

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

TATIANA FONTOURA VIDAL BANDEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE REESTRUTURADO EMPANADO DE CARNE DE
AVESTRUZ E COLÁGENO EM FIBRA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA**

FORTALEZA

2014

TATIANA FONTOURA VIDAL BANDEIRA

DESENVOLVIMENTO DE REESTRUTURADO EMPANADO DE CARNE DE
AVESTRUZ E COLÁGENO EM FIBRA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Passos Rodrigues

FORTALEZA
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- B168d Bandeira, Tatiana Fontoura Vidal.
 Desenvolvimento de reestruturado empanado de carne de avestruz e colágeno em fibra como substituto de gordura / Tatiana Fontoura Vidal Bandeira. – 2014.
 124 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2014.
 Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.
 Orientação: Profa. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues.
1. Avestruz. 2. Empanamento. 3. Análise sensorial. 4. Instrumental. I. Título.

TATIANA FONTOURA VIDAL BANDEIRA

DESENVOLVIMENTO DE REESTRUTURADO EMPANADO DE CARNE DE
AVESTRUZ E COLÁGENO EM FIBRA COMO SUBSTITUTO DE GORDURA

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Passos Rodrigues (orientadora)
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dr^a. Elisabeth Mary Cunha da Silva (membro)
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dr^a. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu (membro)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dr^a. Silvia Maria de Freitas (membro)
Universidade Federal do Ceará

Dr^a. Anida Maria Moraes Gomes (membro)
Universidade Federal do Ceará

Ao Rogerio e ao Mateus, meus motivos para seguir em frente, pelo apoio diário.

Aos meus pais, Mirtes e Leo, pela dedicação de uma vida inteira.

AGRADECIMENTOS

A Deus, inteligência suprema, pela oportunidade de viver e aprender, com cada erro e acerto, em tantas vidas.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela minha formação acadêmica desde a graduação até o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Ao Programa REUNI de Orientação e Operacionalização da Pós-Graduação Articulada à Graduação (PROPAG) por contribuir com a minha formação para a docência no Ensino Superior.

À Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Passos por aceitar a orientação deste trabalho, pela amizade, pela confiança em mim depositada e por sua disposição em ajudar sempre.

À Prof.^a Dr.^a Elisabeth Cunha por tornar possível a execução dos processamentos e das análises físico-químicas, bem como por toda a atenção dispensada.

À Prof.^a Dr.^a e grande amiga Virgínia Abreu por gentilmente aceitar o convite para participar da banca, pelas críticas e sugestões que contribuíram sobremaneira para a melhoria desta pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Sílvia Freitas pela valorosa contribuição nas análises estatísticas e pelas correções neste trabalho.

À Dr.^a Anida Moraes pelas sugestões e pela realização das análises de infravermelho.

À empresa NovaProm pela concessão do colágeno em fibra utilizado na elaboração dos produtos.

Ao Sr. Valter Falci da empresa Strut Way pelo fornecimento da carne de avestruz dos testes pré-experimentais.

À Ticiane Coelho pela execução das análises microbiológicas.

Aos queridos amigos e bolsistas de Iniciação Científica, Bruno e Carolina, pela ajuda em todos os momentos: nas análises, nas compras de material, nas conversas e no que mais fosse preciso. Vocês foram fundamentais para o sucesso deste trabalho!

Aos bolsistas de Iniciação Científica que iniciaram o projeto, Eduardo e Larissa, pela colaboração na revisão da literatura e na realização dos testes pré-experimentais.

À querida amiga Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia pela ajuda na realização do processamento e na correção e discussão dos resultados. Minha gratidão vai além dessas linhas.

Aos amigos Vanderson, Mariana, Marina e Flávia por estarem sempre presentes auxiliando no processamento e armazenamento das amostras, nas aulas que precisei ministrar, nas análises sensoriais e estatísticas e oferecendo momentos de descontração e alegria que me encorajaram a continuar. Obrigada, meus queridos!

Aos funcionários da Universidade Federal do Ceará: Vandira (Laboratório de Análise Sensorial), Luiz, Rozelúcia e Norma (Laboratório de Carnes e Pescado) pela contribuição na realização das análises.

Ao meu esposo e amigo, Rogerio, pela disposição em transportar a matéria-prima, as amostras e os demais materiais dos experimentos, além do apoio, paciência e carinho. Obrigada por me incentivar e por não me deixar desistir.

Às minhas irmãs, Ticiane e Luciana, à minha tia, Lêda, e à minha sogra, Raquel, por cuidarem do meu filho com paciência e amor na minha ausência e por me acompanharem quando eu precisei de ajuda com ele fora de casa. Nenhum agradecimento seria suficiente para expressar minha gratidão.

Aos demais familiares e amigos pela torcida e energias positivas indispensáveis ao bom desempenho dessa pesquisa.

Aos alunos de Introdução à Análise Sensorial que me permitiram não só ensinar, mas principalmente aprender nesses meus primeiros passos rumo à docência.

A todos os colegas e professores da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFC pelo convívio e aprendizado.

“Procure ser uma pessoa de valor, em vez de procurar ser uma pessoa de sucesso. O sucesso é consequência”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Dentre os produtos cárneos que podem ser elaborados a partir da carne de avestruz, destacam-se os reestruturados empanados. Tendo em vista que os produtos cárneos empanados convencionais apresentam um alto conteúdo de gordura, a elaboração de um empanado contendo carne de avestruz e utilizando colágeno em fibra como substituto de gordura é uma oportunidade para oferecer ao consumidor um produto empanado com menor conteúdo lipídico. Dessa forma, esta pesquisa objetivou desenvolver e avaliar as características sensoriais, físicas e físico-químicas de um produto cárneo reestruturado empanado, elaborado a partir do aproveitamento de cortes de menor valor comercial de carne de avestruz (*Struthio camelus*), utilizando colágeno em fibra como substituto de gordura. O estudo foi dividido em dois experimentos. O primeiro experimento consistiu no desenvolvimento do produto reestruturado empanado, através da determinação das melhores formulações por planejamento experimental (Metodologia de Superfície de Resposta), combinando níveis das variáveis independentes: carne de avestruz e colágeno em fibra, considerando como variáveis dependentes os parâmetros de aceitação sensorial e dureza instrumental (força de cisalhamento). O segundo experimento consistiu na avaliação das características sensoriais (dureza sensorial, aceitação, intenção de compra, preferência e expectativa do consumidor), física (dureza instrumental) e físico-químicas (composição química e análise das interações moleculares por espectroscopia de infravermelho) das formulações selecionadas no primeiro experimento. A formulação elaborada com 78,00% de carne de avestruz e 3,43% de colágeno em fibra apresentou menor dureza sensorial, boa aceitação, intenção de compra positiva e alta expectativa dos consumidores, além de valores desejáveis de dureza instrumental, maior conteúdo de proteína e menor conteúdo de gordura, sendo um indicativo de que poderá ser uma boa alternativa de consumo para a carne de avestruz.

Palavras-chave: *Struthio camelus*. Empanamento. Sensorial. Instrumental.

ABSTRACT

Among the meat products that may be made from ostrich meat, stand out breaded restructured. Considering that conventional breaded meat products have a high fat content, the development of a batter containing ostrich meat and using collagen fiber as a fat substitute is an opportunity to offer the consumer a breaded product with lower fat content. Thus, this study aimed to develop and evaluate the sensory, physical and physicochemical characteristics of a restructured meat product fingers, drawn from the use of smaller cuts commercial value of ostrich meat (*Struthio camelus*) using collagen fiber as fat replacer. The study was divided into two experiments. The first experiment consisted in product development restructured fingers, by determining the best formulations for experimental design (Response Surface Methodology), matching levels of the independent variables: ostrich meat and collagen fiber, considering as dependent variables the acceptance criteria sensory and instrumental hardness (shear force). The second experiment consisted of the evaluation of sensory characteristics (sensory hardness, acceptance, purchase intent, preference and consumer expectations), physical (instrumental hardness) and physicochemical (chemical composition and analysis of molecular interactions by infrared spectroscopy) of the formulations selected in the first experiment. The formulation prepared with 78.00% of ostrich meat and 3.43% collagen fiber showed lower sensory hardness, good acceptance, positive purchase intent and high consumer expectations, and desirable values of instrumental hardness, higher content of protein and lower fat content, and an indication that it may be a good alternative consumption for ostrich meat.

Keywords: *Struthio camelus*. Coating. Sensory. Instrumental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma geral do processo de obtenção dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	46
Figura 2 - Ficha do teste triangular para seleção de julgadores.	55
Figura 3 - Análise sequencial para pré-seleção de julgadores.	56
Figura 4 - Modelo de ficha com escala semiestruturada para avaliação da intensidade de dureza.	58
Figura 5 - Modelo da ficha utilizada para ordenação das amostras de produtos cárneos empanados com diferentes níveis de intensidade de dureza.	59
Figura 6 - Modelo da ficha utilizada para avaliação da intensidade de dureza de diferentes amostras de produtos reestruturados empanados.	60
Figura 7 - Modelo da ficha utilizada para avaliação da intensidade de dureza das amostras de produtos reestruturados empanados.	61
Figura 8 - Modelo das informações fornecidas aos consumidores, correspondente à amostra contendo 0,50% de colágeno em fibra. As informações utilizadas para as demais amostras estão apresentadas no Apêndice VI.	63
Figura 9 - Superfície de resposta da variável aparência para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	69
Figura 10 - Gráfico de contornos da variável aparência para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	70
Figura 11 - Superfície de resposta da variável aroma para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	71
Figura 12 - Gráfico de contornos da variável aroma para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	72
Figura 13 - Superfície de resposta da variável sabor para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	73
Figura 14 - Gráfico de contornos da variável sabor para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	74
Figura 15 - Superfície de resposta da variável textura para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	75

Figura 16 - Gráfico de contornos da variável textura para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	76
Figura 17 - Superfície de resposta da variável impressão global para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	78
Figura 18 - Gráfico de contornos da variável impressão global para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	79
Figura 19 - Superfície de resposta da variável força de cisalhamento para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem)...81	81
Figura 20 - Gráfico de contornos da variável força de cisalhamento para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (modelo de 2ª ordem).	82
Figura 21 - Intenção de compra dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	88
Figura 22 - Frequência acumulada de consumidores com intenção de compra positiva (notas 6 a 9) para os três tratamentos nas fases de avaliação às cegas e informada (n = 72).	92
Figura 23 - Frequência acumulada de consumidores com intenção de compra positiva (notas 6 a 9) para os três tratamentos nas fases de avaliação às cegas e de expectativa (n = 72).....	92
Figura 24 - Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa gerada pelo produto reestruturado empanado contendo 0,50% de colágeno em fibra no teste de escala hedônica (n = 72).	94
Figura 25 - Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa gerada pelo produto reestruturado empanado contendo 3,43% de colágeno em fibra no teste de escala hedônica (n = 72).	94
Figura 26 - Representação gráfica dos efeitos individuais da expectativa gerada pelo produto reestruturado empanado sem adição de colágeno em fibra no teste de escala hedônica (n = 72).	95
Figura 27 - Espectros de infravermelho dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (T1, T2 e T3), da carne de avestruz e do colágeno em fibra.	100

Figura 28 - Espectros de infravermelho das misturas de carne de avestruz e colágeno em fibra a 0,50 e 3,43%, da carne de avestruz e do colágeno em fibra..... 101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação básica utilizada na elaboração dos produtos reestruturados empanados.....	47
Tabela 2 - Delineamento composto central. Fatores: percentuais de carne de avestruz e de colágeno em fibra.....	49
Tabela 3 - Concentração de carne de avestruz e colágeno em fibra presentes nos reestruturados empanados.....	51
Tabela 4 - Composição centesimal, pH, Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Capacidade Emulsificadora (CE) da carne de avestruz.	66
Tabela 5 - Média do atributo aparência para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	70
Tabela 6 - Média do atributo aroma para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	72
Tabela 7 - Média do atributo sabor para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	74
Tabela 8 - Média do atributo textura para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	76
Tabela 9 - Teste de comparação de médias da aceitação do atributo textura em relação aos percentuais de carne de avestruz para as formulações do produto reestruturado empanado.	77
Tabela 10 - Média do atributo impressão global para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	79
Tabela 11 - Média da força de cisalhamento para as formulações contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	82
Tabela 12 - Concentração de carne de avestruz e colágeno em fibra presentes nos reestruturados empanados por tratamento.	83
Tabela 13 - Valores médios para o atributo dureza dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	84

Tabela 14 - Média e desvio padrão da aceitação dos atributos e aceitação global dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	85
Tabela 15 - Módulos das diferenças entre os pares dos totais de ordenação da preferência dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra (n = 72).	89
Tabela 16 - Médias e desvio padrão do teste de escala hedônica para a fase as cega, de expectativa e informada (n = 72).	90
Tabela 17 - Representação dos percentuais de consumidores que se distribuíram nas regiões de assimilação e contraste, os sem definição e os que não apresentaram efeito com relação à expectativa gerada pelos produtos reestruturados empanados (n = 72).	96
Tabela 18 - Dureza instrumental (força de cisalhamento) dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.	97
Tabela 19 - Composição química dos produtos reestruturados empanados contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	98

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Estruticultura.....	20
2.2 Carne de avestruz.....	22
2.2.1 Aspectos nutricionais e sensoriais da carne de avestruz	23
2.2.2 Produtos derivados da carne de avestruz	26
2.3 Produtos cárneos reestruturados empanados	29
2.4 Utilização de substitutos de gordura em produtos cárneos	32
2.4.1 Colágeno.....	33
2.5 Aplicação da Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) no planejamento experimental	34
2.6 Avaliação sensorial em produtos cárneos empanados.....	36
2.6.1 Expectativa do consumidor	37
2.6.2 Análise sensorial descritiva	38
2.7 Análise de alimentos através de espectroscopia de infravermelho	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	43
3.1 Materiais	43
3.2 Métodos	43
3.2.1 Experimento 1: Desenvolvimento de um produto reestruturado empanado contendo carne de avestruz e colágeno em fibra.....	44
3.2.1.1 Caracterização da carne de avestruz	44
3.2.1.2 Formulação básica	45
3.2.1.3 Planejamento experimental	48
3.2.1.4 Análise estatística.....	53
3.2.2 Experimento 2: Avaliação sensorial, físicas e físico-química das melhores formulações.....	53
3.2.2.1 Avaliação sensorial dos produtos reestruturados empanados.....	53
3.2.2.2 Avaliação física dos produtos reestruturados empanados.....	64
3.2.2.3 Avaliação físico-química dos produtos reestruturados empanados.....	64

3.2.2.4 Análise estatística.....	65
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1 Experimento 1: Desenvolvimento de um produto reestruturado empanado contendo carne de avestruz e colágeno em fibra	66
4.1.1 Caracterização da carne de avestruz.....	66
4.1.2 Planejamento experimental.....	68
4.1.2.1 Aceitação sensorial.....	68
4.1.2.2 Dureza instrumental (força de cisalhamento)	80
4.2 Experimento 2: Avaliação sensorial, física e físico-química das melhores formulações	83
4.2.1 Avaliação sensorial dos produtos reestruturados empanados	84
4.2.2 Avaliação física dos reestruturados empanados	97
4.2.2.1 Dureza instrumental (força de cisalhamento)	97
4.2.3 Avaliação físico-química dos reestruturados empanados	98
4.2.3.1 Composição química	98
4.2.3.2 Análise das interações moleculares carne-colágeno.....	99
5 CONCLUSÕES	102
REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICES	116