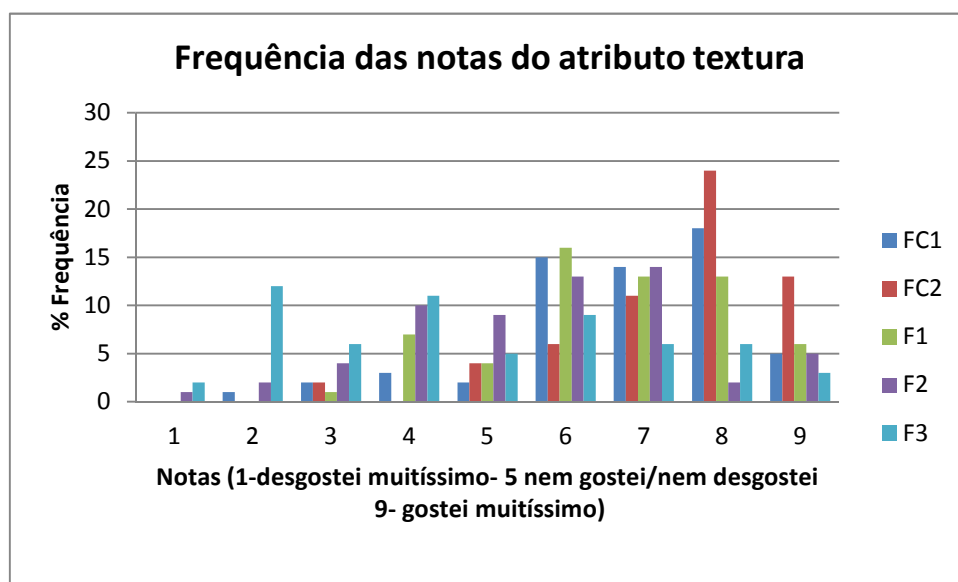


Figura 17. Histograma de aceitação das notas de textura das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

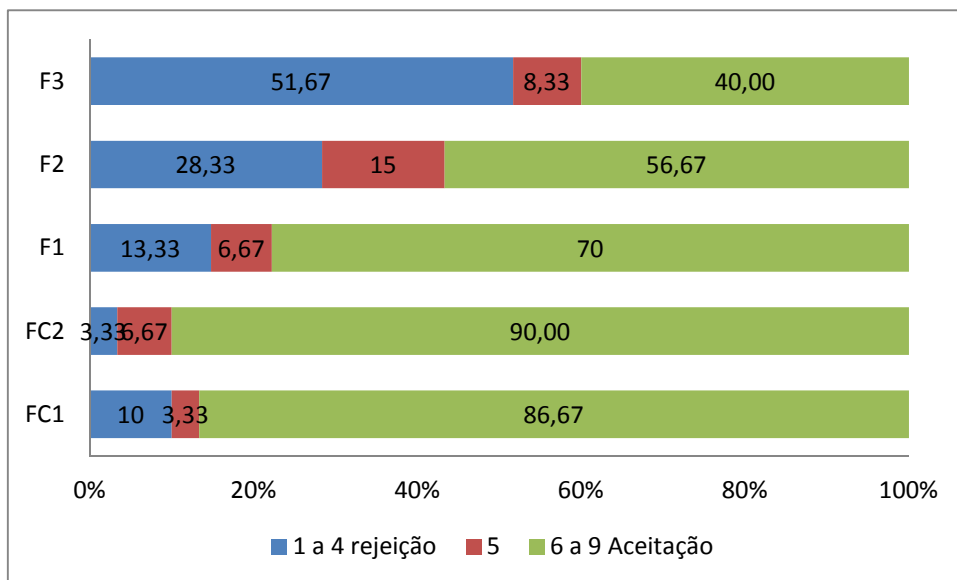


Figura 18. Divisão por notas de textura das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®

A frequência de notas do atributo impressão global é apresentada na Figura 19 e na Figura 20 observou-se uma maior concentração de notas de aceitação para a formulação controle FC2 com 10 % de gordura, FC1 e as formulações com adição de 3 e 6 % de amido resistente Promitor®, e o maior índice de rejeição foi para a formulação F3 na impressão global, confirmando os resultados obtidos na análise estatística.

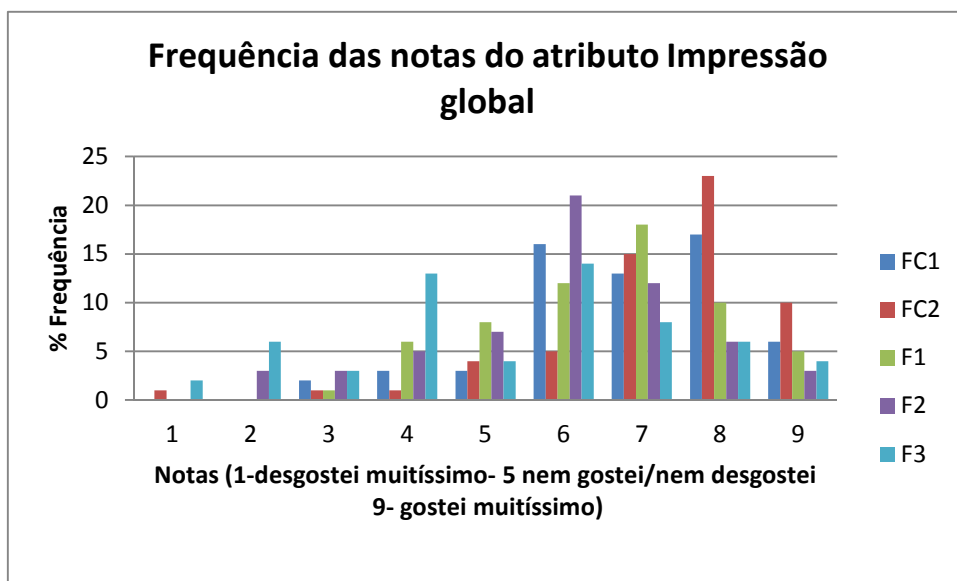


Figura 19. Histograma de aceitação das notas de impressão global das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®.

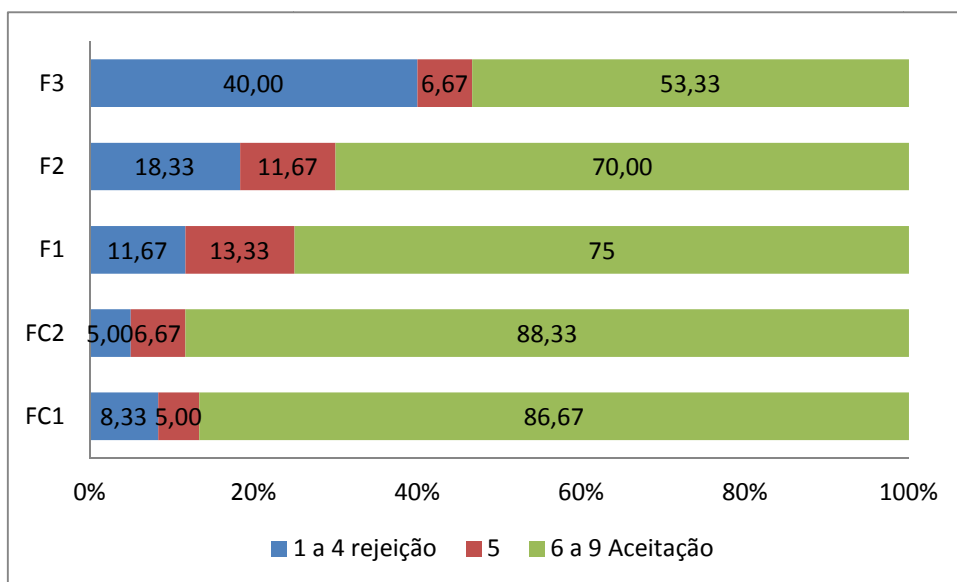


Figura 20. Divisão por notas de impressão global das mortadelas elaboradas com amido resistente do tipo 3 – Promitor®

Os provadores apresentaram intenção de compra (Figura 21) para o teste FC2 com teor reduzido de gordura, porém os índices foram menores para os testes com a adição de amido resistente. Resultado semelhante para o teste FC2 para impressão global, demonstrando forte correlação.

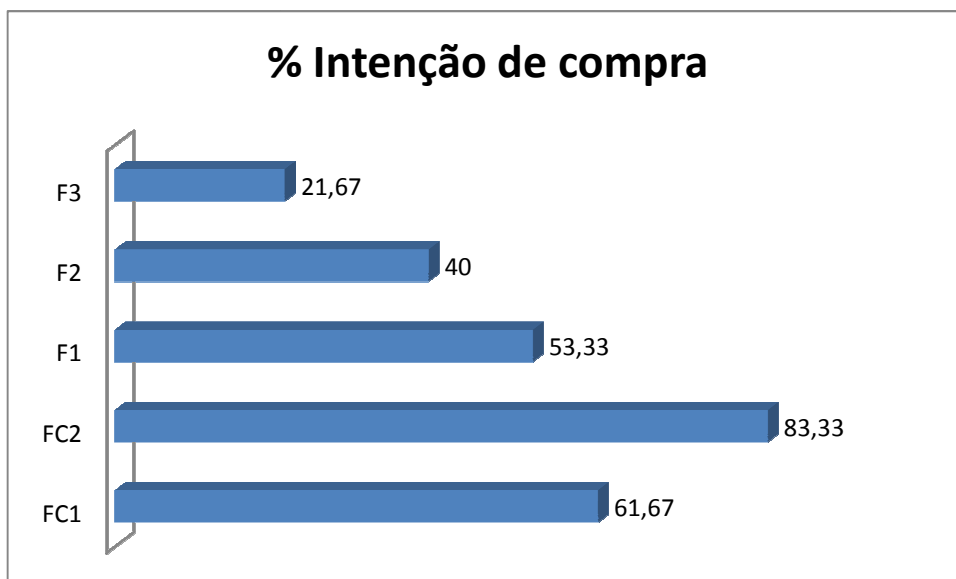


Figura 21. Intenção de compra dos provadores selecionados

5.2. SEGUNDA ETAPA: Elaboração das mortadelas com teor reduzido de gordura e adição dos amidos resistentes: tipo 2- Hi maize 260®, tipo 4- Novelose® 480 HA, tipo 3- Promitor® e tipo 2: farinha de banana verde no nível ajustado de aceitação selecionado.

Na primeira etapa foram identificadas necessidades para algumas melhorias nas formulações a fim de observar com maior precisão o efeito dos amidos resistentes sobre produtos emulsionados com redução de gordura. Foram, portanto, realizados os seguintes ajustes: retirada do excesso de gordura das matérias-primas cárneas para garantir o teor de gordura o mais próximo de 20% na formulação controle e 10% na segunda formulação controle e formulações testes. O ingrediente proteína isolada de soja foi retirado da formulação, para não se contabilizar o efeito de mais um extensor, visto que o objetivo do trabalho é avaliar os amidos resistentes como substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado. Observou-se que a adição de 9% excede os padrões de qualidade em vários requisitos, concluindo que o limite para adição de amidos resistentes nas formulações é de 6%, dentro dos níveis estudados.

5.2.1. Avaliação físico-química: umidade, proteína, lipídios, pH e atividade água das formulações otimizadas de mortadela com os diferentes tipos amidos resistentes.

As formulações sofreram alterações conforme descrito em 4.3.1.a. e foram processadas conforme 4.3.1.b. Os resultados são apresentados na Tabela 18, as formulações apresentaram valores na faixa de 10% para lipídios conforme requerido para as avaliações, os valores de umidade aumentaram, devido ao uso de tripa impermeável, que foi utilizada somente para este teste de ajuste de formulação. Os valores de pH baixaram, mas continuaram na faixa de seis, e atividade água aumentou em relação aos resultados iniciais.

Tabela 18. Resultados físico-químicos das formulações de mortadela com 6% de adição dos amidos resistentes: Promitor®, Hi maize®, Novelose® farinha de banana verde e controle com 6% de fécula de mandioca.

Formulação	AW	Proteína (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Umidade (g/100g)	pH
F1	0,974	12,44	10,55	68	6,19
F2	0,973	11,94	11,63	67,57	6,16
F3	0,973	11,74	11,36	67,74	6,17
F4	0,971	12,54	11,06	67,79	6,09
F5	0,975	12,46	10,56	68,07	6,22
PIQ do produto		12 mín.	30 máx.	65 máx.	

*teste realizado com a utilização de tripa impermeável, todos com teor reduzido de gordura

F1- Formulação com 6 % de Promitor ®

F2- Formulação com 6% de Hi Maize 260®

F3- Formulação com 6 % de Novelose 480 HA®

F4- Formulação com 6% de farinha de banana verde

F5- Formulação controle com 6% de fécula de mandioca

5.3. TERCEIRA ETAPA: Elaboração e avaliação das formulações finais ajustadas com substituição parcial e total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes nos níveis de concentração: 2,5 e 5,0%.

Na terceira etapa do trabalho, realizou-se a avaliação das formulações de mortadelas com o uso de amido resistente como substituto parcial e total da fécula de mandioca e adição parcial de gordura suína. Foram realizadas as formulações finais ajustadas de dois controles (10 e 20% de gordura com 5% de fécula de mandioca) e substituições: parcial e total da fécula de mandioca nas concentrações de 2,5 e 5,0 % conforme descrito em 4.4.1. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais e a estabilidade da cor do produto.

5.3.1. Avaliação físico-química das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Foi realizada avaliação físico-química através dos ensaios de: estabilidade de emulsão, perda de cozimento, cor, perfil de textura e composição nutricional das formulações. Os resultados são apresentados da Tabela 19 a 25.

Foi realizado o teste de estabilidade de emulsão conforme descrito em 4.4.2.2., cujos resultados são apresentados na Tabela 19. Observou-se que a formulação controle com menor teor de gordura apresentou melhor estabilidade e que a formulação F7, com farinha de banana verde foi a que mais se aproximou da formulação controle C1, não apresentando diferenças significativas. Quando ocorreu a substituição total da fécula de mandioca pelos amidos resistentes, a estabilidade foi reduzida, demonstrando que a fécula de mandioca é um extensor com melhor estabilidade do que o amido resistente.

Os ingredientes não cárneos, tais como os hidrocolóides macromoleculares, amidos e fibras, são conhecidos pelas suas propriedades de ligação com água. CARBALLO et al. (1995), relatou que quando o teor de gordura é reduzido nos produtos, pelo aumento da proporção de água, mantendo-se a proteína constante, os produtos obtidos com teor reduzido de gordura apresentam propriedades de ligação mais fracas.

A redução da perda por cozimento com aumento dos níveis de amido e outros extensores beneficiam a estabilidade de emulsão (COMER, 1979) e o rendimento dos batters de produtos emulsionados cominuídos. Estes resultados diferem dos obtidos neste estudo, onde os amidos resistentes apresentaram baixa estabilidade de emulsão em relação ao amido comum (fécula de mandioca).

Os resultados de perda de cozimento realizados conforme 4.2.3.2. são apresentados na Tabela 19, onde se observou que a formulação controle com mais gordura, apresentou perda menor que a formulação controle C1, demonstrando que o teor gordura influencia na perda do produto cárneo emulsionado após o cozimento.

Tabela 19. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de estabilidade de emulsão, perda por cozimento e cor L*a*b* das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

	Estabilidade Emulsão (%)	Perda por Cozimento (%)	L*	a*	b*
C1	99,58 $\pm$ 0,39 ^a	11,77 $\pm$ 0,39 ^e	59,78 $\pm$ 1,50 ^c	18,69 $\pm$ 0,86 ^{ab}	9,65 $\pm$ 0,12 ^c
C2	97,35 $\pm$ 0,17 ^{cd}	9,48 $\pm$ 0,50 ^f	64,72 $\pm$ 1,17 ^a	14,08 $\pm$ 1,25 ^{de}	11,22 $\pm$ 0,77 ^a
F1	98,34 $\pm$ 0,32 ^{bc}	12,50 $\pm$ 0,52 ^{de}	64,28 $\pm$ 0,59 ^{ab}	17,09 $\pm$ 0,63 ^{bc}	10,63 $\pm$ 0,31 ^{ab}
F2	94,85 $\pm$ 0,74 ^{fg}	13,24 $\pm$ 0,40 ^{abcd}	64,19 $\pm$ 0,32 ^{ab}	18,48 $\pm$ 0,12 ^{ab}	10,40 $\pm$ 0,07 ^{abc}
F3	97,29 $\pm$ 0,81 ^d	13,43 $\pm$ 0,35 ^{abc}	63,45 $\pm$ 0,22 ^{ab}	19,13 $\pm$ 0,07 ^a	10,15 $\pm$ 0,05 ^{bc}
F4	95,71 $\pm$ 0,41 ^{ef}	14,02 $\pm$ 0,69 ^a	62,31 $\pm$ 0,30 ^b	18,29 $\pm$ 0,58 ^{ab}	10,18 $\pm$ 0,31 ^{bc}
F5	96,07 $\pm$ 0,15 ^e	12,77 $\pm$ 0,41 ^{bcd}	64,14 $\pm$ 0,49 ^{ab}	18,00 $\pm$ 0,98 ^{ab}	10,4 $\pm$ 0,44 ^{abc}
F6	94,23 $\pm$ 0,31 ^g	13,20 $\pm$ 0,44 ^{abcd}	62,92 $\pm$ 0,21 ^{ab}	18,27 $\pm$ 0,37 ^{ab}	10,38 $\pm$ 0,11 ^{abc}
F7	98,61 $\pm$ 0,61 ^{ab}	12,64 $\pm$ 0,53 ^{cde}	59,19 $\pm$ 0,42 ^c	15,53 $\pm$ 0,04 ^{dc}	10,08 $\pm$ 0,06 ^{bc}
F8	97,12 $\pm$ 0,34 ^d	13,54 $\pm$ 0,89 ^{ab}	55,28 $\pm$ 0,35 ^d	12,98 $\pm$ 0,23 ^e	10,41 $\pm$ 0,07 ^{abc}

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

No experimento, quando a substituição da fécula de mandioca foi total a perda também aumentou, evidenciando que quanto maior a adição dos amidos resistentes maior a perda no cozimento, o amido resistente que apresentou a maior perda foi o Hi Maize® 260, do tipo 2, mostrando que a fécula de mandioca parece ter uma capacidade de retenção melhor que o amido resistente para produtos cárneos emulsionados tipo mortadela.

O teste de perda de cozimento é um teste prático para prever a influência dos ingredientes não cárneos e outros fatores que podem alterar o comportamento do produto durante o processamento. PIETRASIK (2010) em seu estudo obteve resultados mais baixos de perda de cozimento em salsichas com baixo teor de gordura sem a adição de qualquer extensor. Quando se adicionou farinha, amido e ingredientes fibrosos aos batters com reduzido teor de gordura houve um aumento dos níveis de perda por cozimento. Estes resultados são similares aos encontrados neste estudo.

Quanto à avaliação instrumental de cor $L^*a^*b^*$ mostrados na Tabela 19, observou-se que os valores de luminosidade aumentaram na formulação controle C2, com mais gordura, e foram similares nas formulações F1 a F6, sendo a formulação F4 estatisticamente diferente. Demonstrando que mesmo com a redução de gordura em 50%, os amidos resistentes comerciais de coloração branca mantiveram as propriedades de luminosidade nos produtos em que foram aplicados. As formulações F7 e F8 com farinha de banana verde, de coloração bege, apresentaram valores mais baixos.

As formulações F7 e F8 na coordenada a^* , cor vermelho-verde apresentaram os resultados mais baixos, comparáveis a formulação controle C2. Os valores do eixo b^* verde-azul, foram diferentes entre os controles, mas as formulações: F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F8 foram significativamente iguais ao controle C1 e as formulações: F1, F2, F5, F6 e F8 também foram significativamente iguais ao controle C2. Os atributos de cor de produtos cárneos cozidos são derivados dos pigmentos da carne e suas transformações durante o cozimento. Quando o conteúdo de mioglobina de produtos cominuídos se mantém constante pelo controle da % de proteína cárnea, a cor é então influenciada pelo teor de gordura, adição de água e pela adição de ingredientes não cárneos.

Quando o conteúdo de gordura é reduzido em produtos curados tais como salsichas e mortadelas, os produtos tornam-se mais escuros e avermelhados (BISHOP et al., 1993; BLOUKAS; PANERAS, 1993; CARBALLO et al., 1995a, b; BARBUT; MITTAL, 1996; BLOUKAS et al., 1997; HUGHES et al., 1997).

No caso da adição de fibras, cuja estrutura é composta por macromoléculas que são reidratadas e mantêm a forma da matriz cárnea, não há interferência na cor do produto.

PIETASIK (1999) relatou que os valores de L (luminosidade) dos produtos finais foram diretamente proporcionais ao conteúdo de gordura. Os produtos com alto teor de gordura foram mais luminosos que os de gordura reduzida. A proporção de gordura contribui para o aumento da luminosidade no valor de L*. Os valores de a* nas salsichas com redução de gordura foram inversamente proporcionais ao conteúdo de gordura e dependente do conteúdo de proteína.

VIUDA-MARTOS, 2010 não observou efeito na cor de mortadelas adicionadas de fibra cítrica em relação ao controle, provavelmente porque a fibra tornou-se parte da estrutura matriz da emulsão, na qual ficou retida, provocando o desaparecimento, em termos de cor, de todos os pigmentos bioativos dissolvidos.

Neste trabalho a redução do nível de gordura diminuiu a luminosidade e aumentou a intensidade de cor vermelho dos produtos.

A adição de carragena ou fibra de aveia não teve efeito sobre a cor, independentemente do nível de gordura. Isto está de acordo com estudos anteriores utilizando carragena (BARBUT; MITTAL, 1992). BEGGS, BOWERS, e BROWN (1997) demonstraram que o nível de amido modificado adicionado às salsichas de peru afetou b*, mas não afetou os valores de L* e a*. Além disso, amido e fibras tiveram pequeno efeitos sobre a cor em mortadelas com baixo teor de gordura (CLAUS & HUNT, 1991).

HUGHES et al. (1997) relataram que a adição de fibra de aveia não teve efeito na cor de salsichas independentemente do nível de gordura. SHAND (2000) relatou que farinha de trigo e cevada tiveram pequenos efeitos sobre a cor de mortadelas com teor reduzido de gordura.

DZUDIE, SCHER, e HARDY (2002), no entanto, demonstraram que a suplementação de salsichas com farinha de feijão aumentou significativamente a luminosidade e o amarelo, reduzindo o vermelho.

Foi realizada a análise do perfil de textura das formulações conforme descrito em 4.2.3.2., cujos resultados são apresentados na Tabela 20.

Não houve diferenças significativas entre as formulações controle e a F8 no parâmetro de dureza. As formulações F1, F2, F3, F4 e F6 apresentaram valores para dureza e mastigabilidade que não diferiram significativamente segundo Tukey ($p < 0,05$), e valores menores que os controles, com um produto de menor dureza. As formulações F7 e F8, com farinha de banana verde apresentaram um perfil de textura, mais próximo aos controles, similares a um produto mais duro. Estes resultados indicam que o amido resistente é um extensor com melhores propriedades texturais que a fécula de mandioca.

A redução da dureza em formulações com reduzido teor de gordura foi reportada em estudos anteriores onde o conteúdo de gordura foi reduzido pelo aumento do conteúdo de água, mantendo-se os níveis de proteína (BLOUKAS & PANERAS, 1993; CARBALLO et al., 1995; CAVESTANY et al. 1994; CARBALLO, FERNANDEZ, BARETTO, SOLAS, & COLMENERO, 1996; COLMENERO et al., 1995). PIETRASIK (2010) encontrou resultados mais baixos de mastigabilidade para mortadelas com baixo teor de gordura quando comparadas com mortadelas de alto teor de gordura.

A maioria dos autores (HUGHES et al., 1997; claus;hunt, 1991) reporta que a redução de gordura em salsichas e mortadelas resulta em produtos mais firmes e borrachentos na mastigação. Contudo quando a redução de gordura é acompanhada pela adição de água, os produtos obtidos apresentam características opostas, como mostrado no presente estudo.

Dependendo da quantidade e tipo de fibras, vários resultados têm sido reportados em relação a influencia desta fração de carboidrato nos parâmetros de textura. HUGHES et al.(1997) reportaram que a fibra de aveia teve um melhor desempenho em níveis baixos de gordura (5% vs 30%), quando adicionada água. CLAUS; HUNT (1991) reportaram que mortadelas com baixo teor de gordura contendo 3,5% de fibra de ervilha foram mais firmes que o controle (10% de gordura), mas o produto foi mais macio que o controle com 30% de gordura.

Tabela 20. Análise do perfil de textura ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle

	Dureza (N/cm ²)	Coesividade	Elasticidade (cm)	Mastigabilidade (N/cm)
C1	18,63 $\pm$ 0,64 ^a	0,81 $\pm$ 0,005 ^{ab}	0,92 $\pm$ 0,02 ^a	13,98 $\pm$ 0,45 ^a
C2	18,94 $\pm$ 1,13 ^a	0,80 $\pm$ 0,004 ^{cd}	0,91 $\pm$ 0,01 ^a	13,79 $\pm$ 0,88 ^a
F1	13,30 $\pm$ 0,42 ^d	0,81 $\pm$ 0,006 ^{bc}	0,92 $\pm$ 0,02 ^a	9,87 $\pm$ 0,32 ^d
F2	13,14 $\pm$ 1,11 ^d	0,81 $\pm$ 0,013 ^{ab}	0,91 $\pm$ 0,01 ^a	9,74 $\pm$ 0,67 ^d
F3	13,85 $\pm$ 0,52 ^d	0,82 $\pm$ 0,008 ^{ab}	0,93 $\pm$ 0,01 ^a	10,48 $\pm$ 0,35 ^d
F4	13,14 $\pm$ 0,73 ^d	0,82 $\pm$ 0,008 ^a	0,92 $\pm$ 0,02 ^a	9,91 $\pm$ 0,35 ^d
F5	16,94 $\pm$ 0,69 ^{bc}	0,81 $\pm$ 0,008 ^{bc}	0,91 $\pm$ 0,006 ^a	12,53 $\pm$ 0,47 ^{bc}
F6	13,12 $\pm$ 0,55 ^d	0,82 $\pm$ 0,008 ^{ab}	0,93 $\pm$ 0,01 ^a	9,95 $\pm$ 0,39 ^d
F7	15,77 $\pm$ 0,50 ^c	0,81 $\pm$ 0,004 ^{bc}	0,92 $\pm$ 0,01 ^a	11,72 $\pm$ 0,25 ^c
F8	17,76 $\pm$ 0,92 ^{ab}	0,79 $\pm$ 0,008 ^d	0,91 $\pm$ 0,02 ^a	12,86 $\pm$ 0,66 ^b

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

Contudo, CAVESTANY et al.(1994) reportaram que o impacto da variação da textura pela concentração de proteína pode ser influenciado por uma variedade de fatores, tais como as diferenças entre as formulações quanto à força iônica, funcionalidade das proteínas cárneas e características da gordura.

VIUDA-MARTOS (2010) observou que nenhum dos parâmetros de perfil de textura em mortadelas que sofreram adição de fibra cítrica foi afetado.

Quanto à composição das formulações foram realizados os ensaios físico-químicos de: umidade, proteína, cinzas, lipídios, carboidratos, fibra alimentar, perfil

de gorduras, amido, aw, colesterol, pH, cálcio, ferro, sódio e sal conforme 4.4.2.2. Os resultados são apresentados da Tabela 21 a 25.

Os resultados referentes ao teor de umidade das formulações controle diferiram significativamente das formulações. Observou-se que a formulação controle C2 com maior teor gordura apresentou umidade mais baixa em relação à formulação controle C1 e em relação a todas as formulações. As formulações adicionadas de amido resistente tiveram todos os valores de umidade mais baixos que a formulação C1, com fécula de mandioca, exceto a F1 que apresentou umidade mais baixa justificada pelo valor de gordura mais alto. As formulações F2 a F7 não diferiram significativamente, conforme Tukey $p(<0,05)$. A formulação F8 apresentou comportamento similar às formulações F4 e F6 com valores de umidade mais baixos.

Para os valores de proteína das formulações reformuladas e respectivos controles, não foi observada diferença significativa segundo Tukey $p(<0,05)$. Os teores de lipídios das formulações controle: C1 e C2 ficaram próximos aos valores desejados de 10 e 20 %, conforme requerido para avaliação da redução de 50% de gordura, o que foi atingido pelo uso de cortes com pouco gordura após a retirada dos excessos de gordura aparente. Observou-se que nas formulações os valores variaram, sendo que as formulações: F2, F3, F4 e F5 apresentaram valores na faixa de 11,36 a 12,01 %, e as formulações: F6, F7 e F8 na faixa de 12,45 a 12,96 %, exceto a formulação F1 que apresentou um valor bem maior que as demais, provavelmente ocorreu uma variação na quantidade de gordura entremeada dos cortes, visto que todas as formulações foram feitas com a mesma matéria-prima, este ensaio foi repetido e o valor confirmado com outra amostragem.

Os amidos resistentes foram analisados em separado e os valores de lipídios encontrados foram: Hi Maize®: 0,91%, Novelose®: 0,95%, Promitor®: 0,64% e farinha de banana verde: 2,89%, estes valores não são significativos para alterar os valores formulados, sendo que pode se inferir que a variação do teor de

lipídios das formulações foi procedente de variações do teor de gordura nos cortes de carnes utilizados.

Tabela 21. Valores de: umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos totais ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura, adicionadas de amido resistente e formulações controle.

	Umidade (g\100g)	Proteína (g\100g)	Lipídios (g\100g)	Cinzas (g\100g)	Carboidratos (g\100g)
C1	65,88 $\pm$ 0,28 ^a	14,01 $\pm$ 0,08 ^b	10,92 $\pm$ 0,03 ^g	2,86 $\pm$ 0,02 ^{ced}	6,33 $\pm$ 0,21 ^{abc}
C2	56,92 $\pm$ 0,23 ^e	14,09 $\pm$ 0,10 ^{ab}	20,47 $\pm$ 0,93 ^a	2,75 $\pm$ 0,03 ^f	5,19 $\pm$ 1,09 ^{bc}
F1	62,50 $\pm$ 0,15 ^d	13,75 $\pm$ 0,08 ^b	14,28 $\pm$ 0,07 ^b	2,83 $\pm$ 0,04 ^{ed}	6,63 $\pm$ 0,13 ^a
F2	64,74 $\pm$ 0,16 ^b	14,15 $\pm$ 0,02 ^{ab}	11,99 $\pm$ 0,17 ^{def}	2,82 $\pm$ 0,01 ^e	6,31 $\pm$ 0,30 ^a
F3	64,81 $\pm$ 0,07 ^b	14,21 $\pm$ 0,14 ^{ab}	12,01 $\pm$ 0,19 ^{def}	2,91 $\pm$ 0,01 ^c	5,93 $\pm$ 0,24 ^{abc}
F4	64,65 $\pm$ 0,09 ^{bc}	14,49 $\pm$ 0,13 ^a	11,70 $\pm$ 0,03 ^{efg}	2,90 ^c	6,26 $\pm$ 0,17 ^{abc}
F5	64,95 $\pm$ 0,13 ^b	14,46 $\pm$ 0,06 ^a	11,36 $\pm$ 0,11 ^{fg}	2,88 ^{cd}	6,02 $\pm$ 0,27 ^{ab}
F6	64,54 $\pm$ 0,12 ^{bc}	13,84 $\pm$ 0,23 ^b	12,79 $\pm$ 0,10 ^{cd}	2,99 $\pm$ 0,01 ^b	5,59 $\pm$ 0,43 ^c
F7	64,86 $\pm$ 0,02 ^b	14,02 $\pm$ 0,21 ^b	12,45 $\pm$ 0,11 ^{cde}	3,01 $\pm$ 0,02 ^b	5,66 $\pm$ 0,29 ^{bc}
F8	64,22 $\pm$ 0,09 ^c	14,24 $\pm$ 0,25 ^{ab}	12,96 $\pm$ 0,13 ^c	3,16 $\pm$ 0,01 ^a	5,82 $\pm$ 0,26 ^{bc}

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

Os resultados de % de cinzas apresentaram valores que variaram de 2,7 a 3,16 %, estatisticamente apresentam diferenças, no entanto pelos valores baixos e pequena dispersão podem ser considerados como valores semelhantes.

Os carboidratos foram calculados a partir da somatória dos valores de (umidade+proteína+cinzas) -100).

Cabe aqui ressaltar que o cálculo correto seria incluir a esta somatória o valor de fibra alimentar, mas para não ocorrer em erros devido aos problemas técnicos do ensaio de fibra alimentar (que serão discutidos na sequência), optou-se por incluir os valores de fibra alimentar na fração carboidratos, somente para fins de estudo, para facilitar a avaliação dos resultados.

Os pares da formulação controle: C1 e C2, e formulações: F1 e F2, F3 e F4, F7 e F8, não apresentaram diferença significativa segundo Tukey $p(<0,05)$. As formulações: F5 e F6 apresentaram diferença de resultados, provavelmente devido à diferença nos valores de proteína que influenciaram no valor do cálculo.

Com relação aos valores de fibra dietética total (Tabela 22), realizados pelo método 991.43 da AOAC, observou-se que as formulações controle: C1 e C2, as quais apresentam na sua composição 5% de fécula de mandioca, portanto com valor de fibra dietética calculado igual a zero, apresentaram os valores de: 0,71 e 2,19 g/100g, respectivamente. Embora a adição da fécula de mandioca tenha sido a mesma, a diferença entre as duas formulações foi o teor de lipídios de 10% e 20% , onde foi observado que quanto maior o teor de lipídios, maior foi o valor obtido, confirmando a hipótese de que produtos com elevado teor de lipídios apresentam maior dificuldade neste ensaio, portanto a gordura foi considerada como interferente e fonte de erros, apesar da amostra ter sido desengordurada no início do ensaio.

Nas formulações com substituição parcial de amido resistente quando se descontou o branco da fécula, foram obtidos valores mais próximos dos formulados, com valores de recuperação acima da faixa recomendável de 98-102 %, portanto foi quantificado o teor de fibra dietética proveniente dos amidos resistentes, mas tivemos o efeito interferente da fécula de mandioca presente.

No caso das formulações com substituição total pelo amido resistente as recuperações foram mais baixas, exceto para o amido resistente tipo 3, que obteve os melhores resultados nesta metodologia.

Os métodos oficiais de quantificação de fibra dietética publicados na AOAC foram validados para outras matrizes vegetais e não para produtos cárneos. Em geral as validações foram realizadas com produtos com teor de gordura abaixo de 5%, e apesar dos amidos resistentes estarem classificados como fibra alimentar, para se utilizar o método 991.43 é necessário um tratamento prévio conforme descrito por McCleary (2001). Neste caso, os métodos baseados na remoção do amido digerível e na quantificação do AR na fração residual devem ser utilizados em combinação com o métodos oficiais, para a determinação da fibra alimentar total. De acordo com o autor, o AR deve ser previamente solubilizado com dimetilsulfoxido (DMSO) ou hidróxido de sódio antes da determinação da fibra alimentar.

A indicação do Codex para o uso do método 991.43 para alguns casos, utilizado neste estudo, é para medir fibra dietética: fração com alto peso molecular somente aplicável para produtos que não contenham oligossacarídeos resistentes ou amido resistente, exceto o AR tipo 3, por esta razão neste estudo o melhor resultado obtido foi do teste adicionado do amido resistente tipo 3.

Após a avaliação dos resultados obtidos, conclui-se que o método de quantificação mais adequado é o AOAC 2002.2 recomendado para o AR tipo 3, mas que também pode determinar o AR tipo 2, sendo que os métodos para determinação de amido resistente total não devem incluir a etapa da dispersão a quente.

WALTER et al. (2005) relataram que a fração de amido resistente, embora com características químicas, organolépticas e efeitos fisiológicos distintos, muitas vezes é quantificada junto com a fibra alimentar. Isto se deve ao fato de que os métodos utilizados não realizam a solubilização com hidróxido de potássio ou dimetilsulfóxido e, conseqüentemente, incluem o amido resistente no resultado final (JENKINS et al., 1998; YUE; WARING, 1998).

Entretanto, deve-se observar que somente o amido resistente tipo AR3 (retrogradado) é incluído nesta fração, uma vez que os passos de moagem e

gelatinização solubilizam AR1 e AR2, respectivamente (ASP, 1996; WOLF et al., 1999).

Tabela 22. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de fibra dietética total das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Ensaio	Fibra total g/100 g	Fibra total com branco	Valor calculado	% recuperação
C1	0,71 $\pm$ 0,05 ^g	0,00	0	-----
C2	2,19 $\pm$ 0,09 ^d	0,00	0	-----
F1	2,10 $\pm$ 0,10 ^{de}	1,75 $\pm$ 0,10 ^e	1,52	114,8
F2	5,37 $\pm$ 0,0,10 ^a	5,37 $\pm$ 0,0,10 ^a	3,04	176,5
F3	2,18 $\pm$ 0,22 ^d	1,83 $\pm$ 0,22 ^e	1,46	125,0
F4	2,76 $\pm$ 0,0,07 ^c	2,76 $\pm$ 0,0,07 ^c	2,92	94,41
F5	2,65 $\pm$ 0,06 ^c	2,30 $\pm$ 0,06 ^d	2,125	108,2
F6	3,42 $\pm$ 0,18 ^b	3,42 $\pm$ 0,18 ^b	4,25	80,47
F7	1,71 $\pm$ 0,05 ^f	1,35 $\pm$ 0,05 ^f	----	-----
F8	1,81 $\pm$ 0,08 ^{fe}	1,81 $\pm$ 0,08 ^e	----	-----

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

MENEZES et al.(2010) quando avaliaram fibra dietética em farinha de banana verde, utilizaram o método enzimático da AOAC 991.43 com as modificações propostas por McCleary e Rossiter (2001), de maneira a excluir o

amido resistente da fração de fibra dietética. A fibra total dietética (sem amido resistente) foi determinada pela soma da fração solúvel mais a fração insolúvel.

Com o conhecimento de que o amido resistente (AR) e oligossacarídeos não digeríveis (NDO) agem fisiologicamente como fibra dietética (DF), houve a necessidade do desenvolvimento de procedimentos de ensaio específicos e confiáveis para estes componentes. Os métodos da AOAC para fibra dietética para medir com precisão produtos contendo amido resistente ainda estão sendo avaliados e requerem modificações, e no caso dos produtos cárneos, o desafio é mais complexo pela evidência que o teor de gordura é um interferente, como mostrado neste estudo.

Além disso, a presença de proteína durante a determinação de fibra dietética resulta no aumento do valor da fração Klason de lignina e alteração no conteúdo e na distribuição de polissacarídeos, que participam como interferente no método gravimétrico (MANÃS & SAURA, 1994).

Desta forma, métodos específicos e validados para produtos cárneos ainda devem ser estudados para que se possa estabelecer com precisão valores para tabela nutricional de produtos cárneos adicionados de amidos resistentes.

Na Tabela 23 são apresentados os resultados da quantificação de amido que ficaram na faixa de 2,76 a 3,47%, sendo que pela formulação dos produtos, o uso de fécula de mandioca isolado foi realizado somente nos controles C1 e C2, observaram-se dois fatos: o valor de amido esperado era de 5,0% e os valores encontrados foram mais baixos, e nas formulações com adição parcial e total de amido resistente pela fécula de mandioca, os valores ficaram na mesma faixa.

As amostras C1, C2, F1, F2 e F6 apresentaram valores significativamente semelhantes segundo Tukey $p(<0,05)$ para o teor de amido. Num segundo grupo as formulações: F3, F4, F5 e F6 e F7 foram semelhantes e somente diferiu das demais a amostra F8, com valor mais baixo de amido. Pode-se afirmar que para caracterização de produtos cárneos adicionados de amido resistente não é indicada a metodologia oficial utilizada no Brasil para quantificação de amido conforme discutido no item 5.1.3.

Tabela 23. Valores de: amido, atividade água, colesterol e pH ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle

Testes	Amido (g\100g)	Aw	Colesterol (mg\100g)	pH
C1	3,47 $\pm$ 0,12 ^a	0,974 $\pm$ 0,001 ^c	41,41 $\pm$ 1,51 ^{ab}	5,92 $\pm$ 0,01 ^c
C2	3,33 $\pm$ 0,07 ^{ab}	0,973 $\pm$ 0,002 ^c	40,40 $\pm$ 1,61 ^{ab}	5,93 $\pm$ 0,01 ^{bc}
F1	3,33 $\pm$ 0,24 ^{bac}	0,978 $\pm$ 0,002 ^{bc}	39,98 $\pm$ 0,77 ^{ab}	5,93 $\pm$ 0,01 ^{bc}
F2	3,37 $\pm$ 0,07 ^{ab}	0,986 $\pm$ 0,003 ^a	37,00 $\pm$ 1,18 ^b	5,93 $\pm$ 0,01 ^c
F3	3,04 $\pm$ 0,04 ^d	0,986 $\pm$ 0,006 ^{ab}	40,56 $\pm$ 3,25 ^{ab}	5,96 $\pm$ 0,02 ^{ab}
F4	3,08 $\pm$ 0,02 ^{dc}	0,978 $\pm$ 0,001 ^{bc}	39,17 $\pm$ 1,09 ^{ab}	5,96 $\pm$ 0,01 ^a
F5	3,20 $\pm$ 0,04 ^{dbc}	0,976 $\pm$ 0,001 ^{bc}	39,47 $\pm$ 1,28 ^{ab}	5,92 $\pm$ 0,01 ^c
F6	3,23 $\pm$ 0,01 ^{dbac}	0,979 $\pm$ 0,002 ^{abc}	39,62 $\pm$ 1,61 ^{ab}	5,92 $\pm$ 0,01 ^c
F7	3,03 $\pm$ 0,08 ^d	0,972 $\pm$ 0,002 ^c	42,44 $\pm$ 2,24 ^{ab}	5,88 $\pm$ 0,01 ^d
F8	2,76 $\pm$ 0,09 ^e	0,975 ^c	43,10 $\pm$ 2,45 ^a	5,88 $\pm$ 0,01 ^d

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

Os resultados de atividade água variaram de 0,972-0,986, sendo que os controles apresentaram menor valor de aw que as formulações, exceto as formulações: F2 e F3 com valores mais altos. Estas diferenças, entretanto não são significativas do ponto de vista prático.

Os valores de colesterol não apresentaram diferenças significativas segundo Tukey $p(<0,05)$.

Os valores de pH variaram de 5,88-5,96, sendo que as formulações: F3 e F4 apresentaram os valores mais altos e F7 e F8, os valores mais baixos.

CARBALLO (1995) reportou que variações na gordura, proteína e água não apresentam efeito apreciável no pH das emulsões cárneas. CLAUS e HUNT, (1991), afirmam que, contudo o pH pode sofrer alterações por certos processos tecnológicos e pela incorporação de ingredientes não cárneos.

VIUDA-MARTOS (2010) reportou que a adição de fibra cítrica (CFWW) não teve efeito sobre o pH da mortadela e o controle apresentou um valor médio de 6,22.

Na Tabela 24 são apresentados os valores encontrados na avaliação do perfil lipídico das formulações.

O perfil lipídico das formulações para gordura monossaturada não diferiram estatisticamente para a formulação controle C1 e as formulações: F2, F3, F4 e F5, e num segundo grupo para as formulações: F1 e F8 com valores mais altos. A formulação controle C2 apresentou um perfil diferenciado em todos os grupos por ter sofrido adição do dobro de gordura em relação às demais formulações.

Para gorduras polinsaturadas, as respectivas duplas: F1 e F2; F3 e F4; F5 e F6; F7 e F8 apresentaram resultados próximos, e as formulações: F3 e F8 não apresentaram diferença significativa segundo Tukey ($p < 0,05$). Para gordura trans todos os valores encontrados foram zero.

A avaliação do perfil de gorduras foi um ensaio realizado para avaliação global do produto, porém não foi o objetivo do presente estudo a alteração de características de perfil lipídico pela adição de amidos resistentes, que não têm este papel funcional. Observa-se que apesar de pequenas diferenças, que tornaram significativos os resultados, a diferença marcante ocorreu entre os controles com diferentes teores de gordura total, conforme esperado.

Na Tabela 25 pode se observar que os valores encontrados para cálcio e ferro estão compatíveis com o esperado para as formulações de mortadelas. Os valores encontrados de ferro não diferiram significativamente, segundo Tukey

(<0,05), exceto as formulações com farinha de banana verde que apresentaram valores mais altos, provavelmente devido à composição da farinha de banana verde, por ser um produto de natureza diferente dos demais amidos resistentes comerciais, da mesma forma os maiores valores de cálcio foram mais altos nas formulações: F7 e F8, de farinha de banana verde.

Tabela 24. Avaliação do perfil lipídico ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle

Testes	Gorduras mono (g\100g)	Gorduras polinsaturadas (g\100g)	Gorduras saturadas (g\100g)	Gorduras trans (g\100g)
C1	5,20 $\pm$ 0,07 ^f	1,50 $\pm$ 0,06 ^e	4,21 $\pm$ 0,04 ^f	Zero
C2	9,14 $\pm$ 0,47 ^a	3,73 $\pm$ 0,20 ^a	7,60 $\pm$ 0,26 ^a	Zero
F1	6,49 $\pm$ 0,01 ^b	2,41 $\pm$ 0,03 ^b	5,37 $\pm$ 0,05 ^b	Zero
F2	5,35 $\pm$ 0,08 ^{ef}	2,20 $\pm$ 0,03 ^{bc}	4,44 $\pm$ 0,08 ^{ef}	Zero
F3	5,61 $\pm$ 0,01 ^{cdef}	1,90 $\pm$ 0,03 ^d	4,50 $\pm$ 0,16 ^{def}	Zero
F4	5,46 $\pm$ 0,07 ^{def}	1,89 $\pm$ 0,07 ^d	4,35 $\pm$ 0,03 ^{ef}	Zero
F5	5,22 $\pm$ 0,03 ^f	1,81 $\pm$ 0,02 ^d	4,33 $\pm$ 0,13 ^{ef}	Zero
F6	5,85 $\pm$ 0,06 ^{cd}	2,10 $\pm$ 0,05 ^{bcd}	4,85 $\pm$ 0,09 ^{cd}	Zero
F7	5,78 $\pm$ 0,12 ^{cde}	2,00 $\pm$ 0,19 ^{cd}	4,66 $\pm$ 0,14 ^{cde}	Zero
F8	6,07 $\pm$ 0,08 ^{bc}	1,87 $\pm$ 0,05 ^d	5,02 $\pm$ 0,04 ^{bc}	Zero

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

A % de sal nestas formulações foi ajustada em relação à primeira etapa para resultar em valor próximo a 2,0%, sendo 1,5% relativo ao sal adicionado e o restante proveniente dos condimentos formulados com sal.

Tabela 25. Valores de: cálcio, ferro, sódio e sal ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Formulações	Cálcio (mg\100g)	Ferro (mg\100g)	Sódio (mg\100g)	Sal como NaCl (g\100g)
C1	8,80 $\pm$ 0,51 ^c	1,39 $\pm$ 0,01 ^{bc}	1042,42 $\pm$ 16,45 ^{ab}	1,83 $\pm$ 0,01 ^{bc}
C2	8,89 $\pm$ 0,13 ^c	1,45 $\pm$ 0,06 ^{bc}	1026,86 $\pm$ 35,97 ^{bac}	1,75 $\pm$ 0,04 ^{bc}
F1	7,10 $\pm$ 0,16 ^{de}	1,35 $\pm$ 0,03 ^{bc}	920,52 $\pm$ 8,24 ^d	1,74 $\pm$ 0,02 ^c
F2	6,87 $\pm$ 0,07 ^e	1,40 $\pm$ 0,06 ^{bc}	967,07 $\pm$ 22,79 ^{cd}	1,82 $\pm$ 0,04 ^{bc}
F3	8,40 $\pm$ 0,43 ^{cd}	1,28 $\pm$ 0,12 ^c	980,69 $\pm$ 29,01 ^{bcd}	1,86 $\pm$ 0,01 ^{ab}
F4	8,55 $\pm$ 0,10 ^c	1,43 $\pm$ 0,15 ^{bc}	1039,19 $\pm$ 21,30 ^{bac}	1,85 $\pm$ 0,02 ^{ab}
F5	11,10 $\pm$ 0,66 ^b	1,38 $\pm$ 0,05 ^{bc}	1049,96 $\pm$ 18,95 ^{ab}	1,81 $\pm$ 0,02 ^{bc}
F6	8,21 $\pm$ 0,35 ^{cd}	1,39 $\pm$ 0,05 ^{bc}	1030,80 $\pm$ 39,97 ^{bac}	1,79 $\pm$ 0,04 ^{bc}
F7	11,48 $\pm$ 0,30 ^b	1,62 $\pm$ 0,14 ^b	1028,04 $\pm$ 17,91 ^{bac}	1,83 $\pm$ 0,02 ^{bc}
F8	12,81 $\pm$ 0,59 ^a	1,93 $\pm$ 0,16 ^a	1073,19 $\pm$ 15,42 ^a	1,96 $\pm$ 0,09 ^a

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

Os valores variaram de 1,74 a 1,96 %, respectivamente das formulações F1 e F8. Esta variação é muito pequena e está dentro da variação do ensaio analítico. Todas as formulações ficaram com valores baixos de sal, colaborando para um produto mais saudável com reduzido teor de gordura e sal.

5.3.2. Avaliação microbiológica das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Os resultados dos ensaios microbiológicos que foram realizados para avaliar a qualidade e segurança das formulações processadas são apresentados na Tabela 26. Todos os resultados estão dentro do padrão microbiológico estabelecido (RDC 12, Brasil, 2001) para o produto e com garantia de segurança alimentar para os testes sensoriais.

Tabela 26. Avaliação microbiológica de mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Ensaios microbiológicos	Formulações	F7	F8
Contagem Bolores e leveduras	<100	<100	<100
Contagem de anaerobios sulfitos redutores	<10	<10	<10
Contagem de bactérias lácticas	<100	<100	<100
Contagem de <i>Clostridium perfringes</i>	<10	<10	<10
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	<10	<10	<10
Contagem de <i>Estafilococos coagulase positiva</i>	<100	<100	<100
Contagem total de bactérias mesofilas	<100	2,4x10 ³	3,6x10 ³
Deteção de <i>Listeria SP</i>	Ausente	Ausente	ausente
Deteção de <i>Salmonella sp</i>	Ausente	Ausente	ausente
Deteção de <i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente	Ausente	ausente

As amostras deste conjunto estão agrupadas como Formulações:

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

As análises que indicam controle de processo e boas práticas de fabricação estão dentro da legislação prevista (contagem de mesófilos e coliformes).

JIMENEZ-COLMENERO (2000) cita que o crescimento microbiológico dos produtos cárneos com baixo teor de gordura tem sido estudado, pois a vida útil destes produtos pode ser menor, devido ao conteúdo de água ser maior e, portanto, mais favorável para o crescimento microbiológico.

5.3.3. Avaliação sensorial das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

- TESTE DE DIFERENÇA DE CONTROLE.

O teste de diferença de controle foi avaliado pela estatística ANOVA e pelo método de Dunnet. Neste experimento, na primeira sessão foram avaliados os testes com substituição total da fécula de mandioca por amido resistente e na segunda sessão as substituições parciais. Os resultados são apresentados da Tabela 27 a 31.

Conforme apresentado na Tabela 27 realizou-se o teste de diferença de controle onde a formulação C2 foi utilizada como padrão, visto ser o produto mais similar a mortadela comercializada quanto as características de % de gordura. Os resultados do teste de diferença de controle para os atributos: textura e sabor não apresentaram diferença significativa segundo Tukey $p(<0,05)$ e para o atributo cor somente a formulação controle C2 diferiu das formulações devido ao teor de gordura, que influenciou diretamente na luminosidade do produto.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 28 o teste de diferença de controle para os atributos: textura, sabor e cor não apresentou diferença significativa $p(<0,05)$.

Utilizou-se também o método de Dunnet recomendado para avaliação dos testes sensoriais de diferença de controle. Onde a conclusão foi a mesma que avaliação por ANOVA. No teste de Dunnet bilateral com intervalo de confiança de 95% não foram observadas diferenças significativas para o atributo textura nas formulações e controles, conforme resultados apresentados na Tabela 29.

Tabela 27. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos testes sensoriais de diferença do controle das mortadelas com redução de gordura e formulações com substituição total de amido resistente e formulações controle.

Ensaio	Textura	Cor	Sabor
C2	5,00 ^a	4,80 $\pm$ 0,42 ^b	5,00 $\pm$ 0,47 ^a
C1	4,60 $\pm$ 0,97 ^a	6,50 $\pm$ 0,71 ^a	5,30 $\pm$ 1,34 ^a
F2	4,40 $\pm$ 1,78 ^a	6,00 $\pm$ 0,47 ^a	5,00 $\pm$ 1,49 ^a
F4	4,70 $\pm$ 1,42 ^a	6,40 $\pm$ 1,07 ^a	5,30 $\pm$ 1,49 ^a
F6	5,40 $\pm$ 1,26 ^a	6,20 $\pm$ 0,92 ^a	5,20 $\pm$ 1,40 ^a

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

Tabela 28. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos testes sensoriais de diferença do controle das mortadelas com redução de gordura e formulações com substituição parcial de amido resistente e formulações controle.

Ensaio	Textura	Cor	Sabor
C2	4,90 $\pm$ 0,32 ^a	4,90 ^a	5,00 $\pm$ 0,47 ^a
C1	5,80 $\pm$ 1,13 ^a	6,80 $\pm$ 0,79 ^a	5,80 $\pm$ 1,14 ^a
F1	5,20 $\pm$ 0,92 ^a	5,50 $\pm$ 0,71 ^a	5,40 $\pm$ 1,26 ^a
F3	5,60 $\pm$ 1,07 ^a	6,40 $\pm$ 0,52 ^a	5,60 $\pm$ 1,43 ^a
F5	5,20 $\pm$ 1,13 ^a	6,40 $\pm$ 0,70 ^a	6,00 $\pm$ 0,67 ^a

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

Tabela 29. Avaliação da textura das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença do controle- Teste de Dunnet

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor Crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs F6	-0,800	-1,441	2,531	1,405	0,414	Não
C1 vs C2	-0,400	-0,721	2,531	1,405	0,882	Não
C1 vs F4	-0,100	-0,180	2,531	1,405	0,999	Não
C1 vs F2	0,200	0,360	2,531	1,405	0,989	Não

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs F3	-0,500	-1,166	2,531	1,086	0,597	Não
C1 vs F5	-0,100	-0,233	2,531	1,086	0,998	Não
C1 vs F1	-0,100	-0,233	2,531	1,086	0,998	Não
C1 vs C2	0,200	0,466	2,531	1,086	0,972	Não

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

A Tabela 30 mostra os resultados da avaliação de cor, onde o teste de Dunnet bilateral com intervalo de confiança de 95% não apresentou diferenças significativas para o atributo cor nas formulações: F2, F3, F4, F5 e F6. Os controles C1 e C2 apresentaram diferença, que era esperada devido às diferenças entre o teor de gordura, que influencia diretamente na cor. As formulações C1 e F1 apresentaram diferenças, sendo que a nota da formulação F1 foi a mais baixa, o que não se explica pelo teor de gordura que é igual, e sim provavelmente pela mistura da fécula de mandioca com amido resistente do tipo 3.

Tabela 30. Avaliação da cor das formulações das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença do controle- Teste de Dunnet

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs C2	1,700	4,991	2,531	0,862	0,000	Sim
C1 vs F2	0,500	1,468	2,531	0,862	0,398	Não
C1 vs F6	0,300	0,881	2,531	0,862	0,791	Não
C1 vs F4	0,100	0,294	2,531	0,862	0,995	Não

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs C2	1,900	6,755	2,531	0,712	0,000	Sim
C1 vs F1	1,300	4,622	2,531	0,712	0,000	Sim
C1 vs F3	0,400	1,422	2,531	0,712	0,426	Não
C1 vs F5	0,400	1,422	2,531	0,712	0,426	Não

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

Na Tabela 31, verificou-se que o atributo sabor não apresentou diferenças significativas no teste de Dunnet bilateral com 95 % de intervalo de confiança.

Através dos resultados de diferença de controle apresentados, optou-se por reduzir o número de amostras para a próxima etapa de testes apenas com as amostras que sofreram substituição total. O objetivo deste trabalho foi avaliar o amido resistente como extensor substituto, e as notas ficaram muito próximas entre si, onde se evidenciou que os provadores não perceberam diferenças significativas nos produtos apresentados.

Tabela 31. Avaliação do sabor das formulações das mortadelas com redução de 50% de gordura adicionadas de amido resistente pelo teste de diferença do controle- Teste de Dunnet

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs F4	0,000	0,000	2,531	1,469	1,000	Não
C1 vs F2	0,300	0,517	2,531	1,469	0,960	Não
C1 vs C2	0,300	0,517	2,531	1,469	0,960	Não
C1 vs F6	0,100	0,172	2,531	1,469	0,999	Não

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

Categoria	Diferença	Diferença padronizada	Valor crítico	Diferença crítica	Pr > Dif	Significante
C1 vs F5	-0,200	-0,423	2,531	1,198	0,980	Não
C1 vs C2	0,800	1,690	2,531	1,198	0,279	Não
C1 vs F1	0,400	0,845	2,531	1,198	0,813	Não
C1 vs F3	0,200	0,423	2,531	1,198	0,980	Não

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

5.3.4. Avaliação sensorial das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

- TESTE DE ACEITAÇÃO CEGO E INFORMADO

No presente estudo, dentre os parâmetros mais importantes que definem a variabilidade da aplicação de um novo ingrediente em produtos cárneos está a análise sensorial. Desta forma, o teste sensorial de aceitação foi realizado somente com as formulações com substituição total e foram realizadas duas sessões: teste de aceitação cego e teste de aceitação informado com 100 provadores selecionados. Os resultados são apresentados nas Tabelas 32 e 33.

Quanto ao perfil dos provadores selecionados: dos 100 provadores selecionados, 72 % foram do sexo masculino e 28% do sexo feminino (Figura 22). Dos provadores selecionados do sexo feminino: 43% tinham de 18 a 30 anos, 46% de 31 a 45 anos e 11% de 46 a 60 anos (Figura 23) e dos provadores do sexo masculino: 61% tinham de 18 a 30 anos, 36% de 31 a 45 anos e 3% de 46 a 60 anos e (Figura 24).

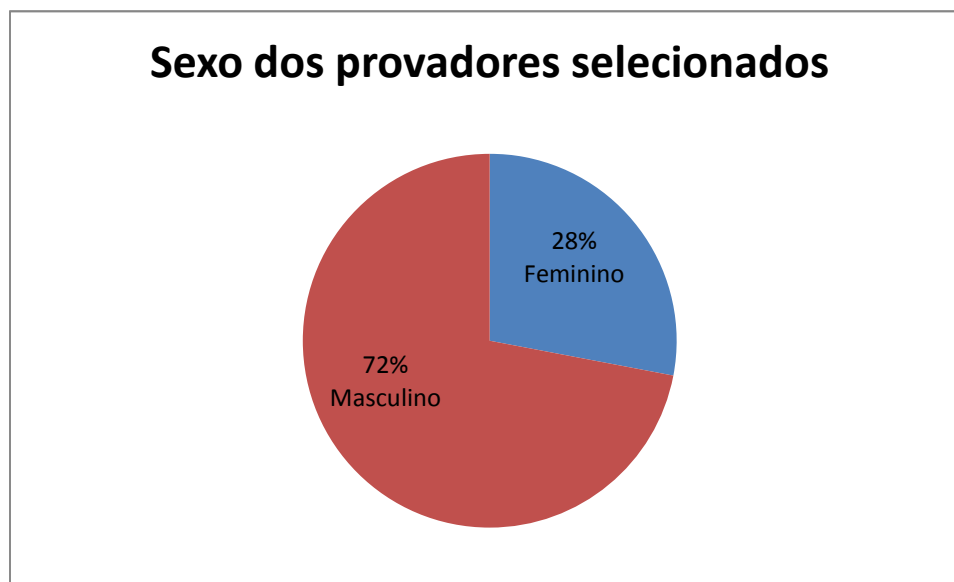


Figura 22. Perfil do sexo dos provadores selecionados para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes.

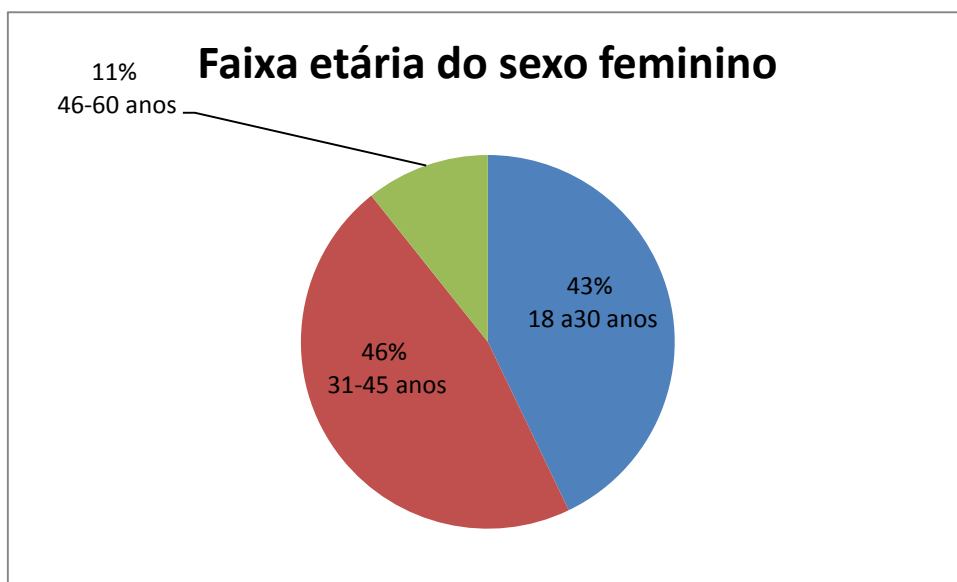


Figura 23. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo feminino selecionados para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes.

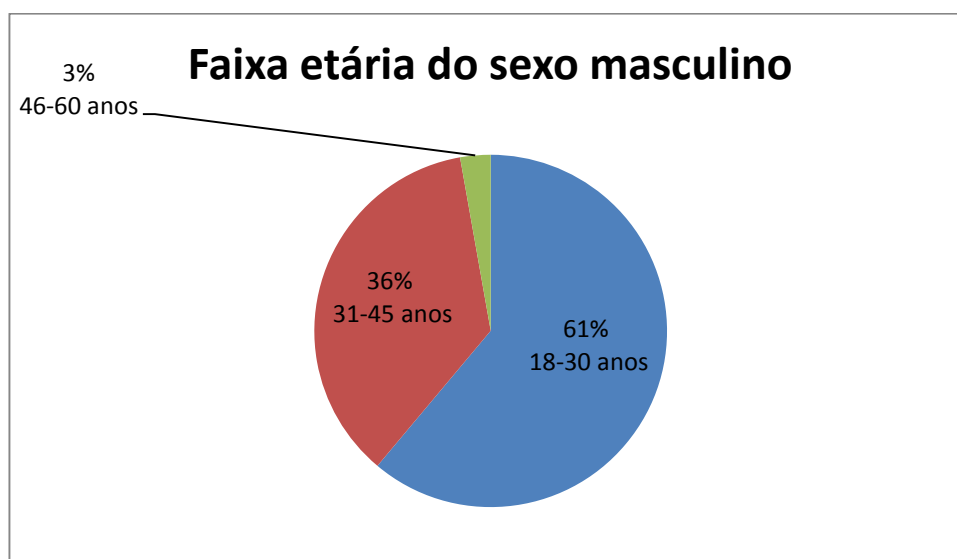


Figura 24. Distribuição da faixa etária dos provadores do sexo masculino para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes.

Outras informações fornecidas no recrutamento dos provadores: dos 100 provadores selecionados, 88% consomem leite e 12% não consomem, 95 % declararam não apresentar alergias alimentares e 5% não informaram, 80% consomem carne ou produtos cárneos diariamente, 19% pelo menos uma vez por semana e 1% quinzenalmente. Na Figura 25 pode-se observar que dos 100 provadores selecionados, 57% valorizam em 1º lugar o sabor como principal fator de compra, 28% a marca, 11% o preço e apenas 2% valorizam o valor calórico e

qualidade em 1º lugar, demonstrando que o consumidor ainda não valoriza como prioritário o apelo de produto mais saudável.

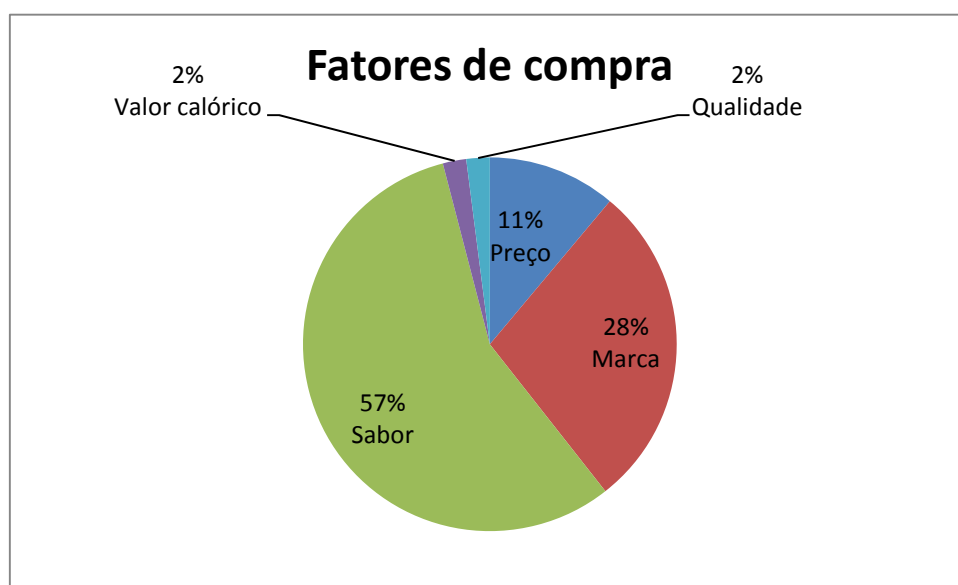


Figura 25. Perfil dos provadores quanto aos fatores de compra para o teste de aceitação das mortadelas com substituição total dos amidos resistentes

Tabela 32. Avaliação sensorial teste de aceitação ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle após triagem- TESTE CEGO

	C1	C2	F2	F4	F6
Aparência	7,42 $\pm$ 1,37 ^a	6,73 $\pm$ 2,00 ^b	6,75 $\pm$ 1,95 ^{ab}	6,88 $\pm$ 1,92 ^{ab}	6,75 $\pm$ 1,64 ^{ab}
Aroma	6,87 $\pm$ 1,59 ^a	6,46 $\pm$ 1,96 ^a	6,39 $\pm$ 2,12 ^a	6,57 $\pm$ 1,94 ^a	6,57 $\pm$ 1,90 ^a
Sabor	6,62 $\pm$ 2,00 ^a	6,04 $\pm$ 2,38 ^a	5,98 $\pm$ 2,35 ^a	6,42 $\pm$ 2,11 ^a	6,41 $\pm$ 2,09 ^a
Textura	6,91 $\pm$ 1,58 ^a	6,38 $\pm$ 2,18 ^{ab}	6,09 $\pm$ 2,29 ^b	6,75 $\pm$ 1,82 ^{ab}	6,52 $\pm$ 1,85 ^{ab}
Impressão	7,16 $\pm$ 1,77 ^a	6,25 $\pm$ 2,18 ^b	6,30 $\pm$ 2,33 ^b	6,64 $\pm$ 2,05 ^{ab}	6,44 $\pm$ 1,94 ^{ab}
Global					

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

Os resultados do atributo aparência dos testes F2, F4 e F6 não apresentaram diferença significativa segundo Tukey $p(\leq 0,05)$ dos controles C1 e C2, sendo que o controle com menor teor de gordura teve uma nota maior que o controle C2.

Os atributos aroma e sabor não apresentaram diferença significativa segundo Tukey $p(\leq 0,05)$. No atributo textura, somente o teste F2 se diferenciou com nota mais baixa que os demais.

Nas notas de impressão global, a preferência ficou com o C1, F4 e F6. A formulação controle C2 e a formulação F2, apresentaram notas mais baixas, porém não diferentes de F4 e F6. As notas obtidas ficaram todas muito próximas, que os provadores tiveram dificuldades para expressar suas preferências mais específicas, e mais importantes, de um modo geral, a utilização de diferentes amidos resistentes não resultou em grandes diferenças sensoriais entre os produtos.

A frequência de notas do atributo aparência é apresentada na Figura 26 e ao se analisar a Figura 27, observou-se que a formulação controle C1 apresentou o maior % de aceitação e a formulação F2 o maior % de rejeição, juntamente com o controle C2, evidenciando que a adição do amido resistente do tipo 3- Promitor e o elevado teor de gordura na formulação controle não foram apreciados pelos provadores.

Das formulações adicionadas de amido resistente a F4, com adição de amido resistente do tipo 2 Hi Maize, apresentou o maior % de aceitação no atributo aparência.

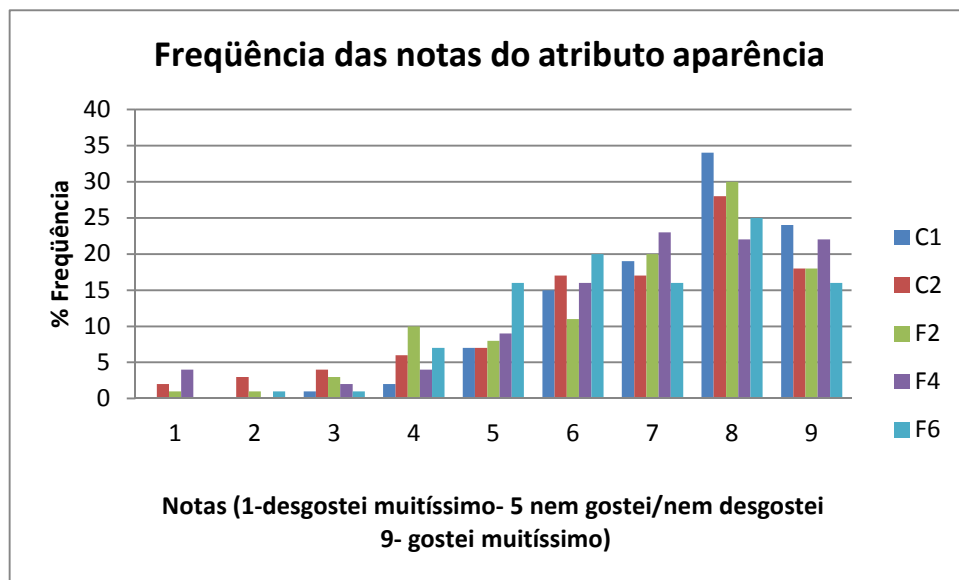


Figura 26. Histograma de aceitação das notas do atributo aparência das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO com

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

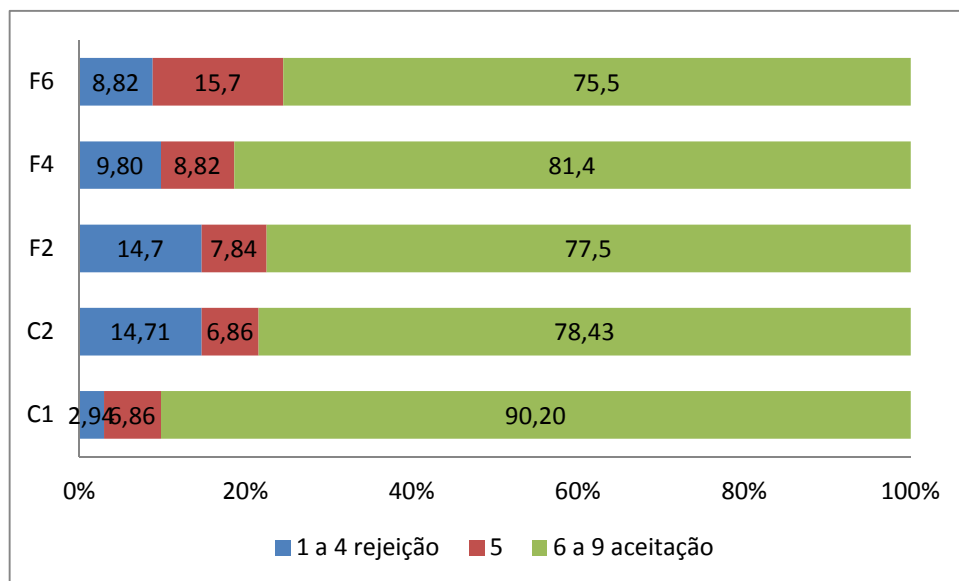


Figura 27. Divisão por notas do atributo aparência das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO.

A frequência de notas do atributo aroma é apresentada na Figura 28 e na análise da Figura 29, observou-se que a formulação C1 teve o maior % de

aceitação para o atributo aroma seguida pela formulação F4. O maior % de rejeição foi da formulação F2 empatada com a formulação controle C2. Resultados similares aos do atributo aparência para estas mesmas formulações.

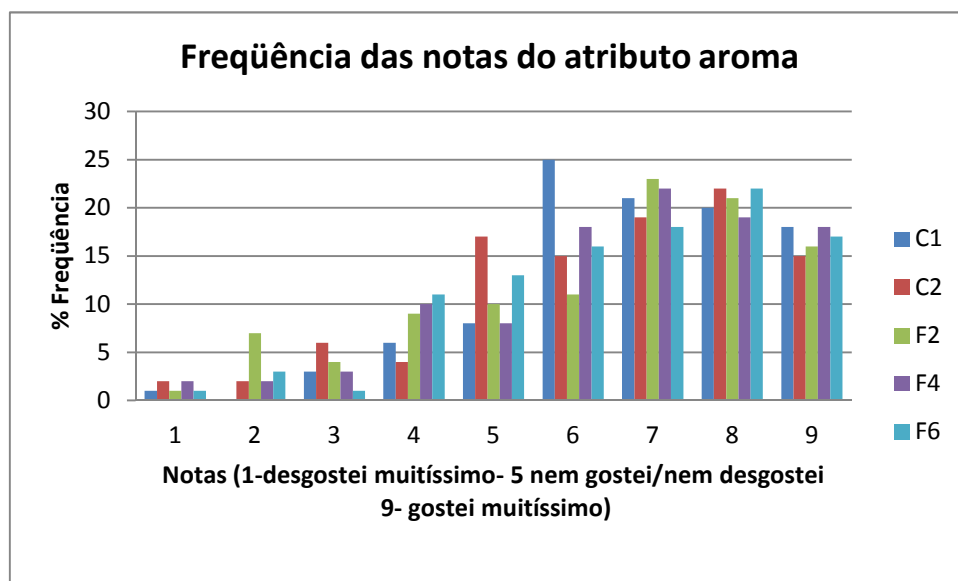


Figura 28. Histograma de aceitação das notas do atributo aroma das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO

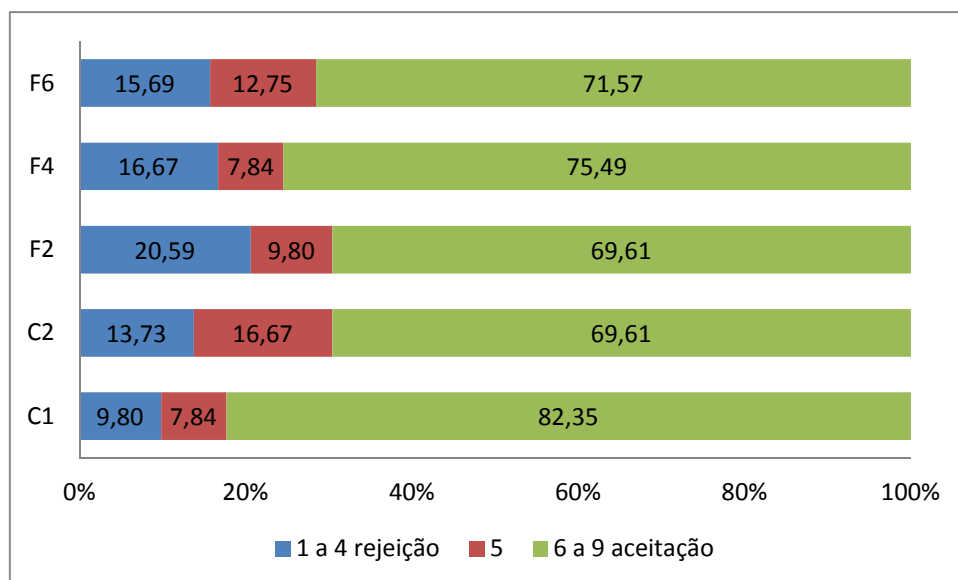


Figura 29. Divisão por notas do atributo aroma das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle - TESTE CEGO.

A frequência de notas do atributo sabor é apresentada na Figura 30 e na Figura 31, fica evidente o maior índice de aceitação da formulação C1, seguido da formulação F4. O maior índice de rejeição foi da formulação C2 seguido da F2. Esta situação tem se repetido, deixando evidente a preferência dos provadores por determinadas formulações, e os maiores índices de rejeição também se repetem.

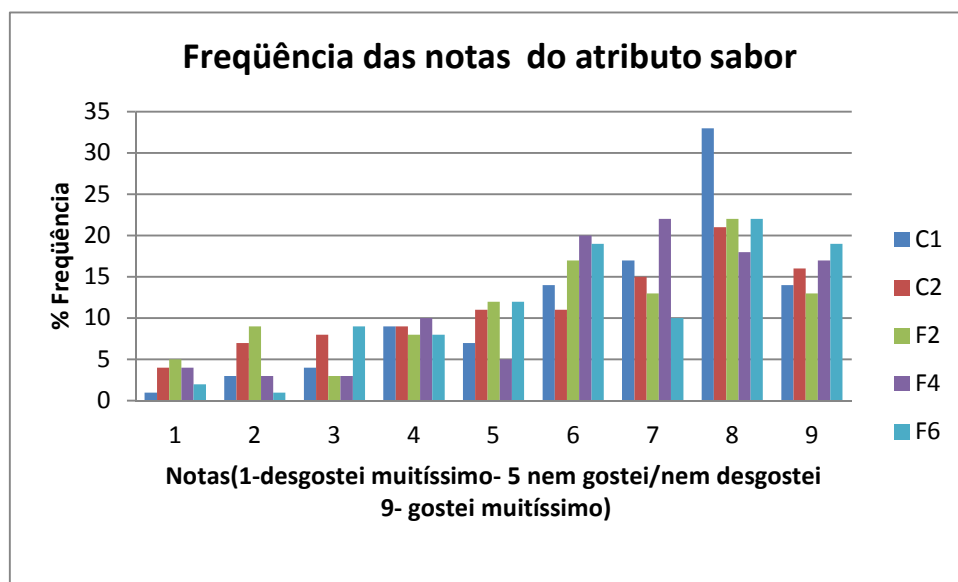


Figura 30. Histograma de aceitação das notas do atributo sabor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO

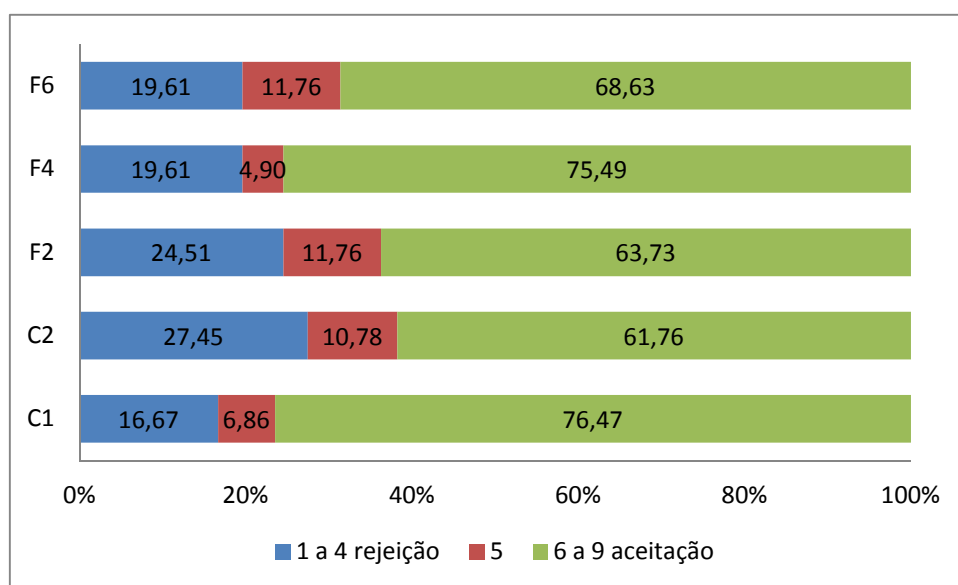


Figura 31. Divisão por notas do atributo sabor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle - TESTE CEGO.

Para o atributo textura, a frequência de notas é apresentada na Figura 32 e na Figura 33, nas quais pode-se verificar que o maior índice de aceitação foi da formulação C1 com menor teor de gordura e das formulações adicionadas de amido resistente a melhor textura foi da F4.

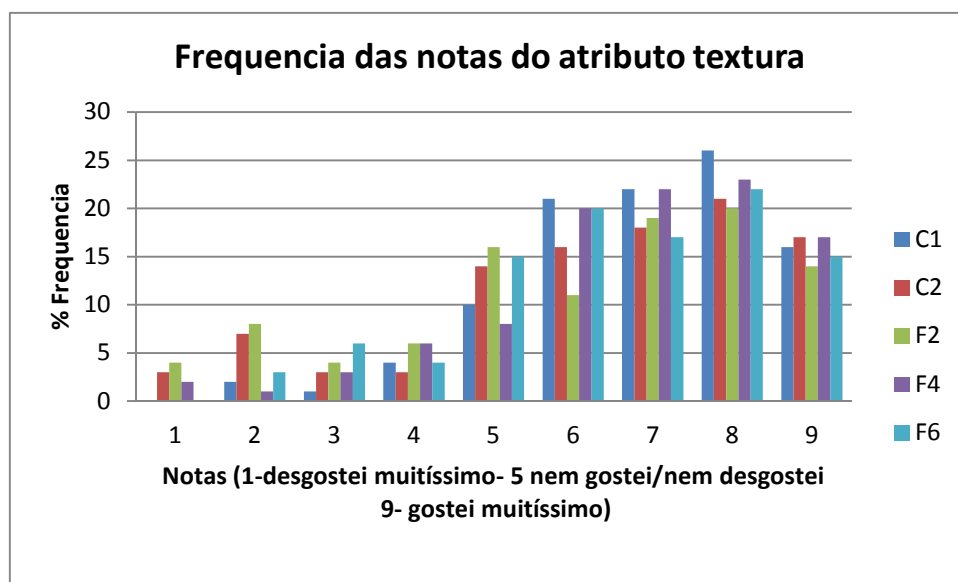


Figura 32. Histograma de aceitação das notas do atributo textura das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO

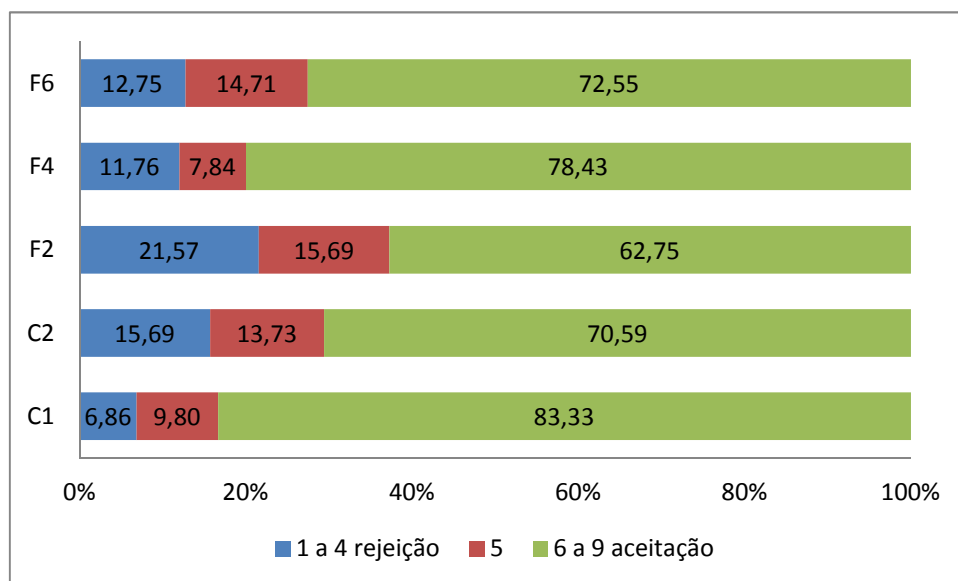


Figura 33. Divisão por notas do atributo textura das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle - TESTE CEGO.

O maior índice de rejeição foi da formulação F2, estes resultados demonstram a preferência dos provadores pela mortadela adicionada de amido

resistente do tipo 2 e a atribuição de menores notas para a formulação com amido resistente do tipo 3, que vem apresentando a maior rejeição.

A frequência de notas do atributo impressão global apresentada na Figura 34 e dividido por notas na Figura 35, revela que o maior índice de aceitação foi da formulação C1 com menor teor de gordura seguido da formulação F4. O maior índice de rejeição foi da formulação C2 e F2, resultados confirmados ao longo da avaliação dos atributos, isoladamente.

De todos os atributos avaliados concluiu-se que a formulação C1 com menor teor de gordura e a F4 com redução de gordura e adição de 5 % do amido resistente tipo 2- Hi Maize 260® obtiveram as melhores notas de aceitação, confirmando que os produtos com redução de gordura obtiveram boa aceitação sensorial pelos provadores.

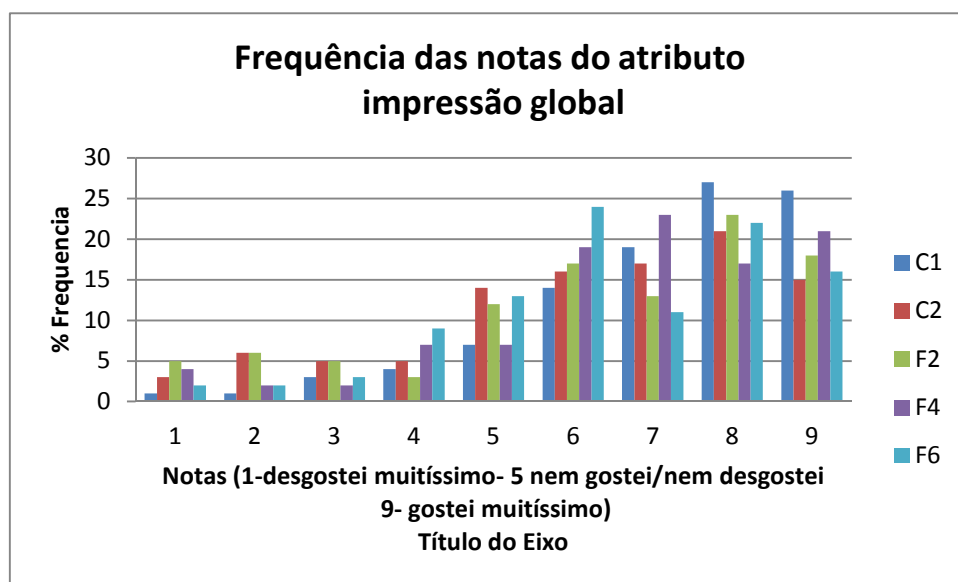


Figura 34. Histograma de aceitação das notas do atributo impressão global das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO

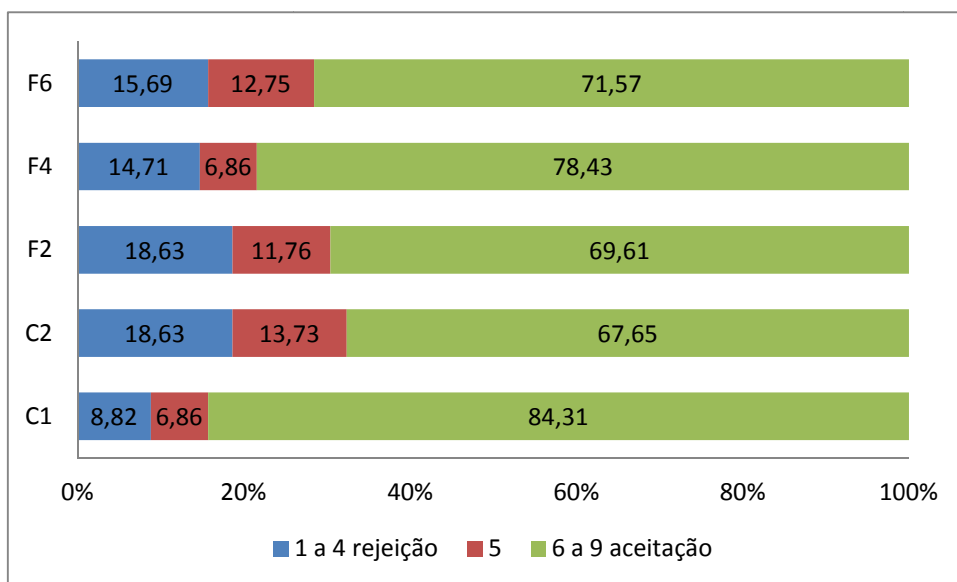


Figura 35. Divisão por notas do atributo impressão global das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle- TESTE CEGO.

Na avaliação de intenção de compra, os provadores selecionados apresentaram intenção de compra mais acentuada para a formulação C1 com menor teor de gordura, seguida pela formulação F4 (Figura 36).

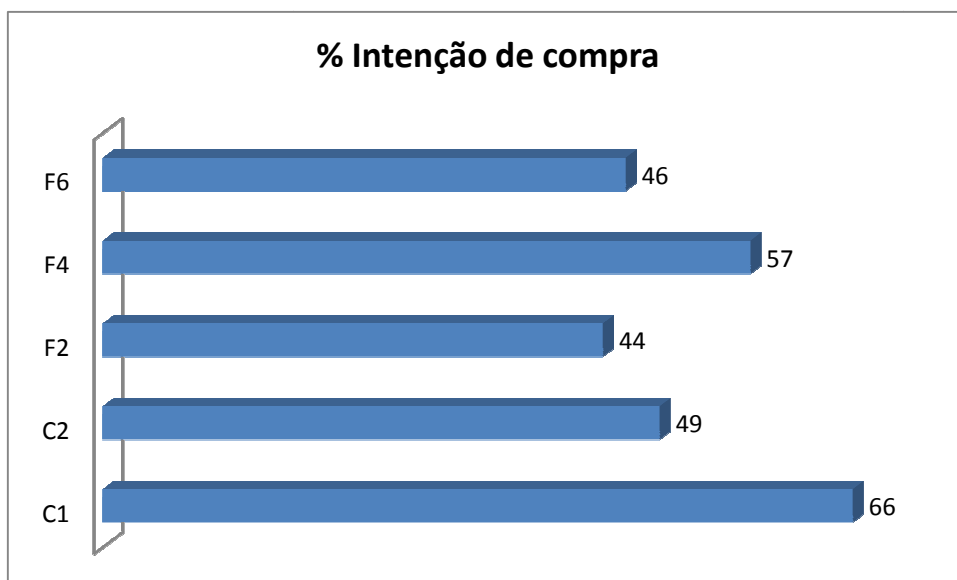


Figura 36. Intenção de compra dos provadores selecionados

Tabela 33. Avaliação sensorial do teste de aceitação ($\pm$ desvio padrão) das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle após triagem- TESTE INFORMADO

	C1	C2	F2	F4	F6
Aparência	7,18 $\pm$ 1,67 ^a	6,90 $\pm$ 1,90 ^b	6,71 $\pm$ 1,96 ^a	7,13 $\pm$ 1,53 ^a	7,00 $\pm$ 1,64 ^a
Aroma	6,76 $\pm$ 1,88 ^a	6,61 $\pm$ 1,85 ^a	6,19 $\pm$ 2,05 ^a	6,80 $\pm$ 1,81 ^a	6,85 $\pm$ 1,74 ^a
Sabor	6,60 $\pm$ 2,09 ^a	6,51 $\pm$ 2,16 ^a	5,93 $\pm$ 2,36 ^a	6,85 $\pm$ 1,87 ^a	6,63 $\pm$ 1,96 ^a
Textura	6,75 $\pm$ 2,03 ^a	6,83 $\pm$ 1,84 ^a	5,96 $\pm$ 2,29 ^b	6,83 $\pm$ 1,80 ^a	6,82 $\pm$ 1,79 ^a
Impressão	6,91 $\pm$ 2,05 ^a	6,62 $\pm$ 2,10 ^a	6,08 $\pm$ 2,28 ^b	6,99 $\pm$ 1,73 ^a	6,96 $\pm$ 1,89 ^a
Global					

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma linha, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F4- Formulações com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F6- Formulações com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

No teste informado, foram fornecidas as seguintes informações aos provadores:

“Mortadela prebiótica com redução de 50% de gordura, redução do teor calórico, adicionada de amido resistente que funciona como fibra alimentar com apelo de saudabilidade, proporcionando uma dieta saudável e balanceada com vários benefícios como: redução do risco de doenças crônicas, prevenção de patologias como diabetes, câncer de cólon e obesidade.”

Com estas informações adicionais, os provadores reavaliaram os produtos onde foram obtidos os seguintes resultados do atributo aparência: testes F2, F4 e F6 e C1 não apresentaram diferença significativa segundo Tukey ($p \leq 0,05$), sendo que o controle com menor teor de gordura teve uma nota maior que o controle C2, avaliação similar obtida no teste cego. No teste informado as notas de C2, F4 e F6 aumentaram (Tabela 33).

Os atributos: aroma e sabor não apresentaram diferença significativa segundo Tukey $p(\leq 0,05)$. No atributo textura, somente o teste F2 se diferenciou com nota mais baixa que os demais. Na avaliação de impressão global somente o testes F2 apresentou diferença com a nota mais baixa, inclusive a nota do teste informado foi mais baixa que o teste cego. Estes resultados, validam a opinião dos provadores em relação a amostra F2 que entre as formulações foi a menos apreciada em ambos os testes, supostamente podemos inferir que isto deve-se ao fato do amido resistente do tipo 3, apesar de apresentar características de crocância muito apreciadas em produtos de panificação, mas que em produtos cárneos podem causar sensação de arenosidade na boca, como descrito por alguns provadores em seus comentários.

Evidenciou-se que as informações dadas ao consumidor quanto à saudabilidade e benefícios esperados, não influenciaram nas avaliações, mostrando que o consumidor ainda não está sensibilizado para produtos cárneos com apelos saudáveis.

5.3.5. Avaliação dos ensaios de estabilidade da cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle.

Os testes de estabilidade de cor foram realizados com a finalidade de simular a estabilidade das formulações em condições de exposição no varejo os produtos estudados foram avaliados, durante os tempos: 0, 2, 4, 6 e 8 horas nos atributos de cor L^* , a^* , b^* , das amostras fatiadas e embaladas em embalagens de isopor cobertas por filme de polietileno e armazenadas sob refrigeração de $8 \pm 2^\circ\text{C}$ e com presença de luz artificial. Os resultados são apresentados nas Tabelas 34 e 35.

Segundo FARIA et al. (2001) existem diversas causas para a oxidação de cor de um produto fatiado. O oxigênio e a luz são fatores importantes que influenciam a perda de cor. A luz, mesmo em combinação de quantidades mínimas de oxigênio causa uma significativa degradação da cor do produto.

Segundo a Portaria nº 6 de 10 de março de 1999 da ANVISA os produtos perecíveis devem ser armazenados de 6 a 10°C (BRASIL, 1999).

Tabela 34. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de estabilidade de cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle, nos tempos zero, 1, 2, 4, 6 e 8 horas no parâmetro cor L*a*b* – Formulações: C1, C2, F1, F2 e F3.

Eixo	T (h)	C1	C2	F1	F2	F3
L*	0	59,41 $\pm$ 0,26 ^c	63,08 $\pm$ 0,27 ^c	61,94 $\pm$ 0,10 ^b	61,64 $\pm$ 0,13 ^d	59,23 $\pm$ 0,10 ^d
	1	60,59 $\pm$ 0,25 ^{ab}	64,15 $\pm$ 0,10 ^b	62,29 $\pm$ 0,33 ^b	63,49 $\pm$ 0,10 ^a	60,98 $\pm$ 0,06 ^e
	2	60,46 $\pm$ 0,27 ^{ab}	65,26 $\pm$ 0,40 ^a	63,51 $\pm$ 0,29 ^a	62,96 $\pm$ 0,16 ^{bc}	61,21 $\pm$ 0,08 ^b
	4	60,44 $\pm$ 0,28 ^{ab}	64,57 $\pm$ 0,27 ^{ab}	63,86 $\pm$ 0,35 ^a	63,18 $\pm$ 0,13 ^{ab}	62,54 $\pm$ 0,02 ^a
	6	61,20 $\pm$ 0,39 ^a	64,84 $\pm$ 0,24 ^{ab}	63,41 $\pm$ 0,22 ^a	62,70 $\pm$ 0,06 ^c	62,03 $\pm$ 0,16 ^{ab}
	8	60,11 $\pm$ 0,26 ^{bc}	65,27 $\pm$ 0,20 ^a	63,38 $\pm$ 0,06 ^a	62,92 $\pm$ 0,08 ^{bc}	62,00 $\pm$ 0,06 ^{ab}
a*	0	18,88 $\pm$ 0,04 ^a	16,98 $\pm$ 0,04 ^a	18,02 $\pm$ 0,04 ^a	17,84 $\pm$ 0,01 ^a	18,32 $\pm$ 0,04 ^a
	1	17,82 ^b	15,68 $\pm$ 0,12 ^b	15,94 $\pm$ 0,04 ^b	15,57 $\pm$ 0,02 ^b	16,77 $\pm$ 0,05 ^b
	2	16,39 $\pm$ 0,06 ^c	14,27 $\pm$ 0,12 ^c	14,49 $\pm$ 0,04 ^c	14,87 $\pm$ 0,01 ^d	14,86 $\pm$ 0,02 ^c
	4	15,30 $\pm$ 0,10 ^{de}	12,45 $\pm$ 0,10 ^e	13,80 $\pm$ 0,11 ^f	13,10 $\pm$ 0,02 ^f	13,7 $\pm$ 0,02 ^e
	6	15,25 $\pm$ 0,10 ^e	11,59 $\pm$ 0,04 ^f	14,25 $\pm$ 0,05 ^d	15,15 $\pm$ 0,01 ^c	12,83 $\pm$ 0,04 ^f
	8	15,47 $\pm$ 0,08 ^d	13,12 $\pm$ 0,16 ^d	13,97 $\pm$ 0,04 ^e	14,32 $\pm$ 0,03 ^e	14,36 $\pm$ 0,07 ^d
b*	0	9,52 $\pm$ 0,01 ^d	10,59 $\pm$ 0,05 ^e	10,12 $\pm$ 0,03 ^d	10,22 $\pm$ 0,01 ^f	9,48 $\pm$ 0,02 ^f
	1	10,38 $\pm$ 0,07 ^c	11,51 $\pm$ 0,05 ^d	11,16 $\pm$ 0,02 ^c	11,36 $\pm$ 0,02 ^e	10,84 $\pm$ 0,03 ^e
	2	11,02 $\pm$ 0,09 ^b	12,20 $\pm$ 0,01 ^c	11,78 $\pm$ 0,03 ^b	11,66 $\pm$ 0,04 ^d	11,63 $\pm$ 0,02 ^d
	4	11,42 $\pm$ 0,06 ^a	12,74 $\pm$ 0,06 ^a	12,07 $\pm$ 0,04 ^a	12,06 $\pm$ 0,05 ^a	12,08 $\pm$ 0,02 ^b
	6	11,36 $\pm$ 0,09 ^a	12,61 $\pm$ 0,07 ^b	11,84 $\pm$ 0,03 ^b	11,75 $\pm$ 0,0 ^{bc}	12,17 $\pm$ 0,04 ^a
	8	11,27 $\pm$ 0,03 ^a	12,19 $\pm$ 0,01 ^c	12,05 $\pm$ 0,02 ^a	11,97 $\pm$ 0,03 ^b	12,01 $\pm$ 0,02 ^c

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

C1- Formulação controle com 10 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

C2- Formulação controle com 20 % de gordura + 5 % de fécula de mandioca

F1- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + AR 3

F2- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 3

F3- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 2

Tabela 35. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos ensaios de estabilidade de cor das mortadelas com redução de gordura adicionadas de amido resistente e formulações controle, nos tempos zero, 1, 2, 4, 6 e 8 horas no parâmetro cor $L^*a^*b^*$ – Formulações: F4, F5, F6, F7 e F8.

Eixo	T (h)	F4	F5	F6	F7	F8
L*	0	61,58 $\pm$ 0,05 ^c	61,76 $\pm$ 0,20 ^c	61,68 $\pm$ 0,51 ^{ab}	57,31 $\pm$ 0,09 ^c	54,34 $\pm$ 0,11 ^{bc}
	1	61,32 $\pm$ 0,02 ^d	62,41 $\pm$ 0,13 ^{bc}	62,38 $\pm$ 0,11 ^a	58,06 $\pm$ 0,06 ^a	54,96 $\pm$ 0,12 ^a
	2	61,91 $\pm$ 0,14 ^b	62,33 $\pm$ 0,18 ^b	62,06 $\pm$ 0,20 ^{ab}	57,58 $\pm$ 0,19 ^{bc}	53,99 $\pm$ 0,12 ^c
	4	61,88 $\pm$ 0,03 ^b	62,69 $\pm$ 0,05 ^a	61,36 $\pm$ 0,21 ^b	58,08 $\pm$ 0,04 ^a	54,71 $\pm$ 0,17 ^{ab}
	6	61,74 $\pm$ 0,06 ^{bc}	62,36 $\pm$ 0,04 ^{bc}	61,66 $\pm$ 0,20 ^b	57,75 $\pm$ 0,02 ^b	54,98 $\pm$ 0,06 ^a
	8	62,38 $\pm$ 0,09 ^a	61,95 $\pm$ 0,08 ^c	61,85 $\pm$ 0,07 ^{ab}	58,24 $\pm$ 0,11 ^a	54,38 $\pm$ 0,25 ^{bc}
a*	0	18,50 $\pm$ 0,09 ^a	18,68 $\pm$ 0,02 ^a	17,56 $\pm$ 0,16 ^a	17,56 $\pm$ 0,16 ^a	13,13 $\pm$ 0,01 ^a
	1	16,56 $\pm$ 0,03 ^b	16,90 $\pm$ 0,03 ^b	16,81 $\pm$ 0,02 ^b	16,81 $\pm$ 0,02 ^b	11,76 $\pm$ 0,09 ^b
	2	15,30 $\pm$ 0,02 ^c	14,65 $\pm$ 0,05 ^e	15,28 $\pm$ 0,06 ^c	15,28 $\pm$ 0,06 ^c	10,39 $\pm$ 0,02 ^d
	4	14,36 $\pm$ 0,05 ^d	14,84 $\pm$ 0,02 ^d	13,88 $\pm$ 0,19 ^d	13,88 $\pm$ 0,19 ^d	10,84 $\pm$ 0,03 ^c
	6	13,80 $\pm$ 0,02 ^f	15,25 $\pm$ 0,02 ^c	12,93 $\pm$ 0,58 ^e	12,93 $\pm$ 0,58 ^e	9,33 $\pm$ 0,02 ^f
	8	13,93 $\pm$ 0,04 ^e	14,69 $\pm$ 0,04 ^e	14,50 $\pm$ 0,05 ^d	14,50 $\pm$ 0,05 ^d	9,96 $\pm$ 0,08 ^e
b*	0	10,46 $\pm$ 0,02 ^d	10,33 $\pm$ 0,01 ^d	10,32 $\pm$ 0,08 ^e	10,32 $\pm$ 0,08 ^e	10,48 $\pm$ 0,02 ^e
	1	11,02 $\pm$ 0,01 ^c	11,35 $\pm$ 0,06 ^c	11,29 $\pm$ 0,04 ^d	11,29 $\pm$ 0,04 ^d	11,25 $\pm$ 0,02 ^{cd}
	2	11,58 $\pm$ 0,05 ^b	11,90 $\pm$ 0,02 ^b	11,76 $\pm$ 0,10 ^c	11,76 $\pm$ 0,10 ^c	11,39 $\pm$ 0,04 ^b
	4	11,91 $\pm$ 0,02 ^a	11,85 $\pm$ 0,04 ^b	12,11 $\pm$ 0,06 ^b	12,11 $\pm$ 0,06 ^b	11,15 $\pm$ 0,07 ^d
	6	11,89 $\pm$ 0,01 ^a	11,90 $\pm$ 0,02 ^b	12,34 $\pm$ 0,04 ^a	12,34 $\pm$ 0,04 ^a	11,71 $\pm$ 0,04 ^a
	8	11,91 $\pm$ 0,02 ^a	12,12 $\pm$ 0,06 ^a	11,96 $\pm$ 0,04 ^b	11,96 $\pm$ 0,04 ^b	11,29 $\pm$ 0,05 ^{bc}

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

F4- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 2

F5- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de AR 4

F6- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de AR 4

F7- Formulação com 10 % de gordura + 2,5 % de fécula de mandioca + 2,5 % de Farinha banana verde

F8- Formulação com 10 % de gordura + 5,0 % de Farinha banana verde

A amostra C1 (Figura 37) apresentou aumento nos valores de L^* , que quando comparados com o valor final não tiveram diferença significativa conforme Tukey ($p < 0,05$). Os valores de a^* (vermelho) decresceram significativamente até 4 horas e depois estabilizaram. Os valores de b^* (amarelo) aumentaram até 4 horas e depois se mantiveram estáveis.

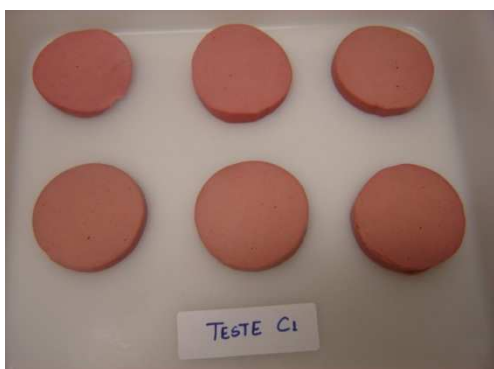


Figura 37. Formulação C1



Figura 38. Formulação C2

A amostra C2 (Figura 38) apresentou valores de L^* maiores que o teste C1, devido a maior quantidade de gordura presente na amostra, a oxidação da cor ocorreu nas duas primeiras horas, sem diferenças significativas até o término do teste. Os valores de a^* variaram significativamente decrescendo os valores até 6 horas e depois ocorreu um aumento do valor de a^* , que pode ser decorrente da posição de exposição à luz dentro da câmara. Os valores de b^* aumentaram ao longo do ensaio.

A amostra F1 (Figura 39) apresentou aumento na cor L^* até a 2ª hora, não apresentando diferenças significativas até o final do ensaio. Os valores de a^* decresceram ao contrário dos valores de b^* que aumentaram ao longo do ensaio.

A amostra F2 (Figura 40) apresentou aumento dos valores de L^* até a 4ª hora de exposição à luz. Não apresentando diferenças significativas segundo Tukey ($p < 0,05$) nas duas últimas horas. Os valores de a^* decresceram ao longo do ensaio. Os valores de b^* aumentaram até a 4ª hora, sofrendo um decréscimo que se manteve estável até o final do ensaio.

A amostra F3 (Figura 41) apresentou aumento nos valores de L^* até a 2ª hora, estabilizando sem diferenças significativas segundo Tukey ($p < 0,05$). Os valores de a^* decresceram e os de b^* aumentaram diferindo significativamente.

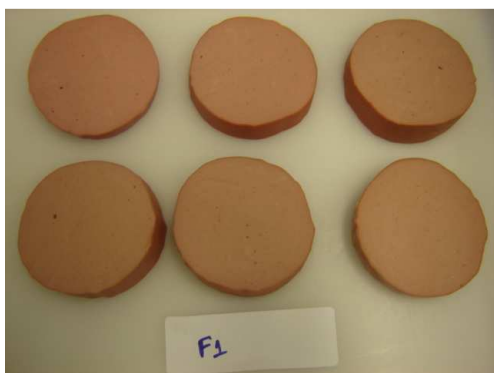


Figura 39. Formulação F1

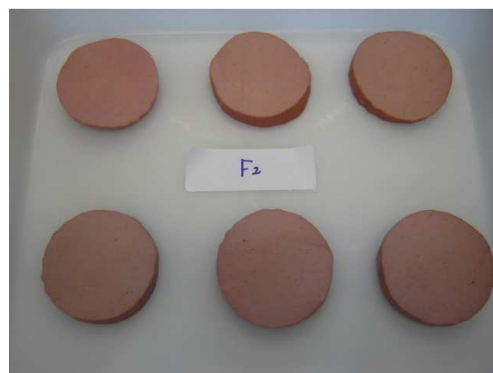


Figura 40. Formulação F2



Figura 41. Formulação F3

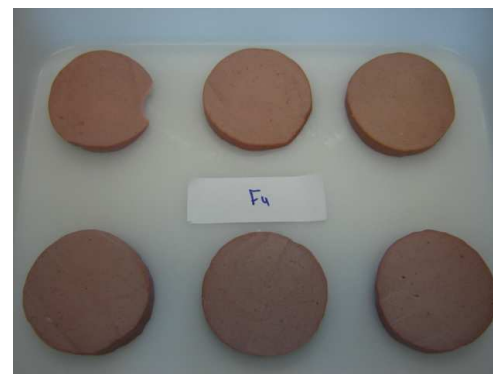


Figura 42. Formulação F4

A luminosidade da amostra F4 (Figura 42) apresentou valores muito próximos ao longo do ensaio, aumentando somente no ultimo periodo de exposição. Acompanhada do decréscimo dos valores de a^* e os valores de b^* aumentaram e se mantiveram constantes após a 4ª hora, sem apresentar diferenças significativas.

A amostra F5 (Figura 43) apresentou pouca variação nos valores de L^* , decréscimo nos valores de a^* com estabilização de valores a partir da 2ª hora. Os

valores de b^* aumentaram, sem diferenças significativas da 2ª até a 6ª hora, com leve aumento de valores na 8ª hora.

A amostra F6 (Figura 44) não apresentou diferenças significativas segundo Tukey ($p < 0,05$) ao longo do ensaio para os valores de luminosidade. Os valores de a^* decresceram ao longo do ensaio, estabilizando após a 4ª hora da mesma forma os valores de b^* aumentaram e estabilizaram na 4ª hora, ocorreu um pico na 6ª hora ou erro de leitura, posicionamento na câmara de luz.

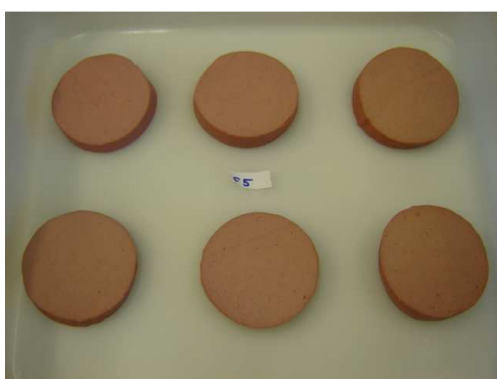


Figura 43. Formulação F5



Figura 44. Formulação F6

A amostra F7 apresentou valores de L^* que variaram pouco entre si, os valores de a^* decresceram com variações e os valores de b^* aumentaram e estabilizaram a partir da 4ª hora.

A amostra F8 não apresentou diferença significativa segundo Tukey ($p < 0,05$) entre o valor inicial e final de luminosidade após 8 horas de exposição.

Os valores de a^* decresceram ao longo do ensaio e os valores de b^* sofreram leve acréscimo na primeira hora, mantendo-se estáveis ao longo do ensaio.

Na Figura 45 observou-se que os maiores valores de luminosidade foram da amostra C2 e os menores da amostra F8, e que as amostras F7 e F8 com adição de farinha de banana verde, foram as que apresentaram os valores mais diferenciados em relação aos demais.

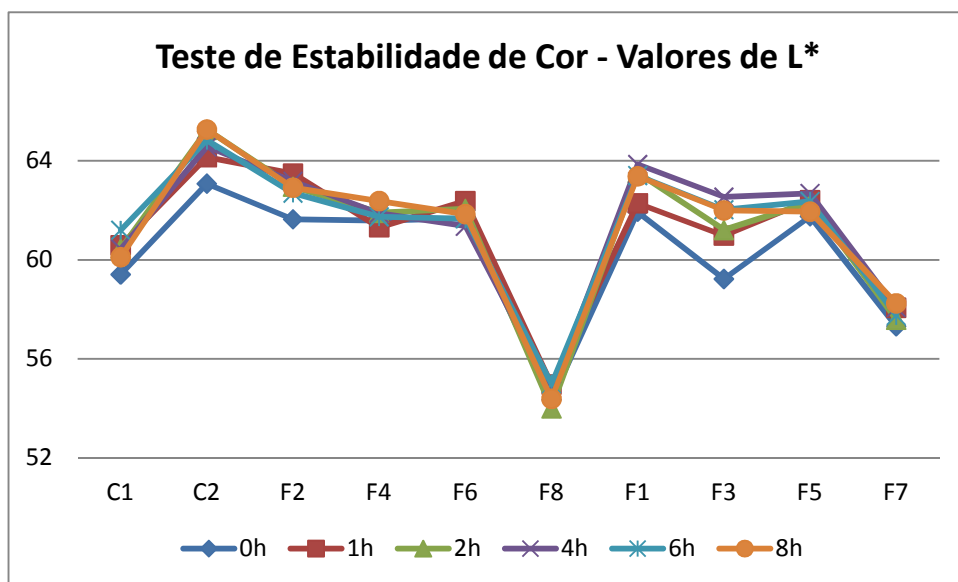


Figura 45. Comparativo dos valores de L* dos ensaios de estabilidade de cor.

Na Figura 46 as amostras F7 e F8 apresentaram os menores valores a^* , confirmando a interferência na intensidade do vermelho devido a coloração bege da farinha de banana verde, o C2 por apresentar maior quantidade de gordura apresentou maior luminosidade, mas valor menor de a^* pela menor quantidade de carne.

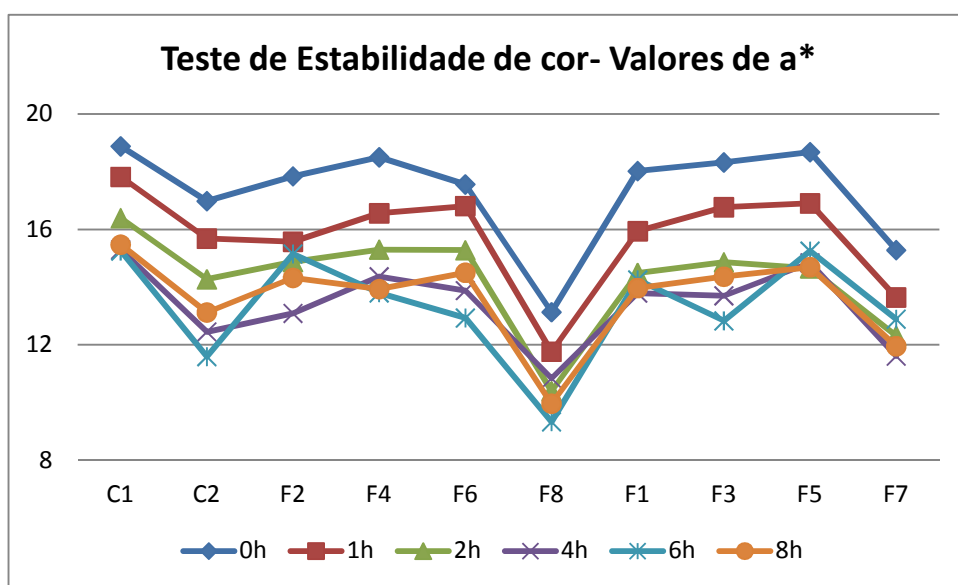


Figura 46. Comparativo dos valores de a^* dos ensaios de estabilidade de cor.

Concluindo com a Figura 47, foi demonstrado que os valores de b^* (eixo amarelo) tiveram um aumento de valores até a 2ª hora, após este intervalo os resultados se estabilizaram.

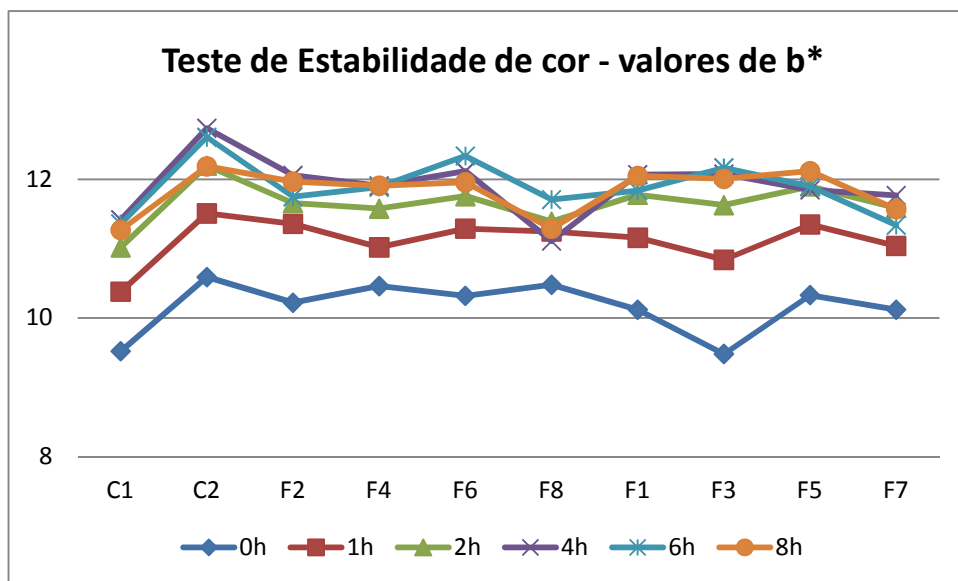


Figura 47. Comparativo dos valores de b^* dos ensaios de estabilidade de cor.

CONCLUSÕES

Os amidos resistentes do tipo 2, 3 e 4 podem ser utilizados como substitutos de fécula de mandioca quanto ao atributo capacidade de retenção de água por terem resultados similares quando comparados entre si.

A partir da avaliação das propriedades tecnológicas e aplicação dos amidos resistentes nas formulações, foi observado que a adição limite do amido resistente foi de 6%. Ao nível de 9 %, as formulações obtidas apresentaram defeitos de qualidade, principalmente no perfil de textura: dureza e mastigabilidade, onde os provadores manifestaram a maior rejeição e menor intenção de compra.

Efeitos significativos não foram observados quando se realizou a substituição parcial (2,5 % de amido resistente e 2,5% de fécula de mandioca) e total (5% de amido resistente) da fécula de mandioca por amido resistente sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais de produto emulsionado tipo mortadela com teor reduzido de gordura. O atributo cor, no entanto foi influenciado, especialmente quando se utilizou a farinha de banana verde.

Ao longo do armazenamento, sob condições experimentais em teste acelerado, a adição de amido resistente tipo 2, 3 e 4 não influenciou a estabilidade de cor de produto cárneo emulsionado tipo mortadela.

Desta forma pode-se concluir que é possível reduzir o teor de gordura em mortadelas sem prejudicar a composição físico-química, propriedades funcionais e sensoriais do produto através da utilização de amido resistente como ingrediente extensor, possibilitando o consumo de produtos considerados mais saudáveis. Porém avanços devem ser realizados nas metodologias dos ensaios de quantificação de amido e fibra dietética em produtos cárneos adicionados de amido resistente visando a eliminação de interferentes, melhoria na seletividade dos métodos e validação dos resultados para publicação das tabelas nutricionais, visto que os métodos disponíveis na literatura não são aplicáveis para matriz cárnea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HASANI, et al. Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. **Journal of AOAC International**, v. 76, p. 902-906, 1993.

ANNISON, G.; TOPPING, D.L. Nutritional role of resistant starch: chemical structure vs physiological function. **Annual Review Nutrition**, v. 14, p. 297-320, 1994.

ASP, N.-G., FURDA, I., SCHWEIZER, T. F., & PROSKY, L.. Dietary fiber definition and analysis. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, p. 688–690, 1988.

ASP, N.G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology. **Food Chemistry**, v.57, n.1, p.9-14, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 18 ed. HORWITS, W. (Ed.). Washington, DC, revision 2, 2007.

BARBUT, S., MITTAL, G.S. Use of carrageenans and xanthan gum in reduced fat breakfast sausages. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 25, p. 509-513, 1992.

BARBUT, S., MITTAL, G.S. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. **International Journal of Food science and Technology**, v. 31, p. 241-247, 1996.

BARRETTO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras com substituto de gordura em mortadela**. 2007. 163p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2007.

BEDNAR, G. E.; PATIL, A. R., MURRAY, S. M., GRIESHOP, C. M., MERCHEN, N. R., & FAHEY, G. C. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. **The Journal of Nutrition**, v. 131, p. 276– 286, 2001.

BEGGS, K. L. H., BOWERS, J. A. & BROWN, D. Sensory and physical characteristics of reduced-fat turkey frankfurters with modified corn starch and water. **Journal of Food Science**, v. 62, p. 1240–1244, 1997.

BIRD A. R, BROWN I. L, TOPPING D. L. Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. **Current Issues in Intestinal Microbiology**, v.1, p. 25-37, 2000.

BISHOP, D. J.; OLSON, D. G., & KNIPE, C. L. Pre-emulsified corn oil, pork fat, or added moisture affect quality of reduced fat bologna quality. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 484–487, 1993.

BLOUKAS, J. G., & PANERAS, E. D. Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 705–709, 1993.

BLOUKAS, J. G., PANERAS, E. D. & FOURNITZIS, G. C. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 45, p. 133–144, 1997.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32 (7), p. 62-66, 1978.

BRASIL (1999). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº, de 10 de março de 1999**. Regulamento Técnico, que estabelece os Parâmetros e Critérios para o Controle Higiênico-Sanitário em Estabelecimentos de Alimentos.

BRASIL (1999). Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº20, 21 de julho de 1999**. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Sal e Salmoura.

BRASIL (2000). Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa nº04, de 05 de abril de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela.

BRASIL (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução nº40 de 21 de março de 2001**: regulamento técnico para rotulagem nutricional obrigatória para alimentos e bebidas embalados.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA n. 12 de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 01, p. 54, jan. 2001.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M. D. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, Barking, v. 68, p.87-96, 2004.

CARBALLO, J.; MOTA,N.; BARRETO, G. & JIMENEZ COLMENERO,F. Binding Properties and Colour of Bologna Sausage Made With Varying Fat Levels, Protein Levels and Cooking Temperatures. **Meat Science**, Vol. 41, No. 3, 301-313, 1995.

CARBALLO, J.; FERNANDEZ, P.; BARETTO, G.; SOLAS, M.T.; COLMENERO, F.J. Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. **Journal of Food Science**, v. 61, p. 652- 655, 1996.

CAVESTANY, M.; COLMENERO, F.J.; SOLAS, M.T.; CARBALLO, J. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**, v. 38, p. 27-37, 1994.

CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S. S., & WEBB, C. Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, p. 131–141, 2002.

CLAUS, J. R., & HUNT, M. C. Low fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v. 56, p. 643–647, 1991.

CODEx ALIMENTARIUS COMISSION, Report of 30th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, Cape Town, South Africa, 3-7 th November, 2008, ALINORM 09/32/26.

COMER, F. Functionality of fillers in comminuted meat products. **Canadian Institute of Food Science and Technology**, v. 12, p. 157–165, 1979.

COLMENERO, F. J.; CARBALLO, J. & SOLAS, M. T. The effect of use of freeze-thawed pork on the properties of bologna sausages with two fat levels. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 30, p. 335–345, 1995.

CYRINO, N.A.; BARRETTO, A.C.S. O que a Vitacel pode fazer aos seus embutidos. **Revista nacional da carne**, São Paulo, n.352, p.110-111, 2006.

DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem e evolução. In: ALVES et al. (Ed.) **Banana para exportação**: aspectos técnicos da produção. Cruz das Almas: MAARA-SDR-BA/ EMBRAPA-SPI, 1995. p. 9-13. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 18). In: Dayana Portes RAMOS*,Magali LEONEL**,Sarita LEONEL*****Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.3, p. 479-483, jul./set. 2009.

DESMOND, E.M.; KENNY, T.A. Preparation of surimi- like extract from beef hearts and its utilization in frankfurters. **Meat Science**, v. 50 (1), p. 81-89, 1998.

DIPLOCK, A.T., P. J. Aggett, M. Ashwell. F Bornet, E.B. Fern. And MB. Roberfroid, 1999. **Scientific concept of functional foods in Europe**. Consensus document. Br.J Nutr.

DUNSHEA, F. R.; D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; HARPER, G. S. & WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, v. 71(1), p. 8–38, 2005.

DZUDIE, T., SCHER, J., & HARDY, J. (2002). Common bean flour as an extender in beef sausages. **Journal of Food Engineering**, v. 52(2), p.143–147, 2002.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific opinion on the safety of phosphated as a novel food ingredient. EFSA Panel of Dietetic products, nutrition and allergies (NDA). **EFSA Journal**, 2010; 8(9):1772.

EGBERT, W. R., HUFFMAN, D. L., CHEN, C. M., & DYLEWSKI, D. P. (1991). Development of low fat ground beef. **Food Technology** (Chicago), v. 45 (6), p. 64, 66–68, 70, 1991.

EIM, V. S., SIMAL, S., ROSSELLO, C., & FEMENIA, A. (2008). Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). **Meat Science**, 80, 173–182.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; HAMADI ATTIA . Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review **Food Chemistry**, v. 124, p. 411–421, 2011.

ESCARPA, A.; GONZÁLEZ, M. C. Tecnología del almidón resistente. **Food Science and Technology International**, v.3, p.149-161, 1997.

ENGLYST, H.N.; KINGMAN, S.M.; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal Clinical Nutrition**, v. 46(2 Suppl):S33-S50, 1992.

ENGLYST, H. N.; TROWELL, H.; SOUTHGATE, D. A. T. & CUMMINGS, J. H. Dietary fiber and resistant starch. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, p. 873–874, 1987.

FAO/WHO (Food and Agriculture Organisation/World Health Organization). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. **WHO technical report series**, Vol. 916, 2002.

FARAJ, A.; VASANTHAN, T. & HOOVER, R. The effect of extrusion cooking on resistant starch formation in waxy and regular barley flours. **Food Research International**, v. 37, p. 517–525, 2004.

FARIA, J. A. F.; FELÍCIO, P. E; NEVES, M. A.; ROMANO, M. A. Formação e estabilidade de cor em produtos cárneos curados. **Revista Tecnologia de Carnes**, v. 3, n. 2, p. 16 – 22 2001.

FAUSTO, F. D.; KACCHI, A. I. & MEHTA. Starch products in confectionery. **Beverage & Food World**, v. 24(4), p. 4–16, 1997.

FERNÁNDEZ- SALGUEIRO, J.; GÓMEZ, R.; CARMONA, M. A. Water activity in selected high-moisture foods. **Journal of Food Composition and Analyses**, v.6, p. 364 – 369 1993.

FERREIRA, C. L. L. F. **Prebióticos e probióticos**: atualização e prospecção. Viçosa (MG): Suprema Gráfica e Editora, 2003.

FUENTES- ZARAGOZA, E.; RIQUELME- NAVARRETE, M.J.; SANCHÉS- ZAPATA, E.; PÉREZ- ALVAREZ, J.A. Resistant starch as functional ingredient. **Food Research**, v. 43, p. 931- 942, 2010.

GARCIA, M. L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M.; GAVLEZ, D.; CASAS, C. & SELGAS, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausage. **Meat Science**, v. 60, p. 227– 236, 2002.

GARCIA-GARCIA, E., & TOTOSAUS, A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, v. 78(4), p. 406–413, 2008.

GICZEWSKA, A., & BOROWSKA, J. Nutritional value of broad bean seeds. Part 1: Starch and fibre. **Food**, v. 47(2), p. 95–97, 2003.

GOÑI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; GARCIA, D. Almidon resistente componente indigestible de la dieta alimentaria. **Alimentaria**, v. 261, p.31-33, 1995.

HAPPKE, K.; ROSA, M.N.; KUBOTA, E.H.; TERRA, N.N. Controle da oxidação lipídica na mortadela. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.206, p. 67-72, 1994.

HARALAMPU, S. G. (2000). **Resistant starch: A review of the physical properties and biological impact of RS3**. Carbohydrate Polymers, 41, 285–292.

HERNÁNDEZ, O.; EMALDI, U. & TOVAR, J. In vitro digestibility of edible films from various starch sources. **Carbohydrate Polymers**, v. 71, p.648–655, 2008.

HORITA, C.N. **Redução de cloreto de sódio em produto emulsionado tipo mortadela: influência sobre a qualidade global**. 2010. 107p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2010.

HUGHES, S.; COFRADESB & D. J. TROY. Effects of Fat Level, Oat Fibre and Carrageenan on Frankfurters Formulated with 5%, 12% and 30% Fat. **Meat Science**, Vol. 45, No. 3, 273-281, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 512 p. ed.4, Brasília, 2005.

INTARAPICHET, K. O.; MAIKHUNTHOD, B. & THUNGMANEE, N. Physicochemical characteristics of pork fed palm oil and conjugated linoleic acid supplements. **Meat Science**, v. 80(3), p. 788–794, 2008.

JAKSZYN, P., & GONZALEZ, C. A. Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: A systematic review of the epidemiological evidence. **World Journal of Gastroenterology**, v. 12(27), p. 4296–4303, 2006.

JENKINS, D.J.A. et al. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **J Am Coll Nutr**, v.17, n.6, p.609- 616, 1998.

JIMENEZ-ESCRIG, A., & SANCHEZ-MUNIZ, F. J. Dietary fibre from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. **Nutrition Research**, v. 20, p. 585–598, 2000.

JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. Review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.7, p. 41-48, 1996.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Food Science and Technology**, v. 11, p. 56 – 66, 2000.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as Functional foods. **Meat Science**, Barking, v.59, p. 5-13, 2001.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; AYO, M.J.; CARBALLO, J. (2005) Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**, v. 69, p. 781-788.

JUAREZ-GARCIA, E. ET al. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. **Plant Food Human Nutrition**, v. 61, p. 131-137, 2006.

KIM, J., MARSHAL, M. R., & WEI, C. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 43, p. 2839–2845, 1995.

KHALIL, A. H. Quality characteristics of low fat beef patties formulated with modified corn starch and water. **Food Chemistry**, v. 68(1), p. 61-68, 2000.

LIU, Q. Understanding Starches and Their Role in Food. In: **Food Carbohydrates: chemistry, Physical Properties, and Applications**. Ed. Cui S. CRC Press Taylor & Francis Group. New York. USA. p. 309-349, 2005.

LOBO, A.R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 16(2): p. 219-226, abr-jun, 2003.

LUNN, J, & BUTTRISS, J. **Carbohydrates and dietary fibre**, v. 32, p. 21–64, 2007.

MANÃS, E., BRAVO, L., SAURA-CALIXTO, F. Sources of error in dietary fibre analysis. **Food Chemistry**, v. 50, p. 331-342, 1994.

MANSOUR, E.H., KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, n. 79, p. 493-498, 1999.

McCLEARY BV. Measurement of dietary fibre components: the importance of enzyme purity activity and specificity. *In*: McCleary V, Prosky L. **Advanced dietary fibre technology**. Oxford: Blackwell Science; 2001. p. 89-105.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. **Sensory evolution techniques**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, Inc. 1999. 387p.

MENDOZA, E., GARCÍA, M.L., CASAS, C., SELGAS, M.D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v.57, p. 387-393.

MENEZES, E.W.; DAN, M.C.T.; CARDENETTE, G.H.L.; GONI, ISABEL; BELLO-PEREZ, L.A.; LAJOLO, F.M. *In vitro* Colonic Fermentation and Glycemic response of different kinds of unripe banana flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65 (4), p. 379-385, 2010.

MERMELSTEIN, N. H. Analyzing for resistant starch. **Food Technology**, v. 4, p. 80–84, 2009.

MIKULIKOVA,D.;MASAR,S. & KRAIC,J.Biodiversity of legume-promoting starch.**Starch**, v. 60, p. 426-432, 2008.

MUGUERZA, E.; GIMENO, E. O.; ANSORENA, D.; ASTIOSARÁN, I. New formulations for healthier sausages: a review. **Food Science and Technology**, v. 15, p. 452 – 457, 2004.

NUGENT, A. P. Health properties of resistant starch. **British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 27–54, 2005.

OLIVO, R. **Uso do colágeno em emulsões cárneas**. São Paulo, 1995. 120 p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências farmacêuticas da USP.

PEARSON, A.M. & GILLETT, T.A. **Processed meats**. Chapman & Hall, New York, 3 Ed, 1996.

PEREIRA, K.D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(supl.): 88-92, ago. 2007.

PERERA, A.; MEDA, V. TYLER, R.T. Resistant starch: a review of analytical protocols for determining resistant starch and factors affecting the resistant starch contents of foods. **Food Research International**, v. 43(8), p. 1959-1974, 2010.

PEREZ-ALVAREZ, J.A. (2008a). Overview of meat products as functional foods. In: J.Fernandez-Lopez & J.A. Perez- Alvarez (Eds). **Technological strategies for functional meat products development** (pp.1-17).Kerala,India: Transworld Research network.

PIETRASIK, Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and color of comminuted scalded sausages. **Meat Science**, v. 51, p. 17-25, 1999.

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.

PINERO, M. P., PARRA, K., HUERTA-LEIDENZ, N., ARENAS DE MORENO, L., FERRER, M., ARAUJO, S. Effect of oat's soluble fiber (beta-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Science**, v. 80(3), p. 675–680, 2008.

PROSKY& MUGFORD. Letters to the editors. Resistant starch and dietary fibre. **Carbohydrate Polymers**, v. 44, p. 8, 2001.

RABEN, A.; TAGLIABUE, A.; CHRISTENSEN, N. J.; MADSEN, J.; HOLST, J. J. & ASTRUP, A. Resistant starch: The effect on postprandial glycemia, hormonal response and satiety. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 60, p. 544–551, 1994.

RATNAYAKE, W. S. & JACKSON, D. S. Thermal behavior of resistant starches RS 2, RS 3, and RS 4. **Journal of Food Science**, v. 73(5), p. 356–366, 2008.

READER, D.; JOHNSON, M. L.; HOLLANDER, P. & FRANZ, M. Response of resistant starch in a food bar vs. two commercially available bars in persons with type II diabetes mellitus. **Diabetes**, v. 46(1), p. 254, 1997.

RESISTANT STARCH. An information portal for health professionals. Disponível em: <<http://www.resistantstarch.com>>. Acesso em 07 agosto de 2010.

ROCHFORT, S., & PANOZZO, J. Phytochemicals for health, the role of pulses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 7981–7994, 2007.

RODRÍGUEZ, S. L.; ISLAS, J. J.; AGAMA, E.; TOVAR, J. & BELLO, L. A. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v. 107, p. 1515–1521, 2008.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. et al. Characterization of fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chem.**, v. 107, p. 1515-1521, 2008.

ROEHRIG, K. L. The physiological effects of dietary fiber. **Food Hydrocolloids**, v. 2, p. 1–18, 1988.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPA A, J.; PUOLANNE, E.; LYLÄ, M.; LAHTENMAKI, L.; NIEMISTO, M. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. **Meat Science**, v. 64(4), p. 371–381, 2003.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E.(2005). Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, Barking , v.70, n.3, p. 531-541, 2005.

SAJILATA, M. G.; SINGHAL, R. S.& KULKARNI, P. R. Resistant starch – A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, p. 1–17, 2006.

SANZ, T., SALVADOR, A., & FISZMAN, S. M. Resistant starch (RS) in battered fried products: Functionality and high-fibre benefit. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 543–549, 2008 a.

SANZ, T., SALVADOR, A., & FISZMAN, S. M. Evaluation of four types of resistant starch in muffin baking performance and relationship with batter rheology. **European Food Research & Technology**, v. 227, p. 813–819, 2008 b.

SAYAGO-AYERDI, S. G., BRENES, A., & GONI, I. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. **LWT – Food. Science and Technology**, v. 42, p. 971–976, 2009.

SCHWEIZER, T. F. (1989). **Dietary fiber analysis**. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 22, 54–59. In: PROSKY & MUGFORD. Letters to the editors. Resistant starch and dietary fibre. *Carbohydrate Polymers*, v. 44, p. 81, 2001.

SHAND, P. J. Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. **Journal of Food Science**, v. 65(1), p. 101–107, 2000.

SHARMA, A., YADAV, B. S., & RITIKA. Resistant starch: Physiological roles and food applications. **Food Reviews International**, v. 24, p. 193–234, 2008.

SLAVIN, J. Whole grains and human health. **Nutrition Research Reviews**, v. 17, p. 99–110, 2004.

SMITH, C.G.; JUHN, H.; CARPENTER, Z.L.; MATTIL, K.F.; CATER, C.M. Efficacy of protein additives as emulsion stabilizers in frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.38, n.5, p.849-855, 1973.

SILVA, R.N.; MONTEIRO, V.N.; ALCANFOR, J.X.; ASSIS, E.M.; ASQUIERI, E.R. Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas 23 (3): 337-341, set-dez, 2003.

SOFOS, J. N. Challenges to meat safety in the 21st century. **Meat Science**, v. 78, p. 3–13, 2008.

THARANATHAN, R. N. Food-derived carbohydrates: Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 22(1), p. 65–84, 2002.

TOPPING, D. L.; CLIFTON, P. M. Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides. **Physiological Reviews**, v.81, n.3, p.1031-1064, 2001.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, v. 78, p. 104 – 113, 2008.

VERBEKE, W., PÉREZ-CUETO, F. J. A., DE BARCELLOS, M. D., KRYSTALLIS, A., & GRUNERT, K. G. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat Science**, v. 84, 284–292, 2010.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; PEREZ-ALVAREZ, J. Effect of adding citrus fibre washing water and rosemary essential oil on the quality characteristics of a bologna sausage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 958–963, 2010.

XIONG, Y. L. Role of miofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v. 38, p. 281 – 287, 2005.

ZALLIE, J. P.; ALTIERI, P. A.; CHIU, C.-W.; & HENLEY, M. (1996). Method for increasing expansion and improving texture of fiber fortified extruded food products. US Patent 5,480,669. In: HARALAMPU, S. G. (2000). Resistant starch: A review of the physical properties and biological impact of RS3. **Carbohydrate Polymers**, 41, 285–292.

ZHANG, W.; XIAO, S.; SAMARAWEERA, H.; LEE, E.J.; AHN, D. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, 86 (2010) 15–31.

WALTER, M.; PICOLLI, L. S.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.974-980, jul-ago, 2005.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. **Meat Science**, v. 86, p. 196–213, 2010.

WEPNER, B.; BERGHOFER, E.; MIESENBERGER, E. & TIEFENBACHER, K. Citrate starch: Application as resistant starch in different food systems. **Starch**, v. 51(10), p. 354–361, 1999.

WOLF, B. W. et al. Effects of chemical modification on *in vitro* rate and extent of food starch digestion: an attempt to discover a slowly digested starch. **J Agr Food Chem**, v.47, p.4178-4183, 1999.

YOUSSEF, M.K. & BARBUT, S. Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. **Meat Science**, v. 87, p. 356–360, 2011.

YUE, P., & WARING, S. Resistant starch in food applications. **Cereal Foods World**, v. 43(9), p. 690–695.942, 1998.

ANEXOS

ANEXO I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA
PESQUISA COM SERES HUMANOS**

PROJETO DE PESQUISA: **Aplicação de amidos resistentes como ingrediente extensor substituto de gordura em produto cárneo emulsionado.**

RESPONSÁVEL PELA PESQUISA: **Carla Ivone Carraro**

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:

Devido ao grande desafio das indústrias em desenvolver produtos com maior qualidade funcional, e que satisfaçam as expectativas dos consumidores, é necessário estudos que abordem a substituição de gordura em produtos cárneos por extensores funcionais. Portanto, o objetivo do trabalho é avaliar a aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado com função probiótica e apelo de saudabilidade.

PROCEDIMENTO:

O provador terá, durante a execução do projeto, toda a liberdade para questionamento de qualquer dúvida e esclarecimento sobre a pesquisa a ser realizada, bem como poderá deixar de participar a qualquer tempo, sem prejuízos. A equipe deixa claro ao provador que não haverá qualquer risco com a sua participação na pesquisa, a menos que o provador tenha alergia a produtos cárneos, deverá ser informado previamente à equipe responsável pela pesquisa. Além disso, a equipe assegura que os dados de identidade fornecidos são sigilosos.

Comitê de Ética em Pesquisa em caso de reclamações: (19) 3521-8936

Data ____/____/____

Assinatura do responsável pela pesquisa: _____

Assinatura do provador: _____

RG: _____

ANEXO II – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL- DIFERENÇA DE CONTROLE

Ficha de Avaliação Sensorial – teste “Diferença do Controle”

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo amostras de produtos cárneos. Prove a amostra padrão e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas e avalie, na escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere, em termos de sabor de condimentos, textura, cor da amostra em relação ao padrão.

- 1 = Extremamente menos
- 2 = Muito menos
- 3 = Moderadamente menos
- 4 = Ligeiramente menos
- 5 = Igual
- 6 = ligeiramente mais
- 7= Moderadamente mais
- 8 = Muito mais
- 9 = extremamente mais

Sabor de condimentos

Amostras	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Diferença	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Cor da amostra

Amostras	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Diferença	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Textura

Amostras	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Diferença	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentários (opcional): _____

ANEXO III - QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE PROVADORES

Questionário de Recrutamento de Provadores

1. Nome: _____
2. Idade: _____
3. Sexo: ☐ feminino ☐ masculino
4. Você costuma consumir leite?
- ☐ sim ☐ não
5. Com que frequência você costuma consumir produto cárneo?
- ☐ todos os dias
- ☐ uma vez por semana
- ☐ a cada quinze dias
- ☐ uma vez por mês
- ☐ menos de vez por mês
6. Quais os fatores que determinam sua escolha na hora de comprar o produto cárneo? Enumere as opções em ordem de importância, sendo 1 o fator mais importante.
- ☐ preço
- ☐ marca
- ☐ sabor
- ☐ valor calórico
- ☐ outro. Qual? _____
9. Você é alérgico a algum tipo de alimento?
- ☐ sim ☐ não
10. Se você respondeu sim à pergunta anterior, qual (is)?
- _____

ANEXO IV - TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL PARA PRODUTO CARNEO EMULSIONADO- TIPO MORTADELA

Nome: _____ Data: ____/____/____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma das amostras nos atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do produto.

9 = gostei muitíssimo

8= gostei muito

7 = gostei moderadamente

6= gostei ligeiramente

5= nem gostei/nem desgostei

4= desgostei ligeiramente

3= desgostei moderadamente

2= desgostei muito

1= desgostei muitíssimo

	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
AMOSTRAS	NOTA	NOTA	NOTA	NOTA	NOTA

2. Por favor, com relação a cada amostra, indique se você **GOSTOU** ou **NÃO GOSTOU** de um modo geral. Responda **SIM**, caso você tenha gostado da amostra ou **NÃO** caso você não tenha gostado da amostra.

Amostra

_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()

3. Por favor, com relação a cada amostra, indique qual seria sua **INTENÇÃO DE COMPRA**. Responda **SIM**, caso você comprasse o produto e **NÃO** caso você não comprasse o produto.

Amostra

_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()
_____	SIM ()	NÃO ()

ANEXO V - TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL INFORMADO

Nome: _____

Data: ____/____/____

1. Por favor, avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada uma das amostras nos atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do produto.

9 = gostei muitíssimo
 8 = gostei muito
 7 = gostei moderadamente
 6 = gostei ligeiramente
 5 = nem gostei/nem desgostei
 4 = desgostei ligeiramente
 3 = desgostei moderadamente
 2 = desgostei muito
 1 = desgostei muitíssimo

	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL
AMOSTRAS	NOTA	NOTA	NOTA	NOTA	NOTA

MORTADELA PREBIÓTICA

MORTADELA PREBIÓTICA COM REDUÇÃO DE 50 % DE GORDURA, REDUÇÃO DO TEOR CALÓRICO, ADICIONADA DE AMIDO RESISTENTE QUE FUNCIONA COMO FIBRA ALIMENTAR COM APELO DE SAUDABILIDADE, PROPORCIONANDO UMA DIETA SAUDÁVEL E BALANCEADA COM VÁRIOS BENEFÍCIOS COMO: REDUÇÃO DO RISCO DE DOENÇAS CRÔNICAS, PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS COMO DIABETES, CANCER DE COLON E OBESIDADE.