

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

FACULDADE DE VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM HIGIENE VETERINÁRIA E

PROCESSAMENTO TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM

ANIMAL

**ANNA CAROLINA VILHENA DA
CRUZ SILVA CANTO**

**EFEITOS DA ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA SOBRE A
COR, TEXTURA E QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE
DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman
crocodilus yacare*) RESFRIADA**

NITERÓI

2011

ANNA CAROLINA VILHENA DA CRUZ SILVA CANTO

EFEITOS DA ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA SOBRE A COR, TEXTURA E
QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL
(*Caiman crocodilus yacare*) RESFRIADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientador: Prof. Dr. TEÓFILO JOSÉ PIMENTEL DA SILVA

Co-orientador: Dr^a. RENATA TORREZAN

Niterói
2011

ANNA CAROLINA VILHENA DA CRUZ SILVA CANTO

EFEITOS DA ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA SOBRE A COR, TEXTURA E
QUALIDADE SENSORIAL DA CARNE DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL
(*Caiman crocodilus yacare*) RESFRIADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de origem Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Teófilo Jose Pimentel da Silva – Orientador
Universidade Federal Fluminense

Prof.^a Dr.^a Mônica Queiroz de Freitas
Universidade Federal Fluminense

Dr.^a Renata Torrezan– Co-orientadora
Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro - RJ

Niterói
2011

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus caminhos e idéias, colocando em minha vida, anjos providos da capacidade de me guiar e ajudar.

A minha família linda, Aurora e Ernesto Cruz, Marcus, Márcia e Bernardo Canto, por serem sempre meu amparo e fortaleza, além de fornecerem subsídio físico, mental e financeiro para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador Professor Teófilo José Pimentel da Silva pela dedicação, envolvimento e preocupação com minha formação acadêmica, transmitindo conhecimento e experiências profissionais, além de ser símbolo de um profissional íntegro e completo.

À Professora Mônica Queiroz de Freitas pela atenção, sendo sempre solícita com minhas dúvidas e apreensões, além do auxílio nas análises estatísticas.

À Doutora Renata Torrezan pela co-orientação e recepção tão atenciosa na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, estando sempre disposta a ajudar.

Aos meus grandes amigos Alexandre Borges, Bruna Rosa, Bruno da Costa Lima, César Lázaro, Érica Santos, Flávia Paulino, Laís Buriti, Lúcia Rosa, Maria Lúcia Guerra e Rafael Nascimento, conquistados no curso de Pós-Graduação, pela incansável ajuda e pelos momentos inesquecíveis, tornando meus dias mais felizes.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA por ter aberto as portas para a manufatura da minha dissertação, oferecendo equipamentos e pessoal para meu auxílio.

Ao professor Robson Maia Franco pela amizade e incentivo.

Ao secretário Drausio de Paiva Ferreira por toda paciência e atenção disponibilizada.

À aluna de Iniciação Científica Ana Paula Pereira e à aluna de Doutorado Juliana Paulino, pela amizade conquistada e pela ajuda no projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro.

“Deus dorme nos minerais, desperta nas plantas, anda nos animais, e pensa no homem.”

Arthur Young

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, p. 9

LISTA DE QUADROS E TABELAS, p. 11

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS, p. 13

RESUMO, p. 15

ABSTRACT, p. 16

1 INTRODUÇÃO, p. 17

2 REVISÃO DE LITERATURA, p. 19

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CROCODILIANOS, p. 19

2.2 CARACTERÍSTICAS DO JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*),
p. 20

2.3 CRIAÇÃO DE CROCODILIANOS EM CATIVEIRO NO BRASIL, p. 21

2.4 UTILIZAÇÃO DA CARNE DE JACARÉ, p. 23

2.5 TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA (APH), p. 25

2.5.1 **Histórico**, p. 25

2.5.2 **Processamento à alta pressão**, p. 27

2.5.3 **Vantagens da Tecnologia**, p. 30

2.5.4 **Efeito da APH sobre os constituintes da carne**, p. 31

2.5.5 **Efeito da APH sobre a cor de produtos cárneos**, p. 32

- 2.5.6 **Efeito da APH sobre a textura de produtos cárneos**, p. 35
 - 2.5.6.1 Modificação da interação actina-miosina, p. 38
 - 2.5.6.2 Fragmentação das miofibrilas, p. 38
 - 2.5.6.3 Conversão da α -conectina em β -conectina, p. 39
 - 2.5.6.4 Efeito no tecido conjuntivo, p. 39
- 2.6 **ANÁLISE SENSORIAL**, p. 40
- 2.7 **CORRELAÇÃO DE MEDIDAS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS**, p. 42
- 2.8 **ANÁLISE DOS DADOS**, p. 43
 - 2.8.1 **Análise Univariada**, p. 43
 - 2.8.2 **Análise Multivariada**, p. 43
 - 2.8.3 **Análise de Componentes Principais**, p. 44

3 MATERIAL E MÉTODOS, p. 45

- 3.1 **OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS**, p. 45
- 3.2 **DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**, p. 46
- 3.3 **TRATAMENTO SOB ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA**, p. 46
- 3.4 **ANÁLISE DE COR INSTRUMENTAL (COLORÍMETRO)**, p. 48
- 3.5 **ANÁLISE DE TEXTURA INSTRUMENTAL (TEXTURÔMETRO)**, p. 50
- 3.6 **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DE CARNE DE CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL CONTROLE E PRESSURIZADAS**, p. 52
- 3.7 **ANÁLISE SENSORIAL (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA)**, p. 52
 - 3.7.1 **Apresentação das amostras**, p. 53
 - 3.7.2 **Condições Laboratoriais da ADQ da carne de jacaré**, p. 53
 - 3.7.3 **Recrutamento dos julgadores para a ADQ da carne de jacaré**, p. 53
 - 3.7.4 **Levantamento dos atributos sensoriais e treinamento de julgadores para a ADQ da carne de jacaré**, p. 54
 - 3.7.5 **Prova de seleção**, p. 54
 - 3.7.6 **Avaliação Sensorial Descritiva Quantitativa (ADQ)**, p. 55
- 3.8 **ANÁLISE ESTATÍSTICA**, p. 60

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO, p. 61

- 4.1 **VALORES DA ANÁLISE INSTRUMENTAL DE COR (COLORÍMETRO)**, p. 61

4.2 VALORES DA ANÁLISE INSTRUMENTAL DE TEXTURA (TEXTURÔMETRO),
p. 72

4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE DA CAUDA DE
JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) CONTROLE E
PRESSURIZADA A 200, 300 E 400MPa p. 78

4.4 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DE CARNE DE JACARÉ-DO-
PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) ESTOCADA EM TEMPERATURA DE
REFRIGERAÇÃO p. 79

4.5 ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL DA ADQ DE CARNE DE JACARÉ-
DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) ESTOCADA EM TEMPERATURA DE
REFRIGERAÇÃO p. 81

5 CONCLUSÕES p. 86

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS p. 87

7 APÊNDICES p. 98

7.1 APÊNDICE 1, p 99

7.2 APÊNDICE 2, p. 106

8 ANEXO p. 108

8.1 COMPROVANTE DE RECEPÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO ENVIADO
PELO PERIÓDICO, p.109

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 Equipamento piloto de alta pressão hidrostática (*Stansted Fluid Power* - modelo S-FL-850-9-W), p. 47
- Figura 2 Colorímetro portátil *Konica Minolta* modelo CR 400, calibrado com uma placa branca padrão ($Y = 94,2$; $x = 0,3160$; $y = 0,3326$), p. 48
- Figura 3 Carne de cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) crua controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa / 10 min. respectivamente da direita para a esquerda, p. 49
- Figura 4 Carne de cauda de jacaré cozida controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa / 10 min. respectivamente da direita para a esquerda, p. 49
- Figura 5 Carne de cauda de jacaré crua controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa respectivamente da direita para a esquerda, cortadas em cubos de 1cm^3 com temperatura de 10°C , p. 51
- Figura 6 Texturômetro, modelo TA-Hdi (Texture Analyser, Stable Micro System) com sonda metálica cilíndrica com 36mm de diâmetro (P/36R), p. 51
- Figura 7 Julgador realizando Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) em carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45), p. 56
- Figura 8 Ficha de avaliação empregada na análise sensorial descritiva quantitativa da carne da cauda de jacaré, nos diferentes tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45), p. 59
- Figura 9 Variação de L^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45)., p. 65
- Figura 10 Variação de a^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 65

- Figura 11 Variação de b^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 66
- Figura 12 Variação de L^* cozida em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 70
- Figura 13 Variação de a^* cozida em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 25, 30 e 45), p. 70
- Figura 14 Variação de b^* cozida em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 71
- Figura 15 Variação da coesividade em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 76
- Figura 16 Variação da dureza em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 76
- Figura 17 Variação da elasticidade em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 77
- Figura 18 Variação da resistência em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem.(1, 15, 30 e 45), p. 77
- Figura 19 Mapas das amostras (A) e dos atributos de cor, sabor e textura (B) da ADQ em carne de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa). Sendo CCR= cor crua, CCO= cor cozida, sabor (SAB), MAC= Maciez, SUC= suculência, FIB= fibrosidade e COE= coesividade, p. 83

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- Quadro 1 Material de referência empregado no treinamento da equipe sensorial que participou da Análise descritiva Quantitativa (ADQ) de carne da cauda de jacaré sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) mantida sob refrigeração, p. 57
- Quadro 2 Vocabulário descritivo empregado na ADQ de carne da cauda de jacaré sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) mantida sob refrigeração, p. 58
- Tabela 1 Valores médios e desvio padrão de L*, a* e b* da carne crua da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45), p. 62
- Tabela 2 Valores médios e desvio padrão de L*, a* e b* da carne cozida da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45), p. 68
- Tabela 3 Valores médios e desvio padrão de coesividade, dureza, elasticidade e resistência da carne da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45), p. 73
- Tabela 4 Valores médios e desvio padrão dos atributos cor crua, cor cozida, sabor, maciez, suculência, fibrosidade e coesividade da carne da cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa), p. 79
- Tabela 5 Valores obtidos na Análise de Componente Principal (ACP) dos dados da ADQ dos atributos de cor, sabor e textura da carne da cauda do jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa), p. 82
- Tabela 6 Cargas (r) e probabilidade (p) dos atributos descritivos de cor, sabor e textura sobre os CP1 e CP2, obtidos de componentes principais dos dados da ADQ da carne da cauda do jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa), p.82

Quadro 3 Valores de coeficientes de correlação (r) e nível descritivo de probabilidade entre dados sensoriais e instrumentais em carne da cauda de jacaré controle e pressurizadas a 200, 300 e 400MPa, p. 84

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ACP	Análise de Componente Principal
ALC	Ácido linolêico conjugado
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APH	Alta Pressão Hidrostática
APT	Análise de Perfil de Textura
BIMA	“Biochemical Index of Miofibrillar Aging”
°C	Grau Celsius
CIE	“Commission Internationale de l'Éclairage”
COOCRIJAPAN	Cooperativa dos criadores de jacaré-do-pantanal
CP1	Componente Principal 1
CP2	Componente Principal 2
CCR	Cor Crua
CCO	Cor Cozida
COE	Coesividade
CTAA	Centro de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos
DHA	Ácido Docosa Hexanóico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
EVOH	“Ethylene-Vinyl Alcohol Copolymer”

FAO	“Food and Agriculture Organization of the United Nations”
FIB	Fibrosidade
g	grama
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LTDA	Sociedade limitada
MAC	Maciez
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Mm	milímetro
MPa	Megapascal
MT	Mato Grosso
N	Newton
P	probabilidade
PFV	“Promatec Food Ventures”
pH	potencial hidrogeniônico
PVOH	“PolyVinyl Alcohol Copolymere”
R	cargas
SAS	“Statistical Analysis System”
SAB	Sabor
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SUC	Suculência
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFF	Universidade Federal Fluminense

RESUMO

Neste trabalho, foram utilizados vinte e quatro caudas de jacarés com o objetivo de avaliar o efeito da alta pressão hidrostática na cor, textura e perfil sensorial da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). As caudas foram escolhidas aleatoriamente em uma Cooperativa de Mato Grosso (SIF 2452), sendo fatiadas, embaladas à vácuo, pressurizadas e distribuídas em quatro grupos para o tratamento sob alta pressão: controle, 200, 300 e 400MPa/10 minutos. Após a pressurização, as amostras foram submetidas à análise instrumental de cor (colorímetro- L^* , a^* e b^*), textura (texturômetro) e sensorial de cor, sabor e textura (Análise Descritiva Quantitativa – ADQ) nos dias 1, 15, 30 e 45 dias de estocagem em temperatura de refrigeração de 4°C. Foi observado nas amostras cruas um aumento gradativo dos valores de L^* (luminosidade da carne) e uma diminuição gradativa dos valores de a^* (teor de vermelho) com o aumento da pressão aplicada. Durante o período de estocagem os valores de L^* obtiveram um aumento. No 45º dia houve uma diminuição nos valores de a^* nas amostras pressurizadas e um aumento nas amostras controle, já os resultados de b^* (teor de amarelo) não se modificaram muito durante este período. Com relação à cor da carne de jacaré cozida pode-se observar aumento dos valores de L^* das amostras pressurizadas a 300 e 400MPa, além disso, os valores de a^* e b^* se mantiveram praticamente os mesmos em todos os tratamentos. Em relação aos dias de estocagem foi observado a manutenção de L^* e queda dos valores de a^* . Os resultados de coesividade, elasticidade e resistência aumentaram, enquanto os de dureza diminuíram a pressão de 200MPa, mas voltaram a aumentar com o aumento da pressão. Os resultados de elasticidade, resistência e dureza diminuíram com o passar do período de estocagem enquanto a coesividade se manteve. Foram identificados pela utilização da ADQ sete atributos de cor, sabor e textura, dos quais a maciez e a suculência foram os mais importantes para caracterizar sensorialmente a carne de jacaré. Foi observada correlação ($r > 0,90$) entre valores de análise instrumental e sensorial de dureza e cor (L^* , a^* e b^* crua), as dimensões coesividade, L^* , a^* e b^* das amostras cozidas obtiveram valores de r de 0,58; 0,50; 0,90; 0,61, respectivamente. A pressão que se destacou positivamente foi a de 200MPa, caracterizando o tratamento sob alta pressão hidrostática como uma tecnologia de conservação de carne de jacaré promissora.

Palavras-chave: jacaré; *Caiman crocodilus yacare*, alta pressão hidrostática; cor; textura; perfil sensoria

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of high hydrostatic pressure in color and texture of Pantanal alligator's meat (*Caiman crocodilus yacare*) were used twenty-four alligators tails randomly drawn from a cooperative of Mato Grosso (SIF 2452). These tails were sliced, vacuum packaged, pressurized and distributed in four groups for treatment under high pressure: control, 200, 300 and 400MPa/10 minutes. After pressurization, the samples were analyzed through instrumental color (colorimeter-L*, a* and b*), texture (texturometer) and sensory analysis of color, flavor and texture (Quantitative Descriptive Analysis - QDA) on days 1, 15, 30 and 45 of storage under refrigeration temperature of 4 °C. We observed in raw samples a gradual increase in the L* (lightness of the meat) values and a gradual decrease of a* (redness) values with the increasing pressure. During the storage period, the L* values obtained an increase. On the 45th day there was a decrease in a* values in the pressurized samples and as well as an increase in the control samples, since the results of b* (yellowness) levels did not change much during this period. Regarding the color of cooked alligator meat, we observed an increase in L* values of samples pressurized at 300 and 400MPa, moreover, the values of a* and b* remained almost the same in all treatments. Concerning the days of storage, was observed the maintenance of L* and decrease in the values of a*. The cohesiveness, elasticity and resistance results increased while the hardness decreased in the pressure of 200MPa, but increased again with increasing pressure. The results of elasticity, resistance and hardness decreased with storage time while cohesiveness was maintained. By the use of QDA were identified seven attributes of color, flavor and texture, including tenderness and juiciness that were considered as the most important to characterize the sensory alligator meat. There was a correlation ($r > 0.90$) between values of instrumental and sensory analysis of hardness and color (L*, a*, b* raw), the dimensions cohesiveness, L*, a* and b* values of the cooked samples obtained r 0.58, 0.50, 0.90, 0.61, respectively. The pressure treatment under 200MPa of alligator's meat proved to be a promising retaining.

Key-words: alligator; *Caiman crocodilus yacare*, high hydrostatic pressure, color, texture, sensory profile

1 INTRODUÇÃO

O consumo de carnes de animais silvestres, no Brasil, vem aumentando nos últimos tempos com demanda para exportação. A criação racional de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) é uma atividade que vem se desenvolvendo no decorrer dos anos, cujo objetivo principal é o aproveitamento integral do animal, representando assim, uma atividade ecológica e economicamente promissora, especialmente para a região do Pantanal. Ultimamente, esta carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados, obtendo uma boa aceitação, reforçando assim, a viabilidade da utilização da mesma, como mais uma opção de fonte protéica de origem animal.

Como consequência da globalização e exigência do mercado, a indústria em nível mundial tem buscado aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos. Com esta finalidade, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas e/ou aperfeiçoadas, e, em geral, tem demonstrado resultados surpreendentes.

A Alta Pressão Hidrostática (APH) é uma tecnologia recente, não térmica, que consiste em submeter os alimentos líquidos e sólidos à pressão acima de 100MPa. Os parâmetros utilizados variam de 100-900MPa dependendo da matriz alimentar. Esta tecnologia apresenta grande potencial de uso no processamento de alimentos, visto que é eficiente na eliminação de microrganismos, propiciando assim, segurança microbiológica e aumento da validade comercial, mantendo as características nutricionais e sensoriais dos alimentos, como sabor, cor, textura e teor vitamínico (FERREIRA et al., 2008).

Na carne este processamento pode induzir mudanças nas características sensoriais, como cor e textura. A cor é um importante atributo de qualidade, pois é um dos primeiros aspectos a serem avaliados pelos consumidores nas gôndolas dos supermercados. A sua avaliação é um indício de seu frescor e influencia diretamente

o consumidor na decisão final de sua aquisição (FLETCHER et al. 2000). Outro parâmetro sensorial que afeta a aceitação da carne pelo consumidor é a textura e não menos importante o sabor logo após o consumo da mesma (RILEYA et al., 2005).

Com o aumento da competitividade do setor de carnes, a qualidade sensorial tornou-se um atributo essencial para difusão comercial da mesma no âmbito nacional e internacional. Dentre os atributos sensoriais mais valorizados pelo consumidor estão a maciez e o sabor, com destaque também para a aparência – cor da carne, que é um dos primeiros atributos com o qual o consumidor se depara na aquisição do produto. Os atributos maciez e cor podem ser medidos por meio de instrumentos, tais como texturômetros e colorímetros, ou ainda através de julgadores treinados (Análise Descritiva Quantitativa – ADQ).

Outros atributos igualmente relevantes como suculência e sabor não podem ser determinados por outra técnica senão pela análise sensorial. Por este motivo é importante realizar a análise sensorial descritiva por meio da equipe de provadores para avaliar atributos que não podem ser medidos instrumentalmente. Além disso, a análise sensorial é considerada um instrumento importante para avaliar a qualidade e aceitação do produto em um estudo (ROMANELLI, 1995).

Sendo assim, esta pesquisa foi conduzida visando à avaliação do efeito da tecnologia de alta pressão hidrostática sobre a cor, textura e qualidade sensorial na carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) resfriada (4°C) e estocada durante 45 dias, com os seguintes objetivos: (1) Avaliar a cor pelos parâmetros L*, a* e b* das amostras de carne de jacaré (cauda), resfriada a 4°C controle e tratadas com alta pressão de 200, 300 e 400 MPa (10 minutos), nos períodos de estocagem (1, 15, 30 e 45); (2) Medir instrumentalmente as propriedades reológicas de dureza, coesividade, elasticidade e resistência dessas amostras nos diferentes períodos de estocagem; (3) Analisar sensorialmente a cor, sabor e textura das mesmas nos diferentes períodos de estocagem; (4) Realizar a correlação entre as análises sensoriais e instrumentais, e (5) elucidar qual o melhor tratamento neste tipo de matriz.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Alguns temas de relevância ao assunto serão contemplados a seguir, entre eles: características dos crocodilianos e mais especificamente do jacaré-do-pantanal, criação de crocodilianos em cativeiro no Brasil, utilização da carne de jacaré, tecnologia de alta pressão hidrostática aplicada em alimentos, suas vantagens, limitações e seus efeitos sobre os constituintes cor e textura dos produtos cárneos, a importância da análise sensorial na indústria alimentícia e análise de dados.

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS CROCODILIANOS

Os crocodilianos atuais representam apenas uma pequena fração das espécies que existiram durante o período Triássico, há 220 milhões de anos. Os crocodilos modernos consistem de 23 espécies distribuídas nas regiões tropical e subtropical, às vezes se estendendo até as regiões temperadas do planeta (ZUG et al., 2001).

A família Crocodylidae inclui três subfamílias: Crocodylinae, Alligatorinae e Gavialinae. Destas, há 22 espécies de crocodilianos reconhecidas, das quais 15 são usadas comercialmente para manufatura de artigos de luxo. Os crocodilianos estão sendo aproveitados economicamente de três formas: “wild harvest”, consiste no manejo extensivo na natureza, geralmente seguindo critérios de extração e monitoramento; “ranching”, criação na qual os ovos ou filhotes são apanhados na natureza e criados até o tamanho de abate e “farming”, que pode ser definida como criação que engloba todo o ciclo reprodutivo da espécie (SANTOS, 1997).

2.2 CARACTERÍSTICAS DO JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*)

O jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) pertence à família Alligatoridae, gênero Caiman, espécie *Caiman crocodilus yacare* – Caiman é um termo espanhol para "jacaré" ou qualquer crocodiliano; crocodilus quer dizer "um crocodilo" (Latim). O termo "yacare" refere-se a jacaré ou yacaré de origem indígena. Em geral é semelhante ao *Caiman crocodilus* e atinge de 2,5 a 3 m de comprimento. É caracterizado por ter um focinho longo e possuir escamas osteodérmicas bem desenvolvidas. Os flancos, que são menos ossificados, têm mais valor no comércio de peles. No pantanal é chamado de jacaré-de-piranha devido à exposição visível de seus dentes, característica não muito comum entre os aligatídeos. A mandíbula possui manchas pretas, os dentes podem projetar-se para cima, ultrapassando a maxila superior. O número total de dentes varia de 72 até 82 distribuídos da seguinte forma: 10 pré-maxilares, 28-30 maxilares e 34-42 mandibulares (IBAMA, 2002).

No Brasil, o jacaré do pantanal tem seu habitat natural nas bordas da Bacia Amazônica e Bacia do Rio Paraguai (BRAZAITIS et al., 1990). Apresenta alta densidade populacional e ampla distribuição no Pantanal Mato-grossense, cuja região se caracteriza pela existência de uma variedade de macroambientes. Os animais habitam uma diversidade de ambientes aquáticos, conhecidos como baías (lagoas de água doce), salinas (lagoas de água salobra), corixos, rios e brejos (SANTOS, 1997).

Esta espécie é essencialmente carnívora e a dieta varia com a idade, habitat, estação e região geográfica (SANTOS, 1997). Na estação da seca sua alimentação é basicamente constituída por insetos e peixes (SANTOS et al., 1996). Entretanto, consome uma variedade de presas, incluindo crustáceos, moluscos e vertebrados (POOLEY, 1989). Em cativeiro é alimentado com ração em que a proteína animal é oriunda de vísceras bovinas moídas (pulmão, rim, fígado e baço), farinha de sangue, sangue, farinha de carne e concentrados de vitaminas e minerais (ALEIXO, 2002).

O período da postura dos ovos para os jacarés-do-pantanal depende da chuva nos meses que a antecedem. Para nidificação, utilizam ambientes como as

florestas que circundam as baías (borda de mata ou cerrado), as manchas de florestas isoladas em campo de inundação (capão de murundu), os campos de pastagens (campo de *Andropogon*) e as vegetações flutuantes, conhecidas localmente como baceiro. Normalmente, as fêmeas reprodutivas desovam de 20 a 30 ovos em uma câmara no interior do ninho e guardam esses durante o período de incubação que se estende por cerca de 70 dias (CAMPOS, 2003).

Na sua área de distribuição, o *Caiman crocodilus yacare* vem sendo submetido à caça ilegal há muito tempo (MARQUES; MONTEIRO, 1995). Apesar disso, as populações apresentam-se ainda com densidades altas, contabilizando 150 indivíduos/km², distribuídos em todo pantanal (MOURÃO, 2009). Este fato se deve à capacidade de reprodução relativamente rápida em comparação a outras espécies, o que colabora com a redução dos efeitos da pressão da caça. No entanto, o desmatamento para a implantação de pastagem no Pantanal pode afetar as populações desta espécie no futuro (MARQUES; MONTEIRO, 1995).

Os crocodilianos possuem uma pele muito procurada na indústria de couro. As peles de caiman, provenientes dos jacarés sul-americanos como o *Caiman crocodilus crocodilus* e *Caiman crocodilus yacare*, apresentam um menor valor de mercado quando comparadas às peles clássicas (oriundas das espécies *Alligator mississippiensis*, *Crocodylus niloticus*, *Crocodylus porosus* e *Crocodylus novaeguinae*) (VERDADE, 2004).

No Brasil abatem-se aproximadamente dez mil animais por ano, enquanto o líder mundial do segmento, a Colômbia, abate cerca de 600 mil jacarés legalmente e um milhão clandestinamente. Na Austrália e África juntas, 60 mil crocodilos são abatidos legalmente a cada 12 meses, com a finalidade de venda da carne como alimento humano e da epiderme como matéria-prima para acessórios, roupas e calçados (CASTRO, 2009).

2.3 CRIAÇÃO DE CROCODILIANOS EM CATIVEIRO NO BRASIL

De acordo com a Portaria n°118/97N (BRASIL, 1997), considera-se fauna silvestre brasileira todos aqueles animais pertencentes às espécies nativas, migratórias e quaisquer outras, aquáticas ou terrestres, reproduzidos ou não em

cativeiro, que tenham seu ciclo biológico ou parte dele ocorrendo naturalmente dentro dos limites do Território Brasileiro e suas águas jurisdicionais, dentro da qual se inclui o jacaré. O acesso, uso e comércio de animais silvestres são controlados pelo IBAMA.

A busca pelo manejo sustentável de espécies silvestres brasileiras (como o jacaré-do-pantanal), vem se destacando ao longo dos anos, por contribuir para o desenvolvimento econômico e ecológico de uma região (VICENTE NETO et al., 2006), sendo considerada uma estratégia para a conservação de ambientes naturais tropicais e, a manutenção da biodiversidade (RODRIGUES, 2007).

A criação racional de jacarés vem se desenvolvendo ao longo de 15 anos, propiciando assim, a obtenção de peles com melhor qualidade, além do aproveitamento integral do animal e diminuição da pressão sobre os estoques nativos (MACIEL, 2001; ALEIXO, 2002).

O manejo do jacaré-do-pantanal vem sendo feito tanto em sistemas fechados como em sistemas abertos de criação. Desde a década de 80, várias maneiras de utilização do jacaré têm sido testadas. A criação em sistema fechado, denominada “Farming”, consiste na manutenção de adultos reprodutivos e na criação dos jovens até o abate. Essa prática de manejo não é muito utilizada pelos criadores, devido ao alto custo da manutenção das matrizes e dos jovens. Na criação em sistema aberto, denominada “Ranching”, há uma coleta de ovos ou jovens oriundos da natureza. Essa técnica de manejo foi legalizada através da Portaria nº 126 do IBAMA (BRASIL, 1990), que regulamenta a criação, restringindo-a à área de distribuição da subespécie. O manejo extensivo, também chamado de “wild harvest”, se resume ao desfrute de adultos da natureza e é outra forma de utilização com fins de conservação da espécie e de seus habitats naturais (IBAMA, 2002).

Um criatório de animais silvestres para ser implementado, deve seguir a legislação pertinente do IBAMA. Já para o abate e a comercialização de sua carne, é necessário seguir ainda a legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que regulamentam a construção de matadouros, além de outras necessidades para a comercialização de alimentos (AZEVEDO et al., 2009).

Já existem no Brasil, matadouros e frigoríficos de animais silvestres com registro no MAPA, com o Serviço de Inspeção Federal da Pró-Fauna permitindo a comercialização de carnes não convencionais em todo o Brasil e exterior. Este tipo

de negócio tem crescido no país, pois utiliza pouca mão-de-obra, pois os animais rústicos não demandam muitos cuidados, além de ser uma atividade ecológica que não agride o meio ambiente, podendo utilizar áreas de reserva (AZEVEDO et al, 2009).

2.4 UTILIZAÇÃO DA CARNE DE JACARÉ

O interesse pelo aproveitamento da carne jacaré para consumo humano surgiu na década de 80 na Louisiana, Estados Unidos, em decorrência da grande procura pelo couro e ocorrência de matanças indiscriminadas, o que forçou o governo americano a legalizar a caça, evitando assim a extinção da espécie (MOODY et al., 1980).

Romanelli (1995) estudou as propriedades tecnológicas da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*) no Brasil e utilizou dois grupos de pesos diferentes (2 a 4 kg e 16,50 a 20,90 kg), reportando quantidades protéicas de 18,40 a 18,43%; umidade de 75,23 a 78,33%; lipídeos totais de 2,25 a 5,32%; e cinzas de 1,02 a 1,08%, para as duas categorias de peso, respectivamente.

Cossu et al. (2007) pesquisaram as características da carne do “yacare overo” (*Caiman latirostris*) e “yacare negro” (*Caiman yacare*) e constataram que a carne de jacaré parece ser um importante subproduto comercial, representando uma fonte protéica alternativa com alto valor econômico. Esta carne possui alta qualidade, contendo propriedades nutritivas, além de ser considerada uma carne saudável. A análise física da carne da cauda dos jacarés jovens, processados com boas práticas pré e pós abate, caracterizou esta carne como luminosa, pálida e levemente rosada; macia e com as perdas de água reduzidas durante a cocção. Do ponto de vista nutricional, a carne tem a vantagem de possuir uma elevada taxa de ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados, alto nível de ácido linolênico conjugado (ALC), ácidos graxos essenciais como o linolênico e derivados da família n-6 (ácido araquidônico) e da família n-3 (EPA e DHA). As características qualitativas observadas na carne da cauda de jacaré foram favoráveis e, muitas vezes superiores à outras carnes alternativas tradicionais de consumo.

Azevedo et al. (2009) em estudo realizado com carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) *in natura*, relataram que essa carne é um alimento de elevado valor nutritivo, destacando-se a elevada concentração do ácido graxo essencial linoléico, além da presença do alfa e gama linolênico.

Vieira (2010) pesquisou a caracterização do processo de *rigor mortis* do músculo *Ilio-ischiocaudalis* da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) e maciez desta carne e verificou que esta pode ser considerada como macia, pois obteve na técnica da força de cisalhamento valor menor que 6,0 kg.

O grande atrativo do jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*), sempre esteve relacionado à exploração do couro. Ultimamente, sua carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados e com uma boa aceitação (TABOGA et al., 2003). Apresentando aparência atraente e sabor agradável, além de grande potencial tecnológico para a elaboração de derivados, existe a possibilidade de utilização dessa carne, como opção de fonte protéica de origem animal, assim como complementar o comércio de couro (ROMANELLI, 1995).

No trabalho realizado por Romanelli et al. (2002) observou-se que nas quatro formas de processamento realizadas na carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) (tipo hambúrguer, enlatado, defumado, e tipo apresuntado), a aprovação situou-se acima de 50%, o que mostra a viabilidade técnica de se elaborar derivados de carne de jacaré como formas alternativas de consumo. Azevedo et al. (2009) estudaram a viabilidade na elaboração da carne de jacaré-do-papo-amarelo, em conserva, com três formulações diferentes: em óleo comestível, em salmoura com cebola e em salmoura temperada (cebola, pimentão e tomate). Os resultados encontrados confirmaram a possibilidade da comercialização destes produtos, sendo a conserva em óleo a mais aceita. Além disso, a elaboração de conservas permite um melhor aproveitamento da carne após o abate, agregando valor ao produto final.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 186 mil toneladas de produtos exóticos, como a carne de rã, jacaré e avestruz, foram consumidas no Brasil em 2003 (AZEVEDO et al., 2009).

Entretanto, a única alternativa que parece ser capaz de colocar o Brasil em uma posição de destaque no comércio internacional de produtos oriundos de animais silvestres é adequar a legislação nacional, permitindo o manejo sustentável

da fauna silvestre, ou seja, a caça comercial criteriosa, monitorada, fiscalizada e cientificamente embasada, eliminando com isso, o comércio ilegal e tráfico clandestino (MOURÃO,2009) .

A alta pressão hidrostática (APH) representa um atrativo nos processos não térmicos para o processamento de carnes (GARRIGA et al. 2002). No entanto, não há estudos até o momento utilizando esta tecnologia na carne de jacaré.

2.5 TECNOLOGIA DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA (APH)

Como conseqüência da globalização dos mercados, a fabricação de produtos cárneos está em um estágio de dinâmica inovação. A fim de manter ou reforçar a posição de liderança, indústrias alimentícias precisam levar em consideração a evolução das tendências e demandas dos consumidores (HUGAS et al., 2002).

Essas demandas estão em contínua mudança, mas alguns dos principais parâmetros já estão consolidados. Os consumidores exigem alimentos livres de aditivos, naturais, minimamente processados e estáveis em armazenamento (CAMPOS et al., 2003).

Para harmonizar ou alcançar a união de todas essas exigências sem comprometer a segurança dos produtos é necessário implementar novas tecnologias de conservação nas indústrias alimentícias (HUGAS et al., 2002).

A aplicação da tecnologia de alta pressão na preservação dos alimentos tornou-se alvo de interesse para os processadores de alimentos, pois oferece a oportunidade de produzir alimentos de alta qualidade nutricional e sensorial, com validade comercial prolongada e sem o uso de aditivos (CHEACH; LEDWARD, 1996).

2.5.1 Histórico

A geração de pressão para fins industriais, era ligada apenas à indústria militar. No princípio do século XIX, Perkins realizou os primeiros estudos sobre a

compressibilidade da água. Ainda neste mesmo século, Cailletet e Amagat fizeram investigações sobre o desenho dos equipamentos de alta pressão e também desenvolveram métodos para a mensuração de valores de alta pressão (TÉLLEZ-LUIS et al., 2001).

Os primeiros estudos referentes a alimentos, datam de 1899, quando Bert Hite (químico do *Agricultural Experiment Station, West Virginia, EUA*) observou que a validade comercial do leite e de outros produtos poderia ser prolongada depois da pressurização (SAN MARTÍN et al., 2002).

Não ocorreu grande interesse por esta tecnologia até 1980, quando Farkas, da Universidade de Delaware (E.U.A.) demonstrou que a alta pressão podia reduzir a carga microbiana patógena e deteriorante, inclusive microrganismos esporulados, além da atividade enzimática em alimentos e ao mesmo tempo preservava as características naturais dos mesmos (GARRIGA et al., 2002).

O grande interesse pelo processamento à alta pressão tem se desenvolvido desde 1985, quando seu potencial foi reintroduzido à indústria de alimentos. Isto aconteceu particularmente no Japão, onde uma grande variedade de produtos tratados pela pressão foi elaborada no mercado japonês (SANGRONIS et al., 1997; GRANT et al., 2000). Inicialmente foram comercializados sucos de frutas e geléias, com bastante êxito. A APH vem sendo aplicada a uma crescente gama de produtos alimentícios incluindo peixes, carnes e presunto (MURCHIE et al., 2005).

Os Estados Unidos comercializam “guacamole” (pasta de abacate), ostras, carnes cruas ou minimamente processadas fatiadas e cozidas, peito de frango e peru fatiados, salsichas de frango e presunto de parma submetidos à alta pressão. Nesse país a APH também é utilizada com a finalidade de descontaminação de carnes e eliminação de *Listeria monocytogenes*. Na Espanha são comercializados: geléias, doces, peixes, presunto fatiado, molho para salada, sucos e iogurtes. Neste país existe uma empresa de carne que utiliza a alta pressão (400 MPa) em fatias de presuntos cozidos e curados a seco desde 1998 (GARRIGA et al., 2002). Na Itália já são comercializados o presunto de parma, salame e bacon (PFV, 2009).

A APH cada vez ganha mais destaque na indústria alimentícia, preservando as características nutricionais e sensoriais, pois não utiliza altas temperaturas, aumenta o prazo de validade comercial dos alimentos tratados (TORREZAN, 2003; ALMEIDA FILHO et al., 2005).

2.5.2 Processamento à alta pressão

No Sistema Internacional de Medidas a unidade de pressão é o Pascal, mas esta unidade é muito pequena para medir altas pressões. Na atualidade Megapascal (MPa) é a unidade utilizada quando se fala em alta pressão (YUSTE et al., 2001).

Para compreender os efeitos da APH é necessário conhecer dois princípios básicos: o princípio de Le Chatelier e o princípio da pressão isostática ou teoria de Pascal. O primeiro é aquele no qual, qualquer fenômeno, transição de fase, mudança de conformação molecular ou reação química vem acompanhado por uma redução de volume e é favorecida pelo aumento de pressão e vice-versa. No caso de uma reação, a pressão alterará o equilíbrio na direção do sistema de menor volume (CHEFTEL, 1995). O segundo indica que a pressão é transmitida de uma forma uniforme e quase instantânea, através da amostra que está sendo submetida a este processo (BARBOSA-CÁNOVAS; RODRÍGUEZ, 2002).

No processo de Alta Pressão Hidrostática (APH), como o próprio nome sugere, alimentos líquidos ou sólidos são submetidos a pressões acima de 100 MPa. Para estudos experimentais, os parâmetros de processo utilizados variam de 100 a 900 MPa, em temperatura ambiente ou próxima desta. Já pressões entre 300 e 700 MPa são comercialmente mais usadas e economicamente viáveis (SAN MARTÍN et al. 2002).

Quanto aos modos de operação, a alta pressão pode ser dividida em três categorias: batelada, semicontínuo e contínuo. O processo por batelada é o mais simples: uma quantidade de produto é pressurizada por vez. Esta pressurização pode ser direta ou indireta. No processo direto, o próprio alimento é o meio pressurizante. Exemplos são os alimentos líquidos, como os sucos e o leite, que são embalados após o processamento por alta pressão em sistema asséptico. A pressurização indireta, também chamada, é aquela em que existe um meio pressurizante (ex. água ou água/óleo) que é responsável por transferir a pressão gerada pelo gerador de pressão para o alimento; este processo é aplicado para alimentos previamente embalados. As embalagens indicadas para o processo indireto são EVOH (*Ethylene-Vinyl Alcohol Copolymere*) e PVOH (*PolyVinyl Alcohol Copolymere*), pois não sofrem deformação. Uma vantagem deste processo é a possibilidade de utilizar o sistema para vários alimentos, sem o risco de

contaminação cruzada ou a necessidade de limpeza entre um processamento e outro, pois os alimentos já foram previamente embalados (FAO, 2001).

Quando se deseja aumentar a produção do sistema por batelada, emprega-se o processo semicontínuo, no qual vários recipientes de pressão são colocados em seqüência, enquanto alguns estão em pressão constante, outros estão sendo pressurizados, carregados ou descarregados, reduzindo o tempo entre os processos e permitindo recuperação de energia. No equipamento do processo semicontínuo, o pistão que gera a pressão fica livre, podendo atuar sobre vários recipientes. O processo por batelada e o semicontínuo podem ser utilizados tanto para alimentos líquidos quanto para sólidos (FDA, 2000).

O processo contínuo pode apenas ser utilizado para alimentos líquidos, pois o equipamento é composto por tubos ou recipientes de retenção que promovem um tempo de tratamento específico para o processo. Após o processamento, o alimento é acondicionado em tanques estéreis para posterior embalagem (MERTENS; DEPLACE, 1993).

No tratamento de APH o alimento é acondicionado em embalagens flexíveis e inserido na câmara de pressão. Essa é fechada e preenchida com o meio de transmissão de pressão, de forma a se eliminar todo o ar. O processo de pressurização é iniciado e ao final do ciclo a câmara é despressurizada (ZIMMERMAN; BERGMAN, 1993; FARKAS; HOOVER, 2000). Após o processamento, o produto é envasado assepticamente (CAMPOS et al., 2003).

Fluidos típicos usados em recipientes de pressão para a esterilização de alimentos incluem, além da água, glicerol, álcool 70%, óleos comestíveis e emulsões aquosas de óleos comestíveis (MEYER et al., 2000).

As embalagens utilizadas para o tratamento sobre alta pressão hidrostática devem ter capacidade de expansão e redução, pois o alimento tem seu volume reduzido em 15% durante a pressurização, e ocorre expansão equivalente durante a despressurização (FARKAS; HOOVER, 2000).

A pressão é aplicada igualmente em todas as direções, o que permite aos sólidos a retenção de seu formato original. Uma das vantagens desse processo sobre os convencionais é que a compressão isostática independe do tamanho e geometria do produto. A pressão aplicada e o tempo de aplicação dependem do tipo do produto a ser tratado e do produto final desejado (SAN MARTÍN et al., 2002).

A efetividade do tratamento pela alta pressão é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos do alimento. Dentre esses podemos citar o tempo de tratamento, a taxa de compressão/ decompressão, a temperatura, o número de pulsos, a composição do alimento e o estado fisiológico dos microrganismos a serem inativados. Dessa forma, um bom conhecimento do processo e do alimento é essencial para a produção de alimentos com alta qualidade (SMELT et al., 2002).

Independentemente do sistema utilizado para o processamento por APH, o equipamento básico é composto por quatro componentes: recipiente de pressão, sistema gerador de pressão, dispositivo para controle da temperatura e sistema operacional. A parte mais importante é o recipiente, pois é ele que suporta toda a pressão aplicada no processo. O sistema gerador de pressão causa um leve aumento da temperatura do alimento, sendo este um dos motivos pelo qual se faz necessário o dispositivo de controle da temperatura. A outra função deste dispositivo é o uso de diferentes faixas de temperatura para o processo (0-100 °C), o qual funciona pelo bombeamento de água fria ou quente ao redor do recipiente de pressão (MERTENS; DEPLACE, 1993).

A energia mecânica de pressurização, dentro do recipiente, resulta em uma geração de calor moderada e temporária que é chamada de calor adiabático. Nesse, a temperatura dentro do recipiente é aumentada de 3 a 6°C a cada 100 MPa de pressão aplicada. Essa variação irá ocorrer em função do sistema empregado, ou seja, dependerá da natureza do produto, da temperatura do processo e da pressão aplicada (FARKAS; HOOVER, 2000).

De forma geral, podemos resumir as seguintes vantagens para o uso do processamento em alta pressão: torna possível o processamento do alimento à temperatura ambiente, ou mesmo a temperaturas mais baixas; dispensa operações preliminares, pois possibilita a transmissão uniforme de pressão sobre o alimento, independentemente da sua forma e tamanho; proporciona segurança microbiológica, sem o uso de aditivos químicos; pode ser utilizado para o desenvolvimento de produtos com propriedades funcionais (RASTOGI et al., 2007).

Essa tecnologia permite várias aplicações para a indústria de alimentos. Dentre essas temos a desnaturação de proteínas e enzimas, a redução da temperatura de congelamento e de descongelamento, a extração de substâncias orgânicas e o controle de reações químicas e sínteses orgânicas (VARDAG et al., 1995). O processamento por alta pressão também pode induzir mudanças

relevantes na textura dos alimentos (resultantes da redução no volume e de mudanças no pH) e na constante de solubilidade de seus componentes (WILLIAMS, 1994).

Os custos envolvidos na aquisição dos equipamentos e do processamento limitam o uso dessa tecnologia. Avanços têm sido realizados no desenho e na construção desses equipamentos para tornar os custos de processamento mais competitivos em relação à esterilização e ao congelamento (MEYER et al. 2000).

2.5.3 Vantagens da Tecnologia

Não produz deterioração de nutrientes termolábeis, como por exemplo, as vitaminas. Tampouco alteram outros compostos de baixo peso molecular, fundamentalmente aqueles responsáveis pelo sabor e aroma (TELLÉZ LUIS et al., 2001).

O tratamento evita a deformação, pois a pressão é transmitida uniforme e instantaneamente (regra isostática). Diferente do que ocorre no processamento térmico, o tratamento de APH independe do volume e forma da amostra (CHEFTEL, 1995; POTHAKAMURY, 1995).

As altas pressões não favorecem a reação de Maillard ou de escurecimento enzimático, sendo assim, não alteram o sabor natural nem a coloração do alimento (GROSS; JAENICKÉ, 1994).

Trata-se de uma energia limpa que não produz resíduos, o que vai ao encontro das políticas de preservação do meio ambiente. Tem pouco gasto de energia, por exemplo, o aquecimento de 1 litro de água à 30°C corresponde a pressurização do mesmo volume a 400MPa. Melhora ou provoca o aparecimento de propriedades funcionais nos alimentos, além de não necessitar da incorporação de aditivos no alimento (TELLÉZ-LUIS et al., 2001).

2.5.4 Efeito da APH sobre os constituintes da carne

A carne é essencialmente constituída por água, proteína (15-21%), gordura (0.5-25%), oligonutrientes e vitaminas (especialmente rico em vitaminas do grupo B) (HUGAS et al., 2002).

Muitos autores afirmam que diferentes níveis de pressão, assim como diferentes níveis de temperatura e tempos de aplicação de pressão, irão proporcionar diferentes mudanças, dependendo do alimento que está sendo exposto à pressão e à composição deste (GRANT et al., 2000).

Os efeitos da pressão sobre a água compreendem principalmente uma diminuição do ponto de fusão e um aumento da ionização levando a uma diminuição do potencial hidrogeniônico (pH) sob pressão. Estas variações são reversíveis em baixas pressões, mas podem contribuir modificando as características dos produtos sujeitos a altas pressões (HUGAS et al., 2002).

O efeito da alta pressão sobre a proteína é dependente da estrutura da macromolécula e da composição do meio em que esta se encontra (pH, força iônica e temperatura). Geralmente a estrutura primária não é modificada pela pressão, já as estruturas secundária e terciária, são modificadas a uma pressão de 100 MPa. Essas mudanças na estrutura podem afetar a atividade das enzimas endógenas da carne. A APH induz a ativação ou inativação de enzimas dependendo das condições do meio e da pressão (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002).

Vários estudos bioquímicos sugerem que pressões acima de 200 MPa geralmente causam, em temperatura ambiente: a dissociação de estruturas oligoméricas em suas subunidades; abertura parcial e desconformação das estruturas monoméricas (em muitos casos irreversíveis) e a gelatinização das proteínas, sempre que a pressão e a concentração de proteínas sejam suficientes (CHEFTEL; CULIOLI, 1997).

Em geral, na faixa de 700 MPa, a pressão causa o rompimento de ligações não covalentes, principais responsáveis pela manutenção da estrutura original de uma proteína. As interações hidrofóbicas são as ligações mais fracas envolvidas na estabilidade de proteínas, de micelas e de lipídeos. Ligações iônicas são rompidas pela pressão e a ionização de sais, ácidos e bases e a auto-ionização da água sofrem aumento sobre pressão (SILVA; WEBER, 1993).

Enzimas são classes especiais de proteínas nas quais a atividade biológica surge a partir de um sítio ativo, mantido pela conformação tri-dimensional da molécula. Pequenas mudanças no sitio ativo podem levar a uma perda da atividade da enzima. Como a desnaturação protéica é associada com mudanças conformacionais, estas podem mudar a funcionalidade da enzima (por exemplo, aumento ou perda da atividade biológica e mudanças na especificidade do substrato) (HENDRICKX et al., 1998).

A alta pressão pode induzir alguma modificação nos lipídeos, além do aumento de seu ponto de fusão. Em temperatura ambiente pode haver a cristalização dos triglicérides, sob pressão, o que pode alterar a estrutura e conseqüentemente a permeabilidade da membrana (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002).

As vitaminas e açúcares em carnes e produtos cárneos não são modificados pela APH, no entanto os polissacarídeos podem ser modificados. O glicogênio é o único polissacarídeo presente no músculo, mas o período “post mortem”, geralmente não contem nenhum resíduo de glicogênio, em decorrência da glicólise que ocorre neste período (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002).

2.5.5 Efeito da APH sobre a cor de produtos cárneos

A cor da carne é um importante atributo de qualidade, pois é um dos primeiros aspectos a serem avaliados pelos consumidores nas gôndolas dos supermercados. A sua avaliação é um indício de seu frescor e influencia diretamente o consumidor na decisão final de sua aquisição (FLETCHER et al., 2000).

O teor de mioglobina total interfere diretamente na intensidade da cor do músculo. As diferentes cores observadas na carne estão amplamente relacionadas com a proporção de oximioglobina (vermelho), mioglobina (vermelho escuro) e metamioglobina (castanho acinzentado) (CARLEZ et al., 1995).

A percepção da cor corresponde à luz de uma certa frequência de onda refletida por um objeto. O tom é determinado pela quantidade de luz refletida que está diretamente relacionada e depende da concentração de substâncias coloridas (pigmentos) no objeto. Entretanto, o brilho depende da quantidade de luz que é

refletida pelo objeto, em comparação com a luz que incide sobre o mesmo (FREITAS, 2005).

O método de avaliação sensorial é considerado o melhor para se mensurar a resposta do consumidor frente à cor do produto, mas esta é demorada e requer muitos investimentos em instalações e pessoal qualificado. Como alternativa, surgiram os métodos instrumentais, eficientes e de alta sensibilidade, que são capazes de mensurar a cor e freqüentemente utilizados na substituição dos métodos sensoriais (SANDUSKY; HEATH, 1998).

Um dos principais sistemas de mensuração da cor é o proposto pela CIE – “Commission Internationale de l’Éclairage” (do francês: Comissão Internacional de Iluminação/Cor), o qual transforma o espectro de reflectância ou transmitância do objeto, emitido nas cores primárias: vermelho, verde e azul, em variáveis x , y e z de um gráfico tridimensional (“espaço”) sempre positivo, em que qualquer cor pode ser localizada, mediante sua mensuração em colorímetros ou espectrofotômetros com ajustes padronizados na lâmpada do observador (MACDOUGALL, 1994).

Tal sistema, que originalmente permitia distorções da cromaticidade, promoveu transformações lineares e não-lineares das variáveis, dando origem aos espaços aproximadamente uniformes de Hunter e os denominados CIELUV, recomendado para avaliar luzes com grande diferença de cor e CIELAB, recomendado para avaliar objetos com pequena diferença de cor. Nesses sistemas, as coordenadas x , y e z sofrem transformações quadráticas (no espaço Hunter) ou cúbicas (nos espaços CIELUV e CIELAB), dando origem às variáveis L , a e b . Para distinguir as correções matemáticas adotadas nos espaços CIELUV e CIELAB, nota-se um asterisco à direita da variável (L^* , a^* e b^*). Assim $X L^*$, é uma medida da luminosidade de um objeto, e varia do 0 (para o preto) até ao 100 (para o branco); $X a^*$, é uma medida do vermelho (a^* positivo) ou do verde (a^* negativo); $X b^*$, é uma medida do amarelo (b^* positivo) ou do azul (b^* negativo). A razão a^*/b^* pode ser utilizada para estimar o teor de mioglobina em uma amostra (MACDOUGALL, 1994; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2002).

Quando carnes são submetidas a níveis de pressão elevados, a coloração se torna mais pálida inicialmente (com um valor de L^* alto, alcançando um máximo a 350 MPa) mas, posteriormente, a cor rosa muda para um marron-acinzentado. O aparecimento da luminosidade pode ser devido à desnaturação da globina e ao deslocamento ou liberação (desprendimento) do grupo heme (JUNG et al., 2003).

Em paralelo, o valor de a^* decresce notadamente, devido ao decréscimo da mioglobina total contida na carne. Além disso, pressões acima de 400 MPa provocam a oxidação parcial da mioglobina ferrosa, transformando-a em metamioglobina férrica e a possível desnaturação da globina (CARLEZ et al., 1995). Além disso, ocorre liberação de ferro, mas primeiramente dos complexos sem heme, como a ferritina e hemosiderina (ANGSUPANICH; LEDWARD, 1996).

O tratamento com altas pressões em peixes de água fria tem muitas semelhanças com os efeitos sobre as carnes vermelhas (ANGSUPANICH; LEDWARD, 1996). Ocorrem mudanças na cor do peixe, mas essa diferença desaparece provavelmente após o cozimento, estado que este é na maioria das vezes consumido (CHÉRET et al., 2005).

Shigehisa et al. (1991) encontraram mudanças nos valores de L^* e a^* em carne suína pressurizada. Os valores de L^* começaram a diminuir em pressões entre 100 e 200 MPa, alcançando um valor mínimo em pressões entre 300 e 400 MPa. Já em pressões acima de 600 MPa, não ocorreu nenhuma mudança. Os autores verificaram também um decréscimo moderado nos valores de a^* em pressões entre 100 e 200 MPa, progredindo até 600 MPa.

Taniguchi et al. (1994), observaram uma extensa desnaturação da mioglobina em 350 MPa e 30 ° C, com uma conversão da estrutura secundário α -hélice e folha β em uma conformação aleatória de bobina. Já Cheah e Ledward aplicaram pressões de 80-100 MPa durante 20 minutos em filés bovinos refrigerados e constataram o aumento da estabilidade da cor.

Sequeira-Munoz et al. (2006) demonstraram um aumento dos valores de L^* , a^* e b^* gradativo com o aumento da pressão e aumento do tempo de pressurização em filés de carpa crus pressurizados à 100, 140, 180 e 200 MPa a 4°C durante 15 e 20 minutos.

Yagiz et al. (2009) estudaram o efeito da alta pressão hidrostática (150 e 300 MPa durante 15 minutos) e do cozimento na qualidade de filés de salmão do Atlântico e verificaram que a pressão de 150 MPa foi o tratamento que menos afetou a cor, comparado ao tratamento à 300 MPa e o cozimento.

O aspecto visual dos produtos secos curados como a “Cecina” (carne seca maturada), não é modificado após o tratamento de alta pressão, entretanto, o “Rosbife” mostrou alguma descoloração e o “carpaccio” de carne bovina demonstrou

grande descoloração quando tratados sob pressão de 500MPa (PICOUET et al., 2008).

A aplicação de pressurizações à 200 e 300 MPa durante 15-20 minutos em produtos cárneos secos e curados, pode não comprometer a cor (CAVA et al., 2009).

O tratamento com alta pressão em carnes curadas ou carnes brancas (ou peixe) não provocam problemas graves de cor (SUZUKI et al., 2006). Romanelli (1995) demonstrou através dos valores obtidos de pigmentos totais, que a carne de jacaré pode ser considerada uma carne clara (branca). Sendo assim, a avaliação do efeito da APH em carne de jacaré poderá demonstrar alteração ou não da cor.

2.5.6 Efeito da APH sobre a textura de produtos cárneos

A textura da carne é a característica sensorial que mais afeta a aceitação da carne pelo consumidor (RILEYA et al., 2005). Segundo Dransfield (1993) e Sanchez (1996) a textura da carne envolve maciez, coesividade, elasticidade, suculência, adesividade, viscosidade e consistência. Lee e Ahn (2005) complementaram afirmando que a textura engloba a dureza, que corresponde à força necessária exercida pelos dentes no primeiro ciclo de compressão e elasticidade traduzido como intervalo de tempo entre a primeira compressão e a segunda.

O termo maciez (“tenderness”) é utilizado quando se refere às medidas físicas de resistência de carne cozida à compressão ou cisalhamento e “sensory tenderness”, em português, maciez sensorial para denominar a resistência a mastigação detectada por provadores treinados ou não (DRANSFIELD, 1993).

Segundo Ordóñez et al. (2005) a maciez da carne está relacionada ao estado de contração em que se encontram as fibras musculares, citando que as variações dependem fundamentalmente do grau de interação actina-miosina e da extensão da zona do sarcômero carente de interação. Devido à grande importância para os consumidores, vários pesquisadores no decorrer dos anos tentaram desenvolver alternativas para amenizar ou evitar a dureza.

Os métodos instrumentais de textura avaliam propriedades mecânicas a partir de forças deformantes aplicadas sobre os alimentos, tais como compressão,

cisalhamento, corte e tensão (BEGGS et al., 1997). Os texturômetros universais são instrumentos que permitem análises de diferentes características de textura em diversos materiais. A Análise de Perfil de Textura (TPA) instrumental se baseia nos parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e resistência, obtidos da análise da curva representativa do produto. Esta análise reflete a mastigação do alimento, com aplicações sucessivas da força, simulando a ação da compressão e corte dos dentes (LI et al., 1998).

O tratamento de alta pressão em diferentes temperaturas induz diferentes efeitos na textura da carne, já que as ligações fracas que estabilizam as estruturas secundárias, terciárias e quaternárias da proteína, respondem de forma diferente ao aquecimento e à pressão (GALAZKA; LEDWARD, 1998). Além disso, induz considerável desnaturação protéica que é acelerada à pressão de 300 MPa (CRUZ-ROMERO et al., 2004). Os efeitos sobre a textura são principalmente observados em pressões abaixo de 400 MPa (ANGSUPANICH; LEDWARD, 1996).

A APH quando aplicada nas carnes em pré-rigor pode aumentar a maciez das mesmas, o que já não ocorre no “pós-rigor” à temperaturas baixas (JUNG et al., 2003). Os componentes do músculo que controlam sua consistência são as proteínas miofibrilares e o colágeno (proteína constituinte do tecido conectivo). O colágeno é estabilizado principalmente por ligações de hidrogênio, as quais são ligeiramente afetadas pela pressão. As proteínas miofibrilares contráteis são as principais responsáveis pela alteração da textura, quando a carne é submetida à alta pressão (HAN-JUN MA; LEDWARD, 2004).

Durante o “pré-rigor” o tratamento de alta pressão promove uma rigorosa contração (redução do comprimento de 35 a 50%) das bandas (o que primeiramente simboliza endurecimento da carne) e uma severa ruptura da estrutura muscular. Ocorre um colapso no disco Z, desaparecimento das zonas -H e linhas-M, além de intensa modificação da estrutura do sarcômero. Já com a carne no pós-rigor ocorre uma extensiva modificação da estrutura do sarcômero, mas não há contração das bandas. Neste período a alta pressão promove o desaparecimento da linha-M e perda da integridade da banda I. Ao contrário do que ocorre no “pré-rigor”, não há muita modificação no disco Z. Pressões acima de 200MPa causam desaparecimento da linha-M, dissociação dos filamentos finos e grossos e destruição da linha Z. Pode-se observar que a alta pressão quando aplicada no pré-rigor pode amaciar a

carne, mas em baixas temperaturas esse efeito pode não ser visualizado quando aplicado em carne em pós-rigor. (DONG SUN; HOLLEY, 2010).

Chevalier et al. (2001) demonstraram a ocorrência de intensa desnaturação da miosina à 200 MPa e o aparecimento de nova estrutura em tratamento à 100 MPa durante 30 minutos em filés de Turbots tratados com pressões de 100-200 MPa.

Han-Jun Ma e Ledward (2004) observaram o endurecimento da carne proporcional ao aumento da pressão. Neste mesmo estudo foi observada a diminuição do endurecimento na pressão de 200 MPa à 60 e 70 °C.

Yagiz et al. (2007) constataram o aumento da dureza e mastigabilidade em amostras de trutas pressurizadas a 450 e 600 MPa quando comparadas à amostra controle. Posteriormente, Yagiz et al. (2009) estudaram o efeito da alta pressão hidrostática (150 e 300 MPa durante 15 minutos) e do cozimento na qualidade de filés de salmão do Atlântico e verificaram o aumento da dureza e mastigabilidade com o aumento da pressão.

Picouet et al. (2008) através do estudo do efeito da APH na textura da carne bovina fresca, submetida a vários níveis de pressão, observaram que não houve diferença entre a amostra controle e as amostras tratadas com 300, 400 e 500 MPa. Já as amostras submetidas a pressões de 600 e 200 MPa apresentaram grande diferença, quando comparadas ao controle, ou seja, apresentando um endurecimento da carne.

A APH aumenta a atividade proteolítica das enzimas musculares, mostrando uma diminuição na atividade da calpaína na carne, quando esta é submetida a pressurização, e esta barosensibilidade está relacionada com o tipo de calpaína (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002) . Na faixa de pressão de 100 até 300 MPa, as mudanças são normalmente reversíveis, mas quando as pressões utilizadas são acima desta faixa, as mudanças se tornam irreversíveis. (RASTOGI et al 2007).

Esta tecnologia pode ser utilizada para controlar a textura do pescado através da inativação das proteases endógenas responsáveis pela deterioração e posterior alteração da textura. As enzimas do pescado são sensíveis à alta pressão hidrostática, o que controla a atividade enzimática e conseqüentemente preserva a qualidade do mesmo (ASHIE; SIMPSON, 1996).

A catepsina H e as aminopeptidases são inativadas à 200 MPa e a catepsina D é inativada quando a pressão atinge 500 MPa (MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN,

2002). Há liberação de enzimas lisossomais, devido à quebra na membrana do lisossoma. Geralmente a atividade da catepsina D e da fosfatase ácida se apresenta maior em carnes pressurizadas (LAMBALLERIE-ANTON et al, 2002).

Os mecanismos pelos quais a pressão induz o amaciamento ou aceleração do condicionamento (envelhecimento) da carne são os seguintes: modificação da interação actina-miosina, fragmentação miofibrilar, conversão da α -conectina em β -conectina e efeito no tecido conectivo (SUZUKI et al., 2006).

2.5.6.1 Modificação da interação actina-miosina

Já está estabelecido que a interação da actina-miosina e a estrutura miofibrilar são modificadas durante a evolução do período “post mortem”, evidenciado por mudanças na atividade da ATPase das miofibrilas (SUZUKI et al., 2006). Nishiwaki et al. (1996) verificou o aumento do índice bioquímico de envelhecimento miofibrilar em pressões de até 200MPa, este índice indica o grau de envelhecimento da estrutura miofibrilar. Entretanto, pressões acima de 300MPa causam uma notável diminuição do índice mencionado acima. Este resultado sugere que a aplicação da alta pressão em músculo no período “post mortem” causa mudanças na atividade da ATPase e nos valores do “Biochemical Index of Miofibrillar Aging” (BIMA) miofibrilar de uma maneira diferente do condicionamento, ou seja, na estocagem.

2.5.6.2 Fragmentação das miofibrilas

Suzuki et al. (1990) mostrou que o grau de fragmentação, que é menor que 10% no músculo não tratado com a pressão, é acelerado pela pressurização e atingiu mais de 30%, 70%, 80% e 90% em 100, 150, 200 e 300 MPa respectivamente. A partir desses resultados de fragmentação, concluiu-se que uma breve exposição do músculo em “pos-rigor” parece ser útil para o amaciamento da carne (SUZUKI et al., 2006). O comprimento do sarcômero, inicialmente contraído

pela aplicação de uma pressão de 100MPa parecia ter recuperado um pouco com o aumento da pressão, em decorrência da crescente perda de continuidade estrutural.

2.5.6.3 Conversão da α -conectina em β -conectina

A conectina (também chamada de titina) é uma proteína extremamente longa que mantém a elasticidade e estabilidade mecânica do músculo esquelético. Na morte, a conectina existe como α -conectina junto com uma pequena quantidade de seus subfragmentos, β -conectina. A α -conectina é degradada em β -conectina e em fragmento de 1,200 kDa durante o período postmortem. A divisão da α -conectina em β -conectina está associada ao amaciamento da carne durante o período “post mortem”. A conversão da α -conectina em β -conectina induzida pela pressão está associada à ação de algumas proteases endógenas especialmente a calpaína, isso porque a susceptibilidade da conectina à calpaína aumenta com a aplicação da pressão (SUZUKI et al., 2006).

2.5.6.4 Efeito no tecido conjuntivo

No músculo pressurizado, a deformação da estrutura de favo de mel do endomísio é acelerada com o aumento da pressão aplicada, e a expansão da malha do endomísio foi observada no músculo pressurizado à 400MPa (UENO et al., 1999). Logo, o estudo do efeito da APH na carne de jacaré elucidará o comportamento dos componentes musculares dessa carne sob pressão.

2.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial pode ser definida como uma técnica científica utilizada para evocar, medir e analisar as características dos alimentos, como são percebidas pelos órgãos dos sentidos. É considerada subjetiva, por depender das percepções causadas por estímulos captados pelos órgãos dos sentidos e pela capacidade de julgamento do analista, sendo a resposta influenciada por fatores externos de avaliação, como o estado emocional e de saúde do provador, assim como ações anteriores, próximas ao momento da análise (ABNT, 1993).

Segundo Freitas (2005) apesar da análise sensorial ser fundamentalmente classificada como disciplina, também pode ser considerada como tecnologia em decorrência da sua grande utilização prática, evoluindo a partir da necessidade de elaboração de novas técnicas que solucionassem inúmeros questionamentos existentes.

A análise sensorial é considerada um instrumento importante para avaliar a qualidade e a aceitação do produto em estudo (ROMANELLI, 1995). Um fator fundamental nas análises sensoriais é a forma de preparo da amostra para o julgamento, e de acordo com Connel e Howgate (1968), o cozimento da amostra é a melhor forma para se diagnosticar e comparar diferenças.

Os métodos empregados nas avaliações sensoriais são classificados em três grupos: discriminativos, descritivos e afetivos. As provas discriminativas são usadas para avaliar se existe uma diferença entre as amostras (p. ex. teste triangular, prova de qualificação/ordenação). As provas descritivas empregam-se para determinar a natureza e intensidade das diferenças (p. ex. perfis e provas de qualidade). Os testes afetivos são subjetivos e consistem em provas emocionais, baseadas em uma medição de preferências ou aceitação (HUSS, 1998).

Na análise sensorial, a aparência, o odor, o sabor e a textura são avaliados empregando os órgãos dos sentidos. Cientificamente, o processo pode ser dividido em três passos: detecção de um estímulo pelo órgão do sentido humano; avaliação e interpretação mediante um processo mental; e, posteriormente, a resposta do assessor ante o estímulo. Diferenças entre indivíduos, em resposta ao mesmo nível de estímulo, podem ocasionar variações e contribuir para uma resposta não definitiva da prova (HUSS, 1998).

Testes sensoriais descritivos estão entre as ferramentas mais sofisticadas que são usadas pelos cientistas sensoriais e envolvem a discriminação de descrição dos componentes sensoriais qualitativos e quantitativos. Existem vários métodos diferentes dentro das análises descritivas que refletem diferentes abordagens sensoriais. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é uma técnica frequentemente utilizada na caracterização sensorial dos alimentos (GUÀRDIA et al., 2009).

A técnica é capaz de promover a descrição qualitativa e quantitativa do produto avaliado, com precisão em termos matemáticos, baseado na percepção de um grupo de pessoas capacitadas. Os resultados obtidos incluem a descrição sensorial completa dos produtos e proporcionam uma base para determinar os atributos sensoriais que são importantes para a aceitabilidade (STONE; SIDEL, 2004).

A ADQ é uma ferramenta que possibilita identificar e quantificar, em ordem de preferência, as propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida. Este teste apresenta a vantagem de fornecer um perfil sensorial completo do produto, pois avalia todos os atributos sensoriais presentes como aparência, aroma, cor, sabor, textura, como também permite a análise estatística dos resultados (ABNT, 1998). A análise descritiva é o método mais sofisticado no campo da análise sensorial onde é aplicada para a avaliação qualitativa e quantitativa do produto por um grupo de julgadores (SEQUEIRA-MUÑOZ, 2006).

É sabido que a carne de jacaré tem muita aceitação entre caçadores e pescadores, principalmente a cauda (ROMANELLI, 1995), além disso, o consumo de animais silvestres, no Brasil, vem aumentando nos últimos tempos (SEBRAE, 2005).

Romanelli (1995) demonstrou que a carne da cauda e do tronco de jacaré-do-pantanal obtiveram grau máximo de aceitação (“gostei muito”). No mesmo estudo foi observada boa aparência visual, que varia desde uma cor levemente rosa (semelhante à do peixe Tucunaré) ao branco (semelhante à carne de peixe), o que torna a carne de jacaré bastante atraente.

Chaves e Sproesser (1996) ainda determinam que a aceitação pelo consumidor seja parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de um produto.

Na maioria das vezes as características sensoriais dos alimentos melhoram ou não sofrem modificações após o tratamento com a APH. Sua influência sob as

características sensoriais depende do tipo de alimento e das condições de pressurização (TÉLLEZ-LUIS et al., 2001).

2.7 CORRELAÇÃO DE MEDIDAS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS

A partir do trabalho de Szczesniak et al. (1963) que definiu o sistema de classificação das características de textura nas avaliações sensoriais, o método de perfil de textura tem sido empregado em produto cárneos (MEULLENET et al., 1994, XIONG et al., 1999). Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de medir a textura por parâmetros físicos, os quais podem ser comparados com análises feitas por julgadores selecionados e treinados (LAWRIE, 2005).

As características sensoriais de produtos cárneos apresentam alta correlação com as análises instrumentais correspondentes (MEULLENET et al., 1994).

Thompson (2002) defende que a carne é um produto complexo e, assim sendo, avaliar sua qualidade química, física e sensorial nem sempre é fácil. Embora os métodos instrumentais apresentem vantagens como objetividade e baixo custo, eles só apresentam explicações parciais da complexa interação existente entre a carne cozida e os órgãos dos sentidos, antes e durante sua ingestão.

O consumidor de hoje tem se mostrado mais atento às características sensoriais de alimentos. Embora a preferência do consumidor por carne seja difícil de definir, sem dúvida nenhuma o aspecto sensorial é importante na caracterização da carne e produtos cárneos. A análise sensorial é uma técnica eficiente na avaliação da qualidade dos alimentos por sua habilidade em caracterizá-los quanto às propriedades perceptíveis pelos órgãos dos sentidos humanos, utilizando-os como instrumentos de medida multidimensional integrada (BUKALA; KEDZIOR, 2001).

Nas medidas instrumentais de cores de materiais opacos, a reflexão da luz sobre o objeto é detectada e expressa em escala de três elementos L^* , a^* e b^* (Sistema Hunter Lab e CIELAB). A descrição da cor de um objeto por tais valores remove a subjetividade envolvida na discussão de cor. Porém, os valores numéricos obtidos nas escalas de medidas instrumentais de cor precisam ser correlacionados à percepção humana. Dessa forma, é possível compreender o significado das cores

na avaliação da qualidade sensorial e na aceitação do consumidor pelo alimento (OLIVO et al., 2001).

2.8 ANÁLISE DOS DADOS

2.8.1 Análise Univariada

A análise univariada inclui todos os métodos de estatística descritiva que permitem a análise de cada variável separadamente e também métodos de Estatística Inferencial para determinada variável, podendo esta ser medida para uma ou mais amostras independentes (REIS, 1997).

2.8.2 Análise Multivariada

A análise multivariada trata de mensurações do grau de associação ou da correlação entre variáveis aleatórias. Variáveis aleatórias são aquelas que seguem as leis do acaso. A diferença entre estatística univariada e multivariada consiste na quantidade de variáveis que cada uma avalia simultaneamente. Enquanto a estatística univariada trabalha com somente uma variável aleatória por vez, a multivariada trata de diversas variáveis aleatórias, ao mesmo tempo (JOHNSON; WICHERN, 1998).

De acordo com Johnson e Wichern (1998), a análise multivariada apresenta três objetivos principais: eliminar os ruídos presentes nos dados, isto é, excluir as variações devido a erros não controlados; sumarizar os dados e revelar a estrutura dos mesmos. Segundo Luchesa (2004), a análise multivariada destaca como pontos positivos a capacidade de lidar com muitas variáveis aleatórias simultaneamente; a capacidade de proporcionar informações que permanecem invisíveis nos dados originais e a aplicabilidade em muitos campos do conhecimento humano.

As técnicas de análises multivariadas são estatisticamente mais complexas, além de muitas vezes, necessitarem de “*softwares*” específicos para o seu desenvolvimento, ou mesmo uma programação computacional. Por outro lado, os resultados gerados permitem que as interpretações mostrem-se mais coerentes à realidade do material experimental. O uso mais freqüente desta técnica se deve à comprovada eficiência e eficácia assim como o desenvolvimento de equipamentos eletrônicos mais capacitados para trabalhar com grande volume de dados (LAVORANTI et al., 2007).

São várias as técnicas estatísticas de análises multivariadas utilizadas na pesquisa científica, destacando-se a análise de componentes principais e análise de agrupamentos (SHIMOYAMA, 2005).

2.8.3 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais é uma técnica estatística que transforma linearmente, um conjunto de variáveis em outro conjunto com um número menor de variáveis não correlacionadas, chamadas de componentes principais (SHIMOYAMA, 2005). Estes componentes explicam uma parcela substancial das informações do conjunto original, tornando-se um sistema mais simples para análise, podendo-se identificar relacionamentos que, em geral, não seriam possíveis com as coordenadas originais das variáveis. Assim, a partir de um conjunto de dados com variáveis são obtidas n componentes principais (SHIMOYAMA, 2005). Segundo Barroso e Artes (2003), os principais objetivos da análise de componentes principais são:

- redução da dimensionalidade dos dados;
- obtenção de combinações interpretáveis das variáveis;
- descrição e entendimento da estrutura de correlação das variáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram utilizadas amostras da cauda de 24 jacarés-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*), criados em cativeiro com idade aproximadamente de 2,5 anos, escolhidos ao acaso e abatidos humanitariamente (BRASIL, 2000) no matadouro frigorífico de uma Cooperativa de Criadores do jacarés-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) (SIF 2452), na cidade de Cáceres, no estado de Mato Grosso, Brasil. As 24 carcaças foram resfriadas, desossadas, e as caudas, embaladas a vácuo e transportadas em caixas isotérmicas com lâminas de gelo até o Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados do Departamento de Tecnologia dos Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense - UFF em Niterói/RJ onde foram cortadas em porções de 25g, embaladas em sacos plásticos estéreis (10 x 4 cm) e transportadas em caixa isotérmica com gelo até a EMBRAPA Agroindústria de Alimentos – CTAA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos) – RJ, onde foram submetidas ao vácuo em seladora (*Engevac* modelo 30 gás) e mantidas em temperatura de refrigeração (4°C) até serem pressurizadas. O nível de pressão a ser aplicado foi estipulado a partir do resultado do pré experimento realizado com a finalidade de verificar o melhor nível de pressão e melhor tempo de pressurização a ser utilizado nesta pesquisa.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As amostras foram embaladas a vácuo e divididas em quatro grupos com cinco repetições para cada tratamento: 1) Controle (cauda de jacaré sem tratamento), 2) Tratamento 200 (cauda de jacaré pressurizada à 200MPa durante 10 minutos), 3) Tratamento 300 (cauda de jacaré pressurizada à 300MPa durante 10 minutos) e 4) Tratamento 400 (cauda de jacaré pressurizada à 400MPa durante 10 minutos). Após serem pressurizadas os quatro grupos foram submetidos às análises instrumentais de cor (colorímetro), textura (texturômetro), análises bacteriológicas e análise sensorial (Análise Descritiva Quantitativa-ADQ) no atributo “cor crua”. Os mesmos grupos foram cozidos submergidos em água fervente e analisados através da análise instrumental de cor (colorímetro) e análise sensorial (Análise Descritiva Quantitativa-ADQ) nos atributos “cor cozida”, “maciez”, “suculência”, “coesividade” e “fibrosidade”.

3.3 TRATAMENTO SOB ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

A pressurização das amostras foi realizada na EMBRAPA Agroindústria de Alimentos – CTAA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos) – RJ com o equipamento experimental *Stansted Fluid Power* - modelo S-FL-850-9-W (Figura 1) com capacidade de 100 mL de amostra por batelada. O nível de pressão foi ajustado no painel do equipamento (200, 300 e 400MPa), o tempo de processamento (10 minutos) foi controlado manualmente com o auxílio de um cronômetro e a temperatura de operação foi mantida em 20° C.

As amostras embaladas em sacos plásticos, selados a vácuo foram colocadas dentro de um cilindro perfurado de aço inoxidável do equipamento medindo de aproximadamente 7,0 cm de diâmetro e 20,0 cm de comprimento. O meio líquido transmissor da pressão foi álcool 70% (v/v). A câmara contendo o cilindro foi hermeticamente fechada e seguidamente foram acionadas sequencialmente duas bombas pneumáticas para elevar a pressão até as condições

desejadas. Ao término do ciclo, a câmara foi despressurizada e aberta para a retirada das amostras que foram mantidas em temperatura de refrigeração (média de 4°C) e posteriormente avaliadas com 1, 15, 30 e 45 dias de estocagem de acordo com cada grupo de amostra e sua respectiva repetição. Os dias de estocagem a serem analisados foram estabelecidos a partir dos resultados obtidos por VIEIRA (2010).

Como o equipamento tem uma capacidade limitada de processamento de amostras, foram alimentadas em cada batelada (cinco amostras) e os tratamentos foram repetidos até alcançar o número de amostras necessárias para as determinações.



Figura 1: Equipamento piloto de alta pressão hidrostática (*Stansted Fluid Power* - modelo S-FL-850-9-W).

3.4 ANÁLISE DE COR INSTRUMENTAL (COLORÍMETRO)

Os parâmetros de cor L^* (luminosidade), a^* ($-a$ = verde; $+a$ = vermelho) e b^* ($-b$ = azul; $+b$ = amarelo) foram obtidos no Laboratório de Análise Sensorial de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia dos Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense - UFF através de um colorímetro portátil *Konica Minolta* modelo CR 400 (Figura 2), calibrado com uma placa branca padrão ($Y = 94,2$; $x = 0,3160$; $y = 0,3326$), conforme instruções do fabricante. Para a leitura no colorímetro, as amostras foram cortadas transversalmente e mantidas em repouso, com a superfície exposta ao ambiente durante 30 minutos. A luminosidade refletida da amostra foi medida através valor de L^* em uma escala de 0 a 100, sendo o zero o preto e o 100 o branco. As variações de tonalidade entre (+)vermelho/verde(-) e (+)amarelo/azul(-), foram medidas respectivamente pelos valores de a^* e b^* .

As medidas foram realizadas na carne crua (Figura 3) e cozida (Figura 4) em três regiões distintas, realizando 5 repetições para cada tratamento.



Figura 2: Colorímetro portátil *Konica Minolta* modelo CR 400 calibrado com uma placa branca padrão ($Y = 94,2$; $x = 0,3160$; $y = 0,3326$).



Figura 3: Carne de cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) crua controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa / 10 min. respectivamente da direita para esquerda.



Figura 4: Carne de cauda de jacaré cozida controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa / 10 min. respectivamente da direita para esquerda.

3.5 ANÁLISE DE TEXTURA INSTRUMENTAL (TEXTURÔMETRO)

A análise de textura instrumental foi realizada na EMBRAPA Agroindústria de Alimentos – CTAA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos) – RJ através da análise de perfil de textura (APT) com as seguintes condições: amostras cortadas em cubos de 1cm³ com temperatura de 10°C (Figura 5), texturômetro, modelo TA-Hdi (Texture Analyser, Stable Micro System); sonda metálica cilíndrica com 36mm de diâmetro (P/36R) (Figura 6); compressão de 50 % da altura original, em dois ciclos; velocidade de pré-teste: 3,00mm/s; velocidade-teste: 1mm/s; velocidade pós-teste: 3mm/s; tempo entre uma compressão e outra: 2 segundos e 100g força por área. Os dados foram processados em computador equipado com o programa Texture Expert for Windows (R, Stable Micro System), obtendo os parâmetros de coesividade, dureza, elasticidade e resistência.

O gráfico característico do perfil de textura das análises foram geradas no programa Texture Expert Stable Micro System, onde os parâmetros de coesividade, dureza, elasticidade e resistência foram automaticamente calculados. O parâmetro dureza é representado em Newtons, como a força máxima de compressão durante a primeira compressão, considerado como a primeira mordida. A elasticidade pode ser caracterizada na capacidade da amostra em retornar à forma original após a remoção da primeira força de compressão. O valor do parâmetro elasticidade não possui uma unidade específica, sendo obtido da divisão do tempo requerido para se atingir o pico do segundo ciclo de compressão sobre o tempo requerido para se atingir o pico do primeiro ciclo de compressão. Já a coesividade pode ser considerada a relação de força positiva durante o segundo ciclo quando comparado ao do segundo ciclo de compressão, ou seja, a força das ligações internas que compõem a matriz das amostras. Este parâmetro foi expresso em grama e seu valor foi obtido da divisão da área total da curva do segundo ciclo de compressão sobre a área total da curva do primeiro ciclo de compressão. Foram realizadas 10 repetições para cada tratamento.



Figura 5: Carne de cauda de jacaré crua controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa respectivamente da direita para esquerda, cortada em cubos de 1cm^3 com temperatura de 10°C .

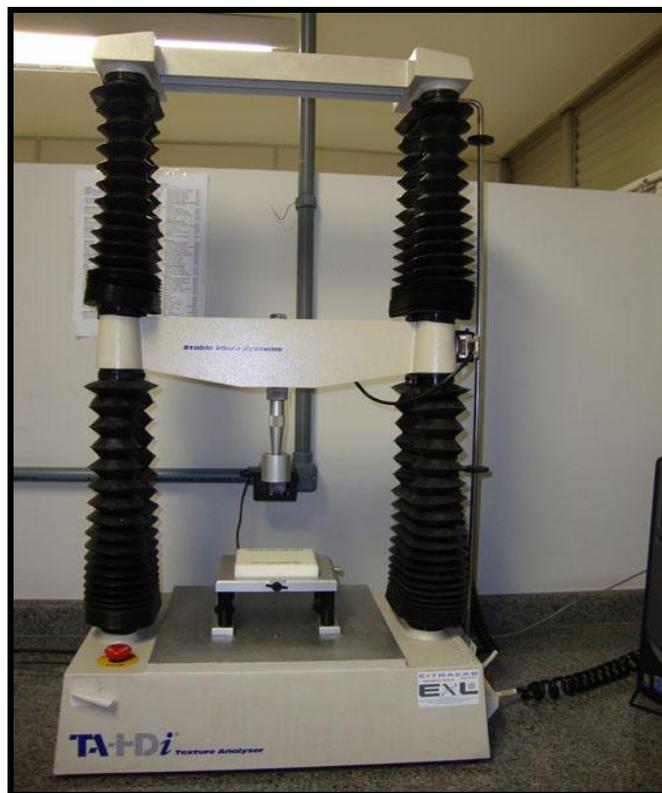


Figura 6: Texturômetro, modelo TA-Hdi (Texture Analyser, Stable Micro System) com sonda metálica cilíndrica com 36mm de diâmetro (P/36R).

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DE CARNE DE CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL CONTROLE E PRESSURIZADAS

As análises bacteriológicas foram realizadas no Laboratório de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia dos Alimentos da Faculdade de Veterinária – UFF. A avaliação da qualidade bacteriológica das amostras controle e pressurizadas a 200, 300 e 400MPa foram procedidas antes de serem testadas sensorialmente. Foram colhidas, inteiramente ao acaso, cinco repetições de cada tratamento em cada dia de estocagem testado (1, 15, 30 e 45 dias de estocagem), mantidas em temperatura de refrigeração (4°C). As análises bacteriológicas realizadas em cada tratamento incluíram: contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas (APHA, 2001) e mesófilas (UFC/g) (BRASIL, 2003); Contagem e identificação de *Staphylococcus aureus* (UFC/g) (BRASIL, 2003) e Pesquisa de *Salmonella* sp. em 25g de amostra (PIGNATO et al., 1995).

3.7 ANÁLISE SENSORIAL (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA)

A metodologia de análise utilizada foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e os atributos maciez, suculência, fibrosidade, coesividade, sabor, cor da carne crua e cor da carne cozida. A ADQ foi realizada segundo procedimentos descritos por Stone e Sidel (1998). Esta análise foi procedida em amostras cozidas e cruas nos dias 1, 15, 30 e 45 de estocagem, mantidas em temperatura de refrigeração 4°C.

3.7.1 Apresentação das amostras

Para a ADQ, as amostras de cauda de jacaré-do-pantanal refrigeradas controle e pressurizadas a 200, 300 e 400MPa foram cozidas submersas em água até que o centro geométrico atingisse aproximadamente 68°C. A temperatura do centro geométrico foi controlada através de um termômetro digital. Após cocção as amostras foram cortadas em cubos para serem apresentadas aos julgadores. O único atributo que foi utilizado às amostras na sua forma crua foi a cor crua.

3.7.2 Condições Laboratoriais da ADQ da carne de jacaré

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Fluminense. Os julgadores trabalharam em cabines individuais.

3.7.3 Recrutamento dos julgadores para a ADQ da carne de jacaré

O recrutamento foi realizado com auxílio de uma entrevista oral individual, com alunos já treinados e habituados com esse tipo de análise sensorial e consumidores desse tipo de carne. A equipe recrutada já executava esse tipo de análise na própria instituição, tendo, portanto experiência nesse tipo de avaliação. Participaram do teste, dez provadores, alunos da pós-graduação do Programa de Higiene e Processamento de Alimentos da Universidade Federal Fluminense, previamente orientados e treinados para analisar as amostras controle e tratadas (pressurizadas).

3.7.4 Levantamento dos atributos sensoriais e treinamento de julgadores para a ADQ da carne de jacaré

O objetivo desta etapa foi melhorar as habilidades naturais dos julgadores potenciais no reconhecimento e descrição dos atributos de sabor, suculência, maciez, coesividade, fibrosidade, cor da carne crua e cor da carne cozida das carnes pressurizadas a 200, 300 e 400MPa e controle. Ao mesmo tempo objetivou-se familiarizá-los com as técnicas de degustação nas avaliações sensoriais

Durante o treinamento da equipe sensorial, as amostras foram oferecidas aos julgadores e os atributos de cor, sabor e textura foram levantados a partir de discussão aberta entre os mesmos, moderada por um líder.

Dez provadores, sendo cinco homens e cinco mulheres com idades entre 25 e 39 anos, previamente selecionadas para cor, sabor e textura integraram a equipe e o levantamento dos termos descritivos foi realizado a partir de amostras experimentais de carne de jacaré. A diversidade das amostras oferecidas aos provadores teve como objetivo facilitar o levantamento dos referidos atributos sensoriais.

Posteriormente ao levantamento dos atributos, a equipe reuniu-se em várias sessões para estabelecer, por consenso, as definições e referências, para subsequente elaboração da ficha de avaliação. Após a identificação dos atributos e definição das referências, o treinamento dos termos descritivos foi realizado utilizando os pontos âncora; “pouco” ou “muito” para cada atributo avaliado (Quadro 1).

3.7.5 Prova de seleção

Antes da realização da ADQ, o desempenho da equipe de provadores foi avaliado, verificando a discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância entre os membros (DAMÁSIO; COSTELL, 1991). Para isto, foi realizada a análise de variância (ANOVA), com duas causas de variação (amostra e repetição) para cada atributo e provador, sendo selecionados os provadores com

valores de F amostra significativo ($p < 0,30$) e F repetição não significativo ($p > 0,05$) não significativos. Os oito provadores selecionados (três homens e cinco mulheres) participaram dos testes subsequentes.

Foram utilizadas quatro repetições por tratamento (controle e amostras pressurizadas) de carne de cauda de jacaré. Estas foram monadicamente servidas, codificadas com números de três algarismos e a ordem de apresentação foi balanceada. Para a avaliação de todos os atributos as amostras foram apresentadas à temperatura ambiente, em pratos plásticos descartáveis brancos e sob luz branca em cabines individualizadas. Para limpar o palato entre as amostra e outra, foi oferecido pão de sal e água mineral à temperatura ambiente.

3.7.6 Avaliação Sensorial Descritiva Quantitativa (ADQ)

A equipe treinada realizou a ADQ das amostras sob condições laboratoriais, em cinco repetições por julgador (Figura 7). Os materiais de referência que ancoraram as escalas de intensidade de percepção, a lista dos atributos empregados para a descrição das amostras, que variaram de zero a 15, além da ficha de avaliação das amostras estão dispostas nos Quadros 1 e 2 e Apêndice 1 respectivamente.



Figura 7: Julgador realizando Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Quadro 1: Material de referência empregado no treinamento da equipe sensorial que participou da Análise descritiva Quantitativa (ADQ) de carne da cauda de jacaré sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) mantida sob refrigeração.

ATRIBUTO DE COR	DEFINIÇÃO
COR CRUA	CLARO= VIOLA COZIDO ESCURO= FRANGO CRU
COR COZIDA	CLARO= VIOLA COZIDO ESCURO= LOMBO COZIDO
ATRIBUTO DE SABOR	DEFINIÇÃO
SABOR	POUCO= VIOLA COZIDO MUITO= JACARÉ COZIDO
ATRIBUTO DE TEXTURA	DEFINIÇÃO
MACIEZ	POUCO= LAGARTO PLANO COZIDO MUITO= VIOLA COZIDO
SUCULÊNCIA	POUCO= LAGARTO PLANO COZIDO MUITO= VIOLA COZIDO
FIBROSIDADE	POUCO= VIOLA COZIDO MUITO= LAGARTO PLANO COZIDO
COESIVIDADE	POUCO= VIOLA COZIDO MUITO= LOMBO COZIDO

Quadro 2: Vocabulário descritivo empregado na ADQ de carne da cauda de jacaré sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) mantida sob refrigeração.

ATRIBUTO DE COR	DEFINIÇÃO
COR CRUA	BRANCO ROSADO
COR COZIDA	BRANCO ACINZENTADO
ATRIBUTO DE SABOR	DEFINIÇÃO
SABOR	CARACTERÍSTICO DE JACARÉ
ATRIBUTO DE TEXTURA	DEFINIÇÃO
MACIEZ	FORÇA NECESSÁRIA PARA RUPTURA DA CARNE NA PRIMEIRA MORDIDA
SUCULÊNCIA	QUANTIDADE DE UMIDADE LIBERADA DURANTE A MASTIGAÇÃO
FIBROSIDADE	FORMA E ORIENTAÇÃO DAS FIBRAS DURANTE A MASTIGAÇÃO (PROPRIEDADE GEOMÉTRICA)
COESIVIDADE	GRAU COM QUE AS PARTÍCULAS DAS AMOSTRAS SE MANTÊM COESAS

Exemplo de ficha de avaliação resumida para ADQ de carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*).

Nome: _____ Código da Amostra: _____

Por favor, faça um traço vertical na escala no ponto que melhor descreve a intensidade de cada característica da amostra.

COR:

1) JACARÉ CRU



2) JACARÉ COZIDO

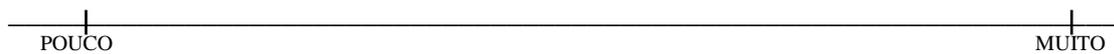


SABOR:

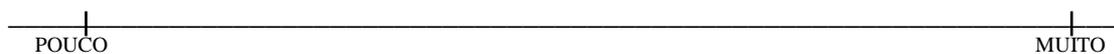


TEXTURA:

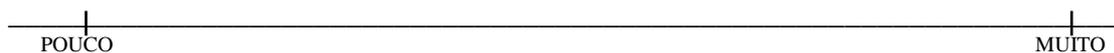
1) MACIEZ



2) COESIVIDADE



3) SUCULÊNCIA



4) FIBROSIDADE

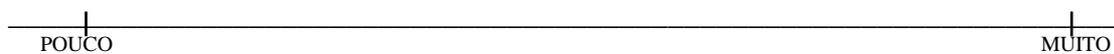


Figura 8: Ficha de avaliação empregada na análise sensorial descritiva quantitativa da carne da cauda de jacaré, nos diferentes tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as análises instrumentais procedeu-se análise de variância em fatorial 4X4 segundo o nível de pressão, dias de estocagem e interação entre estes. Os resultados que apresentaram efeito da pressão e/ou estocagem significativos foram testados pela ANOVA segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC) por tempo e nível de pressão em separado seguido do teste de comparação entre médias de Tukey em nível de 5% de significância.

Sobre os escores de intensidade de cada atributo sensorial da ADQ procedeu-se análise de variância (ANOVA) em blocos casualizados para cada atributo sensorial. O esquema ANOVA testou as fontes de variação julgador, tempo de estocagem, pressão e sua interação.

Para os resultados sensoriais foi requerida a Análise Multivariada de Componente Principal (ACP). A ACP foi realizada a partir dos escores médios de cada um dos atributos sensoriais. Para explicar o grau de importância de cada atributo (variável) sobre os componentes principais, procedeu-se a correlação dos escores médios de intensidade dos atributos sensoriais sobre o escore de cada componente principal. Dessa forma, foram obtidos os valores das cargas (“Loading”) e probabilidade de cada atributo sobre os componentes principais.

Os mapas sensoriais das amostras e atributos da ADQ foram construídos a partir dos escores dos dois primeiros componentes principais e das cargas dos atributos sensoriais sobre eles.

As análises estatísticas foram realizadas por procedimentos do programa “Statistical Analysis System” (SAS,1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados e realizadas as discussões pertinentes às análises instrumentais de cor (colorímetro), textura (texturômetro) e avaliação sensorial (ADQ).

4.1 VALORES DA ANÁLISE INSTRUMENTAL DE COR (COLORÍMETRO)

Nas medidas instrumentais de cor, o valor de L^* (Luminosidade) corresponde ao grau de claridade de cor devido à maior ou menor reflexão da luz incidente e cujos valores mais altos de L^* indicam maior luminosidade. Os valores de a^* e b^* correspondem, respectivamente, aos teores de vermelho e amarelo, em que maiores valores de a^* e de b^* representam maiores teores das cores relacionadas.

Os valores médios e desvio padrão de L^* , a^* e b^* do controle e das amostras pressurizadas a 200, 300 e 400 MPa nos diferentes dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) observados na carne crua da cauda de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão de L*, a* e b* da carne crua da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Dias de Estocagem	Controle	200MPa	300MPa	400MPa
L* Crua				
1	65,43 ^{CA} ±1,66	69,75 ^{bB} ±1,23	78,76 ^{aA} ±1,21	78,44 ^{aA} ±0,75
15	66,09 ^{CA} ±2,95	70,12 ^{bB} ±0,81	77,19 ^{aA} ±1,50	78,76 ^{aA} ±2,52
30	65,59 ^{CA} ±1,25	71,07 ^{bB} ±1,81	78,05 ^{aA} ±2,98	77,71 ^{aA} ±1,99
45	67,47 ^{CA} ±1,82	74,86 ^{bA} ±1,15	79,29 ^{aA} ±2,55	79,54 ^{aA} ±2,17
a* Crua				
1	8,53 ^{aBC} ±0,17	7,87 ^{abAB} ±0,64	7,13 ^{bcA} ±0,60	6,80 ^{CA} ±0,38
15	7,96 ^{aC} ±0,40	7,24 ^{aB} ±0,47	6,41 ^{bAB} ±0,13	5,61 ^{CB} ±0,37
30	8,47 ^{aB} ±0,28	8,48 ^{aA} ±0,36	5,75 ^{bBC} ±0,71	5,73 ^{bB} ±0,28
45	10,30 ^{aA} ±0,67	7,22 ^{bB} ±0,30	5,40 ^{cC} ±0,31	5,15 ^{CB} ±0,63
b* Crua				
1	8,76 ^{bA} ±0,54	9,36 ^{abA} ±0,25	9,15 ^{bA} ±0,42	10,02 ^{aA} ±0,61
15	9,10 ^{aA} ±0,38	8,70 ^{aA} ±0,48	8,94 ^{aA} ±0,67	9,28 ^{aAB} ±0,27
30	7,85 ^{bB} ±0,50	9,28 ^{aA} ±0,57	9,06 ^{aA} ±0,40	9,01 ^{aB} ±0,54
45	8,40 ^{bAB} ±0,42	8,96 ^{abA} ±0,57	9,33 ^{aA} ±0,37	9,25 ^{aAB} ±0,14

a, b, c, A, B, C Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente ($p < 0,05$). Sendo a, b, c representativos das pressões, ou seja, linhas e A, B, C referentes aos diferentes dias, ou seja, colunas.

Com relação à cor da carne da cauda de jacaré crua (Tabela 1), observa-se o aumento gradativo de L* e diminuição de a* de acordo com aumento da pressão, quando confrontados com o controle.

Em todos os dias de estocagem testados, os maiores valores de L* compreenderam as amostras pressurizadas a 300 e 400MPa, que não possuíram diferença significativa ($p > 0,05$). As amostras pressurizadas a 200 MPa obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) em comparação aos demais tratamentos. Já as amostras controle apresentaram os menores valores.

No primeiro dia de estocagem o valor médio de a* das amostras pressurizadas a 400 MPa foi o menor, não se diferenciando significativamente ($p >$

0,05) das amostras pressurizadas a 300 MPa. No 15^o dia as amostras pressurizadas à 400 MPa mantiveram os menores valores, diferenciando-se significativamente ($p < 0,05$) das amostras pressurizadas a 300 MPa, que por sua vez apresentaram valores intermediários. As amostras controle e pressurizadas a 200 MPa, compreenderam os maiores valores. No 30^o de estocagem observou-se dois grupos, um com o maior valor (amostras controle e pressurizadas a 200 MPa) e outro com os menores valores (300 e 400 MPa) que se diferenciaram significativamente ($p < 0,05$) entre si. Já no 45^o dia de estocagem o valor médio das amostras pressurizadas a 200 MPa compreendeu um grupo adicional aos dois descritos anteriormente, grupo este composto pelo valor intermediário .

Os valores de b^* das amostras controle e pressurizada a 400 MPa no primeiro dia de estocagem testado se diferenciaram significativamente ($p < 0,05$), com o menor valor, representado pela amostra controle. No segundo período testado, os tratamentos não se diferenciaram significativamente ($p > 0,05$). No 30^o dia o menor valor foi o da amostra controle, diferenciando-se significativamente ($p < 0,05$) das amostras pressurizadas. No último dia de estocagem observaram-se dois grupos principais, um com o menor valor (amostra controle) e outro com os maiores valores (300 e 400 MPa) que se diferenciaram significativamente ($p < 0,05$) entre si. Já o tratamento à 200MPa se assemelhou significativamente ($p > 0,05$) aos dois grupos supracitados.

A descoloração provocada pelo processo de alta pressão hidrostática pode ser explicada como resultado da oxidação da mioglobina, que passa da forma ferrosa para férrica, com conseqüente declínio dos valores de a^* e um aumento na proporção de metamioglobina em relação à oximioglobina (CARLEZ, et al., 1995). O aparecimento da luminosidade pode ser proveniente da desnaturação da globina e do deslocamento ou liberação (desprendimento) do grupo heme, assim como, por modificações nas proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas com conseqüentes alterações na superfície da carne (JUNG et al., 2003).

Os resultados obtidos após o tratamento sob alta pressão estão de acordo com estudos realizados por Shigehisa et al. (1991) em homogeneizado de músculo de suíno tratado sob alta pressão. Os valores de L^* , aumentaram, em pressão entre 100 e 200 MPa, alcançando o valor máximo entre 300 e 400 MPa. O decréscimo no valor de a^* foi moderado entre 100 e 200 MPa e progrediu até 600 MPa. De maneira semelhante, mudanças em L^* e a^* foram observadas por Carlez et al. (1995) que

investigaram os efeitos da alta pressão na cor e no conteúdo de mioglobina de carne moída. Notaram uma cor rósea na carne tratada a 200 – 350 MPa que tornou-se cinza-amarronzada a 400 – 500 MPa. Houve decréscimo no conteúdo de mioglobina a 200 – 500 MPa, redução na oximioglobina, e aumento na metamioglobina a 400 – 500 MPa. Simultaneamente, verificaram que os valores de L^* aumentaram visivelmente.

Chevalier et al. (2001) estudaram o efeito da pressão em filés de turbot (peixe europeu) e verificaram que estes perderam sua transparência com o aumento dos valores de L^* conforme o aumento da pressão, os filés ficaram com aparência de cozidos. Cruz-Romero et al. (2004), através da pesquisa com ostras pressurizadas observaram que o grupo controle obteve os menores valores de L^* , indicando que todos os tratamentos, com exceção dos pressurizados à 100MPa/10minutos resultaram em maior luminosidade e menor transparência no tecido e no músculo adutor da ostra. Tratamentos de 500 e 800MPa resultaram nos maiores valores de L^* . Os valores de a^* responderam inversamente ao aumento da pressão, conferindo às amostras tratadas um aspecto de músculo cozido, principalmente com pressões de 500/10minutos e 800MPa/10minutos. Os valores de b^* aumentaram com a elevação da pressão (aumento da cor amarela) para os músculos adutores (dorsal e ventral), mas não se modificaram no tecido da ostra.

Outros estudos como Picouet et al. (2008), avaliando a cor da carne bovina fresca e congelada pressurizada a 200, 300, 400, 500 e 600 MPa, observaram também o aumento dos valores de L^* até a pressão de 400MPa. Da mesma forma, Cava et al (2009) em presunto ibérico verificaram que a pressurização nas condições de 200 MPa/30 minutos, 300 MPa/15 minutos e 300 MPa/ 30 minutos diminuiu significativamente os valores de a^* quando comparadas com as amostras não tratadas.

A alta pressão também induziu diferenças nos valores L^* , a^* e b^* para carnes pressurizadas de músculo de bacalhau (ANGSUPANICH; LEDWARD, 1997)

Os achados dos trabalhos supracitados corroboram com os resultados do presente estudo, apesar da matriz alimentar em questão ser diferente.

A variação desses valores nos diferentes dias de estocagem pode ser verificada nos Gráficos 9, 10 e 11

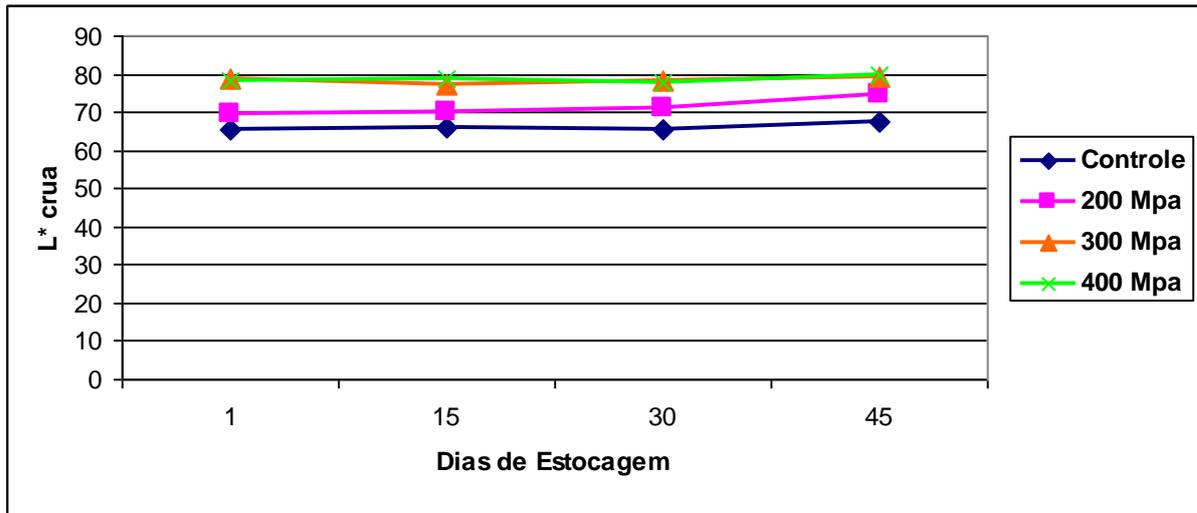


Figura 9: Variação de L^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

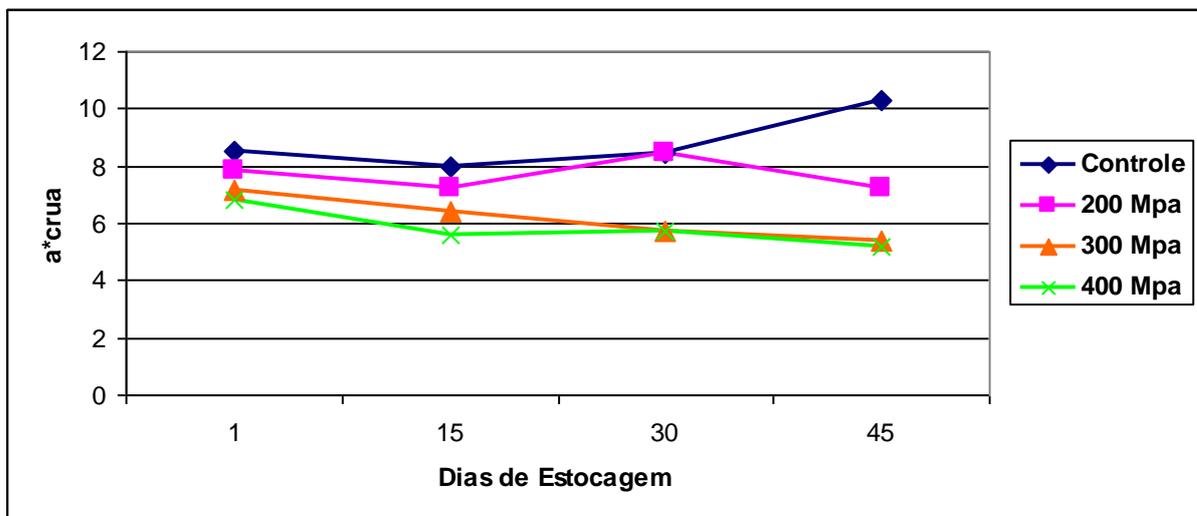


Figura 10: Variação de a^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

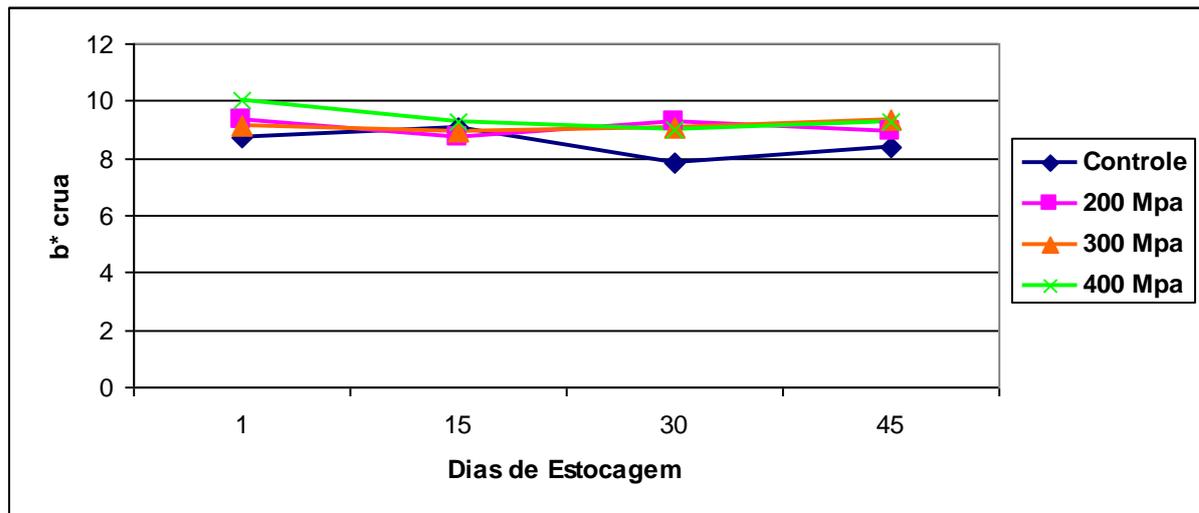


Figura 11: Variação de b^* crua em carne de cauda de jacaré crua nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Em relação aos valores de L^* (Tabela 1, Figura 9) controle e pressurizadas a 300 e 400MPa, os resultados apresentaram oscilações não significativas ($p > 0,05$), notando-se maior luminosidade no 45º dia de estocagem. As amostras pressurizadas a 200MPa não apresentaram variações nos valores de L^* até o 30º dia de estocagem, mas obtiveram aumento significativo ($p < 0,05$) no dia 45º em comparação aos demais dias de estocagem.

Os resultados referentes ao a^* (Tabela 1, Figura 10) demonstraram comportamento semelhante entre as amostras controle e aquelas tratadas à 200 MPa até o 30º dia de armazenamento, possuindo oscilações não significativas ($p > 0,05$) quando comparado o 1º e 30º dia. A partir desse dia os valores das amostras controle e as pressurizadas a 200 MPa apresentaram uma tendência crescente e decrescente, respectivamente, até o 45º dia de estocagem. Em contrapartida, os resultados das amostras pressurizadas a 300 e 400 MPa denotaram um declínio durante o período de estocagem.

Os valores de b^* (Tabela 1, Figura 11).das amostras pressurizadas a 200 e 300 MPa apresentaram comportamento semelhante durante todo período de estocagem, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre os períodos testados. No entanto, os resultados das amostras controle e pressurizadas a 400 MPa demonstraram pequenas variações, ligeiro declínio, quando comparados os

períodos de armazenamento 1º e 45º. De acordo com os valores médios observados na Tabela 1 e Figuras 9, 10 e 11 o tratamento com a pressurização de 200 MPa apresentou as menores modificações nos valores de L*, a* e b* comparadas ao controle.

A luminosidade obteve aumento em seus valores no último dia de estocagem. As mudanças nos valores de L* se devem provavelmente ao processo de desnaturação reversível da mioglobina. A desnaturação e a renaturação dos compostos do radical heme (metamioglobina) pela pressão e tempo de estocagem têm também foram indicadas por como possíveis causas das mudanças de valores (CHEACH; LEDWARD, 1996). De forma similar, os valores de L* em filés de carpa aumentaram com o decorrer do período de estocagem (SEQUEIRA-MUNOZ et al., 2006).

Assim como os resultados obtidos nesta pesquisa, Chéret et al. (2005) estudando filés de robalos sem pressurização e pressurizados a 100, 200, 300, 400 e 500MPa e Yagiz et al. (2007) pesquisando filés de truta pressurizados a 0,1; 150; 300; 450 e 600MPa observaram o aumento dos valores de a* nas amostras controle e diminuição nas amostras pressurizadas durante o período de estocagem.

Foram observados ligeiros declínios nos valores de b* para as amostras controle e pressurizadas a 400MPa semelhantes aos dados obtidos por Chéret et al. (2005). Já as amostras pressurizadas a 200 e 300MPa não se alteraram com os dias de estocagem, assim como os resultados obtidos por Cava et al. (2009).

As modificações ocorridas na cor da carne durante o período de estocagem podem ser associadas às reações enzimáticas e não enzimáticas, resultando na degradação das proteínas miofibrilares e desorganização das miofibrilas (JUNG, 2003).

Os valores médios e desvio padrão de L*, a* e b* do controle e pressurizados a 200, 300 e 400 MPa nos diferentes dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) observados na carne cozida da cauda de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 2

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão de L*, a* e b* da carne cozida da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Dias de Estocagem	Controle	200MPa	300MPa	400MPa
L* Cozida				
1	74,47 ^{aA} ±2,64	73,62 ^{aA} ±2,84	76,71 ^{aA} ±2,64	75,76 ^{aABC} ±2,35
15	73,73 ^{aA} ±1,89	73,50 ^{aA} ±2,99	75,54 ^{aA} ±3,22	73,24 ^{aAB} ±2,78
30	74,24 ^{aA} ±1,96	74,01 ^{aA} ±2,45	75,20 ^{aA} ±2,30	74,01 ^{aBC} ±2,32
45	76,06 ^{aA} ±2,31	76,27 ^{aA} ±1,42	78,85 ^{aA} ±2,64	78,86 ^{aA} ±1,83
a* Cozida				
1	4,07 ^{aA} ±0,48	3,91 ^{aA} ±0,29	3,29 ^{aA} ±0,20	3,38 ^{aA} ±0,35
15	3,55 ^{aAB} ±0,41	3,58 ^{aAB} ±0,37	3,08 ^{aA} ±0,40	3,16 ^{aAB} ±0,53
30	3,27 ^{aB} ±0,13	3,13 ^{aB} ±0,23	3,04 ^{aA} ±0,63	2,50 ^{aBC} ±0,22
45	3,26 ^{aB} ±0,43	2,92 ^{aB} ±0,62	1,95 ^{bB} ±0,41	1,87 ^{bC} ±0,56
b* Cozida				
1	10,79 ^{aA} ±0,67	9,87 ^{bA} ±0,60	9,98 ^{abA} ±0,28	10,16 ^{abA} ±0,38
15	9,49 ^{aB} ±0,44	8,86 ^{aC} ±0,31	8,97 ^{aB} ±0,52	9,26 ^{aA} ±0,23
30	9,79 ^{aB} ±0,22	9,68 ^{aAB} ±0,34	9,26 ^{aAB} ±0,57	9,99 ^{aA} ±0,45
45	9,70 ^{aB} ±0,25	8,97 ^{bBC} ±0,44	8,75 ^{bB} ±0,51	9,12 ^{abA} ±0,15

a, b, c, A, B, C Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente ($p < 0,05$). Sendo ^{a, b, c} representativos das pressões, ou seja, linhas e ^{A, B, C} referentes aos diferentes dias, ou seja, colunas.

Com relação à cor da carne de jacaré cozida (Tabela 2) pode-se observar que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) dos valores de L* entre os tratamentos nos dias de estocagem testados. Os valores de a* nos três primeiros períodos de armazenamento não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, enquanto no último, dois grupos significativamente ($p < 0,05$) distintos foram formados, um composto pelos maiores valores (amostras controle e pressurizadas à 200 MPa) e outro composto pelos menores valores (amostras pressurizadas à 300 e 400 MPa).

No primeiro dia de estocagem os únicos tratamentos que se apresentaram significativamente ($p < 0,05$) distintos entre si, em relação aos valores médios de b*

foram as amostras controle e pressurizada a 200 MPa que apresentou o menor valor. Nos dias 15^o e 30^o de estocagem não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já no último período (45 dias), os valores das amostras pressurizadas a 200, 300 e 400Mpa não demonstraram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si, assim como as amostras controle e 400MPa que obtiveram os maiores valores.

Confrontando os valores médios da Tabela 1 e 2, os resultados para L* do controle e pressurizados a 200MPa, além dos valores de a* de todos os tratamentos obtidos nesta pesquisa, estão de acordo com os estudos realizados por Yagiz et al (2009) ao analisar filés de salmão pressurizados e cozidos. Cruz-Romero et al. (2004) confrontando os valores de ostras pressurizadas e cozidas, observaram um aumento de L* e diminuição dos valores de a* para as cozidas. Os valores de b* praticamente não obtiveram diferença entre as carnes de jacaré crua e cozida, assim como no estudo realizado por Yagiz et al (2009). Essas modificações ocorreram provavelmente pelo aumento da desnaturação das proteínas promovida pelo cozimento que se somou à desnaturação provocada pela aplicação da alta pressão.

Tanto o aquecimento como a alta pressão causam a desnaturação protéica, o que vai diferenciar é o mecanismo. A alta pressão provoca a desnaturação através da desestabilização das ligações não covalentes na estrutura terciária, expondo as ligações hidrofóbicas, promovendo a agregação das proteínas. Por sua vez, o aquecimento causa movimentação violenta das moléculas, resultando na quebra das pontes de hidrogênio e ligações covalentes (DONG SUN; HOLLEY, 2010).

A variação desses valores nos diferentes dias de estocagem pode ser verificada nos Gráficos 12, 13 e 14.

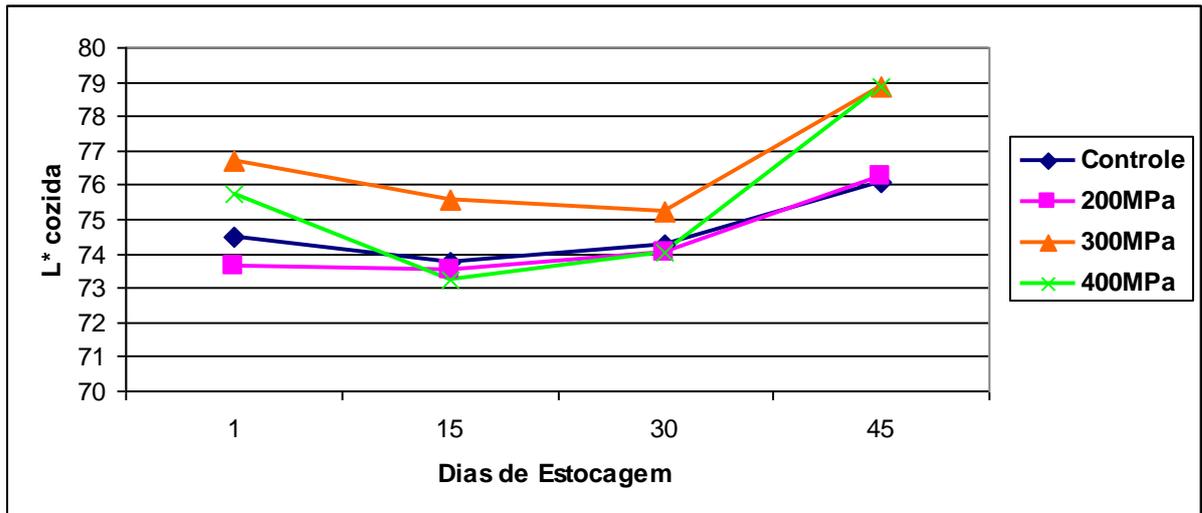


Figura 12: Variação de L^* cozida em carne de cauda de jacaré cozida nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

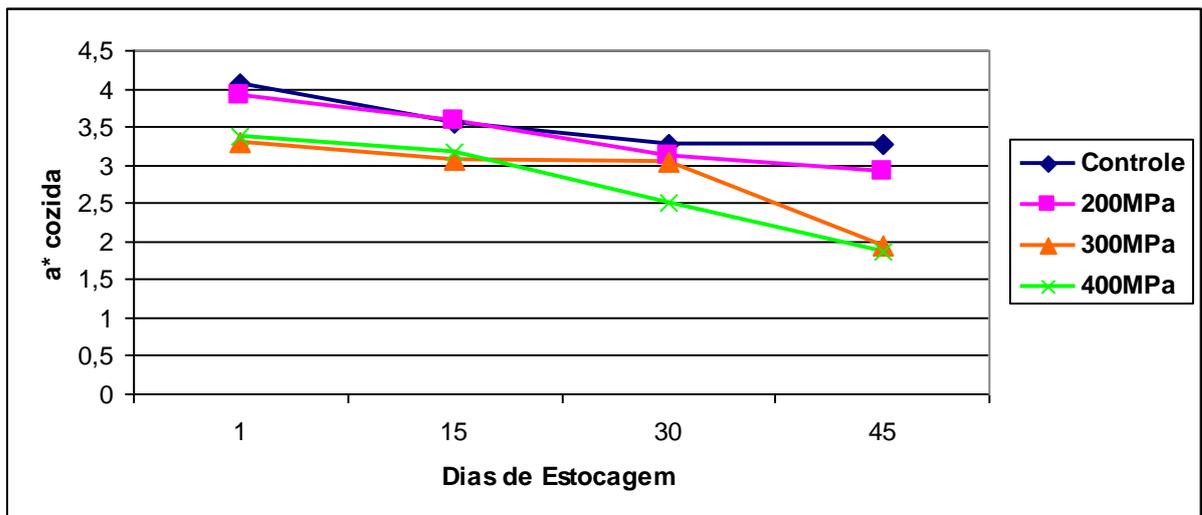


Figura 13: Variação de a^* cozida em carne de cauda de jacaré cozida nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

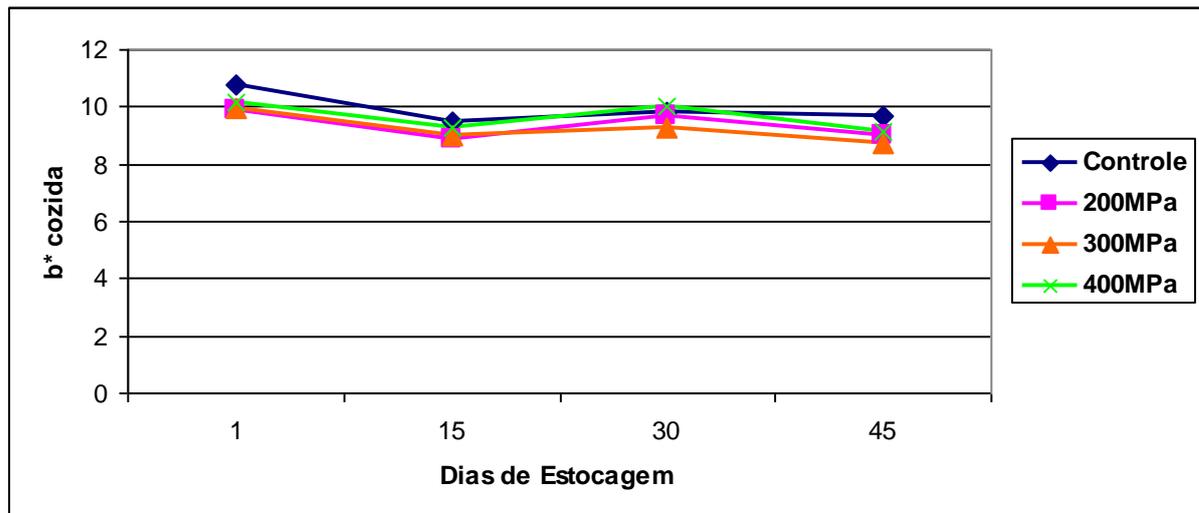


Figura 14: Variação de b^* cozida em carne de cauda de jacaré cozida nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Em relação aos dias de estocagem foi observado em todos os tratamentos a manutenção da luminosidade (Tabela 2 e Figura 12). Já os valores de a^* em todos os tratamentos obtiveram uma significativa ($p < 0,05$) diminuição quando comparados o primeiro e o último período de estocagem (Tabela 2, Figura 13). Os valores de b^* quando comparados os períodos 1º e 45º apresentaram uma queda significativa ($p < 0,05$) no último dia de estocagem nas amostras controle e pressurizadas a 200 e 300MPa, enquanto que nas amostras pressurizadas a 400MPa não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dias de estocagem analisados (Tabela 2, Figura 14).

Não há registros na literatura sobre a análise instrumental de cor em carnes pressurizadas, posteriormente cozidas e estocadas durante 45 dias em temperatura de refrigeração.

Quando comparados os resultados da análise instrumental de cor (colorímetro) da carne crua e cozida de jacaré, pode-se observar aumento nos valores de L^* da carne cozida controle e pressurizada a 200MPa, enquanto os valores de L^* das amostras pressurizadas a 300 e 400MPa cozidas se mostraram ligeiramente menor que as mesmas cruas. Os valores de a^* de todos os tratamentos cozidos diminuíram em relação aos crus, sendo as menores diferenças de valores entre as amostras cruas e cozidas as pressurizadas a 300 e 400MPa. Os valores de b^* se mantiveram praticamente os mesmos entre os tratamentos crus e cozidos.

A modificação da cor da carne após a pressurização pode ser um limitante para a comercialização dos produtos pressurizados. Logo, o presente trabalho sugere que o cozimento das amostras pode ser uma solução para este efeito (JUNG et al., 2003).

4.2 VALORES DA ANÁLISE INSTRUMENTAL DE TEXTURA (TEXTURÔMETRO)

Os valores médios e desvio padrão de coesividade, dureza, elasticidade e resistência do controle e amostras pressurizadas a 200, 300 e 400 MPa nos diferentes dias de estocagem (1, 15, 30 e 45) observados na carne crua da cauda de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão de coesividade, dureza, elasticidade e resistência da carne da cauda de jacaré nos tratamentos sob alta pressão (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Dias de Estocagem	Controle	200MPa	300MPa	400MPa
Coesividade				
1	0,41 ^{cAB} ±0,05	0,46 ^{bAB} ±0,02	0,50 ^{aA} ±0,02	0,49 ^{abA} ±0,05
15	0,40 ^{bB} ±0,05	0,47 ^{aA} ±0,03	0,49 ^{aA} ±0,04	0,51 ^{aA} ±0,04
30	0,35 ^{cC} ±0,03	0,44 ^{bB} ±0,03	0,48 ^{aA} ±0,04	0,51 ^{aA} ±0,02
45	0,42 ^{bA} ±0,03	0,45 ^{abAB} ±0,03	0,47 ^{aA} ±0,06	0,48 ^{aA} ±0,05
Dureza (N)				
1	17,41 ^{aA} ±1,70	12,63 ^{bA} ±1,55	15,88 ^{aA} ±2,43	16,20 ^{aA} ±1,94
15	14,47 ^{abB} ±2,13	12,22 ^{bA} ±2,05	14,55 ^{abAB} ±1,70	14,96 ^{aAB} ±2,23
30	12,88 ^{aBC} ±2,02	8,90 ^{bB} ±2,23	12,10 ^{aBC} ±1,82	13,02 ^{aB} ±2,32
45	11,91 ^{aC} ±2,12	7,98 ^{bB} ±1,77	11,93 ^{aC} ±2,51	12,77 ^{aB} ±2,52
Elasticidade				
1	0,52 ^{cA} ±0,05	0,64 ^{bA} ±0,04	0,79 ^{aA} ±0,05	0,76 ^{aA} ±0,03
15	0,43 ^{cBC} ±0,05	0,62 ^{bA} ±0,05	0,77 ^{aAB} ±0,03	0,77 ^{aA} ±0,05
30	0,36 ^{dC} ±0,04	0,48 ^{cB} ±0,05	0,66 ^{bC} ±0,06	0,77 ^{aA} ±0,05
45	0,49 ^{cAB} ±0,04	0,58 ^{bA} ±0,04	0,76 ^{aAB} ±0,05	0,72 ^{aA} ±0,05
Resistência				
1	0,24 ^{bA} ±0,03	0,26 ^{abA} ±0,03	0,25 ^{abA} ±0,04	0,28 ^{aA} ±0,03
15	0,17 ^{bB} ±0,05	0,19 ^{bB} ±0,05	0,21 ^{bA} ±0,02	0,27 ^{aA} ±0,05
30	0,16 ^{cB} ±0,03	0,24 ^{bAB} ±0,04	0,22 ^{bA} ±0,04	0,31 ^{aA} ±0,05
45	0,19 ^{bB} ±0,03	0,23 ^{abAB} ±0,05	0,23 ^{abA} ±0,05	0,29 ^{aA} ±0,07

a, b, c, d, A, B, C Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente ($p < 0,05$). Sendo a, b, c, d representativos das pressões, ou seja linhas e A, B, C referentes aos diferentes dias, ou seja, colunas.

Os valores de coesividade (Tabela 3) aumentaram significativamente ($p < 0,05$) como conseqüência do aumento da pressão quando comparados os valores médios das amostras controle e pressurizadas à 400 MPa em todos os períodos de estocagem analisados. As amostras controle apresentaram os menores valores de coesividade. Já as amostras pressurizadas a 300 e 400 MPa se apresentaram significativamente ($p > 0,05$) semelhantes entre si e com os maiores valores. As

amostras pressurizadas à 200 MPa apresentaram valores intermediários e no período de estocagem de 45 dias não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) das amostras controle.

No parâmetro dureza (Tabela 3) nos períodos 1, 30 e 45 de estocagem os menores valores, ou seja, os melhores resultados foram os referentes às amostras pressurizadas a 200 MPa, se diferenciando significativamente ($p < 0,05$) dos demais tratamentos. As amostras controle, pressurizadas a 300 e 400MPa não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$). Já no segundo período de estocagem (15 dias) o único tratamento que se diferenciou significativamente ($p < 0,05$) do valor médio das amostras pressurizadas a 200 MPa, foi o tratamento à 400 MPa que obteve o maior valor. Logo, as amostras pressurizadas à 200 MPa, obtiveram os menores valores, sendo considerado o tratamento que conferiu maior maciez.

Assim como ocorreu na coesividade, na elasticidade (Tabela 3) os maiores valores obtidos foram os das amostras pressurizadas a 300 e 400 MPa (se agrupando), os valores intermediários foram os de 200MPa e os menores os do controle em todos os períodos de estocagem testados.

Como observado na Tabela 3 no parâmetro resistência, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras controle e pressurizada a 400 MPa no primeiro período de estocagem. Já no segundo dia, o único tratamento que se diferenciou ($p < 0,05$) dos demais, representando os maiores valores foi o de 400 MPa. No terceiro e quarto períodos de estocagem (30 e 45 dias) os valores das amostras pressurizadas a 200 e 300 MPa não se diferenciaram significativamente ($p > 0,05$), sendo representados pelos valores intermediários. A maior resistência foi caracterizada pelas amostras pressurizadas a 400 MPa, e os menores pelas amostras controle.

Com relação ao efeito da pressão, Han-Jun Ma e Ledward (2004) estabeleceram que o colágeno é principalmente estabilizado por ligações de hidrogênio, sendo este, pouco afetado pela pressão. As mudanças na estrutura das proteínas miofibrilares contráteis são os principais fatores responsáveis pelas alterações na textura, observadas quando a carne é submetida à alta pressão. Na faixa de pressão de 100 até 300 MPa, as mudanças são normalmente reversíveis, mas quando as pressões utilizadas são acima desta faixa, as mudanças se tornam irreversíveis. (RASTOGI et al 2007). A enzima calpastatina é inibida a 200MPa, enquanto as calpains são degradadas acima de 400 MPa. Com pressões em torno

de 200 MPa há quebra dos lisossomos, o que leva ao aumento da atividade autolítica e ao amaciamento da carne (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002) .

Em concordância com os resultados obtidos nesse estudo, Chéret et al. (2005) observaram um decréscimo dos valores de dureza nas amostras pressurizadas a 200 MPa com posterior aumento da mesma, concomitante ao aumento da pressão; assim como observaram Ashie e Simpson (1996) que trabalharam com o peixe azul. Yagiz et al. (2007) pesquisaram o efeito das pressões de 0,1, 150, 300, 450 e 600 MPa em trutas e verificaram que os menores valores obtidos de dureza foram os das amostras pressurizadas a 150 MPa, com posterior aumento da dureza em consequência do aumento da pressão. Em posterior estudo Yagiz et al. (2009) estudaram o efeito das pressões de 0,1, 150 e 300 MPa sobre a carne de salmão do Atlântico e constataram o aumento da dureza nas amostras pressurizadas a 300 MPa quando comparadas às amostras tratadas a 150 MPa.

Chéret et al. (2005) relataram que os valores do parâmetro resistência se mantiveram praticamente constantes, informação que discorda dos resultados do presente estudo, já que neste foi observado o aumento da resistência com o aumento da pressão.

Angsupanich e Ledward (1997) constataram que o músculo de bacalhau tratado com pressões de 400 e 600 MPa durante 20 minutos obtiveram aumento da elasticidade. De forma semelhante Yagiz et al. (2007) ao pesquisarem o efeito da alta pressão em truta arco-íris, verificaram que a coesividade foi significativamente maior nas pressões mais elevadas de 300, 450 e 600 MPa.

A variação desses valores nos diferentes dias de estocagem pode ser verificada nos Gráficos 15, 16, 17 e 18

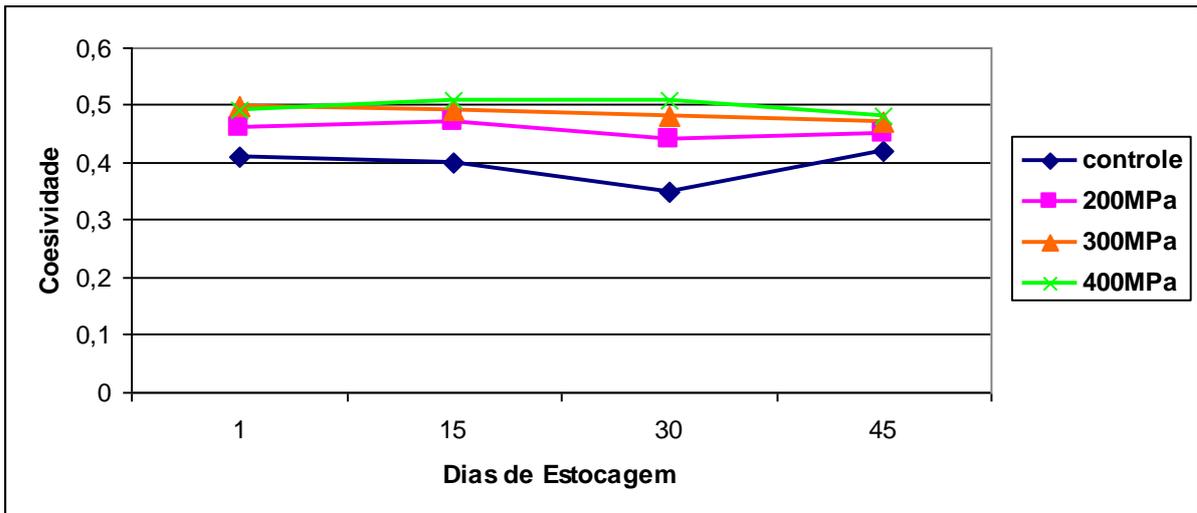


Figura 15: Variação da coesividade em carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

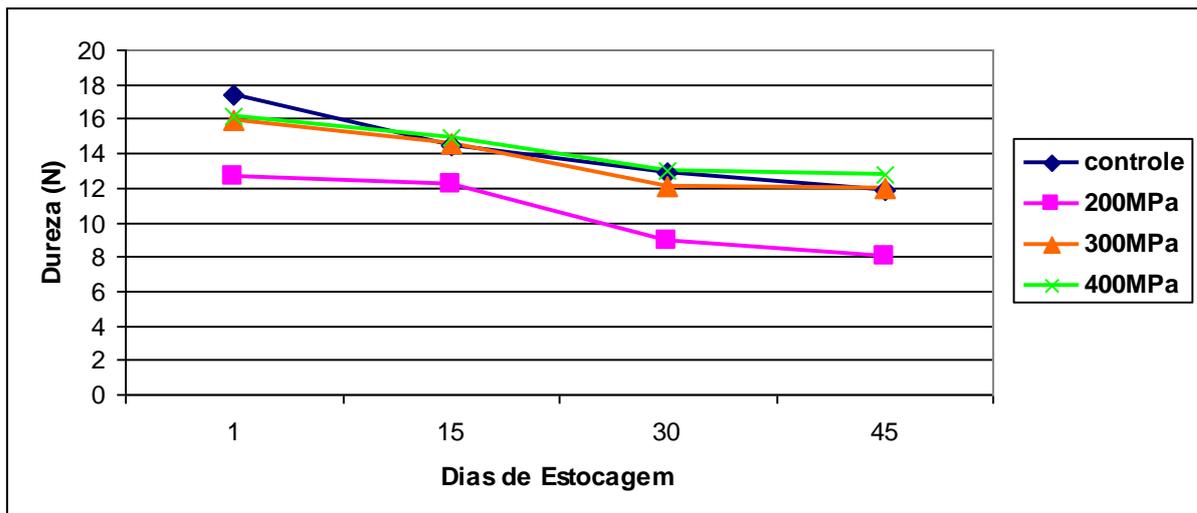


Figura 16: Variação da dureza em carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

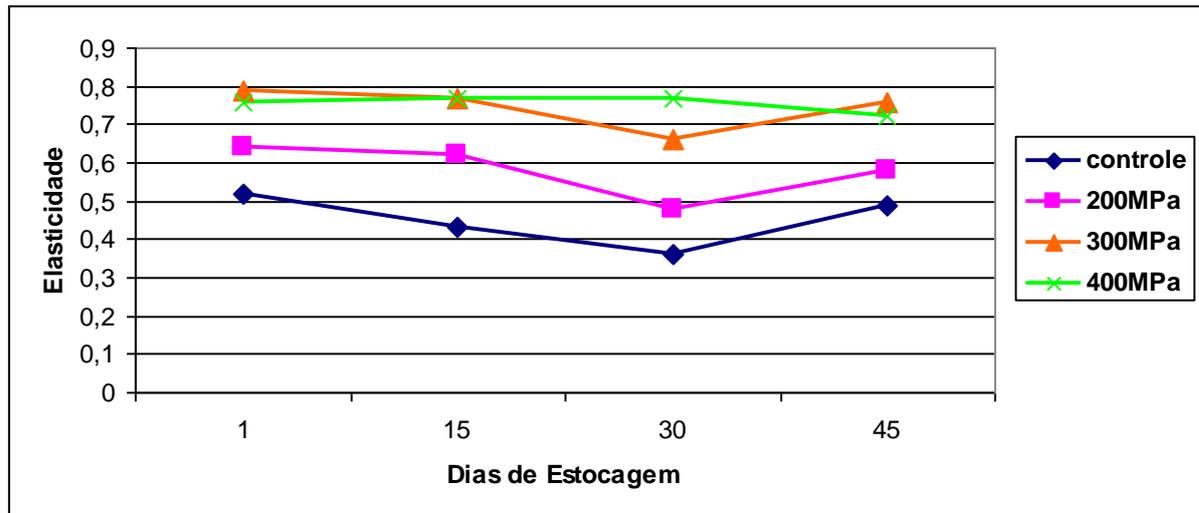


Figura 17: Variação da elasticidade em carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

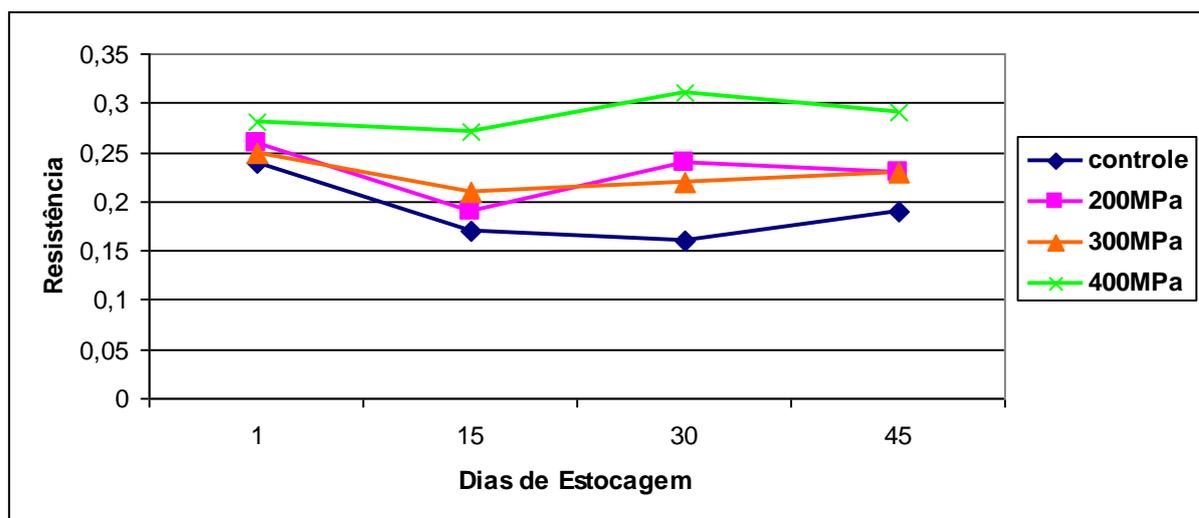


Figura 18: Variação da resistência em carne de cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa) e dias de estocagem (1, 15, 30 e 45).

Durante o período de estocagem, os valores de coesividade (Tabela 3, Figura 15) das amostras controle e pressurizadas a 200 MPa foram menores no 30º dia de estocagem, enquanto as amostras pressurizadas à 300 e 400 MPa não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dias de armazenamento. Já os resultados de elasticidade, resistência e dureza (Tabela 3, Figura 16, 17 e 18) de todos os tratamentos obtiveram ligeira redução no decorrer do período de estocagem. No

atributo elasticidade, os resultados das amostras controle e pressurizadas a 200 e 300 MPa foram menores no 30º dia de estocagem, enquanto que nas amostras pressurizadas à 400 MPa não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dias de armazenamento. No atributo resistência as amostras pressurizadas obtiveram resultados estáveis durante os dias de estocagem, enquanto o controle foi maior no primeiro dia se diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos demais períodos de estocagem (15, 30 e 45 dias). Em relação à dureza, houve uma diminuição gradativa dos valores médios em todos os tratamentos no decorrer dos dias de armazenamento, podendo-se observar diferença significativa ($p < 0,05$) entre o primeiro e o último dia de estocagem. Através dos dados analisados acima podemos verificar que quando comparados o 1º e 45º dias, todos os atributos de textura tiveram seus valores diminuídos.

Avaliando as mudanças ocasionadas pelos dias de estocagem, os resultados obtidos se assemelham aos do estudo realizado por Chéret et al. (2005) que verificaram que os parâmetros de textura (dureza, coesividade, elasticidade e resistência) diminuíram de forma significativa ($p < 0,05$) no decorrer dos dias de estocagem, demonstrando que a carne se torna mais macia. Durante o armazenamento a 4°C, a degradação enzimática contribui para o amaciamento da carne. As proteases envolvidas são principalmente calpaínas, catepsinas e collagenases (CHÉRET et al., 2005).

Esses resultados demonstram que a pressão de 200 MPa apresentou melhores resultados no parâmetro de dureza, quando comparados aos demais tratamentos e controle, além de caracterizar-se como o tratamento que menos se diferenciou do controle nos demais parâmetros de textura analisados.

4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA CARNE DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) CONTROLE E PRESSURIZADA A 200, 300 E 400 MPa

A avaliação da qualidade bacteriológica dos quatro tratamentos da carne da cauda de jacaré demonstrou que todas as amostras se apresentaram dentro dos padrões microbiológicos vigentes (BRASIL, 2001).

Em todos os tratamentos de carne de cauda de jacaré analisados e em todos os dias de estocagem (1, 15, 30, 45) à 4°C, constatou-se ausência de Salmonelas em 25g de carne, contagem menor que 1×10^3 UFC/g de *Staphylococcus aureus* e contagem de mesófilos e psicotrófilos, menor que 1×10^7 UFC/g.

4.4 ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA (ADQ) DE CARNE DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) ESTOCADA EM TEMPERATURA DE REFRIGERAÇÃO

Uma equipe sensorial de dez julgadores, durante o treinamento levantou sete atributos sensoriais de cor, sabor e textura para descrever as características da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) crua e cozida controles e pressurizadas a 200, 300 400MPa, estocadas durante 45 dias sob temperatura de refrigeração (4°C). Os dias de estocagem não tiveram influência sobre os valores, logo, a Tabela 4 é referente apenas aos valores médios da intensidade de percepção dos atributos, obtidos de oito julgadores (que passaram na prova de desempenho) em cinco repetições por julgador nos diversos tratamentos.

Tabela 4: Valores médios e desvio padrão dos atributos cor crua, cor cozida, sabor, maciez, suculência, fibrosidade e coesividade da carne da cauda de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa).

Trat.	Cor Crua	Cor cozida	Sabor	Maciez	Suculência	Fibrosidade	Coesividade
Controle	7,72±1,31	2,27±0,91	12,60±1,70	9,51±1,51	10,31±1,19	5,97±2,10	6,00±2,23
200MPa	5,14±1,28	1,37±0,71	12,26±1,71	10,71±2,89	8,70±1,55	5,25±2,48	5,34±0,75
300MPa	2,12±1,01	1,39±0,98	12,59±2,65	9,35±2,39	9,83±1,52	6,05±2,07	6,06±1,83
400MPa	1,41±1,01	0,96±0,26	12,42±1,82	9,83±2,94	9,25±2,31	5,73±1,74	6,20±2,43

Observa-se pelos resultados apresentados (Tabela 4) que o atributo “cor crua” apresentou diminuição em seus valores médios proporcional ao aumento da pressão. Esta alteração na cor se deve provavelmente à descoloração promovida pelo tratamento sob alta pressão que exacerba a oxidação da mioglobina, da forma

ferrosa em férrica; e aumenta a proporção de metamioglobina em relação à oximioglobina (CARLEZ, et al., 1995). Em relação aos demais atributos houve apenas uma ligeira variação entre os tratamentos testados.

No atributo “cor cozida” houve uma ligeira diminuição com o aumento da pressão, mas não suficiente para que os julgadores fossem capazes de diferenciar os tratamentos de forma nítida, provavelmente pelo fato da cocção aumentar a desnaturação protéica, assim como ocorre na alta pressão, minimizando os efeitos perceptíveis deste tratamento.

No atributo sabor a diferença dos valores médios foram praticamente nulos, provavelmente pela característica da técnica de não alterar compostos de baixo peso molecular, principalmente aqueles responsáveis pelo sabor (TELLÉZ-LUIS et al., 2001).

No atributo “maciez ” a pressão que obteve maior valor foi a de 200MPa, pois com pressões em torno de 200 MPa há quebra dos lisossomos, a atividade autolítica aumenta e o amaciamento da carne se torna maior (LAMBALLERIE-ANTON et al., 2002).

As amostras controle obtiveram maior suculência, enquanto as tratadas com pressão de 400 MPa maior coesividade, e as tratadas a 300 MPa maior fibrosidade. Com a aplicação da alta pressão ocorre a diminuição no volume das proteínas contidas na matriz alimentar tratada, em função da compressão das cavidades internas. Este efeito sobre as proteínas está primeiramente relacionado com a ruptura das interações não covalentes (eletrostáticas e hidrofóbicas), localizadas nas moléculas de proteína. Ocorre também a reformulação das ligações intra e inter molecular dentro ou entre as proteínas, promovendo expulsão de água e agregação protéica, o que reduz a suculência e aumenta fibrosidade e coesividade (DONG SUN; HOLLEY, 2010).

Não há registros na literatura sobre ADQ em carne de jacaré, nem sobre a mesma avaliação em carne pressurizada (200, 300 e 400 MPa) durante 45 dias de estocagem

4.5 ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL DA ADQ DE CARNE DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) ESTOCADA EM TEMPERATURA DE REFRIGERAÇÃO

Na Análise de Componentes Principais (ACP), em matriz de covariância, dos escores médios dos atributos sensoriais de cor, sabor e textura obtidos na ADQ nas amostras controle e pressurizadas a 200, 300 e 400 Mpa estudados, os dois primeiros componentes principais explicaram 97% da variação ocorrida entre as amostras – onde 62% da variação ocorrida foi demonstrada no primeiro componente principal (CP1) e 35% no segundo componente principal (CP2). Percebe-se que para os atributos de cor, sabor e textura o primeiro componente principal foi o mais importante.

Na Tabela 5 encontram-se os escores das amostras nos quatro tratamentos (controle, 200, 300 e 400 MPa) estudados. Na Tabela 6 estão dispostas as correlações ou cargas “Loading” e probabilidades, de cada atributo sensorial sobre os dois primeiros componentes principais. Os escores e as correlações foram empregados para a construção do mapa sensorial de atributos cor crua (CCR), cor cozida (CCO), sabor (SAB), maciez (MAC), suculência (SUC), fibrosidade (FIB) e coesividade (COE) (Figura 19 A e B).

Tabela 5: Valores obtidos na Análise de Componente Principal (ACP) dos dados da ADQ dos atributos de cor, sabor e textura da carne da cauda do jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa).

TRATAMENTO	ESCORE NO COMPONENTE	
	CP1	CP2
CONTROLE	1,65	1,77
200MPa	- 2,95	0,68
300MPa	1,22	- 0,64
400MPa	0,076	- 1,81

Tabela 6: Cargas (r) e probabilidade (p) dos atributos descritivos de cor, sabor e textura sobre os CP1 e CP2, obtidos de componentes principais dos dados da ADQ da carne da cauda do jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa).

ATRIBUTO	ESCORE NO COMPONENTE			
	CP1		CP2	
	R	P	R	P
COR CRUA	0,02	(0,9839)	0,97	(0,0246)
COR COZIDA	0,43	(0,5692)	0,90	(0,0995)
SABOR	0,97	(0,0263)	0,13	(0,8658)
MACIEZ	- 0,91	(0,0902)	0,40	(0,5976)
SUCULÊNCIA	0,94	(0,0634)	0,35	(0,6502)
FIBROSIDADE	0,98	(0,0173)	- 0,06	(0,9368)
COESIVIDADE	0,72	(0,2784)	- 0,60	(0,3989)

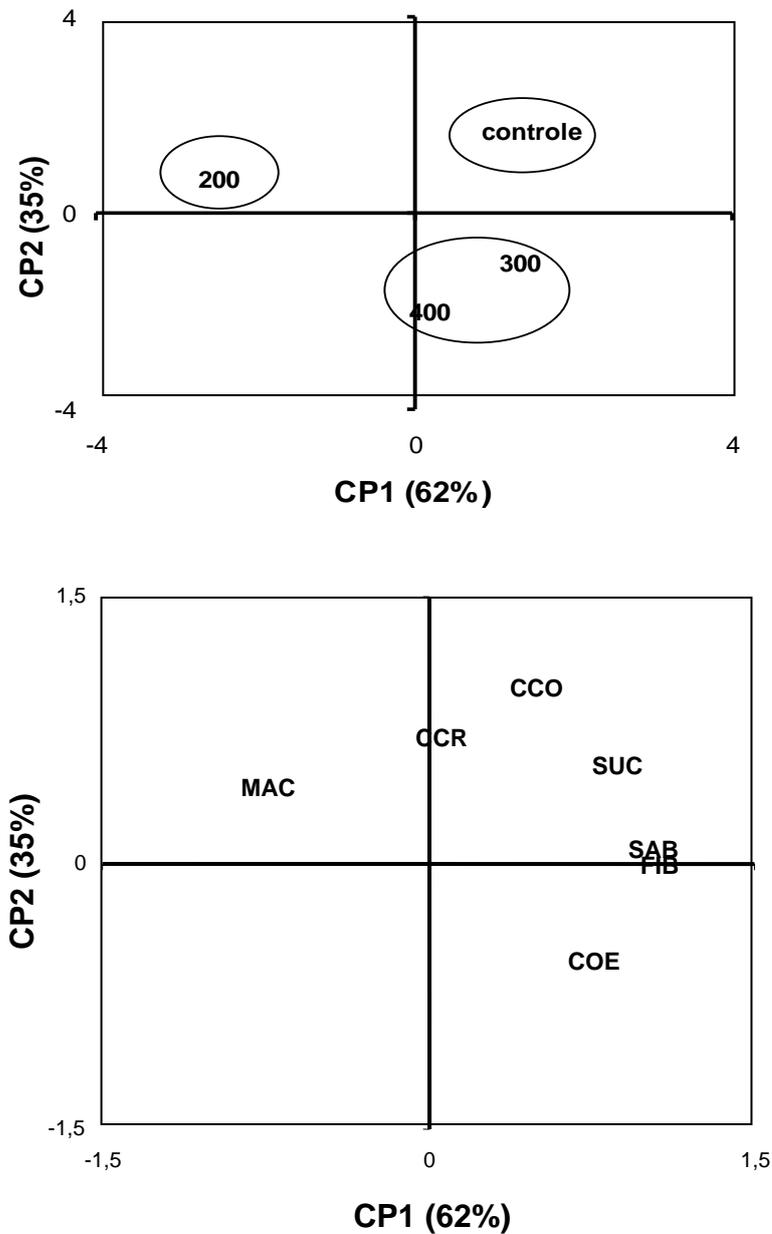


Figura 19: Mapas das amostras (A) e dos atributos de cor, sabor e textura (B) da ADQ em carne de jacaré nos diferentes tratamentos sob alta pressão hidrostática (controle, 200, 300 e 400 MPa). Sendo CCR= cor crua, CCO= cor cozida, sabor (SAB), MAC= Maciez, SUC= suculência, FIB= fibrosidade e COE= coesividade.

A partir da Análise de Componentes Principais dos atributos de cor, sabor e textura, percebe-se que o primeiro componente dividiu as amostras em dois grupos: o primeiro contendo as amostras pressurizadas a 200 MPa e o segundo contendo as

amostras controle e pressurizadas a 300 e 400 MPa. O atributo que foi mais importante para caracterizar as amostras pressurizadas a 200 MPa foi o atributo “maciez”, com correlação negativa, onde o valor de r foi $-0,91$ ($p=0,0902$). Ao passo que o atributo “suculência” ($r=0,94$, $p=0,0634$) separou a amostra controle das demais amostras. O atributo que menos contribuiu para a diferenciação das amostras foi a cor crua ($r=0,02$, $p=0,9839$).

Observa-se pelos quadrantes da Figura 19 (A e B), que as amostras dispersaram-se de forma que as pressurizadas a 300 e 400 MPa ficaram mais próximas, isto é, foi mais difícil para os julgadores perceberem a diferença entre estas. O primeiro componente principal dividiu as amostras pressurizadas a 200 MPa das demais em função da maior maciez. As amostras pressurizadas a 300 e 400 MPa se agruparam em função de apresentarem maiores níveis de “fibrosidade” ($r=0,98$, $p=0,0173$) e “sabor” ($r=0,97$, $p=0,0263$).

O segundo componente principal, em uma gradação mais fina, explicando 35% da variação ocorrida entre as amostras, separou a amostra controle em função da maior suculência ($r=0,94$, $p=0,0634$) em relação as amostras 300 e 400 MPa.

O Quadro 3 apresenta os valores dos coeficientes de correlação entre dados sensoriais e instrumentais.

Quadro 3: Valores de coeficientes de correlação (r) e nível descritivo de probabilidade entre dados sensoriais e instrumentais em carne da cauda do jacaré controle e pressurizadas a 200, 300 e 400MPa.

INSTRUMENTAL	SENSORIAL			
	MACIEZ	COESIVIDADE	COR CRUA	COR COZIDA
DUREZA	- 0,91 (0,0369)	-	-	-
COESIVIDADE	-	0,90 (0,0519)	-	-
L* CRUA	-	-	- 0,99 (0,0016)	-
a* CRUA	-	-	0,99 (0,0011)	-
b* CRUA	-	-	- 0,91 (0,0474)	-
L* COZIDA	-	-	-	0,50 (0,1237)
a* COZIDA	-	-	-	0,90 (0,1007)
b* COZIDA	-	-	-	0,61 (0,1943)

Observa-se no Quadro 3 uma correlação negativa ($r = -0,91$) entre a análise instrumental de dureza e a análise sensorial de maciez dos tratamentos estudados, esse resultado se aproxima aos obtidos por Freitas (2005). O parâmetro de coesividade instrumental e sensorial obteve correlação positiva de 0,90.

Na análise sensorial descritiva, a escala de intensidade de cor variou no sentido oposto da escala de L^* e b^* cru, em que escores altos significam menor luminosidade e menor teor de amarelo. Dessa forma, os valores das análises de cor instrumental (valor L^* e b^*) e sensorial obtiveram correlação negativa, com r de -99 e -91 respectivamente. Já o valor de a^* cru que representa o teor de vermelho teve correlação positiva ($r = 0,99$) entre a análise instrumental e sensorial, ou seja, foi um parâmetro que teve grande influência sobre a diferenciação da cor crua.

Todos os parâmetros instrumentais de cor cozida se correlacionaram positivamente, a correlação mais alta observada foi o valor a^* cozido, seguido do parâmetro b^* cozido e o valor que obteve a menor correlação foi o de L^* cozido, demonstrando a menor influência desse parâmetro na diferenciação da cor dos tratamentos pesquisados.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, permite-se concluir que:

A carne crua de jacaré pressurizada a 200MPa demonstrou a menor alteração na luminosidade e no descoramento dentre as amostras pressurizadas, além de contribuir para maior maciez da carne e caracterizar-se como o tratamento que menos se diferenciou do controle nos demais parâmetros de textura analisados. A modificação da cor da carne após a pressurização pode ser um limitante para a comercialização dos produtos pressurizados, logo, o cozimento das mesmas indica uma solução para o comércio dessa carne pela diferença perceptível ocasionada em virtude da aplicação da Tecnologia de Alta Pressão;

A maciez e a suculência representaram atributos sensoriais importantes para a diferenciação descritiva da carne de jacaré controle e pressurizadas a 200, 300 e 400MPa;

O estudo indicou forte associação entre as medidas sensoriais e instrumentais de cor e textura, com valores de r acima de 0,9, para os atributos maciez sensorial vs dureza instrumental com correlação negativa e cor crua sensorial vs a^* (teor de vermelho) cru (correlação positiva); vs L^* (luminosidade) e b^* (teor de amarelo) cru, ambos com correlações negativas;

A Tecnologia de Alta Pressão Hidrostática constitui uma promissora técnica de conservação de carne de jacaré crua e cozida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Análise Sensorial dos Alimentos e Bebidas – Terminologia – NBR 12806*. São Paulo: ABNT. 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Alimentos e Bebidas - Análise sensorial – Teste de análise descritiva quantitativa (ADQ)*. Terminologia: NBR 14140. Rio de Janeiro. 5p. 1998.

ALEIXO, V. M.; COTTA, T.; LOGATO, P. V. R.; OLIVEIRA, A. I. G.; FIALHO, E. T. Efeitos da adição de diferentes teores de farelo de soja na dieta sobre o desenvolvimento de filhotes de jacaré-do-pantanal [*Caiman yacare* (Daudin, 1802)]. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 2, p. 411-417, mar./abr., 2002.

ALMEIDA FILHO, E.S.; GONÇALVES, P.M.R.; FERREIRA, M.S.; MEDEIROS, R.J. Utilização da pressão hidrostática na conservação de alimentos. *Higiene Alimentar*, v. 19, p. 47-53, 2005.

ANGSUPANICH, K.; LEDWARD, D. A. High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle. *Food Chemistry*, V.63, P.39–50,1997.

APHA – American Public Health Association. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4^a ed. Washington, 2001. 1219p.

ASHIE, I. N. A.; SIMPSON, B. K. Application of high hydrostatic pressure to control enzyme related fresh seafood texture deterioration. *Food Research International*, v. 29, n. 5–6, p. 569–575, 1996.

AZEVEDO, I. C.; CARMO, R. P.; TORRES, A. G. MÁRSICO, E. T.; FREITAS, M. Q. Teste de aceitação e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. *Ciência Rural*, v. 39, n. 2, p. 534 – 539, mar./abr. 2009..

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; RODRÍGUEZ, J. J. Update on nonthermal food processing technologies, irradiation and ultrasound. *Food Australia*, Australia, v.54, p.11, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (MAPA). *Diário Oficial República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p. 14, 18 set. 2003. Seção 1.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 03, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 24 Jan. 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 118/97-N, 15 de outubro de 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p. 26564, 17 nov. 1997. Seção 1.

_____. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 126, de 13 de fevereiro de 1990. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 035, p. 3332-3333, 19 fev. 1990. Seção 1.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília/DF.

BARROSO, L. P.; ARTES, R. *Análise multivariada*. In: 10º SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO / 48º REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 2003, Lavras. *Anais...* Lavras:UFL, p.151.

BEGGS, K. L. H.; JANE, A. B.; BROWN, D. Sensory and Physical characteristics of reduced-fat turkeys frankfurters with modified with starch and water. *Journal of Food Science*, v. 62, n. 6, p. 1240-1244, 1997.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBÊLO, G. H. A summary report of the CITES central South American caiman study: phase I: Brazil. In: WORKING MEETING OF CROCODILE SPECIALIST GROUP, 9., 1990, Gland. Proceedings. Gland: The World Conservation Union, 1990. p. 100-115.

BUKALA, J.; KEDZIOR, W. Consumer criteria of quality of meat and meat products. In: *47th International Congress of Meat Science and Technology*. Kraków, Poland, p.262–263, 2001.

CAMPOS, F. P.; DOUSUALDO, G. L.; CRISTIANINI, M. Utilização da tecnologia de alta pressão no processamento de alimentos. *Brazilian Journal of Food and Thecnology*, v.6, n.2, p.351-357, 2003.

CAMPOS, Z. *Efeito do habitat na fecundidade das fêmeas, sobrevivência e razão social dos jovens dos jacarés do Pantanal*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003, 22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

CARLEZ, A.; VECIANA-NOGUES, T.; CHEFTEL, J. C. Changes in colour and myoglobin of minced beef meat due to high pressure processing. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v.28, p.528-538, 1995.

CASTRO, F. Curtumes buscam nicho em porcos, jacarés e cavalos. *Revista Química e Derivados*, São Paulo: Editora QD Ltda., v. 424. 2004. Disponível em : <http://www.química.com.br/revista/qd424/atualidades_5.htm>. Acesso em: 20 out. 2009.

CAVA, R.; LADERO, L.; GONZÁLEZ, S.; CARRASCO, A.; RAMÍREZ, M. R. Effect of pressure and holding time on colour, protein and lipid oxidation of sliced dry-cured Iberian ham and loin during refrigerated storage, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 10, p. 76-81, 2009.

CHAVES, J. B. P; SPROESSER, L. R. *Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1996, 81p.

CHEACH, P. B., LEDWARD, D. A. High pressure effects on lipid oxidation in minced pork. *Meat Science*, v.43, p.123-134, 1996.

CHEFTEL, J.; CURIOLI, J. Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Science*, p.46, n.3, p.211-236, 1997.

CHEFTEL, J. C. Review: high-pressure, microbial inactivation and food preservation. *Food Science and Technology International*, v.1, p.75-90, 1995.

CHÉRET, R.; CHAPLEAU, N.; DELBARRE-LADRAT, C.; VERREZ-BAGNIS, V.; LAMBALLERIE, M. Effects of High Pressure on Texture and Microstructure of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Fillets, *Journal of Food Science*, V. 70, N. 8, p. 477-483, 2005.

CHEVALIER, D.; LE BAIL, A.; GHOUL M. Effects of high pressure treatment (100-200 MPa) at low temperature on turbot (*Scophthalmus maximus*) muscle, *Food Research Internacional*, v. 34, p. 425-429, 2001.

CONNELL, J. J.; HOWGATE, P. F. Sensory and objective measurement of the quality of frozen stored cod of different initial freshness. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 19, n. 6, p.342-354, 1968.

COSSU, M. E.; GONZÁLEZ, O. M.; WAWRZKIEWICZ, M.; MORENO, D.; VIEITES, C. M. Carcass and meat characterization of “yacare overo” (*Caiman latirostris*) and “yacare negro” (*Caiman yacare*) *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 329-336, 2007.

CRUZ-ROMERO, M.; SMIDDY, M.; HILL, C.; KERRY, J. P.; KELLY, A. L. Effects of high pressure treatment on physicochemical characteristics of fresh oysters (*Crassostrea gigas*), *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 5, p. 161–169, 2004.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores e selección de catadores. *Revista Agroquímica de Tecnología Alimentaria*, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DONG SUN, X.; HOLLEY, R. A. High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products. *Journal of Food Science*, v. 75, n. 1, p. 17-23, 2010.

DRANSFIELD, E. Modeling post mortem tenderization-IV-Role of calpain and calpastatin in conditioning. *Meat Science*, v. 34, p. 217-234, 1993.

FAO, 2001. Technical Elements of New and Emerging. Non-Thermal Food Technologies. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/ags/agsi/Nonthermal/nonthermal_1.htm#_Toc523623854>. Acesso em: 10 out. 2009.

FARKAS, D.F.; HOOVER, D.G. High pressure processing. *Journal of Food Science*. Chicago, p.47-64, 2000.

FDA, 2000. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Center For Food Safety And Applied Nutrition. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. *High Pressure Processing*. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.vgov/~comm/ift-hpp.html>. Acesso em: 2 June 2010.
FERREIRA, E.H.R.; MASSON, L.M.P.; ROSENTHAL, A. Efeito da alta pressão hidrostática nos microrganismos. *B.CEPPA*, v. 26, n. 1, p. 135-150, 2008.

FLETCHER, D.L.; QIAO, M.; SMITH, D.P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*, Savoy: v.79, p.784-788, 2000.

FREITAS, M.Q. *Características e aceitação sensorial de mortadelas produzidas com carne mecanicamente separada de frango*. Viçosa, 2005. 124 p. Tese (Doutorado

em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2005.

GALAZKA, V. B.; LEDWARD, D. A. High pressure effects on biopolymers. IN: HILL, S. E.; LEDWARD, D. A.; MITCHELL, J. R. *Functional properties of food macromolecules*. 2.ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, v. 7, 335 p., p. 278-298, 1998.

GUÀRDIA, M.D., AGUIAR, A.P.S., CLARET, A., ARNAU, J., GUERRERO, L. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. *Food Quality and Preference*, Article in Press, 2009.

GARRIGA, M.; AYMERICH, M.T.; COSTA, S.; MONFORT, J.M.; HUGAS, M. Bactericidal synergism through bacteriocins and high pressure in a meat model system during storage. *Food Microbiology*, v.19, p.509-518, 2002.

GRANT, S.; PATTERSON, M.; LEDWARD, D. Food processing gets freshly squeezed. *Chemistry & Industry*, n.2, p.55-58, 24 Jan. 2000.

GROSS, M. AND JAENICKE, R. Proteins under pressure. The influence of high hydrostatic pressure on structure, function and assembly of proteins and protein complexes. *European Journal of Biochemistry*, v. 221, p. 617–630, 1994.

HAN-JUN MA.; LEDWARD, D. A. High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle. *Meat Science*, v.68, p. 347-355, 2004.

HUGAS, M, GARRIGA, M., MONFORT, J. M. New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science*, v.62 , p.359-371, 2002.

HUSS, H. H. *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – Documento técnico de pesca 348. Roma, 1998. 202 p.

HENDRICKX, M.; LUDI KHUYZE, L.; VAN den BROECK, I; WEEMAES, C. Effects of High pressure on enzymes related to food quality (review). *Trends in Food Science & Technology*, v. 9, n.5, p.197-203, 1998.

IBAMA. Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios. *Projeto jacaré-do-pantanal*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; IBAMA-RAN, 2002.

JOHNSON, R.A.; WIECHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey, USA: Prentice Hall, 1998.

JUNG, S.; GHOUL, M.; LAMBALLERIE-ANTON, M. D. Influence of high pressure on the color and microbial quality of beef meat. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 36, p. 625–631, 2003.

LAMBALLERIE-ANTON, M. D.; TAYLOR, R. G.; CULIOLI, J. High pressure processing of meat. IN: KERRY, J.; KERRY, J.; LEDWARD, D. *Meat processing: Improving quality*. Ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. p. 452. v. 16, p. 313-324.

LAVORANTI, O. J.; DIAS, C.T. dos S.; KRAZNOWSKI, W.J. Phenotypic stability via AMMI model with bootitrap re-sampling. *Revista Florestal Brasileira*, n.54, p.45-52, 2007.

LAWRIE, R. A. *Ciência da Carne*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEE, E. J.; AHN, D. U. Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. *Meat Science*, v. 7, n. 2, p. 300-305, 2005.

LI, R.; CARPENTER, J. A.; CHENEY, R. Sensory and instrumental properties of smoked sausage made with mechanically separated poultry (msp) meat and wheat protein. *Journal of Food Science*. v. 63, n. 5, 1998.

LUCHESA, C. J. *Estudo da adequação dos índices da análise econômico-financeira às empresas florestais, utilizando métodos estatísticos multivariados*. Curitiba, 2004. 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná – UFPR.

MA, H. J.; LEDWARD, D. A. High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle. *Meat Science*, v. 68, p. 347-355, 2004.

MACDOUGALL, D.B. Colour meat – its basis and importance. In: Pearson, A.M.; DUTSON, T.R. (ed) – *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series*, Black Academic and Professional, v.9, p.34-78, 1994.

MACIEL, F. R. Coeficiente de digestibilidade aparente de cinco fontes energéticas para o jacaré-do-pantanal (*caiman yacare*, Daudin, 1802). 2001. 76 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MARQUES, E.J., MONTEIRO, E.L. Ranching de Caiman *crocodilus yacare* no Pantanal de Mato Grosso do Sul. In: VERDADE, L.M. e LARRIERA, A. [Eds]. *La conservación y el manejo de caimanes y crocodilus de América Latina*, v. 1. Santa Fé: Fundación Banco Bica, 1995, 232 p., p.189-211.

MERTENS, B.; DEPLACE, G. Engineering aspects of high pressure technology in the food industry. *Food Technology*, Chicago, v. 47, n .6, p. 164-169, 1993.

MEYER, R. S.; COOPER, K. L.; KNORR, D.; LELIEVELD, H. L. M. High pressure sterilization of foods. *Food Technology*, v.54, p.67-72, 2000.

MEULLENET, J. F.; CHANG, H. C.; CARPENTER, J. A.; RESSURRECION, A. V. A. Textural properties of Chicken Frankfurers with added collagen fibers. *Journal of Food Science*. v. 54, n. 4, p. 729-733, 1994.

MONTER, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, C. *High pressure applications on miosystems*. In Symposium on Emerging Technologies for the Food Industry p. 29, 11–13 March 2002, Madrid, Spain.

MOODY, M.; COREIL, P. D.; RUTLEDGE, J. E. Alligator meat: yields, quality studied. *Lousiana Agriculture*, Lousiana, v. 24, n. 1, p. 14-15, 1980.

MOURÃO, G. M. *Utilização econômica da fauna silvestre no Brasil: o exemplo do jacaré-do-pantanal*. Brasília, DF: Embrapa, 2004. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM05>>. Acesso em: 3 ago. 2009.

MURCHIE, L.W.; CRUZ-ROMERO, M.; KERRY, J.P.; LINTON, M.; PATTERSON, M.F.; SMIDDY, M.; KELLY, A.L. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v.6, p. 257-270, 2005.

NISHIWAKI, T.; IKEUCHI, Y.; SUZUKI, A. Effects of high pressure treatment on Mg-enhanced ATPase activity of rabbit myofibrils. *Meat Science*, v. 43, p. 145-155, 1996.

OLIVO, R.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. *Revista Nacional da Carne*, n. 289, p. 44-49, 2001.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. *Carnes: No caminho da pesquisa*. 2.ed. Cocal do Sul: Inprint, 2002. 155p.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L.; CORTECERO, M. D. S. *Alimentos de Origem Animal*. Porto Alegre- RS: Artmed. V. 2, 2005. 279p.

PICOUET, P.; PÉREZ-JUAN, M.; REALINI, C. E. *High Hydrostatic Pressure technology on fresh beef and beef products*, 2008. Disponível em: <<http://www.prosafebeef.eu/images/site/assets/hhp%20technology.doc>> . Acesso em: 10 ago. 2010.

PIGNATO, S.; MARINO, A.; EMANUELE, M.; IANNOTTA, V.; CARACAPPA, S.; GIAMMANCO, G. Evaluation of New Culture Media for Rapid Detection and Isolation of Salmonellae in foods. *Applied and Environmental Microbiology*, v.61, n 5, p. 1996-1999, 1995.

[PFV] Promatec Food Ventures. 2009. Disponível em: < <http://www.promatecfoodventures.com/kk1100018.html>. > . Acesso em: 18 ago. 2010.

POOLEY, A. C. Dieta y habitos alimentares. In: ROSS, C. A. (Ed.). Crocodrilos y caimanes. Barcelona: Espanha Fundación, 1989.

POTHAKAMURY, U. R.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.; SWANSON, B. G. The pressure builds for better food processing. *Chemical Engineering Progress*, p.45-53, 1995.

RASTOGI, N. K.; RAGHAVARO, K. S. M. S.; BALASUBRAMANIAM, V. M.; NIRAJAN, K.; KNORR, D. Opportunities and Challenges in High Pressure Processing of Foods. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, Amherst, v. 47, n. 1, p. 69-112, 2007.

REIS, E. *Estatística Multivariada Aplicada*. Lisboa. Edições Silabo, 1997.

RILEY, D. G.; JOHNSON, D. D.; PERSIGA, C. C.; WESTB, R. L.; COLEMAN, S. W.; OLSON, T. A.; HAMMOND, A. C. Factors influencing tenderness in steaks Brahman cattle. *Meat Science*, v. 70, n. 2, p. 347-356, 2005.

RODRIGUES, E. C.; BRESSAN, M. C.; VICENTE NETO, J.; VIEIRA, J. O.; FARIA, P. B.; FERRÃO, S. P. B.; ANDRADE, P. L. Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). *Ciênc. agrotec*, v. 31, n. 2, p. 448-455, 2007

ROMANELLI, P. F. *Propriedades tecnológicas da carne do jacaré do pantanal caiman Crocodilus Yacare (Daudin, 1802)*. Campinas, 1995. 110 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ROMANELLI, P. F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J. F. Processamento da carne do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 70 – 75, jan./abr. 2002.

SANCHEZ, M. T. Food texture: concept and measurement. *Alimentaria*, n. 72, p. 29-34, 1996.

SANDUSKY, C. L.; HEATH, J. L. Sensory and instrument-measured ground chicken meat color. *Poultry Science*, v. 77, p. 481-486, 1998.

SANGRONIS, E.; POTHAKAMURY, U.; RAMOS, A. M.; IBARZ, A.; BARBOSACÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G. La alta presión hidrostática: una alternativa en el procesamiento no térmico de alimentos. *Alimentaria*, v.283, p.33-43, 1997.

SAN MARTÍN, M. F.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G. Food processing by high hydrostatic pressure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 42, n. 6, p. 627-645, 2002.

SANTOS, S. A. *Dieta e Nutrição de Crocodilianos*. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, p.59, 1997.

SANTOS, S. A.; PINHEIRO, M. S.; SILVA, R. A. Efeitos de diferentes dietas naturais no desenvolvimento inicial de *Caiman crocodillus yacare* (Crocodylia alligatoridae). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 22, p. 406-412, 1996.

SAS Institute. SAS User's Guide. 6. 04 Edition. Institute Inc., Cary, NC. 1999.

SEBRAI - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Diagnóstico da cadeia produtiva do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*) no estado de Mato Grosso. In: PROJETO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL JACARÉ-DO-PANTANAL, 1., 2005, Cáceres. Workshop. Cáceres: [s.n.], 2005.

SEQUEIRA-MUNOZ, A.; CHEVALIER, D.; LEBAIL, A.; RAMASWAMY, H. S.; SIMPSON, B. K. Physicochemical changes induced in carp (*Cyprinus carpio*) fillets by high pressure processing at low temperature, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 7, p. 13–18, 2006.

SHIGEHISA, T., OHMORI, T., SAITO, A., TAJI, S., HAYASHI, R. Effects of high hydrostatic pressure on characteristics of pork slurries and inactivation of microorganisms associated with meat and meat products. *International Journal of Food Microbiology*, v.12, p.207-216, 1991.

SHIMOYAMA, V. R. S. *Estimativas de propriedades da madeira Pinus taeda através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado*. Curitiba, 2005, 151f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná – UFPR.

SILVA, J. L.; WEBER, G. Pressure stability of proteins. *Annual Review Physical Chemistry*, v.44, p.89-113, 1993.

SMELT, J. P.; HELLEMONS, J. C.; PATTERSON, M. Effects of high pressure on vegetative microorganisms. In: HENDRICKX, M. and KNORR, D. (Eds). *Ultra high pressure treatments of foods*. New York, United States: Kluwer Academic/plenum Publishers, 2002. p. 55-76.

STONE. H., SIDEL, J. Quantitative descriptive analysis: developments, applications and the future. *Food Technology*, v. 52, n. 8, p. 48-52, 1998.

STONE. H., SIDEL, J. *Sensory Evaluation Practices*, Academic Press: New York, 2004.

SUZUKI, A.; KIM, K.; TANJI, H.; NISHIUMI, T.; IKEUCHI, Y. Application of Hydrostatic Pressure to Meat and Meat Processing. IN: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. *Advanced Technologies for Meat Processing*. New York: Taylor & Francis Group, 2006. 473 p. v.8, p. 193-217.

SUZUKI, A.; WATANABE, M.; IWAMURA, K.; IKEUCHI, Y.; SAITO, M. Effect of high pressure treatment on the ultrastructure and myofibrillar protein of beef skeletal muscle. *Agricultural and biological chemistry*, v. 54, p. 3085-3091, 1990.

SZCZESNIAK, A. S.; BRANDT, M.; FRIEDMAN, H. Development of standard rating scales of mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *Journal of Food Science*, v. 28, p. 394-403, 1963.

TABOGA, S. R.; ROMANELLI, P. F.; FELISBINO, S. L.; BORGES, L. F. Acompanhamento das alterações *post-mortem* (glicólise) no músculo do Jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas: v. 23, n.23, n. 01, p. 23-27, jan./abr., 2003.

TANIGUCHI, Y., TAKEDA, N. AND KATO, M. Pressure denaturation mechanism for proteins. In: TANIGUCHI, Y., SENOO, M AND HARA, K. (Eds), *High Pressure Liquids and Solutions*. Amsterdam: Elsevier Science B.V., pp. 107–117 (1994).

TÉLLEZ-LUIS, S. J.; RAMÍREZ, J. A.; PÉREZ LAMELA, C.; VASQUÉZ, M.; SIMAL GÁNDARA, J. Aplicación de la alta presión hidrostática en la conservación de los alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, v. 3, n. 02, p. 66-80, 2001.

TORREZAN, R. Uso da tecnologia de alta pressão para a inativação de microrganismos em produtos cárneos. *B.CEPPA*, v. 21, n. 2, p. 249-266, 2003.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. *Meat Science*, v.62, p.295–308, 2002.

UENO, Y.; IKEUCHI, Y.; SUZUKI, A. Effect of high pressure treatment on intramuscular connective tissue. *Meat Science*, v. 52, p. 143-150, 1999.

VARDAG, T.; DIERKES, H.; KORNER, P. High pressure food processing. *Food Technology Europe*, v.3, n. 2, p. 106- 110, 1995.

VERDADE, L. M. *A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos*. Biota Neotropica, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.

VICENTE NETO, J.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; SANTANA, M. T. A.; KLOSTER, M. Composição centesimal e colesterol da carne de jacaré-do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural. *Ciência Agrotecnológica*, Lavras, v. 30, n. 4, p. 701-706, jul./ago., 2006.

VIEIRA, J. P. *Caracterização do processo de rigor mortis do músculo Ilio-ischiocaudalis da cauda de jacaré-do-pantanal (Caiman crocodilus yacare) e maciez da carne*. Niterói, 2010, 70f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010.

WILLIAMS, A. A new technology in food preservation and processing: part 11. *Nutrition and Food Science*, v.1,p.20-23, 1994.

YAGIZ, Y. et al. Effect of High Pressure Treatment on the Quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and MahiMahi (*Coryphaena hippurus*). *Food Chemistry and Toxicology*, v. 72, n. 9, p. 509-515, 2007.

YAGIZ, Y.; KRISTINSSON H. G.; BALABAN, O. M.; WELT, B. A.; RALAT, M.; MARSHALL, M. R. Effect of high pressure processing and cooking treatment on the quality of Atlantic salmon. *Food Chemistry*, v.116, p. 828–835, 2009.

YUSTE, J.; CAPELLAS, M.; PLA, R.; FUNG; D.Y.C.; MOR-MUR, M. High pressure processing for food safety and preservation: a review. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology*, v.9, p. 1-10, 2001.

XIONG, Y. L.; NOEL, D. C.; MOODY, W. G. Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science*. v. 64, n. 3, p. 550-554, 1999.

ZIMMERMAN, F.; BERGMAN, C. Isostatic high-pressure equipment for food preservation. *Food Technology*, v.47, n.6, p.162-163, 1993.

ZUG, G. R.; VITT L.J.; CALDWELL J. P. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. 2. ed. USA: Academic Press, 2001. 630p.

7 APÉNDICE

7.1 APÊNDICE 1

Valores integrais de b*, a* e L* obtidos na análise instrumental de cor (Colorímetro) da carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa crua e posteriormente cozida nos dias 1, 15, 30 e 45 de estocagem.

b* CRUA					b* COZIDA				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	8,07	9,68	9,06	9,90	1	11,82	9,58	10,28	10,4
1	9,06	9,21	8,80	9,44	1	10,63	10,83	10,29	10,25
1	8,79	9,34	9,33	10,80	1	11,03	10,04	9,79	10,2
1	8,43	9,05	9,78	9,47	1	10,13	9,32	9,80	9,5
1	9,47	9,53	8,76	10,47	1	10,33	9,58	9,75	10,43
15	8,63	8,06	9,14	8,90	15	9,00	8,84	8,81	9,25
15	9,50	8,67	8,97	9,10	15	9,63	9,02	8,50	9,00
15	9,29	9,22	8,45	9,53	15	9,03	8,34	9,20	9,39
15	8,76	9,12	8,21	9,50	15	9,93	8,96	9,75	9,57
15	9,33	8,42	9,93	9,39	15	9,84	9,12	8,58	9,09
30	8,40	8,31	9,17	8,98	30	9,74	9,75	9,10	10,34
30	8,12	9,60	9,69	8,49	30	9,55	9,87	9,63	9,98
30	8,10	9,37	8,64	9,93	30	10,15	10,05	9,19	9,24
30	7,34	9,75	8,89	8,89	30	9,69	9,55	9,94	10,34
30	7,31	9,36	8,89	8,78	30	9,80	9,17	8,44	10,08
45	8,09	9,73	9,41	9,10	45	9,75	9,23	8,85	9,35
45	8,11	9,36	9,92	9,14	45	9,72	8,42	8,70	9,00
45	8,71	8,32	9,17	9,41	45	9,88	8,99	9,48	9,18
45	8,11	8,76	9,21	9,36	45	9,27	8,67	8,04	9,11
45	8,98	8,65	8,94	9,24	45	9,87	9,53	8,68	8,97

a* CRUA					a* COZ				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	8,26	7,54	6,37	6,49	1	4,43	3,74	3,36	3,72
1	8,49	8,76	7,47	6,94	1	3,98	3,66	3,60	3,01
1	8,56	8,31	6,59	6,94	1	3,83	4,27	3,14	3,31
1	8,62	7,53	7,61	7,29	1	4,66	4,17	3,2	3,08
1	8,70	7,23	7,62	6,36	1	3,46	3,70	3,14	3,76
15	7,94	6,59	6,45	5,80	15	3,07	3,84	2,41	3,00
15	7,09	7,85	6,20	5,05	15	3,41	3,62	3,16	3,37
15	7,15	7,03	6,49	5,80	15	3,98	3,99	3,5	3,00
15	7,29	7,40	6,54	5,44	15	3,32	3,34	3,14	2,49
15	7,83	7,35	6,36	5,98	15	3,96	3,09	3,18	3,93
30	8,62	8,83	6,44	5,29	30	3,19	2,86	2,96	2,66
30	8,08	8,18	6,58	5,69	30	3,41	3,15	3,25	2,49
30	8,27	8,86	5,01	5,79	30	3,28	3,24	3,99	2,51
30	8,76	8,46	5,35	6,04	30	3,10	3,44	2,38	2,68
30	8,60	8,06	5,35	5,83	30	3,38	2,98	2,62	2,14
45	9,31	7,08	5,17	5,66	45	3,66	2,82	1,95	1,72
45	10,65	7,73	5,70	4,88	45	2,75	2,30	1,87	1,50
45	9,94	7,08	5,27	5,92	45	3,14	3,61	1,82	2,50
45	10,99	7,00	5,09	4,88	45	2,99	3,51	1,49	2,40
45	10,6	7,23	5,76	4,39	45	3,74	2,37	2,60	1,21

L* CRUA					L* COZ				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	Controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	62,77	71,13	78,62	77,70	1	74,39	73,74	74,23	74,06
1	65,53	70,25	76,94	78,62	1	76,57	74,15	77,04	78,32
1	66,53	69,63	78,59	78,41	1	76,88	70,68	74,09	74,76
1	65,23	67,79	79,48	77,87	1	74,22	77,98	80,40	73,42
1	67,07	69,97	80,17	79,60	1	70,28	71,56	77,78	78,26
15	66,33	71,41	78,42	75,48	15	77,73	76,91	75,27	73,01
15	69,7	69,48	78,8	79,29	15	74,57	70,90	71,80	76,78
15	62,97	69,44	77,20	76,86	15	75,38	72,17	74,00	71,11
15	63,30	70,37	75,13	81,19	15	73,40	70,99	80,52	70,10
15	68,16	69,92	76,41	80,97	15	77,59	76,53	76,11	75,09
30	63,72	69,04	80,02	78,16	30	72,53	74,45	76,51	73,74
30	65,39	69,81	74,06	80,85	30	76,69	76,96	73,45	73,57
30	67,19	71,21	81,29	77,17	30	73,96	72,24	72,23	71,26
30	65,66	73,76	75,94	75,53	30	72,25	75,05	77,85	73,80
30	65,98	71,51	78,94	76,85	30	75,79	70,89	75,96	77,7
45	68,99	75,80	76,67	80,69	45	77,83	76,28	77,68	81,06
45	65,15	73,15	83,01	78,73	45	76,96	74,34	81,87	77,26
45	65,85	75,11	79,17	77,17	45	77,02	76,80	81,46	78,93
45	68,60	75,92	77,26	78,42	45	72,02	75,73	76,02	76,83
45	68,74	74,34	80,34	82,70	45	76,49	78,22	77,22	80,21

Valores integrais de coesividade, dureza, elasticidade e resistência obtidos na análise instrumental de textura (Texturômetro) da carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa nos dias 1, 15, 30 e 45 de estocagem.

COESIVIDADE					DUREZA				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	Controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	0,35	0,45	0,51	0,41	1	17,09	12,78	16,44	15,17
1	0,41	0,46	0,51	0,43	1	15,76	14,56	13,51	14,29
1	0,35	0,49	0,49	0,53	1	17,69	10,32	16,46	18,96
1	0,40	0,44	0,56	0,47	1	19,02	12,31	19,81	17,57
1	0,44	0,42	0,50	0,54	1	17,41	10,16	16,23	15,10
1	0,43	0,43	0,50	0,51	1	16,75	14,64	12,25	13,08
1	0,34	0,46	0,50	0,51	1	20,65	12,97	18,03	19,13
1	0,43	0,45	0,50	0,52	1	16,27	11,68	18,02	16,52
1	0,45	0,47	0,47	0,47	1	18,63	13,47	13,03	16,08
1	0,47	0,50	0,51	0,53	1	14,80	13,42	15,07	16,08
15	0,41	0,49	0,52	0,54	15	12,49	10,47	14,60	11,72
15	0,41	0,47	0,47	0,53	15	16,15	14,34	13,30	18,58
15	0,40	0,49	0,51	0,53	15	12,62	11,46	14,19	15,11
15	0,49	0,41	0,48	0,55	15	15,89	10,35	16,62	15,63
15	0,43	0,46	0,55	0,43	15	15,96	11,35	13,31	14,12
15	0,39	0,50	0,49	0,49	15	11,81	14,20	13,04	13,59
15	0,39	0,51	0,42	0,49	15	17,25	9,22	11,97	17,21
15	0,40	0,50	0,49	0,48	15	12,22	15,20	17,05	12,02
15	0,38	0,44	0,47	0,51	15	13,47	13,97	16,29	14,68
15	0,30	0,48	0,51	0,51	15	16,83	11,61	15,14	17,00
30	0,31	0,44	0,44	0,47	30	12,61	7,19	13,77	13,32
30	0,33	0,49	0,44	0,53	30	13,02	9,41	11,65	16,03

30	0,36	0,46	0,42	0,51	30	12,02	11,11	12,02	10,58
30	0,32	0,42	0,53	0,53	30	12,11	6,81	12,02	14,06
30	0,39	0,41	0,55	0,52	30	15,02	10,73	11,34	13,50
30	0,39	0,45	0,45	0,53	30	10,72	8,62	9,02	13,63
30	0,33	0,43	0,46	0,52	30	13,11	9,63	15,05	12,19
30	0,35	0,39	0,50	0,50	30	14,53	5,02	12,05	9,17
30	0,33	0,43	0,49	0,49	30	9,45	8,02	10,02	16,59
30	0,35	0,44	0,47	0,47	30	16,25	12,46	14,02	11,14
45	0,42	0,46	0,45	0,47	45	10,47	6,61	9,25	12,57
45	0,38	0,40	0,43	0,48	45	13,02	10,51	13,73	12,04
45	0,40	0,46	0,43	0,47	45	12,10	5,11	10,15	9,10
45	0,42	0,45	0,46	0,53	45	11,16	8,52	14,21	13,01
45	0,46	0,42	0,52	0,49	45	9,58	10,00	8,02	16,12
45	0,37	0,50	0,56	0,52	45	15,78	7,51	15,97	10,41
45	0,44	0,42	0,53	0,38	45	13,15	6,21	11,30	15,41
45	0,44	0,45	0,51	0,51	45	9,61	8,04	10,92	12,92
45	0,45	0,44	0,46	0,43	45	10,02	9,86	14,10	9,96
45	0,40	0,47	0,38	0,50	45	14,25	7,41	11,63	16,14

ELASTICIDADE					RESISTÊNCIA				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	0,45	0,66	0,80	0,77	1	0,20	0,29	0,21	0,30
1	0,52	0,64	0,78	0,76	1	0,24	0,23	0,21	0,28
1	0,45	0,66	0,74	0,79	1	0,21	0,28	0,27	0,24
1	0,57	0,64	0,87	0,78	1	0,27	0,25	0,21	0,26
1	0,58	0,53	0,76	0,79	1	0,28	0,25	0,25	0,26
1	0,50	0,69	0,84	0,80	1	0,26	0,27	0,26	0,33
1	0,56	0,66	0,80	0,77	1	0,20	0,23	0,30	0,30
1	0,53	0,62	0,86	0,72	1	0,24	0,29	0,23	0,28
1	0,54	0,64	0,73	0,75	1	0,22	0,21	0,29	0,30
1	0,54	0,62	0,73	0,71	1	0,26	0,27	0,29	0,28
15	0,49	0,61	0,79	0,86	15	0,21	0,27	0,19	0,22
15	0,45	0,57	0,70	0,77	15	0,23	0,19	0,22	0,28
15	0,42	0,58	0,75	0,72	15	0,13	0,12	0,19	0,20
15	0,42	0,66	0,80	0,72	15	0,22	0,17	0,21	0,26
15	0,42	0,53	0,77	0,78	15	0,13	0,19	0,23	0,25
15	0,47	0,62	0,80	0,78	15	0,20	0,20	0,24	0,25
15	0,50	0,68	0,75	0,73	15	0,14	0,24	0,21	0,37
15	0,46	0,61	0,78	0,77	15	0,18	0,15	0,24	0,35
15	0,37	0,65	0,76	0,72	15	0,14	0,26	0,21	0,26
15	0,35	0,70	0,78	0,79	15	0,11	0,14	0,19	0,27
30	0,32	0,44	0,68	0,72	30	0,19	0,21	0,22	0,22
30	0,38	0,50	0,65	0,71	30	0,16	0,26	0,18	0,35
30	0,40	0,47	0,62	0,81	30	0,18	0,22	0,17	0,34
30	0,32	0,48	0,74	0,78	30	0,12	0,24	0,25	0,33
30	0,40	0,54	0,61	0,78	30	0,19	0,19	0,23	0,39

30	0,32	0,57	0,64	0,83	30	0,10	0,28	0,27	0,34
30	0,31	0,44	0,61	0,73	30	0,16	0,29	0,23	0,29
30	0,34	0,46	0,60	0,72	30	0,18	0,21	0,17	0,33
30	0,42	0,42	0,68	0,78	30	0,16	0,22	0,22	0,29
30	0,40	0,45	0,77	0,83	30	0,21	0,30	0,29	0,24
45	0,43	0,57	0,71	0,70	45	0,23	0,25	0,29	0,24
45	0,48	0,60	0,72	0,71	45	0,23	0,23	0,29	0,30
45	0,49	0,61	0,78	0,77	45	0,17	0,28	0,18	0,39
45	0,43	0,53	0,75	0,77	45	0,21	0,24	0,24	0,21
45	0,54	0,58	0,73	0,76	45	0,16	0,27	0,24	0,30
45	0,52	0,64	0,79	0,63	45	0,15	0,23	0,25	0,29
45	0,48	0,54	0,71	0,65	45	0,21	0,15	0,16	0,18
45	0,51	0,58	0,82	0,74	45	0,24	0,16	0,22	0,38
45	0,54	0,64	0,72	0,70	45	0,16	0,23	0,25	0,31
45	0,47	0,51	0,84	0,74	45	0,17	0,26	0,13	0,28

7.2 APÊNDICE 2

Resultados parciais da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), valores das médias dos julgadores por tratamento (amostra controle e pressurizada a 200, 300 e 400 MPa) e por dia de estocagem (1, 15, 30 e 45) da carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*).

COESIVIDADE					MACIEZ				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	4.00	4.25	4.12	4.75	1	7,70	14,55	12,00	9,75
15	4.25	5.80	4.88	3.85	15	8,60	9,83	7,40	8,66
30	7.25	5.86	7.83	6.86	30	9,60	10,85	7,25	7,00
45	8.50	5.44	7.40	9.30	45	12,12	7,62	10,75	13,90

SUCULÊNCIA					FIBROSIDADE				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	9,46	8,46	9,11	7,00	1	7,88	2,33	5,00	4,83
15	10,33	9,80	12,00	7,66	15	6,18	5,00	6,43	6,85
30	12,00	9,92	8,55	10,42	30	3,00	8,40	4,00	7,50
45	9,50	6,60	9,66	11,90	45	6,80	5,25	8,77	3,75

COR CRUA					COR COZIDA				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa	DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	7,55	5,66	2,16	1,36	1	2,98	1,00	1,44	0,57
15	8,20	6,50	1,87	1,33	15	2,00	0,83	0,71	1,07
30	6,00	3,50	1,00	0,25	30	1,10	1,23	0,64	1,13
45	9,12	4,88	3,44	2,71	45	3,00	2,40	2,75	1,08

SABOR				
DIA	controle	200MPa	300MPa	400MPa
1	12,55	12,15	10,45	10,20
15	12,90	10,10	15,90	14,00
30	10,40	12,55	10,44	13,80
45	14,53	14,25	13,57	11,66

8 ANEXO

8.1 COMPROVANTE DE RECEPÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO ENVIADO PELO PERIÓDICO

[anterior](#) | [próxima](#) | [Voltar para as mensagens](#)

Apagar Responder ▾ Encaminhar Spam Mover... ▾

 **[CR] Agradecimento pela Submissão**

De: "Rudi Weiblen" <rudiweiblen@gmail.com> 

Para: "anna carolina Vilhena Silva Canto" <anna_canto@yahoo.com.br>

anna carolina Vilhena Silva Canto,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "CR-4410 - Efeito da alta pressão hidrostática sobre os parâmetros de cor e textura na carne da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) resfriada" para Ciência Rural. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:

<http://submission.scielo.br/index.php/cr/author/submission/44732>

Login: anna_canto

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

Rudi Weiblen