

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

JULIANA PAULINO VIEIRA

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

JULIANA PAULINO VIEIRA

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE *rigor mortis* DO MÚSCULO *Ílio-ischiocaudalis* DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*)  
E MACIEZ DA CARNE

Dissertação apresentada ao Curso 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: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MÔNICA QUEIROZ DE FREITAS

Niterói  
2010

V658 Vieira, Juliana Paulino

Caracterização do processo de *rigor mortis* do músculo *Ilio-ischiocaudalis* da cauda de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) e maciez da carne / Juliana Paulino Vieira; orientador Teófilo José Pimentel da Silva. - 2010.

70f.

Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, 2010.

Orientador: Teófilo José Pimentel da Silva

1. Carne de Jacaré 2. *Rigor mortis*. I. Título.

CDD 664.95

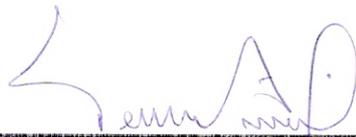
JULIANA PAULINO VIEIRA

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE *rigor mortis* DO MÚSCULO *Ílio-ischiocaudalis* DA CAUDA DE JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman crocodilus yacare*) E MACIEZ DA CARNE

Dissertação apresentada ao Curso 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.

Aprovada em 02/02/2010.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. Teófilo José Pimentel da Silva  
Universidade Federal Fluminense



---

Prof. Dr. Robson Lopes Abreu  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



---

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

Niterói  
2010

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por mais uma etapa concluída, por sempre iluminar meus caminhos e por me fortalecer em meus atos.

Aos meus pais, Alberto Vieira e Maria Iracema Paulino, pela simples presença ao meu lado durante todas as etapas da minha vida, por valorizarem meus sonhos, independente de quais fossem, e o quão distantes se encontrassem.

Ao Médico Veterinário Marcelo de Alcantara Martins Freitas, meu namorado, por participar inteiramente deste projeto, desde a coleta das amostras até a elaboração da dissertação.

Ao meu orientador Professor Teófilo José Pimentel da Silva, por me aceitar como orientada, pelos ensinamentos e por ser um profissional exemplar.

À Professora Mônica Queiroz de Freitas pela co-orientação e auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor Robson Maia Franco pela amizade auxílio e incentivo.

À Fiscal Federal Agropecuária MAPA/MT Helen Cristiane Ferrareto Lindote por se colocar inteiramente à nossa disposição durante nossa estada em Cáceres.

Ao administrador da COOCRIJPAN Daniel Kruger pela atenção dispensada, por ceder o espaço para realização de algumas etapas do projeto e pelo passeio ao Pantanal; e à todos os funcionários da cooperativa.

À aluna de Iniciação Científica Gabrielle Fontenelle, pela amizade e pela ajuda no projeto.

Aos amigos conquistados no curso de Pós-Graduação pelos momentos de alegria e ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela aprovação do projeto e pelo auxílio financeiro.

*“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”*

*Benjamin Disraeli*

## SUMÁRIO

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**, p. 8

**LISTA DE TABELAS**, p. 10

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**, p. 11

**RESUMO**, p. 12

**ABSTRACT**, p. 13

**1 INTRODUÇÃO**, p. 14

**2 REVISÃO DE LITERATURA**, p. 16

2.1 JACARÉ-DO-PANTANAL, p. 16

2.1.1 **Considerações**, p. 16

2.1.2 **Sistema de criação**, p. 18

2.1.3 **Carne de jacaré**, p. 18

2.2 TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO, p. 21

2.3 PROCESSO DE RIGOR MORTIS E MACIEZ DA CARNE, p. 22

2.2.1 **Temperatura**, p. 23

2.2.2 **Glicólise *post mortem* e declínio do pH**, p. 25

2.2.3 **Comprimento de sarcômero**, p. 26

2.2.4 **Força de cisalhamento e perda de peso por cozimento**, p. 28

**3 MATERIAL E MÉTODOS**, p. 32

3.1 MATERIAL, p. 32

3.1.1	<b>Amostras</b> , p. 32
3.1.2	<b>Material permanente</b> , p. 32
3.1.3	<b>Material de consumo</b> , p. 33
3.2	<b>MÉTODOS</b> , p. 33
3.2.1	<b>Tomada da temperatura da câmara de resfriamento e das carcaças</b> , p. 34
3.2.2	<b>Determinação do pH</b> , p. 35
3.2.3	<b>Determinação do comprimento de sarcômero</b> , p. 35
3.2.3.1	Processamento histológico, p. 36
3.2.3.2	Mensuração do tamanho do sarcômero, p. 38
3.2.4	<b>Teste de maciez e perda de peso por cozimento</b> , p. 39
3.2.5	<b>Análise estatística</b> , p. 40
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> , p. 42
4.1	TEMPERATURA DA CÂMARA DE RESFRIAMENTO E DAS CARCAÇAS, p. 42
4.2	VALORES DE pH, p. 43
4.3	VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO, p. 45
4.4	VALORES DA FORÇA DE CISALHAMENTO (MACIEZ) E DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO, p. 48
5	<b>CONCLUSÕES</b> , p. 52
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> , p. 53
7	<b>APÊNDICES</b> , p. 63
7.1	APÊNDICE 1, p. 64
7.2	APÊNDICE 2, p. 65
7.3	APÊNDICE 3, p. 66
7.4	APÊNDICE 4, p. 67
7.5	APÊNDICE 5, p. 68
8	<b>ANEXOS</b> , p. 69
8.1	COMPROVANTE DE RECEPÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO PELO PERIÓDICO, p. 70

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1 Jacaré-do-pantanal após a insensibilização com pistola pneumática modelo Zilka, p. 33
- Fig. 2 Tomada da temperatura da cauda de jacaré-do-pantanal durante a estocagem da carcaça em câmara frigorífica, p. 34
- Fig. 3 Coleta de amostra, fixada em garra, com auxílio de pinça e bisturi, p. 35
- Fig. 4 Depósito da amostra, já identificada em frasco contendo solução de formalina tamponada neutra a 10 %, p. 35
- Fig. 5 Grades plásticas (cassetes) contendo os fragmentos para o processamento histológico, p. 36
- Fig. 6 Inclusão dos fragmentos através de banho de parafina de 60 minutos em estufa a 60 °C, p. 36
- Fig. 7 Cocção das amostras em água fervente para realização dos testes de maciez e perda de peso por cozimento, p. 38
- Fig. 8 Teste de maciez – a) Cilindros ocos utilizados para retirada dos cilindros para cisalhamento, e b) Aparelho Warner-Bratzler Meat Shear Force, p. 39
- Fig. 9 Variação do pH nos diferentes intervalos de tempo durante o processo de *rigor mortis* em cauda de jacaré, p. 43

- Fig. 10 Variação do comprimento de sarcômero (CS) nos diferentes intervalos de tempo durante o processo de *rigor mortis* em cauda de jacaré, p. 45
- Fig. 11 Microfotografias do músculo *Ílio-ischiocaudalis* durante o resfriamento industrial, mostrando as bandas A e I (aumento de 1000X), fixado com formalina tamponada neutra a 10% e corado com Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory, com diferentes tamanhos de sarcômeros: a) 0,5 hora após a sangria; b) 15 horas após a sangria; e c) 36 horas após a sangria, p. 46
- Fig. 12 Comparação dos valores médios de comprimento de sarcômero (CS) e força de cisalhamento (FC) durante o processo de *rigor mortis* da cauda de jacaré, p. 48
- Fig. 13 Comparação dos valores médios da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cozimento (PPC) durante o processo de *rigor mortis* da cauda de jacaré, p. 49

## **LISTA DE TABELAS**

- TABELA 1 - Valores de temperatura (°C) da câmara de resfriamento e média e desvio padrão dos valores de temperatura de carcaça, nos diferentes tempos após a sangria (h), p. 41
- TABELA 2 - Valores médios de pH e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria, p. 42
- TABELA 3 - Valores médios do comprimento de sarcômero e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria, p. 44
- TABELA 4 - Valores médios da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cozimento (PPC) e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria, p. 47

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADP	difosfato de adenosina
ANOVA	análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	trifosfato de adenosina
CRA	capacidade de retenção de água
COOCRIJAPAN	Cooperativa dos criadores de jacaré-do-pantanal
CS	comprimento de sarcômero
CSG	Crocodile Specialist Group
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FC	força de cisalhamento
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LTDA	sociedade limitada
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
µm	micrômetro
MT	Mato Grosso
P. A.	pureza analítica
pH	potencial hidrogeniônico
PPC	perda de peso por cozimento
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIF	Serviço de Inspeção Federal

## RESUMO

O desenvolvimento do *rigor mortis* é influenciado principalmente pela reserva de glicogênio, pH do músculo e temperatura. Este trabalho utilizou seis jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) com o objetivo de caracterizar o processo de *rigor mortis* do músculo *Ílio-ischiocaudalis* durante o resfriamento industrial das carcaças e a maciez da carne. Os jacarés foram escolhidos aleatoriamente e abatidos em frigorífico sob Inspeção Federal da Cooperativa de Criadores do Jacaré do Pantanal (COOCRIJAPAN) – Cáceres- Mato Grosso. Após a sangria, mensurou-se as temperaturas da câmara frigorífica e das carcaças, o pH e foram coletadas amostras para mensuração do comprimento de sarcômero, da força de cisalhamento e perda de peso por cozimento em diferentes intervalos de tempo (0,5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 e 36 horas). A temperatura da câmara frigorífica variou de 2,6 °C (0,5 h) a 0,9 °C (36 h) e a temperatura média das carcaças variou de 21,05 °C a 4,17 °C, respectivamente. O pH médio inicial do músculo foi 6,68 e o final 5,61 e a contração máxima do sarcômero do músculo *Ílio-ischiocaudalis* ocorreu na 15ª hora após a sangria (1,55 µm). Esta carne pode ser considerada macia, pois a força de cisalhamento foi menor que 6,0 kg.

Palavras-chave: carne de jacaré-do-pantanal, *Ílio-ischiocaudalis*, *rigor mortis*, maciez.

## ABSTRACT

The installation of *rigor mortis* is influenced mainly by the reserve of glycogen, muscle pH and temperature. This work studied six pantanal alligators (*Caiman crocodilus yacare*) with goal of *rigor mortis* process characterization of *Ílio-ischiocaudalis* muscle during carcasses industrial cooling and meat tenderness. The alligators were randomly assembled and slaughtered in frigorific under Federal Sanitary Inspection of Cooperativa de Criadores do Jacaré do Pantanal (COOCRIJAPAN) – Cáceres- Mato Grosso After exsanguination, were measured temperature of chilling room and carcasses, pH and samples were collected for measurement the sarcomere length, shear force and cooking loss at different times (0.5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 and 36 hours). The temperature of chilling room varied from 2.6 °C (0.5 h) to 0.9 °C (36 h) and the mean carcass temperature from 21.05 °C to 4.17 °C, respectively. The mean initial pH of the muscle was 6.68 and the final was 5.61. The smallest sarcomere size occurred at 15 hours after exsanguination (1.55 µm). This meat could be considered tender, because shear force was lower than 6.0 kg.

Key-words: pantanal alligator meat, *Ílio-ischiocaudalis*, *rigor mortis*, tenderness.

## 1 INTRODUÇÃO

Em alguns locais do mundo, a carne de animais selvagens constitui-se na principal fornecedora de proteínas de origem animal para o consumo humano. No mercado brasileiro, tem-se notado o aumento do consumo de carnes não convencionais (avestruz, capivara, jacaré, javali, tartaruga etc.). As carnes de animais silvestre oferecidas em restaurantes, lojas especializadas e supermercados devem provir de criadouros comerciais devidamente autorizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), regulamentados por normas de qualidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e dos órgãos federais, estaduais e municipais relacionados à qualidade de alimentos.

O projeto de criação em cativeiro é uma forma internacionalmente reconhecida como preservadora de espécies ameaçadas de extinção. O jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) tem despertado grande interesse pela sua criação em cativeiro, tendo como objetivo principal a obtenção de peles com melhor qualidade, que atinge no mercado internacional valores altamente compensadores, ao contrário daquelas provenientes de animais capturados da natureza. Dessa forma, a venda de carne será uma atividade complementar lucrativa ao comércio da pele. Ultimamente sua carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados e com uma boa aceitação, comprovada através de estudos realizados com aplicação de análise sensorial, onde se destacaram a aparência visual atraente e o sabor agradável reforçando por essas razões a viabilidade de utilização dessa carne como mais uma opção de fonte protéica de origem animal.

Os efeitos das mudanças no pré-rigor (tempo, temperatura e pH) e nas características da carne (comprimento de sarcômero e maciez) são diretamente

influenciados pelas condições que prevalecem durante o período entre o abate e o completo desenvolvimento do processo de *rigor mortis*

As pesquisas da caracterização do *rigor mortis* e da maciez facilitam a obtenção de conhecimentos para a adequação da conservação de carnes não convencionais, como a de jacaré, evitando fenômenos desagradáveis que alterem sua qualidade. A caracterização do processo de *rigor mortis* de carcaças de jacaré-do-pantanal, ainda não foi bem definida nas condições brasileiras, tendo como modelo as observações realizadas em suínos (PINHEIRO et al., 2001) e em javalis (FERNANDEZ et al., 2009).

Sendo assim, este trabalho foi conduzido visando à caracterização do processo de *rigor mortis* e da maciez da cauda (*Ílio-ischiocaudalis*) de jacaré-do-pantanal, com os seguintes objetivos: (1) verificar a temperatura da câmara frigorífica e das carcaças, o pH, o comprimento de sarcômero nos intervalos de tempo de 0,5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 e 36 horas após a sangria e a contração máxima do rigor; (2) avaliar a qualidade da carne através da mensuração de força de cisalhamento e da perda de peso por cozimento; e (3) estudar a correlação entre os valores do comprimento de sarcômero e da força de cisalhamento.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 JACARÉ-DO-PANTANAL**

#### **2.1.1 Considerações**

De acordo com a Portaria 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 inclui-se o jacaré. O acesso, uso e comércio de animais silvestres é controlado pelo IBAMA.

A utilização sustentada da vida silvestre é considerada como ação estratégica para a conservação de ambientes naturais tropicais e, a manutenção da biodiversidade. No Pantanal, devido à imprevisibilidade ambiental (secas e inundações), a carência de infra-estrutura, (energia, estradas, recursos humanos e capitais), os sistemas produtivos extensivos e/ou semi-intensivos são os mais recomendados para a exploração comercial e existe mercado potencial no Brasil e no exterior para produtos diversificados no agronegócio que envolva a fauna autóctone (fauna característica de região limitada). O uso sustentado da vida silvestre é reconhecido como uma ferramenta para promover a conservação dos ambientes naturais e preservação da biodiversidade (COUTINHO et al., 1997).

O resultado do censo aéreo da população de jacaré-do-pantanal, efetuado por Mourão (2004), demonstra que esta espécie não está ameaçada de extinção, como era suspeito, pois exibe uma população em torno de 150 indivíduos/Km<sup>2</sup>,

distribuídos em todo o Pantanal. Esses dados embasaram a retirada do nome desta espécie da lista norte-americana de espécies em extinção, permitindo a exportação de produtos e subprodutos do jacaré-do-pantanal. As primeiras informações estatísticas sobre o uso econômico da fauna silvestre no Brasil apareceram nos anuários estatísticos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a partir de 1956. Desta data até 1969, o Brasil exportou 17,9 mil toneladas de peles de animais silvestres, sendo a espécie jacaré a que produziu mais riqueza. Atualmente a proteção e o manejo ordenado do jacaré podem trazer resultados benéficos para a região pantaneira, pois o Pantanal apresenta superpopulação desse animal e a cadeia de alimentar está fragilizada, pois o animal é voraz e ataca, principalmente, os peixes (MOURÃO, 2004).

De acordo com Mauro (2002) a alta biomassa e produtividade das espécies de valor comercial, o interesse dos proprietários das terras no controle e na fiscalização, e o mercado potencial no Brasil e no exterior, fortalecem o conceito de exploração da fauna. A busca pelo uso e manejo sustentável de espécies silvestres brasileiras, vem se destacando ao longo dos anos. As experiências com criação em cativeiro de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*) demonstram que se bem manejadas podem contribuir para o desenvolvimento econômico e ecológico de uma região.

O jacaré-do-pantanal tem seu habitat natural nas bordas da Bacia Amazônica (Rondônia), Bacia do Rio Paraguai (Pantanal de Mato Grosso do Sul e Pantanal de Mato Grosso), além de Bolívia e Paraguai (BRAZAITIS et al., 1990). É classificado no Filo: Chordata; Classe: Reptila; Subclasse: Archosauria; Ordem: Crocodylia; Família: Crocodylidae; Subfamília: Alligatorinae; Gênero: Caiman; Espécie: *Caiman yacare*; Subespécie: *Caiman crocodilus yacare* (CSG, 1999).

Os répteis, assim como os peixes e anfíbios são considerados “vertebrados inferiores”, diferem dos anfíbios, por serem o primeiro grupo a apresentar ovo com âmnio, membrana interna da casca, que recobre o espaço contendo o líquido no qual se encontra o embrião (ROMER e PARSONS, 1985). Por ocasião da eclosão do ovo, estes répteis se apresentam como réplicas em miniatura do adulto.

É essencialmente carnívoro e a dieta varia com a idade, habitat, estação e região geográfica (WEBB et al., 1982). Entretanto, esses consomem uma variedade de presas, incluindo crustáceos, moluscos, e vertebrados (POOLEY, 1989). A dieta do jacaré-do-pantanal, durante a estação da seca é constituída por insetos e peixes

(SANTOS et al., 1996). Em cativeiro ou zoocriadouros, o jacaré é alimentado com ração rica em proteína (52,9 % a 68,69 % de proteína bruta na matéria seca), em que a proteína animal é oriunda de uma mistura de vísceras bovinas moídas (pulmão e baço), farinha de sangue e farinha de carne (ALEIXO et al., 2002; MACIEL et al., 2003). A dieta normalmente é fornecida uma vez ao dia, de acordo com o peso dos animais, os quais são alimentados com quantidades variando de 10 a 20 % do seu peso corporal (COULSON e HERNANDEZ, 1983).

A composição corporal pode fornecer informações específicas sobre o estágio de desenvolvimento e nutrição do animal. Os jacarés, durante o crescimento, apresentam uma variação nas proporções de cada tecido, assim como de seus constituintes químicos, nos quais a porcentagem de gordura geralmente aumenta, enquanto a porcentagem de água diminui (SANTOS, 1997).

### **2.1.2 Sistema de criação**

A criação racional de jacarés é uma atividade que vem se desenvolvendo ao longo de 15 anos, cujo objetivo principal é a obtenção de peles com melhor qualidade, ao contrário daquelas provenientes de animais capturados da natureza. Nesse sistema ocorre o aproveitamento integral do animal. Associada às novas leis ambientais, a exploração racional pode contribuir na manutenção do equilíbrio ecológico, desta espécie, no Pantanal Mato-Grossense, reduzindo a caça predatória (ALEIXO et al., 2002; MACIEL et al., 2003).

Os sistemas de produção de jacaré podem variar desde o manejo extensivo até a domesticação (cativeiro). De acordo com a Portaria nº 126 (BRASIL, 1990), é permitida a criação em cativeiro de jacaré-do-pantanal em dois sistemas: "Ranching", que consiste na coleta dos ovos na natureza e a criação em cativeiro até o abate, quando o animal atinge entre 5 a 6 kg, com idade de dois anos; e "Farming", criação em ciclo fechado, permitindo a implantação de criatórios de jacaré-do-pantanal em várias regiões do país, a partir de machos e fêmeas, retirados do Pantanal. De acordo com Mauro (2002) as formas semi-intensivas (coleta de ovos) e extensivas são mais apropriadas à conservação, porque não convertem ambientes naturais em habitat para produtividade máxima das espécies manejadas.

No sistema “ranching”, o primeiro passo é o monitoramento dos ninhos nas propriedades na tentativa de reconhecer a população média de jacarés. Após a realização deste levantamento, o passo seguinte é a coleta dos ovos nos ninhos. Na coleta dos ovos deve-se seguir a orientação correta dos mesmos, ou seja, mantê-los na mesma posição em que se encontravam no ninho. Desta forma, impede-se a morte do embrião por asfixia, já que nessa fase ele não consegue se reposicionar sobre a gema após fixar-se à casca internamente (WEBB et al., 1987). Após a coleta, os ovos são devidamente acondicionados em caixas de madeira, papelão com restos de palhas, folhas, capim e transportados ao zoológico para incubação.

A incubação é um processo relativamente simples, em que devem ser consideradas a temperatura e a umidade das “incubadoras” (tanques de alvenaria recobertos com terra, restos de palhas, capim, folhas, etc.). Não são recomendadas temperaturas abaixo de 27 °C ou acima de 34 °C, pois podem trazer problemas quanto à sobrevivência dos embriões. Além disso, a temperatura de incubação é o fator determinante do sexo de embriões em vários répteis, incluindo todas as espécies de crocodilianos (WIBBLES et al., 1991).

Os primeiros sinais de proximidade da eclosão são as rachaduras na casca do ovo e a vocalização dos animais ainda dentro do ovo. A vocalização possivelmente atua na sincronização da eclosão da ninhada. As fissuras, normalmente causadas pela ação de ácidos fracos liberados pelo material vegetal constituinte da “incubadora”, facilitam a eclosão dos animais (LEE, 1968). Por determinação de Brasil (1990), 10 % da população nascida em zoológicos devem ser devolvidas ao seu habitat natural quando ainda estão em sua fase juvenil (6 meses).

A criação de jacarés já é realizada por diversos criatórios aprovados pelo IBAMA, entretanto o manejo ainda levanta dúvidas que devem ser objeto de pesquisas e avaliações científicas. Acredita-se que as possibilidades de desenvolver tecnologias de produção e de beneficiamento dos produtos, visando garantir a viabilidade bioeconômica do agronegócio; a demanda por produtos orgânicos e ecologicamente inteligentes; e a disponibilidade de recursos financeiros para investimentos em atividades conservacionistas sejam alguns dos principais aspectos favoráveis ao desenvolvimento do uso comercial do jacaré no Pantanal (FETT, 2005).

### 2.1.3 Carne de jacaré

A literatura sobre jacarés, em sua maioria, aborda aspectos nutricionais e biológicos. Os primeiros estudos efetuados com carne de jacaré para consumo humano foram realizados por Moody et al. (1980), na Louisiana (Estados Unidos), com o jacaré americano (*Alligator mississippiensis*), em que foram desenvolvidas técnicas para o abate, processamento e estudos da composição da carne em diferentes cortes do animal. No Brasil, Romanelli (1995), estudando as propriedades tecnológicas da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), com dois grupos de pesos diferentes (2 a 4 kg e 16,50 a 20,90 kg), reportou médias para proteína; umidade, lipídeos totais e cinzas para as duas categorias de peso, respectivamente. 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.

O ponto de abate do jacaré é determinado pelo comprimento da circunferência abdominal dos animais medido próximo das patas dianteiras. Quando esta medida atinge 18 cm o animal já se encontra em condições de abate. Se bem tratado, o ponto de abate é atingido com um ano de idade, mas para um melhor aproveitamento costuma-se abater com dois anos. Nessa fase a circunferência abdominal já é de aproximadamente 27 cm, aumentando o valor do animal no mercado e cada animal rende em torno de 1,7 kg de carne. A carne é embalada em sacos plásticos identificados com etiquetas informativas do criadouro, número de registro no IBAMA, validade e origem do produto. (FETT, 2005).

Ultimamente a carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados e com uma boa aceitação. Sobre isso Romanelli (1995), em estudos realizados com aplicação de análise sensorial, já havia destacado a aparência visual atraente e o sabor agradável, reforçando, por essas razões a viabilidade de utilização dessa carne, como mais uma opção de fonte protéica de origem animal, além de, ser uma atividade comercial complementar ao comércio de couro. No mesmo trabalho, foi realizada a avaliação das propriedades funcionais das proteínas da carne, as quais denotam o potencial tecnológico, demonstram ser altamente promissoras para a elaboração de derivados. Essa aceitação da carne do jacaré

está também atestada nos registros de consumo no Brasil em restaurantes especializados e legalizados.

No trabalho realizado por Romanelli et al. (2002) observou-se também a viabilidade técnica de se elaborar derivados de carne de jacaré-do-pantanal como produtos de salsicharia não embutidos (tipo hambúrguer), carne em conserva (enlatado), carne curada e não cozida (defumada) e produto curado e cozido (tipo apresuntado), 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.

## 2.2 TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO

O tecido muscular apresenta uma organização peculiar, que se diferencia dos outros tecidos do organismo animal. O músculo estriado esquelético é formado por feixes de células muito longas, multinucleadas e com estriações transversais. A célula muscular, denominada fibra muscular, é delimitada por uma membrana chamada sarcoplasma e no interior de seu citoplasma encontram-se fibrilas paralelas, chamadas de miofibrilas (ABERLE et al., 2001).

As estriações transversais observadas no músculo esquelético são reflexos da alternância de faixas claras e escuras. Ao microscópio de polarização, a faixa escura é anisotrópica, o que confere a denominação de banda A, enquanto a faixa clara, ou banda I, é isotrópica. No centro de cada banda I, aparece uma linha transversal escura, a chamada linha Z. A banda A revela a presença de uma zona mais clara no seu centro, denominada de zona H. A análise mais detalhada dessas bandas revela que a estriação da miofibrila é devido à repetição de unidades iguais, chamadas sarcômero, que estão localizados entre duas linhas Z sucessivas e apresentam uma banda A, separando duas semibandas I (QUALI, 1992).

As miofibrilas do músculo estriado contêm pelo menos quatro principais proteínas: actina, miosina, troponina e tropomiosina. Os filamentos grossos são

formados de miosina e as outras três proteínas são encontradas nos filamentos finos e na linha Z (ABERLE et al., 2001). O sarcômero é a unidade da estrutura muscular entre duas linhas Z. O comprimento do sarcômero muda dependendo do estado de contração do músculo e repouso. A contração ocorre com o deslizamento dos filamentos finos sobre os grossos, resultando no aumento ou diminuição do comprimento do sarcômero. Os filamentos finos e grossos não mudam de comprimento, mas o grau de sobreposição entre os filamentos muda. A linha Z mantém o espaçamento entre os filamentos finos (BECHTEL, 1986).

Ao microscópio eletrônico, o estudo do sarcômero, revela que as faixas claras e escuras são devido, principalmente, à forma com que esses filamentos se arranjam dispostos longitudinalmente ao eixo mais longo das miofibrilas numa distribuição simétrica e paralela. (ABERLE et al., 2001).

No músculo vermelho predominam pequenas fibras escuras com aparência granular, enquanto que no músculo branco predominam as fibras pálidas de diâmetro maior e agranular. Havendo três tipos de fibras: vermelhas, intermediárias e brancas. As fibras vermelhas são pequenas, ricas em mioglobina, possuem um maior suprimento sanguíneo e a linha Z é mais espessa (ABERLE et al., 2001). Nas fibras brancas, a linha Z é mais estreita e existem menos mitocôndrias. Obviamente, as fibras intermediárias possuem características intermediárias entre os dois tipos. As diferenças citológicas entre os três tipos de fibras conferem às mesmas diferenças fisiológicas. Sendo assim, a fibra vermelha possui uma velocidade de contração lenta e tônica e um metabolismo oxidativo intenso. A fibra branca possui um conteúdo de glicogênio alto, com abundante metabolismo e uma contração rápida e fásica (ABERLE et al., 2001; BYRNE et al., 2000).

### 2.3 PROCESSO DE RIGOR MORTIS E MACIEZ DA CARNE

As funções vitais do sistema muscular não cessam no momento da morte do animal. Uma série de modificações bioquímicas e estruturais, que ocorrem após o sacrifício, são denominadas de "transformação do músculo em carne". As modificações bioquímicas, estruturais e físicas ocorrem simultaneamente e são dependentes dos tratamentos *ante mortem*, do processo de abate e das técnicas de armazenamento da carne (FORREST et al., 1979; PRANDL et al., 1994).

Durante as horas que se segue após o abate, inicia-se um processo de endurecimento dos músculos que se conhece como rigidez cadavérica ou *rigor mortis*. A carcaça torna-se rígida, as articulações não flexionam e este processo demora aproximadamente 24 horas para completar-se. As mudanças *post mortem* no músculo vivo e nos tecidos após a morte são semelhantes, exceto pela incapacidade dos tecidos para sintetizar ou eliminar certos metabólitos após a morte fisiológica (SWATLAND, 1984)

A maciez é sem dúvida a característica mais importante da palatabilidade da carne e a idade do animal é responsável em grande parte pela variação da maciez da carne, devido à maior solubilidade do colágeno. No entanto, o resfriamento rápido de carcaças de animais jovens pode resultar em carnes duras, devido ao rigor de resfriamento (“cold shortening”) e encurtamento dos sarcômeros. (SMITH et al., 1976).

Bate-Smith (1970) realizou uma revisão geral sobre a fisiologia e bioquímica do *rigor mortis* principalmente durante a conversão de músculo em carne e propôs uma teoria sobre as mudanças *post mortem* em tecidos animais, que se tornou um marco de referência na ciência da carne. Newbold e Harris (1972) realizaram uma revisão sobre o efeito das mudanças do pré-rigor na maciez da carne e demonstraram que essa é grandemente influenciada pelas condições que prevalecem durante o período entre o abate e o completo desenvolvimento do *rigor mortis*; a maciez está relacionada ao encurtamento *post mortem*, de modo que os métodos de processamento devem ser dirigidos para minimizá-lo.

### 2.2.1 Temperatura

O resfriamento *post mortem* é um período importantíssimo para a microestrutura e características da carne, como a maciez, a capacidade de retenção de água e a cor (ZAMORA et al., 1996). Durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, a temperatura e pH iniciais das carcaças de animais de açougue diminuem gradativamente. Por isso, temperaturas e pH são utilizados como parâmetros para monitorar a qualidade de carnes. A velocidade do *rigor mortis* é controlada, principalmente, pela reserva de glicogênio, pH e temperatura do músculo.

Temperaturas de resfriamento, aliadas ao declínio do pH, aceleram a liberação de  $\text{Ca}^{+2}$  do retículo sarcoplasmático (BYRNE et al., 2000; KANDA et al., 1977).

A taxa de resfriamento do músculo durante o *rigor mortis* influencia a glicólise e ação das proteases, além de proporcionar o declínio do pH e conseqüentemente a taxa de tenderização (ABERLE et al., 2001; MARSH et al., 1987). Temperaturas consideradas elevadas, em torno de 40 °C aceleram as reações químicas que ocorrem durante o *rigor mortis*, proporcionando diminuição de pH, enquanto as baixas temperaturas retardam esse decréscimo, sendo necessário maior tempo para atingir valor de pH de 5,8 (SILVA et al., 1999). Portanto, a perda de calor do músculo durante o processo de *rigor mortis* deve ser controlada, uma redução muito brusca minimiza a desnaturação protéica, inibe o crescimento de microrganismos, porém, quando é rápida demais ocasiona conseqüências indesejáveis, como o encurtamento pelo frio ou “cold shortening” e, quando o congelamento ocorre antes da resolução deste processo, ocorre o rigor do descongelamento ou “thaw rigor” (PEARSON e DUTSON, 1995). O encurtamento pelo frio ocorre quando a temperatura do músculo oscila entre 0 e 5 °C na primeira etapa do processo de conversão do músculo em carne, acarretando também redução do tamanho do sarcômero de 20 a 40 %. Nessas condições, o retículo sarcoplasmático perde capacidade de reter  $\text{Ca}^{+2}$  fazendo com que haja excesso desse cátion no sarcoplasma, com conseqüente aceleração das reações bioquímicas e diminuição de 20 a 40 % do sarcômero. Quando não ocorre o resfriamento em carcaças bovinas, mas o congelamento antes do processo do *rigor mortis*, ao ser descongelado ocorre o encurtamento físico das fibras entre 60 a 80 % do tamanho normal (ABERLE et al., 2001; ORDÓÑEZ et al., 2005).

A diminuição da temperatura do músculo é um fator importante para o desenvolvimento de maciez de carnes. Alterações dessa taxa em carcaças podem ser minimizadas pelo controle da temperatura ambiente, uma vez que as temperaturas elevadas dos músculos aceleram o declínio do pH, por permitir que reações enzimáticas se prolonguem (LEE, 1986). A temperatura e o pH contribuem significativamente à maciez de carnes por seus efeitos no comprimento do sarcômero e proteólise (KOOHMARAIE et al., 1996). Temperaturas entre 1 até 7 °C são as melhores para que ocorra o *rigor mortis*, conferindo a carne melhor maciez (TORNBERG et al., 2000). No resfriamento de carcaças a temperatura da câmara deve oscilar entre 0 e 4 °C por 18 a 24 horas para bovinos e de 12 a 18 horas para

suínos, tempos necessários para promover a transferência de calor apropriada visando o desenvolvimento do *rigor mortis*, influenciado pelo metabolismo celular. Nessas condições ocorre o decréscimo gradual do pH sem promover o encurtamento das fibras pelo frio, mantendo ainda a qualidade microbiológica (GEESINK et al., 2001).

Atualmente tem sido utilizado processo mais rápido de resfriamento por motivo de ordem econômica e para diminuir a quebra de peso e reduzir crescimento da microbiota inicial, neste caso são aplicadas temperaturas entre -5 e -8 °C durante as primeiras duas horas e, a partir de então, é utilizada temperatura normal de resfriamento, entre 0 e 4 °C, para impedir o encurtamento das fibras musculares pelo frio (PARDI et al., 2001).

### 2.2.2 Glicólise *post mortem* e declínio do pH

O animal recém abatido após um período de repouso apresenta em seus músculos, trifosfato de adenosina (ATP), fosfocreatina e tem pH em torno de 6,9 a 7,2. No músculo vivo, o ATP circula continuamente para a manutenção do metabolismo, mas quando o suprimento de oxigênio é cortado através da sangria, o músculo torna-se anaeróbio, e o ácido pirúvico não entra no ciclo de Krebs-Johnson e na cadeia citocrômica para formar ATP. Em anaerobiose há formação de ácido láctico e apenas 8 % do ATP em relação ao ATP formado pelo metabolismo com presença de oxigênio. Inicialmente são degradadas as reservas de fosfocreatina, seguidas pelas reservas de glicogênio e outros carboidratos e finalmente o ATP, rico em energia. Como resultado, os prótons que são produzidos durante a glicólise e durante a hidrólise de ATP a ADP (difosfato de adenosina) causam diminuição significativa do pH intracelular. A velocidade do consumo de ATP determina a velocidade de degradação do glicogênio e, como conseqüência, a formação do produto final do metabolismo anaeróbio que é o ácido láctico (ROÇA, 2003).

De acordo com Lawrie (2005) a velocidade de diminuição do pH varia entre diferentes músculos no mesmo animal, entre indivíduos da mesma raça e entre indivíduos de raças e espécies diferentes. A média de pH final, resultantes do acúmulo de ácido láctico, determinam nas estruturas protéicas a sua disposição espacial e conseqüentemente, as características físico-químicas, tais como: cor,

perda de peso por cozimento, maciez. Exceto em casos de inanição ou exercício realizado imediatamente antes do abate, a conversão de glicogênio em ácido láctico irá continuar até o pH onde haja inativação das enzimas glicolíticas, em músculos de mamíferos normais, em torno de 5,4 a 5,5, o ponto isoelétrico da miosina.

Para Yu et al. (2005) o pH final da carne depende do teor de glicogênio no músculo, além de ser importante fator influenciador da capacidade de retenção de água. O declínio muito acelerado do pH após a sangria poderia estar relacionado à desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, além de alterações de forças de repulsão eletrostática entre os filamentos de actina e miosina.

A acidificação, pelo acúmulo de ácido láctico, constitui um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne sendo decisiva na qualidade da carne. A velocidade de declínio do pH, bem como o pH final da carne após 24 - 48 horas, é muito variável. A diminuição do pH é mais rápida nos suínos, intermediária nos ovinos e mais lenta nos bovinos. Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 horas) em torno de 7,0 diminui para 6,4 - 6,8 após 5 horas e para 5,5 - 5,9 após 24 horas. Em suínos, a velocidade do declínio é maior, atingindo valores de 5,6 - 5,7 após 6 - 8 horas *post mortem* e 5,3 - 5,7 após 24 horas (ROÇA, 2003.). Durante o processo de *rigor mortis* em peixes a acidificação ocorre entre 1 e 7 horas, sendo mais rápido que nos mamíferos, e o pH final varia de 6,2 a 6,5 (AMILACHER, 1965).

Em estudos realizados por Hoffman et al.(2000) em crocodilos do Nilo, criados em cativeiro e abatidos com rifle, sem prévia insensibilização, demonstraram resultados de pH final (48 horas após a sangria) de 6,28 no corte da cauda. De acordo com Taboga et al. (2003) em estudos realizados no músculo da cauda de jacaré-do-pantanal o pH após a sangria variou de 6,6 a 6,7, em 15 a 20 pH de 6,0 e pH de 5,5 a 5,7 em 36 a 48 horas após a sangria. Já Vicente Neto (2005) em seu estudo no mesmo músculo de jacarés observou pH inicial de 6,67, em 24 horas de 5,70 e 5,54 em 36 horas após a sangria.

### 2.2.3 Comprimento de sarcômero

A partir de trabalhos realizados por Herring et al. (1965) pode-se observar a existência de variações no comprimento do sarcômero em diferentes músculos de

bovino e o comprimento do sarcômero podia alterar-se consideravelmente, de acordo com a tensão experimentada pelos músculos durante o desenvolvimento do *rigor mortis*. Concluíram que os diferentes graus de tensão aplicados aos músculos, durante o desenvolvimento do rigor, se correlacionam positivamente com os valores de comprimento de sarcômero e grau de maciez da carne.

As variações no comprimento do sarcômero ocorrem à medida que se modifica a intensidade de tensão sobre músculos individuais durante o desenvolvimento do rigor. Um rigor rápido e curto induz a uma maior contração que um lento. O comprimento do sarcômero ou a intensidade de contração até a instalação do rigor depende da duração do desenvolvimento do rigor. O aumento da dureza é menor se os músculos sofrem uma tensão que previna o encurtamento durante a fase de rigor, ou se administrado um quelante de cálcio que bloqueie a interação actina-miosina (PRICE e SCHWEIGERT, 1994). O comprimento de sarcômero está diretamente relacionado com a instalação do processo de *rigor mortis* e com a maciez da carne. Esta medida sofre modificações durante este período, sendo observadas fragmentações transversais nas miofibrilas que progridem com a resolução do *rigor* (WHEELER e KOOHMARAIE, 1994).

Tornberg et al. (1996) sugeriram que outro fator importante que influencia o desenvolvimento do rigor é o grau de sobreposição que ocorre entre os filamentos de actina e miosina. Em outros trabalhos como o de Devine et al. (2002), pode-se concluir que a contração máxima que ocorre no *rigor mortis* nas temperaturas variando de 10 a 18 °C resultou na carne mais macia, provavelmente devido ao mínimo encurtamento e à maior capacidade extensiva no término do processo.

Em trabalho realizado por Pinheiro et al. (2001) utilizando o músculo *Longissimus dorsi* de suíno pode-se observar que a contração máxima do *rigor mortis* ocorreu 6 horas após a sangria. Já Fernandez et al. (2009) em estudo semelhante utilizando o músculo de javali, demonstraram que essa contração máxima do sarcômero foi obtida 9 horas após a sangria.

Estudos histológicos fornecem informações sobre a localização e organização dos vários componentes do músculo e de mudanças que podem afetá-los. A medida do tamanho de sarcômero demonstra uma correlação positiva entre sua dimensão e o desenvolvimento do processo de *rigor mortis*, bem como da maciez da carne (SILVA et al., 1992).

O método mais comumente utilizado para determinação de comprimento de sarcômero é a microscopia de contraste de fase com imersão em tecido não corado. O espaço entre as linhas Z é medido com utilização de ocular milimetrada e mais recentemente combinações com microcomputadores e impressoras. Outro método de determinar o comprimento de sarcômero é o método de difração à laser com amostra fixada (CASSENS, 1987). Pode-se utilizar microscopia óptica de imersão com ocular milimetrada para mensurar sarcômeros após processamento histológico das amostras e utilização de colorações apropriadas para evidenciar os componentes das fibras musculares como a Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory, Tricromo Gomori e outros (BEHMER et al. 1976)

Rudick e Richard (1975) compararam a precisão de duas técnicas utilizadas na mensuração do sarcômero e concluíram que não houve diferença significativa entre os valores obtidos no método de refração a laser e na microscopia óptica com objetiva de imersão. Porém, citaram que fontes de erro existem em todos os métodos empregados na avaliação do grau de contração do sarcômero. Na técnica de microscopia óptica, a fonte de erro reside na dificuldade de mensuração micrométrica e na definição dos limites do sarcômero, sendo frequentemente prejudicada a definição dos limites do sarcômero pela não visualização da linha Z, constituindo uma fonte de erro durante a leitura.

#### **2.2.4 Força de cisalhamento e perda de peso por cozimento**

A sensação de maciez se deve em primeiro lugar à facilidade com que os dentes penetram na carne, em segundo lugar à facilidade com que a carne se divide em fragmentos e em terceiro lugar, à qualidade de resíduo que permanecem sem triturar depois da mastigação. A maciez seria consequência do maior teor de água e da maior capacidade de retenção de água das proteínas musculares, bem como do estado de intumescimento das fibras musculares com pH elevado (LAWRIE, 2005).

A textura constitui a característica sensorial que mais influencia a aceitação da carne pelo consumidor (DRANSFIELD, 1993; RILEYA et al., 2005) e envolve a maciez, coesividade, elasticidade, suculência, adesividade, viscosidade e consistência (HONIKEL, 1998; SANCHEZ, 1996). Consta em Pardi et al. (2001) que a textura engloba todas as propriedades referentes à estrutura portanto depende do

diâmetro das fibras, quanto menor, melhor a textura da carne; do tamanho dos feixes de fibras que constituem o músculo, sendo divididos longitudinalmente pelos septos de tecido conjuntivo que formam o perímio, caracterizando maior ou menor grau de resistência à mastigação.

A determinação do tamanho de sarcômero é uma medida importante, que possui correlação positiva entre sua dimensão e o desenvolvimento do processo de *rigor mortis* que irá influenciar na maciez da carne (WHEELER e KOOHMARAIE, 1994), ou seja, no pré-rigor maior tamanho de sarcômero e maior maciez, na contração máxima do rigor menor tamanho de sarcômero e mínima maciez, na resolução do rigor tamanho maior de sarcômero e carne macia.

O controle da maciez das carnes por meio da análise instrumental com o equipamento Warner Braztler Shear-Force (força de cisalhamento) é a metodologia mais antiga utilizada e são poucos os trabalhos que especificam o padrão da lâmina de Warner Braztler. Estudos realizados por Wheeler et al. (1997), é observado que há diferença entre os valores da força de cisalhamento ao se utilizar protocolos diferentes na preparação das amostras e ao utilizar equipamentos diferentes, sendo necessário, a adoção de um protocolo padrão. Apple et al., (1999) consideraram que as diferenças na espessura, formato, ângulo e comprimento das lâminas comprovadamente influenciam os valores obtidos de força de cisalhamento, os resultados e suas comparações certamente ficarão prejudicados. Outro equipamento muito utilizado na determinação da força de cisalhamento de amostras de carne é o texturômetro modelo TA.XT2i Stable Micro System Texture Analyser (Stable Microsystem Ltd., Surrey, England) Esse equipamento, muitas vezes, é utilizado com a lâmina de cisalhamento modelo SMS, que apresenta a espessura diferente do padrão Warner-Bratzler. Nesse caso faz-se necessária a correlação dos resultados destas duas lâminas de cisalhamento (ALMEIDA et al., 2005). Carnes com forças de cisalhamento inferiores a 6 kg podem ser consideradas como macias (SILVA et al., 1993).

Rodrigues et al. (2007) demonstraram valores de força de cisalhamento do filé do dorso de jacaré-do-pantanal de 2,50 kg e do filé da cauda de 2,29 kg. De acordo com Vicente Neto et al. (2007), que realizaram pesquisa em dois cortes de jacaré-do-pantanal com idades diferentes 24 horas após a sangria, o corte cauda dos animais abatidos com 14 meses apresentou valores médios de força de cisalhamento (FC) de 2,29 kg enquanto os abatidos com 26 meses valores de 3,82

kg. Em relação ao corte dorso os animais mais novos apresentaram valores de 2,50 kg e os mais velhos de 5,11 kg.

Existe uma forte correlação entre força de cisalhamento e perda de peso por cozimento (PPC) sendo esta uma prova de controle (HONIKEL et al., 1986). Segundo Sá (2004), a perda de peso pelo cozimento da carne corresponde a perda de água ou suco que acontece durante o aquecimento da carne pela cocção. É um parâmetro importante, pois pode afetar a aceitação da carne, já que pode alterar significativamente sua cor, textura, além de influenciar no seu valor nutritivo, pois no suco eliminado estão presentes proteínas solúveis, vitaminas e minerais.

De acordo com Ordóñez et al., (2005), a redução da suculência da carne deve-se em grande parte à eliminação da água durante o cozimento, sendo proporcionalmente menor, quanto maior for a Capacidade de Retenção de Água (CRA). A CRA pode ser melhor compreendida como sendo a intensidade com que a carne armazena total ou parcialmente sua própria água ou, ocasionalmente, a água adicionada durante seu processamento tecnológico, sendo assim trata-se da capacidade em manter o conteúdo aquoso, mesmo durante a utilização de forças externas, como a compressão, o impacto, o cisalhamento ou ainda, o congelamento e o cozimento.

Segundo Honikel et al. (1986), o comprimento de sarcômero também influencia a capacidade de retenção de água, sendo que a capacidade de retenção de água reduz-se à medida que diminui o comprimento de sarcômero, já que durante o *rigor mortis*, um porção da água migra do meio intracelular para o espaço extracelular, em decorrência do encurtamento do sarcômero, que direciona a água para o interstício mesmo num meio hipertônico.

A suculência é fator de suma importância no alimento, contribui para a aceitação da textura da carne, trata-se da umidade durante as primeiras mordidas produzidas pela rápida liberação de fluidos. A suculência é determinada pela quantidade de perda de líquidos durante o cozimento caracterizando a intensidade da liberação do suco da carne (PRICE e SCHWIEGERT, 1994).

Em animais de açougue a PPC pode variar entre 20% a 40% (FORREST et al., 1979). Souza (2001) descreve que alguns fatores podem interferir nos resultados da PPC de uma mesma espécie, tais como, o uso de metodologias diferentes na cocção (através de banho-maria ou em chapa aquecida), o preparo da amostra

(retirando ou não o tecido conjuntivo e a gordura) e a idade, o peso e o percentual de gordura do animal no abate.

Rodrigues et al. (2007) relataram que a perda de peso por cozimento (PPC) do músculo da cauda de jacaré, correspondente a 40,34 % em 24 horas após sangria. Por sua vez Vicente Neto et al.(2007), estudando o mesmo músculo de jacaré-do-pantanal, reportaram valores médios da PPC nos animais com 14 meses maior (40,02 %), que nos animais de 26 meses (33,82 %).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIAL**

##### **3.1.1 Amostras**

Foram utilizados seis jacarés-do-pantanal, abatidos na Cooperativa de Criadores de Jacaré do Pantanal LTDA (COOCRIJAPAN) (SIF 2452), em Cáceres no estado do Mato Grosso.

##### **3.1.2 Material permanente**

- a) Termômetro digital com haste metálica (-30 a +150 °C) marca Checktemp;
- b) Peagômetro marca Handylab 1-Schott e solução tampão para calibração de pH 7,0 e 4,0;
- c) Mixer marca NKS;
- d) Garras metálicas duplas para fixação das amostras;
- e) Pinça reta de dissecação e cabo de bisturi nº 4;
- f) Banho-maria histológico a 45 °C para o processamento histológico;
- g) Estufa histológica para inclusão (memmert) a 60°C
- h) Micrótomo (Spencer, modelo 820- Americal Optical Company);
- i) Cestas e molas de aço inoxidável para processamento histológico;
- j) Microscópio Olympus BH-2 com ocular milimetrada Nikon CFWE 10x/18;
- k) Balança digital;
- l) Fogão da marca Dako, modelo Mille;

- m) Equipamento “Warner-Bratzler Meat Shear Force – modelo 3000”

### 3.1.3 Material de consumo

- a) Lâminas nº 4 para bisturi;
- b) Formaldeído P. A.;
- c) Fosfato monossódico;
- d) Fosfato bissódico;
- e) Frascos de plástico de 250 mL com tampa contendo solução do fixador formalina tamponada a 10 %;
- f) Álcool etílico absoluto P. A.;
- g) Xilol P. A.;
- h) Parafina;
- i) Grades plásticas para o processamento histológico;
- j) Frascos de vidro com boca larga para o processamento histológico;
- k) Ácido Fosfotúngstico;
- l) Água oxigenada 10 volumes;
- m) Hematoxilina cristalina;
- n) Permanganato de potássio cristalizado;
- o) Ácido oxálico dihidratado;
- p) Corante hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory;
- q) Bálsamo do Canadá;
- r) Lâminas (26 X 76 mm) e lamínulas (24 X 32 mm) para microscopia;
- s) Óleo de cedro;

## 3.2 MÉTODOS

Para realização das metodologias, foram utilizadas amostras da cauda de seis jacarés-do-pantanal, criados em cativeiro com idade aproximadamente de 2,5 anos, escolhidos ao acaso e abatidos no matadouro frigorífico da Cooperativa de Criadores do Jacaré do Pantanal (COOCRIJAPAN), na cidade de Cáceres, no estado de Mato Grosso. Os procedimentos *ante mortem* incluíram jejum e dieta

hídrica de 24 horas e lavagem dos animais em tanque contendo água hiperclorada (5 ppm). O abate foi realizado, em seguida, através de insensibilização com pistola pneumática modelo Zilka (desenvolvida pela EMBRAPA Pantanal), como na Figura 1, respeitando as normas do Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (BRASIL, 2000) e posterior desnucamento para sangria.



Figura 1: Jacaré-do-pantanal após a insensibilização com pistola pneumática modelo Zilka.

As operações empregadas no abate seguiram seqüência similar às das outras espécies, conforme o Apêndice 1, apresentando diferença no que diz respeito ao processo de desmielinização que era empregada logo após a sangria com objetivo de cessar os movimentos espasmódicos, que podem durar até 40 minutos dificultando a esfolação.

### 3.2.1 Tomada da temperatura da câmara de resfriamento e das carcaças

Após os procedimentos de abate e inspeção, as carcaças dos jacarés foram estocadas em câmara frigorífica, onde foi aferida a temperatura desta, através do termômetro digital da própria câmara, e a temperatura das carcaças, com utilização de termômetro digital Checktemp introduzindo-se sua haste metálica na profundidade de 5,0 cm na massa muscular da cauda, nos intervalos de 0,5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 e 36 horas após a sangria (Figura 2).



Figura 2: Tomada da temperatura da cauda de jacaré-do-pantanal durante a estocagem da carcaça em câmara frigorífica.

### 3.2.2 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada nos intervalos citados anteriormente conforme Silva et al. (1993) utilizando-se um peagômetro Handylab 1- Schott, previamente calibrado com soluções padrão de pH 7,0 e 4,0, em solução homogeneizada com mixer preparada com 10 g de amostra do músculo *Ílio-ischiocaudalis* e 100 mL de água destilada.

### 3.2.3 Determinação do comprimento de sarcômero

Para mensuração do comprimento de sarcômero foi feita a coleta de uma amostra de cada carcaça nos intervalos de tempo de 0,5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 e 36 horas após a sangria. Foi feita a fixação de garras metálicas duplas nos músculos, com o objetivo de manter o músculo nas mesmas condições em que se encontrava na carcaça, ou seja, mantendo o comprimento de sarcômero inalterado (evitando a contração ou distensão das fibras musculares) até o momento do preparo dos cortes histológicos e posteriormente foram retiradas amostras, com auxílio de pinça e bisturi, de 15 mm de comprimento, 10 mm de largura e de 5 mm de espessura (Figura 3). Foi realizada a identificação das amostras de acordo com o tempo após a

sangria e o número do animal, em seguida foram colocadas em frascos com capacidade de 250 mL contendo solução de formalina tamponada neutra a 10%, para fixação das amostras (Figura 4), que foi previamente preparada com 100 mL de formaldeído diluído em água destilada na quantidade de 900 mL até completar o volume para 1000 mL e posteriormente adicionados 4g de fosfato monossódico e 1,5 g de fosfato bissódico para tamponar a solução (BEHMER et al., 1976). Desta forma, as amostras foram transportadas até o laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária – UFF para realização do processamento histológico.

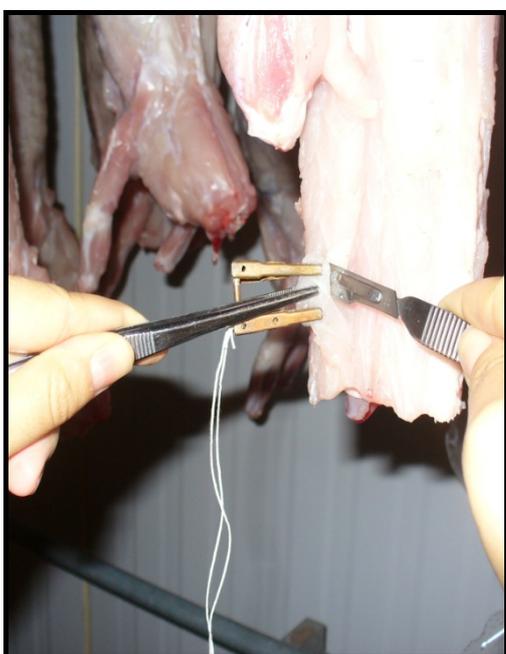


Figura 3: Coleta de amostra, fixada em garra, com auxílio de pinça e bisturi.



Figura 4: Depósito da amostra, já identificada em frasco contendo solução de formalina tamponada neutra a 10 %.

### 3.2.3.1 Processamento histológico

O processamento histológico foi realizado de acordo com Behmer et al., (1976). Após a fixação das amostras, as garras foram retiradas, as amostras lavadas em água corrente por 20 minutos, os fragmentos uniformizados com pinça e bisturi e colocados em grades plásticas próprias (cassetes), devidamente identificadas, para processamento histológico (Figura 5).



Figura 5: Grades plásticas (cassetes) contendo os fragmentos para o processamento histológico.

Em seguida, o material foi desidratado em álcool etílico, passando por banhos de álcool 70 %, 80 %, dois banhos de álcool absoluto e dois banhos em xilol, permanecendo uma hora em cada. A inclusão dos fragmentos foi feita através de dois banhos de parafina, de 60 minutos cada, em estufa de 60 °C (Figura 6).



Figura 6: Inclusão dos fragmentos através de banho de parafina de 60 minutos em estufa a 60 °C.

Após a inclusão, as amostras foram retiradas das grades, colocadas em moldes de papel e cortadas em micrótomo para obtenção de cortes de 5 µm de

espessura. De cada amostra foram feitos dois cortes que foram distendidos em banho histológico a 45 °C e transferidos para lâminas identificadas de acordo com as amostras. A seguir, as lâminas foram colocadas em mola de aço inoxidável e conduzidas para uma estufa a 60 °C, por no mínimo 24 horas, para melhorar a aderência do corte a lâmina.

Os cortes foram corados utilizando-se o corante Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory que foi preparado com 10 mL de solução de ácido fosfotúngstico a 10 % adicionado de 0,5 g de hematoxilina e 1 mL de água oxigenada completando com água destilada até o volume de 500 mL e colocando o corante em frasco âmbar deixando este descansando por dois a três dias antes do uso. A coloração foi realizada após a retirada da parafina e lavagem das lâminas em água corrente por cinco minutos. Em seguida, estas foram tratadas em solução aquosa de permanganato de potássio 0,25 % por dez minutos e posteriormente lavadas em água corrente por cinco minutos. Então, foram colocadas em ácido oxálico por cinco minutos e novamente lavadas em água corrente por cinco minutos; sendo coradas com Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory por 24 horas e nos últimos 15 minutos foram mantidas em estufa. Ao final do período, os cortes foram desidratados em concentrações crescentes de álcool: 70 %, 80 % até o absoluto sendo clarificados em xilol. As lâminas foram montadas com Bálsamo do Canadá para aderir lâmina com lamínula. Por esse método de coloração a cromatina se cora de azul escuro, o citoplasma de azul violáceo, o colágeno de vermelho púrpuro e as estrias se apresentam bem diferenciadas de coloração clara ou escura, sendo respectivamente bandas I e A (BEHMER et al, 1976).

### 3.2.3.2 Mensuração do comprimento de sarcômero

As lâminas foram lidas em microscopia óptica (Microscópio Nikon) com luz visível em objetiva de imersão utilizando-se óleo de cedro como óleo de imersão (SLOSS e KEMP, 1978). Este método é baseado na contagem de dez sarcômeros de seis miofibrilas diferentes, com a medição do sarcômero sendo feita por uma ocular milimetrada com uma escala de 10 µm. A média obtida foi multiplicada pelo fator de correção da objetiva de imersão (fator encontrado de 0,8 µm) e o valor expresso em micrômetro (µm).

### 3.2.4 Teste de maciez e perda de peso por cozimento

Para a realização destes testes foram retiradas amostras de aproximadamente 120 g do músculo *Ílio-ischiocaudalis* de cada carcaça nos intervalos de 0,5, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 24 e 36 horas após a sangria, essas amostras foram identificadas de acordo com o tempo após a sangria e o número do animal, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos termorresistentes e submetidas à cocção em água fervente em uma panela de alumínio (Figura 7) com controle de tempo e temperatura até atingir a temperatura de 70 °C no centro geométrico da peça de carne (MORGAN et al., 1993).



Figura 7: Cocção das amostras em água fervente para realização dos testes de maciez e perda de peso por cozimento.

Posteriormente essas amostras foram resfriadas a temperatura ambiente, drenadas e pesadas conforme recomenda Morgan et al. (1993) para determinação da perda de peso por cozimento. O valor desta perda foi obtido pela diferença do peso antes do cozimento e após, e esses valores corresponderam em percentual ao valor da perda. As amostras dentro das mesmas embalagens plásticas foram

resfriadas na câmara fria entre 0 e 4°C, colocadas seis amostras de cada tempo após a sangria em uma embalagem plástica grande identificada e foram acondicionadas em uma caixa isotérmica com gelo reciclável. Essas amostras foram transportadas até o laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária – UFF para realização do teste de força de cisalhamento (maciez). Para isso, foram retirados seis cilindros no sentido longitudinal das fibras musculares de cada amostra utilizando-se um cilindro oco (Figura 8a), obtendo-se cilindros de carne cozida de 1,27 cm de diâmetro que foram cisalhados uma só vez ao meio pelo aparelho “Warner-Bratzler Meat Shear Force – modelo 3000” (Figura 8b), para obtenção dos valores da força de cisalhamento em kg (KERTH et al., 1995).

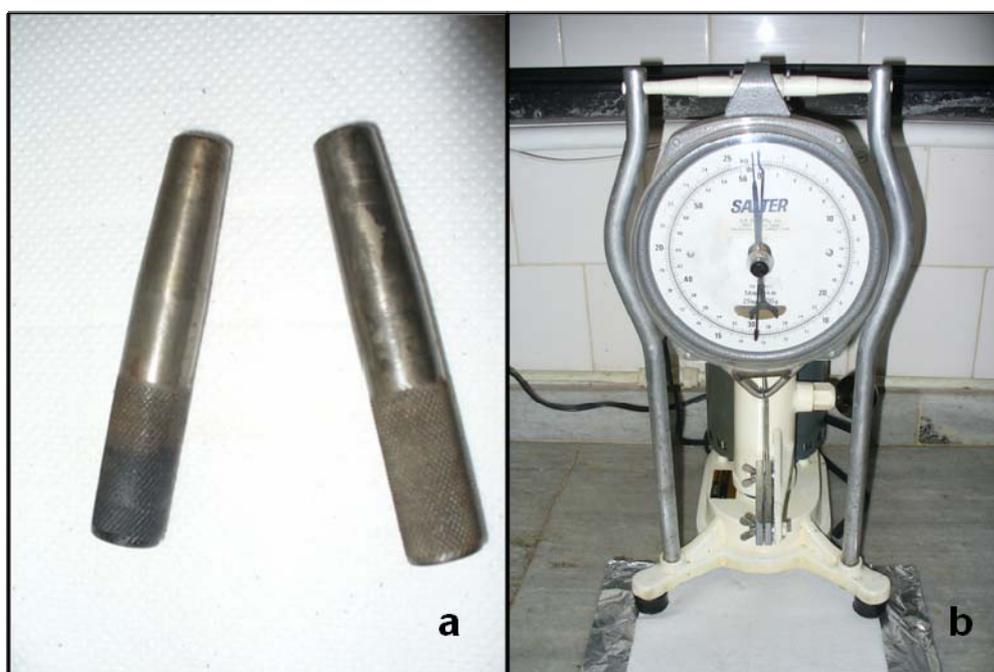


Figura 8: Teste de maciez – a) Cilindros ocos utilizados para retirada dos cilindros para cisalhamento, e b) Aparelho Warner-Bratzler Meat Shear Force.

### 3.2.5 Análise estatística

A análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) e em modelo inteiramente casualizado, foi procedida sobre os dados de pH, temperatura de carcaça, comprimento de sarcômero, força de cisalhamento e perda

de peso por cozimento, conforme Snedecor e Cochran (1989), nos diferentes intervalos de tempo após a sangria. Para comparação entre as médias utilizou-se o teste de Tukey.

Foi testada ainda a tendência de correlação entre as variáveis força de cisalhamento e comprimento de sarcômero, e força de cisalhamento e perda de peso por cozimento determinando-se os respectivos coeficientes de correlação linear de Pearson (GOMES, 1970).

Para realização das duas análises foi utilizado o programa SAS (1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 TEMPERATURA DA CÂMARA DE RESFRIAMENTO E DAS CARÇAÇAS

Os valores de temperatura da câmara, valores médios e o desvio padrão encontrados na tomada da temperatura do músculo da cauda das seis carcaças de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 1 e os resultados parciais no Apêndice 2.

Tabela 1: Valores de temperatura (°C) da câmara de resfriamento e média e desvio padrão dos valores de temperatura de carcaça, nos diferentes tempos após a sangria (h).

		Tempo (após a sangria)									
		n	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
T(°C) câmara	1	2,60	4,40	4,20	4,10	3,80	3,70	3,50	3,80	0,90	
T(°C) carcaça	6	21,05 <sup>a</sup> ±0,71	13,23 <sup>b</sup> ±0,53	8,42 <sup>c</sup> ±0,26	7,90 <sup>c</sup> ±0,22	6,50 <sup>d</sup> ±0,26	5,78 <sup>e</sup> ±0,17	5,68 <sup>e</sup> ±0,10	4,52 <sup>f</sup> ±0,17	4,17 <sup>f</sup> ±0,29	

<sup>a, b, c, d, e, f</sup> Médias na mesma linha seguidas de diferentes letras diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

De acordo com os resultados encontrados, constatou-se que houve decréscimo gradual de temperatura da carcaça conforme a evolução do tempo após a sangria. Na primeira meia hora, a carcaça apresentou temperatura de 21,05 °C enquanto na câmara frigorífica, esta foi de 2,60 °C.

A temperatura de 5,68 °C na carcaça foi atingida 15 horas após a sangria com temperatura de 3,50 °C na câmara frigorífica. O menor valor foi atingido em 36 horas com temperatura na carcaça de 3,16 °C e na câmara de 0,9 °C.

A análise estatística não revelou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quanto aos valores de temperatura das carcaças nos intervalos de 12 e 15 horas e entre 24 e 36 horas. Os resultados deste trabalho indicaram que o comportamento da temperatura atuou de acordo com o desenvolvimento normal do processo de *rigor mortis*, conforme descrito por Marsh et al.(1987)

#### 4.2 VALORES DE pH

Os valores médios e o desvio padrão observados na determinação do pH no músculo da cauda das seis carcaças de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 2 e os resultados parciais estão descritos no Apêndice 3.

Tabela 2: Valores médios de pH e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria.

		Tempo (após a sangria)									
		n	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
pH	6		6,68 <sup>a</sup>	6,20 <sup>b</sup>	6,10 <sup>c</sup>	5,97 <sup>d</sup>	5,85 <sup>e</sup>	5,80 <sup>ef</sup>	5,73 <sup>f</sup>	5,63 <sup>g</sup>	5,61 <sup>g</sup>
			±0,05	±0,04	±0,02	±0,02	±0,03	±0,03	±0,04	±0,05	±0,04

<sup>a, b, c, d, e, f, g</sup> Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

A velocidade de declínio do pH e o seu valor final refletem as características da glicólise, as quais são de fundamental importância na qualidade da carne. No presente estudo, foi encontrado valor inicial médio para pH de  $6,68 \pm 0,05$ , em 0,5 horas, após 15 horas um pH de  $5,73 \pm 0,04$  e final de  $5,61 \pm 0,04$  em 36 horas, indicando um comportamento normal durante o desenvolvimento do processo de *rigor mortis*.

Os valores encontrados neste trabalho concordam com as observações realizadas por Taboga et al. (2003) no músculo da cauda de jacaré-do-pantanal onde foi encontrado pH inicial variando de 6,6 a 6,7, em 15 a 20 horas pH de 6,0 e pH final variando de 5,5 a 5,7 em 36 a 48 horas após a sangria. Vicente Neto (2005) estudando o mesmo músculo de jacarés obteve pH inicial de 6,67, em 24 horas de 5,70 e 5,54 em 36 horas após a sangria.

A variação desses valores nos diferentes intervalos de tempo pode ser observada na Figura 9.

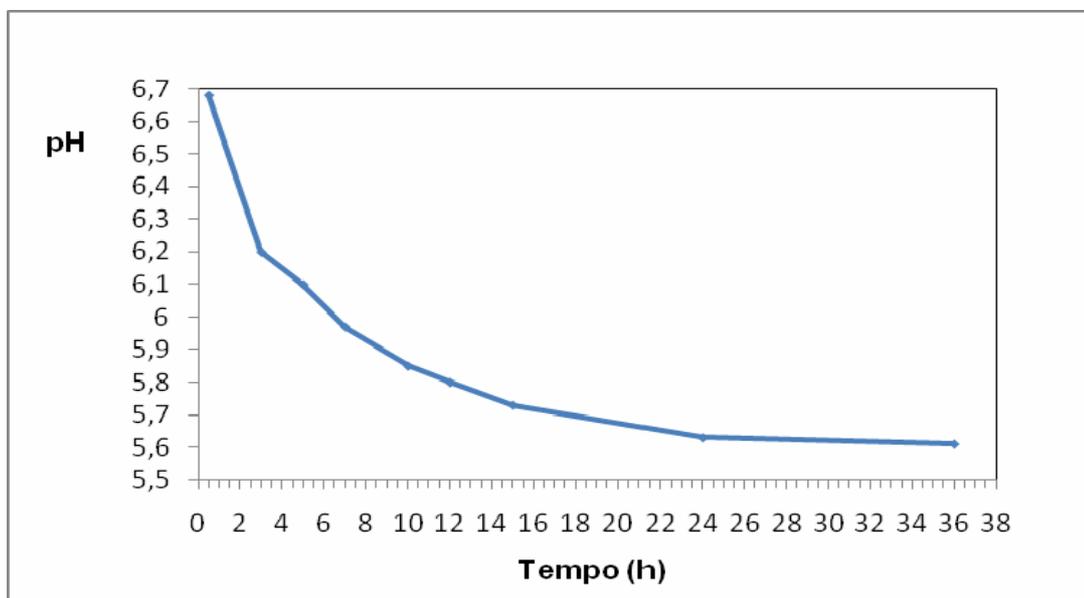


Figura 9: Variação do pH nos diferentes intervalos de tempo durante o processo de *rigor mortis* em cauda de jacaré.

A variação do pH durante o *rigor mortis* em peixes é de curta duração, quando comparado com o dos mamíferos, e de uma maneira geral, oscila de 1 a 7 horas *post mortem*, o pH inicial variando de 7,0 - 7,3 e final de 6,2 - 6,5 (AMILACHER, 1965). Esses resultados os diferenciam do jacaré-do-pantanal provavelmente por este ser um réptil. Trabalho realizado com crocodilo do Nilo, abatido à tiro (HOFFMAN et al. 2000), encontrou um pH final de 48 horas da cauda de  $6,28 \pm 0,18$ , caracterizando um procedimento não humanitário e carne dura, firme e seca (DFD). O estresse do abate promove uma deficiência de glicogênio, o pH permanece acima de 6,2 após 24 horas, resultando uma carne DFD, com reduzida validade comercial e rejeição pelo consumidor.

As comparações realizadas pelo teste de Tukey revelaram não existir diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os valores médios de pH no músculo *Ílio-ischiocaudalis* nos intervalos de tempo de 12 e 15 horas (contração máxima do rigor) e entre 24 e 36 horas (resolução do processo do rigor).

### 4.3 VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO

Os valores médios e o desvio padrão observados na determinação do comprimento de sarcômero do músculo da cauda nas seis carcaças de jacaré-do-pantanal podem ser visualizados na Tabela 3 e os resultados parciais no Apêndice 4

Tabela 3: Valores médios do comprimento de sarcômero (CS) e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria.

		Tempo (após a sangria)									
		n	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
CS	12		2,19 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>	1,85 <sup>bc</sup>	1,80 <sup>cd</sup>	1,76 <sup>cde</sup>	1,67 <sup>ef</sup>	1,55 <sup>g</sup>	1,73 <sup>def</sup>	1,87 <sup>bcd</sup>
( $\mu\text{m}$ )			$\pm 0,10$	$\pm 0,09$	$\pm 0,07$	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	$\pm 0,08$	$\pm 0,06$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$

<sup>a, b, c, d, e, f, g</sup> Médias seguidas de diferentes letras diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

O desenvolvimento do processo de *rigor mortis* dos animais demonstra diferentes comprimentos de sarcômeros durante a instalação do processo bioquímico. Assim, foram estudadas as mudanças que ocorreram antes e após o *rigor mortis* e sua influência na maciez do músculo. Ao analisar as mudanças estruturais ocorridas encontrou-se valor médio do comprimento de sarcômero de  $2,19 \mu\text{m} \pm 0,10$  no tempo de 0,5 horas, demonstrando resultado compatível com o valor médio observado por Fernandez et al. (2009) no músculo *Triceps brachii* de javali (*Sus scrofa*) que foi de  $2,24 \mu\text{m} \pm 0,06$ . Por sua vez, observou-se contração máxima do processo de *rigor mortis* do músculo *Ílio-ischiocaudalis* em 15 horas após a sangria, ou seja, o comprimento de sarcômero médio observado foi igual a  $1,55 \mu\text{m} \pm 0,06$ . Esse resultado está em concordância com os dados de contração máxima de  $1,61 \mu\text{m} \pm 0,03$ , na 9ª hora após a sangria em javali (FERNANDEZ et al., 2009) e no músculo *Longissimus dorsi* de suíno de  $1,46 \mu\text{m} \pm 0,16$ , em 6 horas após a sangria (PINHEIRO et al., 2001). Por outro lado, o resultado encontrado por Fernandez et al. (2009), 24 horas após a sangria foi de  $1,97 \mu\text{m} \pm 0,04$ , o que não concorda com o resultado obtido no presente estudo ( $1,73 \mu\text{m} \pm 0,08$ ), provavelmente devido o processo de resolução do *rigor mortis* ter sido mais rápido no músculo de javali. A resolução do *rigor mortis* no músculo *Ílio-ischiocaudalis*, de jacaré, ocorreu entre 24 e 36 horas após a sangria ( $1,87 \mu\text{m} \pm 0,09$ ), sendo mais

tardia conforme descrito por Taboga et al. (2003) quando demonstrou que a glicólise total do músculo de jacaré ocorre entre 36 a 48 horas após a sangria. Na literatura disponível não foi encontrado trabalho científico sobre o comprimento de sarcômero de músculos de jacaré.

Observa-se na Figura 10, a relação entre as medidas de comprimento de sarcômero nos diferentes intervalos de tempo, durante o processo de *rigor mortis*.

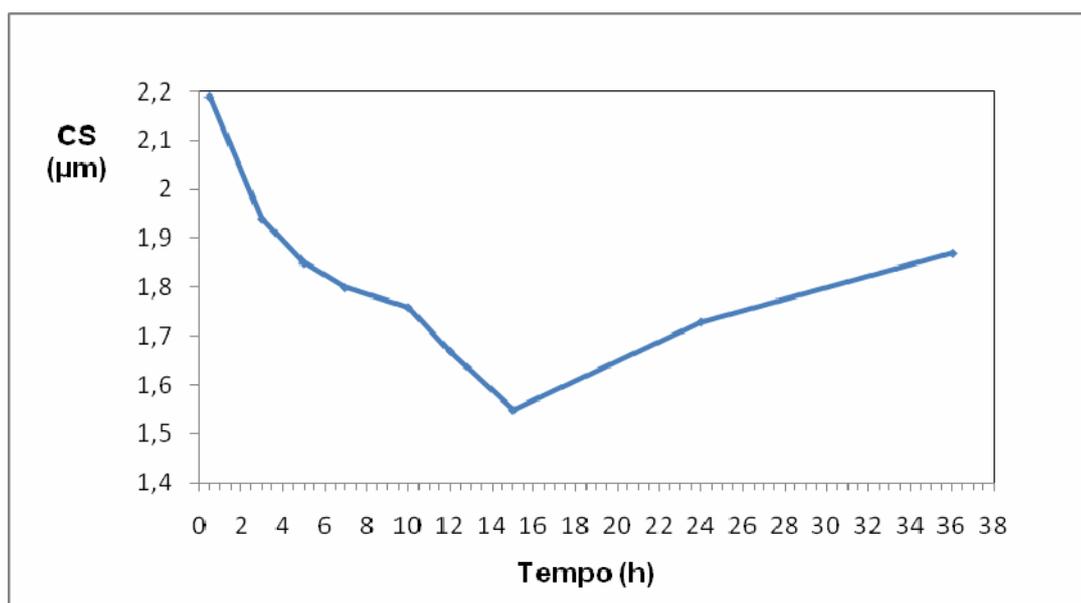


Figura 10: Variação do comprimento de sarcômero (CS) nos diferentes intervalos de tempo durante o processo de *rigor mortis* em cauda de jacaré.

Na comparação dos valores médios do comprimento de sarcômero no músculo estudado, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios nos intervalos de tempo de 3, 5 e 36 horas, 5, 7, 10 e 36 horas, 7, 10, 24 e 36 horas, 10, 12 e 24 horas e entre 12 e 24 horas.

As fotomicrografias do músculo *Ílio-ischiocaudalis* mostram a variação do tamanho de sarcômero durante o desenvolvimento do processo de *rigor mortis* de 2,19 µm (0,5h), de 1,55 µm (15h) e de 1,87 µm (36h) após a sangria (Figura 11).

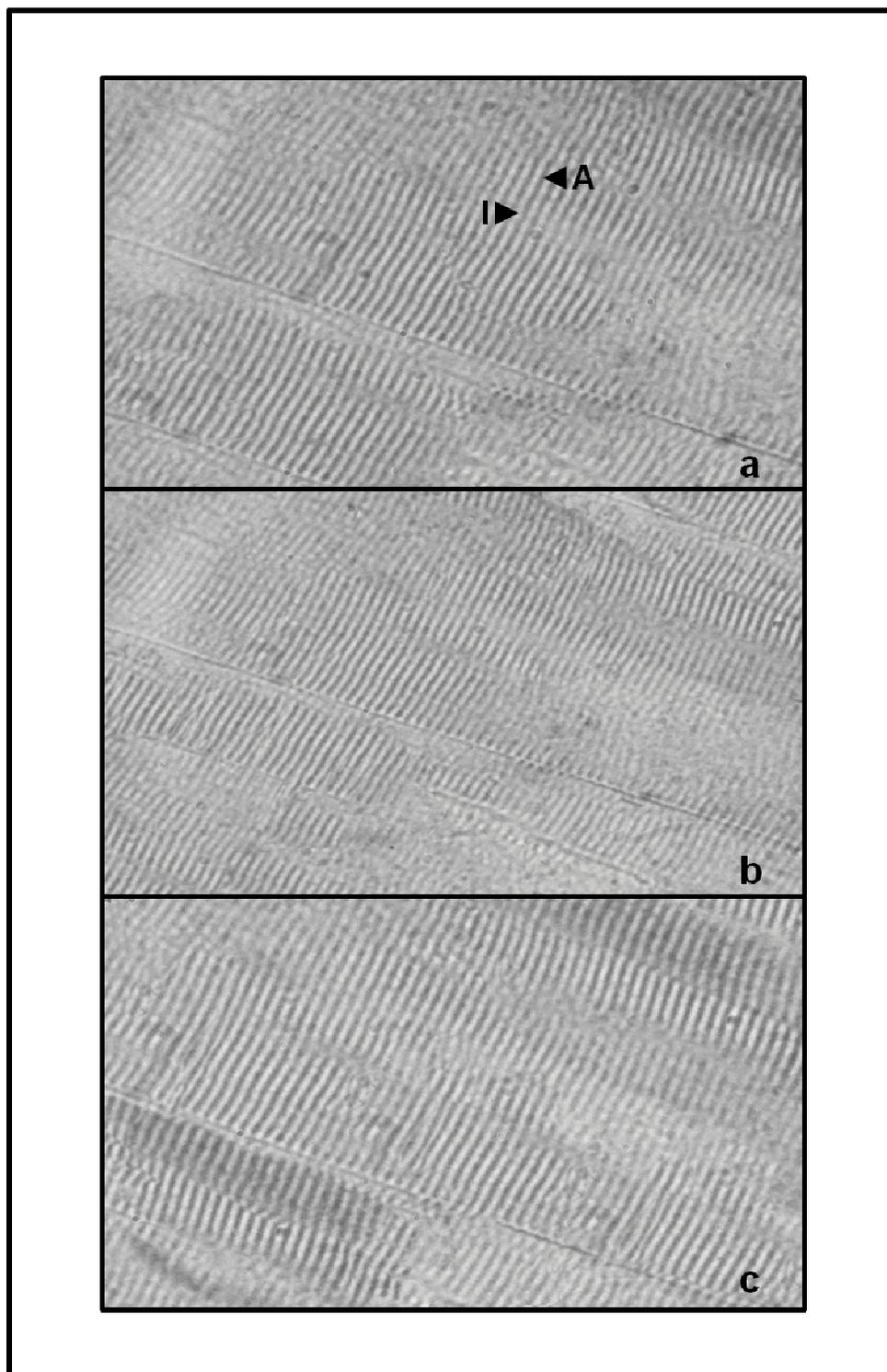


Figura 11: Microfotografias do músculo *Ílio-ischiocaudalis* durante o resfriamento industrial, mostrando as bandas A e I (aumento de 1000X), fixado com formalina tamponada neutra a 10 % e corado com Hematoxilina Fosfotúngstica de Mallory, com diferentes tamanhos de sarcômeros: a) 0,5 hora após a sangria; b) 15 horas após a sangria; e c) 36 horas após a sangria.

#### 4.4 VALORES DA FORÇA DE CISALHAMENTO (MACIEZ) E DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO

Os valores médios e o desvio padrão observados na determinação da força de cisalhamento e na perda de peso por cozimento do músculo da cauda nas seis carcaças de jacaré-do-pantanal podem ser observados na Tabela 4 e os resultados parciais podem ser visualizados no Apêndice 5.

Tabela 4: Valores médios da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cozimento (PPC) e desvio padrão nos diferentes tempos após a sangria.

		Tempo (após a sangria)								
n		0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
FC	6	2,74 <sup>a</sup>	3,08 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	4,06 <sup>b</sup>	5,12 <sup>c</sup>	6,34 <sup>d</sup>	8,71 <sup>e</sup>	3,65 <sup>b</sup>	2,61 <sup>a</sup>
(kg)		±0,22	±0,17	±0,25	±0,25	±0,18	±0,22	±0,11	±0,15	±0,19
PPC	6	37,21 <sup>a</sup>	37,87 <sup>b</sup>	38,04 <sup>bc</sup>	38,41 <sup>cd</sup>	39,62 <sup>e</sup>	41,50 <sup>f</sup>	42,57 <sup>g</sup>	40,05 <sup>e</sup>	38,70 <sup>d</sup>
(%)		±0,29	±0,22	±0,24	±0,26	±0,25	±0,24	±0,22	±0,26	±0,25

a, b, c, d, e, f, g Médias na mesma linha seguidas de diferentes letras diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

O resultado da força de cisalhamento (FC) no tempo inicial foi de 2,74 kg  $\pm$  0,22, no momento da contração máxima do processo de rigor de 8,71 kg  $\pm$  0,11 e em 36 horas após a sangria de 2,66 kg  $\pm$  0,19. Na literatura consultada não foi encontrado trabalho similar sobre a força de cisalhamento durante o processo de *rigor mortis* de músculo de jacaré.

Quanto à maciez Rodrigues et al. 2007 demonstraram valores da força de cisalhamento do filé da cauda de jacaré de 2,29 kg 24 horas após a sangria menor do que este trabalho (3,65 kg), provavelmente devido terem usado o processo de cozimento em chapa aquecida e utilizado o texturômetro TAXT2. Da mesma forma Vicente Neto et al. (2007), estudando o corte da cauda de jacaré-do-pantanal com idades diferentes, 24 horas após a sangria, encontraram valores médios da força de cisalhamento de 2,29 kg nos animais abatidos com 14 meses e de 3,82 kg nas carcaças dos abatidos com 26 meses. Wheeler et al. (1997) relatam que os valores da força de cisalhamento diferem dentro e entre instituições devido o protocolo, a execução do protocolo e a variação do instrumento.

Com esse resultado esta carne pode ser considerada macia, pois se encontra com força de cisalhamento menor que 6,0 kg (SILVA et al., 1993). A comparação de médias da força de cisalhamento pelo teste de Tukey não demonstrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os intervalos de tempo de 0,5, 3 e 36 horas e os intervalos de 5, 7 e 24 horas após a sangria.

Ao comparar os valores do comprimento de sarcômero e da força de cisalhamento, observou-se que a contração máxima do sarcômero e a maior força de cisalhamento (Figura 12) ocorreram no mesmo estágio de *rigor mortis*, portanto, 15 horas após a sangria e foram inversamente proporcionais. Este dado concorda com Santos et al. (2006) que também observaram força de cisalhamento inversamente proporcional ao comprimento do sarcômero em músculos de avestruz (*Struthio camelus*). Ao realizar a análise de correlação entre essas variáveis, determinou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson de -0,80.

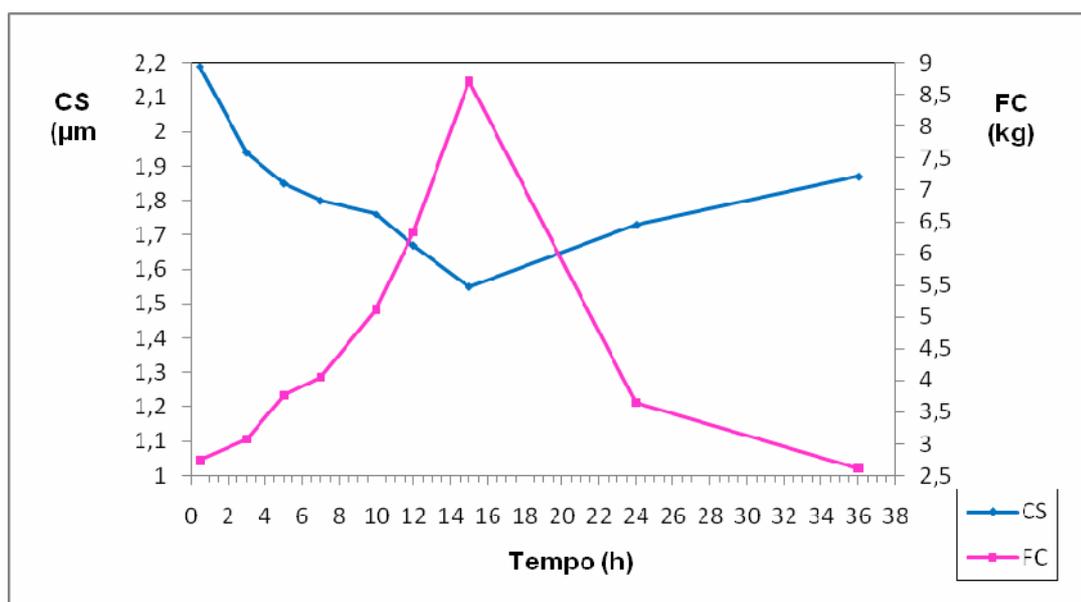


Figura 12: Comparação dos valores médios de comprimento de sarcômero (CS) e força de cisalhamento (FC) durante o processo de *rigor mortis* da cauda de jacaré.

Em relação à perda por cozimento, os resultados médios encontrados foram de 37,21 %  $\pm$  0,29 em 0,5 horas, 42,57 %  $\pm$  0,22 em 15 horas e de 38,70 %  $\pm$  0,25 em 36 horas após a sangria. O valor encontrado de 40,05 %  $\pm$  0,26 após 24 horas está de acordo com os resultados observados por Rodrigues et al. (2007) na mesma

musculatura de jacaré e tempo (40,34 %). Por sua vez Vicente Neto et al. (2007) relataram que o valor médio da PPC no corte cauda de jacaré-do-pantanal nos animais com 14 meses foi maior (40,02%), do que nos animais de 26 meses (33,82%), isso foi devido provavelmente aos animais mais jovens possuírem maior umidade no músculo. No entanto esses dados estão discordantes dos obtidos neste trabalho devido à utilização de diferente metodologia de cocção, preparo da amostra e idade dos animais conforme descrito por Souza (2001)

Ao realizar a comparação de médias de perda de peso por cozimento pelo teste de Tukey observou-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os intervalos de tempo de 7 e 36 horas e entre 10 e 24 horas.

Comparando os valores médios da força de cisalhamento e perda de peso por cozimento, observou-se que quanto maior a perda na cocção, maior a força de cisalhamento sendo diretamente proporcional, ou seja, carnes macias apresentam menor força de cisalhamento e menor perda no cozimento (Figura 13). Esses resultados estão em concordância com os de Honikel et al. (1986) que relatou existir uma forte correlação entre força de cisalhamento e a perda de peso por cozimento.

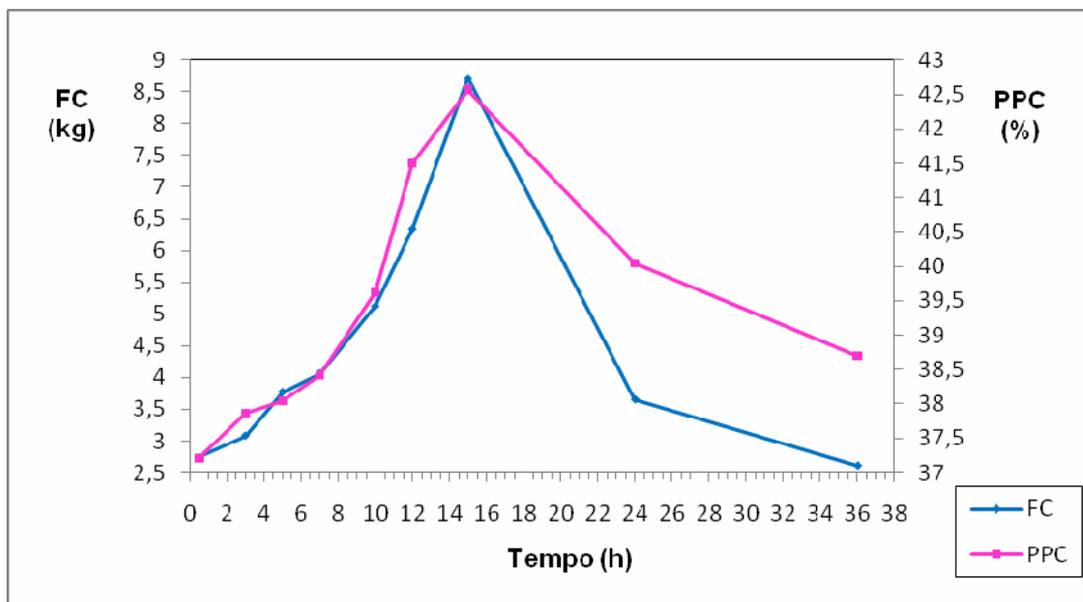


Figura 13: Comparação dos valores médios da FC e da PPC durante o processo de *rigor mortis* da cauda de jacaré.

Através da realização da análise de correlação entre as variáveis força de cisalhamento e perda de peso por cozimento, determinou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson de 0,90.

## 5 CONCLUSÕES

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

- O declínio da temperatura e do pH das carcaças de jacaré durante o resfriamento industrial acompanhou o desenvolvimento do processo de *rigor mortis*, seguindo os padrões normais da conversão do músculo em carne;
- A contração máxima durante o processo de *rigor mortis*, caracterizado pelo menor comprimento de sarcômero e maior força de cisalhamento, se estabeleceu em 15 horas após a sangria;
- A perda de peso por cozimento foi proporcional à força de cisalhamento, comprovando a relação entre a capacidade de retenção de água e a maciez da carne; assim, esta carne pode ser considerada como macia (FC < 6,0 kg).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D.E.; EDWAR, W. M. *Principles of meat science*. 4. ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 2001. 354p.

ALEIXO, V. M.; COTTA, J. T. B.; 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: Editora UFLA, v. 26, n. 2, p. 411-417, 2002.

ALMEIDA, A. P. S. et al. Influência da espessura da lâmina Warner Bratzler na determinação da força de cisalhamento da carne. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., 2005, Campinas. *Anais...Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes*, 2005.

AMILACHER, A. Rigor mortis in fish. In: BORGSTROM, G. (Ed.) *Fish as food*. New York: Academic Press, 1965. v.1, p. 385 - 409.

APPLE, J. K.; RAKES, L. W.; WATSON, H. B. Cooking and shearing methodology effects on Warner-Bratzler shear force values of pork. *Journal of Muscle Foods*, v. 10, p. 269-277, 1999.

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.

BATE-SMITH, E. C. The physiology and chemistry of *rigor mortis*, with special reference to the aging of beef. *Advances in Food Research*, v.1, p.1-38, 1970.

BECHTEL, P. J. *Muscle as a food*. Orlando: Academic Press, 1986. 286 p.

BEHMER, O. A; TOLOSA, E. M. C.; NETO, A. G. F. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: EDART - Editora da USP, 1976. 239 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 3, 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, p. 14, 24 de jan. 2000. 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 118/97-N, 15 de outubro de 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p. 26564, 17 de 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, n. 035, p. 3332-3333, 19 fev. 1990. Seção 1.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBÊLO, G. H. A summary report of the Cities Central and South American caiman study: Phase I: Brazil. In: CROCODILES PROCEEDINGS OF THE WORKING MEETING OF THE CROCODILE SPECIALIST GROUP, 9., 1990, Lae, Papua Nueva Guinea. Proceedings of the IX Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. Gland, Switzerland: IUCN, 1988. v. 1. p. 110-115.

BYRNE, C. E.; TROY, D. J.; BUCKLEY, D. J. *Post mortem* changes in muscle electrical properties of bovine *M. Longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*, v. 54, n. 1, p. 23 - 34, 2000.

CASSENS, R. G. Microscopy structure of animal tissues In: PRINCE, J. F. *The Science of Meat and Meat Products*. 3.sub.ed. Westport: Food & Nutrition Press, 1987. 639 p. pt. 11.

COULSON, R. A.; HERNANDEZ, T. Alligator metabolism: studies on chemical reactions in vivo. *Comparative Biochemistry Physiology*, Elmsford, v. 74, n. 1, p. 182, 1983.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z.; MOURÃO, G.; MAURO, E. R. Aspectos ecológicos dos vertebrados terrestres e semi-aquáticos no Pantanal. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai, pantanal: diagnóstico dos meios físicos e bióticos. Brasília, DF, 1997. v. 2, p. 183 - 322.

CSG - CROCODILE SPECIALIST GROUP. *Crocodiles: An Action Plan for Their Conservation*. 2. ed. Gland, Switzerland: IUCN, 1992. 136 p.

DEVINE, C. E., PAYNE, S. R.; PEACHEY, B. M.; LOWE, T. E.; INGRAM, J. R.; COOK, C. J. High and low *rigor* temperature effects on sheep meat tenderness and ageing. *Meat Science*, v. 60, p. 141 - 146, 2002.

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

FERNANDEZ, A. T.; SILVA, T. J. P. S.; FREITAS, M. Q.; CARVALHO, J. A. Caracterização do processo de *rigor mortis* dos músculos da paleta (*Triceps brachii*) e dos músculos duros (extensor/ flexor) de javali (*Sus scrofa*) e maciez da carne. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, Niterói: v.16, n. 1, p. 13 – 18, 2009.

FETT, M. S. Informações sobre abatedouros de jacaré, desde seu nascimento até o abate em criadouros. In: SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT. 2005. Disponível em: < <http://sbrt.ibict.br> >. Acesso em: 05 jan. 2010.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JEDGE, M. D.; MERKEL, R. A. *Fundamentos da ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

GEESINK, G. H.; MAREKO, M. H. D.; MORTON, J. D.; BICKERSTAFFE, R. Electrical stimulation- when more is less. *Meat Science*, v. 57, n. 2, p.145 - 151, 2001.

GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 4. ed. Piracicaba: Nobel, 1970. 480 p.

HERRING, H.K.; CASSENS, R.G.; BRISKEY, E.J. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position, sarcomere length and fiber diameter. *Journal of Food Science*, v. 30, p. 1049-1054, 1965.

HOFFMAN, L. C.; FISHER, P. P.; SALES, J. Carcass and meat characteristics of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, p. 390-396, 2000.

HONIKEL K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, v. 49, n. 4, p. 447 - 457, 1998.

HONIKEL, K. O.; KIM, C. J.; HAMM, R.; RONCALES, P. Sarcomere shortening of *pre-rigor* muscles and its influence on drip loss. *Meat Science*, v. 16, n. 4, p. 267-282, 1986.

KANDA, T.; PEARSON, A. M., MERKEL, R. A. Influence of pH and temperature upon calcium accumulation and release by bovine sarcoplasmic reticulum. *Food Chemistry*, v.2, n. 4, p. 253 - 266, 1977.

KERTH, C. R., MILLER, M. F., RANSEY, C. B. Improvement of beef tenderness and quality traits with calcium chloride injection in beef loins 48 hours *post mortem*. *Journal of Food Science*, n. 73, p. 750 - 756, 1995.

KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M.E.; WHEELER, T.L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science*, v. 74, p. 2935 - 2942, 1996.

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

LEE, D.S. Possible communication between eggs of the American alligator. *Herpetologica*. v. 24, p.88. 1968.

LEE, Y. B. Early *post mortem* measurements and conditioning in assessing and enhancing meat quality. *Journal of Animal Science*, v. 63, p. 622 - 630, 1986.

MACIEL, F. R.; LOGATO, P. V. R.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F. ALEIXO, V. M. Coeficiente de digestibilidade aparente de cinco fontes energéticas para o jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin, 1802). *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n. 3, p.675 - 680, maio/jun., 2003

MARSH, B. B.; RINGKOB, T.P.; RUSSELL, R.L.; SWARTZ, D.R.; PAGEL, L.A., Effects of early *post mortem* glycolytic rate on beef tenderness. *Meat Science*, v. 21, p. 241 - 248, 1987.

MAURO, R. Estudos faunísticos na EMBRAPA Pantanal. *Archivos de zootecnia*, v. 51, p. 175 - 185, 2002.

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

MORGAN, J. B., WHEELER, T. L., KOOHMARAIE, M., SAVELL, J. W., CROUSE, J. D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in *Longissimus* muscle of young bulls and steers. *Journal of Animal Science*, v. 71, n.6, p. 1471 - 1476, 1993.

MOURÃO, G. M. *Utilização econômica da fauna silvestre no Brasil: o exemplo do jacaré-do-pantanal*. Corumbá: EMBRAPA – CPAP, 2000. 5p. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM005.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2010.

NEWBOLD, R.P.; HARRIS, P.V. The effect of *pre-rigor* changes on meat tenderness: A Review. *Journal of Food Science*, v. 37, p. 337-340, 1972.

ORDOÑEZ, 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 Origen Animal*. Porto Alegre: Artmed. v. 2, 2005. 279 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação*. v. 1. 2. ed. Goiânia: Ed. da UFG, 2001. 623 p.

PEARSON, A. M.; DUTSON, T.R. *Advances in Meat Research: Electrical stimulation*, v. 1. Connecticut: AVI Publishing Company, 1995. 327 p.

PINHEIRO, R. M. K.; SILVA, T. J. P.; CARVALHO, E. C. Q.; COSTA, F. Temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o *rigor mortis*, em carcaça frigorificada de suínos abatidos em São Gonçalo – RJ. *Higiene Alimentar*, n. 82, v.15, p 39 - 46, 2001.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1994. 219 p.

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

PRANDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J; *Tecnologia e Higiene de la Carne*. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

QUALI, A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. *Biochemie*, v. 74, p. 251 - 265, 1992.

RILEYA, D. G.; JOHNSONB, D. D.; PERSIGA, C. C.; WESTB, R. L.; COLEMANA, S. W.; OLSONA, T. A.; HAMMONDA, A. C. Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. *Meat Science*, v. 70, n. 2, p. 347 - 356, 2005.

ROÇA, R. O. *Modificações post mortem*. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. UNESP - Campus de Botucatu. 2001 16p. Disponível em: <<http://puhrs.campus2.br/~thompson/Roca105.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2010.

ROMANELLI, P. F. *Propriedades tecnológicas da carne do jacaré do pantanal (Caiman crocodilus yacare)*. Campinas, 1995. 110 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia 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.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. *Anatomia comparada dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1985. 481 p.

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*). *Ciência e agrotecnologia*, n. 2, v. 31, 448 - 455, 2007.

RUDICK, J. E.; RICHARD, J. F. Comparison of sarcomere length measurement of cooked chicken *Pectoralis* muscle by laser diffraction and oil immersion microscopy. *Journal of Food Science*, v. 40, n. 3, p. 500 - 501, 1975.

SÁ, E. M. F. A influência da água nas propriedades da carne – Parte II. *Revista Nacional da Carne*, n. 325, p. 51 – 54, 2004.

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

SANTOS, S. A.; NOGUEIRA, M. S.; PINHEIRO, M. S.; CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. M. Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats in the brazilian Pantanal. *Herpetological Journal*, v. 6, n. 4, p. 111 – 117, 1996.

SANTOS, S. A. *Dieta e Nutrição de Crocodilianos*. Corumbá: EMBRAPA - CPAP. 1997. 59 p. Disponível em: <  
<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC20.pdf> >. Acesso em: 11 jan. 2010.

SANTOS, E. R. *Caracterização do processo de rigor mortis e da maciez dos músculos Gastrocnemius internus e Fibularis longus e efeito da radiação gama na vida comercial da carne de avestruz (Struthio camelus)*. Niterói, 2006, 145 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de concentração em Higiene Veterinária e Processamento

Tecnológico de Produtos de Animal, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2006.

SAS, INSTITUTE. *SAS® User's Guide Statistics*. Cary, N. C: SAS Institute, 1999. 959 p.

SILVA, J. A., PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, v. 52, n. 4, p. 453 - 459, 1999.

SILVA, T. J. P.; BRACKER, C. E.; ORCUTT, M. W.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D. Preparation of muscle samples for comparative light and electron microscopy. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 8, p. 2452 - 2461, 1992.

SILVA, T. J. P.; ORCUTT, M. W.; FORREST, J. C., BRACKER, C. E., JUDGE, M. D. Effect of heating rate on shortening, ultrastructure and fracture behavior of *pre rigor* beef muscle. *Meat Science*, n.33, v. 1, 1 - 27, 1993.

SOUZA, X. R. *Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento*. Lavras, 2001. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Curso de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2001.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. *Statistical Methods*. 8.ed. Iowa: Iowa State University Press, 1989. 503 p.

SLOSS, M. W. B. S.; KEMP, R. L. A. B. *Veterinary clinical parasitology*. Iowa: Ames - Iowa State University Press, 1978. 247 p.

SMITH, G. C.; DUTSON, T. R.; HOSTETLER, R. L.; CARPENTER, Z.L. Fatness, rate of chilling and tenderness of lamb. *Journal Food Science*, n. 41, p. 748 - 756, 1976.

SWATLAND, H. J. *Estructura y desarrollo de animales de abasto*. Espanha: Acribia, 1984. 443 p.

TABOGA, S. T.; 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*, v. 23, n.1, 23 - 27, 2003.

TORNBERG, E.; WAHLGREN, M.; BRONDUM, E. S. B. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, v. 43, p. 175 - 191, 1996.

TORNBERG, E.; WAHLGREN M.; BRONDUM; ENGELSEN, S. B. *Pre-rigor* conditions in beef under varying temperature- and pH falls studied with rigometer, NMR and NIR. *Food Chemistry*, v. 69, p. 407 – 418, 2000.

VICENTE NETO, J. Caracterização físico química, colesterol e ácidos graxos da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural. Lavras, 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Curso de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

VICENTE NETO, J.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; KLOSTER, M. A.; SANTANA, M. T. A. Avaliação físico química da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) de idades diferentes. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 5, p. 1430 – 1434, out. 2007.

WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; BUCKWORTH, R. *Crocodyllus johnstoni* in the McKinlay River Area, N.T.I. variation in diet, and a new method of assessing the relative importance of prey. *Australian Journal Zoology*, v. 30, p. 877 - 899, 1982.

WEBB, G. J. W.; MANOLIS, S. C.; WHITEHEAD, P. J.; DEMPSEY, K. E. The possible relation between embryo orientation, opaque banding and the dehydration of albumen in crocodile eggs. *Copeia*, v. 1, p. 252 – 257, 1987.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. *Pre-rigor* and *post rigor* changes in tenderness of ovine *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, v. 72, p. 1232 - 1238, 1994.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; JOHNSON, L. P.; MILLER, M. F.; MILLER, R. K.; KOOHMARAIE, M. A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 2423 – 2432, 1997.

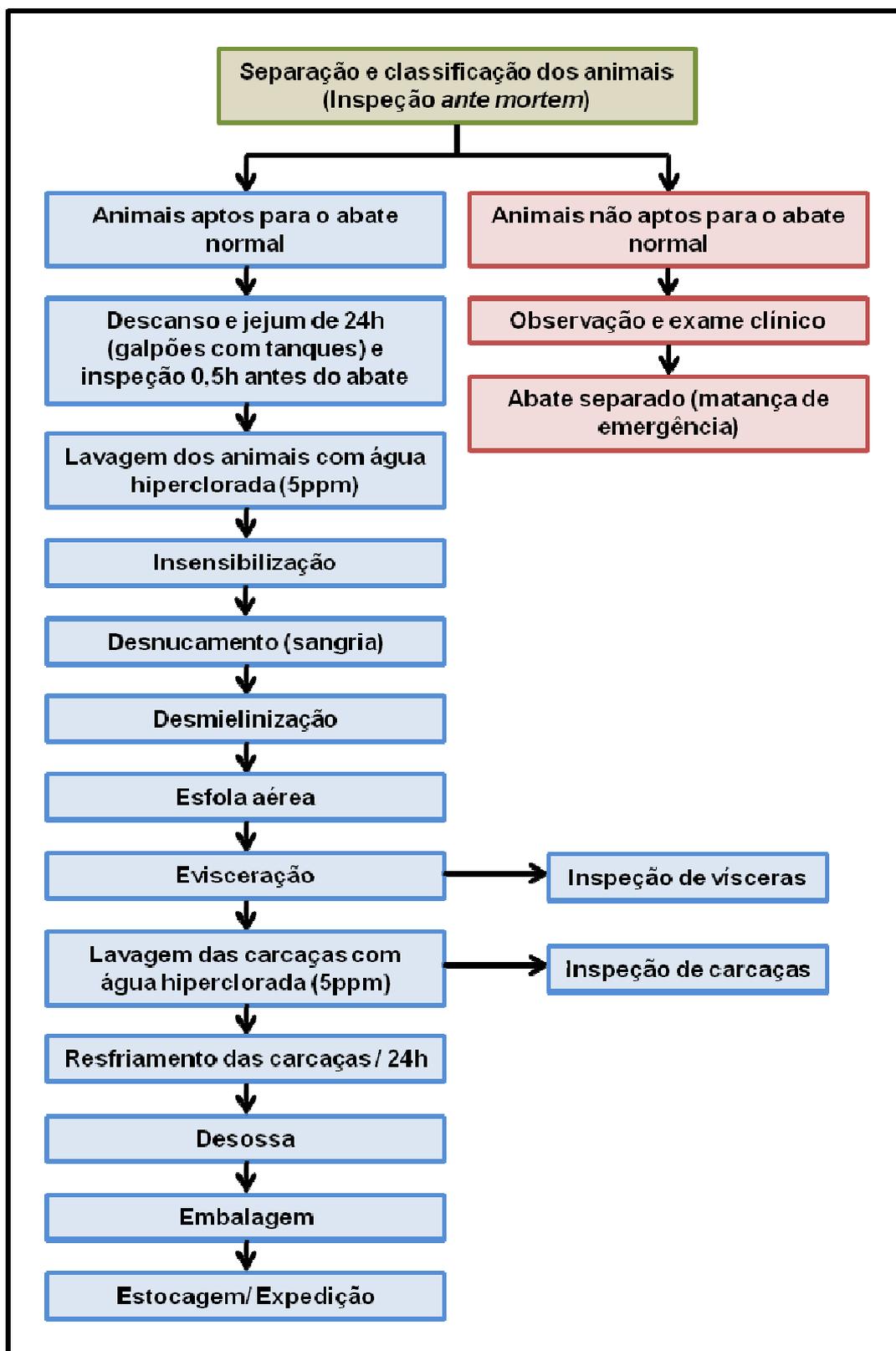
WIBBLES, T.; BULL, J. J.; CREWS, D. Chronology and morphology of temperature dependent sex determination. *Journal Expert Zoology*, v. 26: p. 371 – 381, 1991.

YU, L. H.; LEE, E. S.; JEONG, H. D.; PAIK, H. D.; CHOI, J. H.; KIM, C.J. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of *pre-rigor* frozen chicken breast and leg muscles. *Meat Science*, v. 71, n. 2, p. 375 - 382, 2005.

ZAMORA, F.; DEBITON, E.; LEPETIT, J.; LEBERT, A.; DRANSELD, E.; OUALI, A. Predicting variability of ageing and toughness in beef M. *longissimus lumborum et thoracis*. *Meat Science*, v. 43, p. 321 - 333, 1996.

## **7 APÉNDICES**

## 7.1 APÊNDICE 1



Fluxograma operacional de abate do jacaré-do-pantanal realizado na COOCRIJAPAN. Fonte: Vieira, 2009.

## 7.2 APÊNDICE 2

Resultados parciais da tomada de temperatura da câmara de resfriamento e do músculo da cauda nas carcaças de jacaré nos diferentes intervalos após a sangria, durante o resfriamento industrial de seis carcaças de jacaré abatidas na COOCRIJAPAN, Cáceres – MT.

		Tempo (após a sangria)									
		nº	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
T(°C) câmara			2,60	4,40	4,20	4,10	3,80	3,70	3,50	3,80	0,90
	1	21,2	12,5	8,1	8,1	6,1	5,8	5,8	4,5	4,4	
	2	21,5	13,2	8,5	7,6	6,3	6,1	5,8	4,3	3,8	
	3	20,5	13,8	8,2	7,9	6,5	5,6	5,6	4,4	4,1	
T(°C) carcaça	4	20,9	13,5	8,3	7,8	6,6	5,7	5,6	4,5	4,0	
	5	20,1	12,7	8,8	8,2	6,8	5,7	5,6	4,6	4,1	
	6	22,1	13,7	8,6	7,8	6,7	5,8	5,7	4,8	4,6	
	7	21,2	12,5	8,1	8,1	6,1	5,8	5,8	4,5	4,4	
	8	21,5	13,2	8,5	7,6	6,3	6,1	5,8	4,3	3,8	
	9	20,5	13,8	8,2	7,9	6,5	5,6	5,6	4,4	4,1	

## 7.3 APÊNDICE 3

Resultados parciais do pH do músculo da cauda nas carcaças de jacaré nos diferentes intervalos após a sangria, durante o resfriamento industrial de seis carcaças de jacaré abatidas na COOCRIJAPAN, Cáceres – MT.

		Tempo (após a sangria)									
		nº	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
pH	1	6,64	6,18	6,09	5,97	5,85	5,79	5,71	5,59	5,57	
	2	6,65	6,25	6,12	5,99	5,87	5,78	5,68	5,62	5,61	
	3	6,70	6,25	6,07	5,98	5,89	5,86	5,81	5,73	5,68	
	4	6,71	6,15	6,09	5,96	5,85	5,81	5,73	5,62	5,61	
	5	6,64	6,19	6,11	5,94	5,80	5,76	5,71	5,59	5,58	
	6	6,78	6,21	6,14	5,98	5,86	5,79	5,72	5,64	5,61	
	7	6,64	6,18	6,09	5,97	5,85	5,79	5,71	5,59	5,57	
	8	6,65	6,25	6,12	5,99	5,87	5,78	5,68	5,62	5,61	
	9	6,70	6,25	6,07	5,98	5,89	5,86	5,81	5,73	5,68	

## 7.4 APÊNDICE 4

Resultados parciais do comprimento de sarcômero (CS) do músculo da cauda nas seis carcaças de jacaré nos diferentes intervalos após a sangria, durante o resfriamento industrial de seis carcaças de jacaré abatidas na COOCRIJAPAN, Cáceres – MT.

		Tempo (após a sangria)									
		nº	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
CS ( $\mu\text{m}$ )	1		2,24	1,98	1,90	1,78	1,84	1,68	1,52	1,60	1,98
			2,08	1,84	1,76	1,76	1,70	1,60	1,59	1,72	1,84
	2		2,32	1,84	1,92	1,84	1,68	1,62	1,65	1,68	1,84
			2,16	1,86	1,86	1,92	1,92	1,66	1,63	1,72	1,92
	3		2,24	2,00	1,90	1,70	1,80	1,60	1,56	1,68	1,78
			2,20	1,92	1,84	1,88	1,84	1,60	1,49	1,76	1,92
	4		2,20	1,92	1,72	1,62	1,68	1,84	1,52	1,70	1,76
			2,00	1,86	1,84	1,76	1,76	1,68	1,53	1,84	1,84
	5		2,08	1,92	1,84	1,78	1,60	1,60	1,50	1,80	2,00
			2,28	2,00	1,92	1,90	1,84	1,76	1,52	1,62	1,76
	6		2,32	2,10	1,78	1,84	1,76	1,74	1,45	1,76	1,84
			2,20	2,08	1,90	1,82	1,70	1,68	1,60	1,84	2,00
	7		2,24	1,98	1,90	1,78	1,84	1,68	1,52	1,60	1,98
			2,08	1,84	1,76	1,76	1,70	1,60	1,59	1,72	1,84
	8		2,32	1,84	1,92	1,84	1,68	1,62	1,65	1,68	1,84
			2,16	1,86	1,86	1,92	1,92	1,66	1,63	1,72	1,92
	9		2,24	2,00	1,90	1,70	1,80	1,60	1,56	1,68	1,78
			2,20	1,92	1,84	1,88	1,84	1,60	1,49	1,76	1,92

## 7.5 APÊNDICE 5

Resultados parciais da força de cisalhamento (FC) e da perda de peso por cozimento (PPC) do músculo da cauda nas carcaças de jacaré nos diferentes intervalos após a sangria, durante o resfriamento industrial de seis carcaças de jacaré abatidas na COOCRIJAPAN, Cáceres – MT.

		Tempo (após a sangria)									
		nº	0,5 h	3 h	5 h	7 h	10 h	12 h	15 h	24 h	36 h
FC (KG)	1	3,02	3,05	3,98	3,71	5,20	6,38	8,90	3,61	2,41	
	2	2,49	2,98	3,51	4,25	4,96	6,11	8,61	3,63	2,73	
	3	2,60	2,86	3,61	3,86	4,81	6,49	8,65	3,41	2,85	
	4	2,88	3,25	4,03	3,98	5,32	6,65	8,75	3,85	2,51	
	5	2,76	2,90	3,48	4,47	5,08	5,98	8,58	3,58	2,47	
	6	2,93	3,30	3,72	3,97	5,28	6,41	8,72	3,80	2,44	
	7	2,49	3,20	4,04	4,15	5,18	6,37	8,77	3,67	2,84	
	8	3,02	3,05	3,98	3,71	5,20	6,38	8,90	3,61	2,41	
	9	2,49	2,98	3,51	4,25	4,96	6,11	8,61	3,63	2,73	
PPC (%)	1	37,48	38,06	38,38	38,84	39,82	41,73	42,67	40,30	38,45	
	2	37,54	37,54	37,85	38,65	39,82	41,56	42,72	39,85	39,05	
	3	36,98	37,72	37,84	38,31	39,43	41,12	42,63	39,97	38,98	
	4	36,85	37,68	38,32	38,05	39,65	41,75	42,65	40,25	38,41	
	5	37,21	38,15	38,14	38,37	39,34	41,33	42,09	39,98	38,70	
	6	37,48	37,95	37,82	38,25	39,34	41,69	42,67	39,66	38,54	
	7	36,95	37,97	37,96	38,41	39,95	41,35	42,58	40,35	38,79	
	8	37,48	38,06	38,38	38,84	39,82	41,73	42,67	40,30	38,45	
	9	37,54	37,54	37,85	38,65	39,82	41,56	42,72	39,85	39,05	

## **8 ANEXOS**

## 8.1 COMPROVANTE DE RECEPÇÃO DO TRABALHO CIENTÍFICO PELO PERIÓDICO

Promoção Antivírus. 50% de desconto por 2 meses. [Aproveite!](#)

Assine E-mail SAC Canais

LIVRE É MAIS LEGAL. IPHONE 3GS. DESBLOQUEADO E SEM MULTA. SÓ NA Oi.

[julpv@ig.com.br](#) | [Configurações](#) | [Ajuda](#) | [Sair](#)

---


 Procurar e-mail [Mostrar opções de pesquisa](#)  
[Clique um filtro](#)

[Escrever e-mail](#)

« Voltar para Caixa de entrada **Arquivar** Denunciar spam Excluir Mover para Marcadores Mais ações

« Próximas 18 de 76 Anteriores »

Entrada (1)  
 Enviados  
 Rascunhos (1)  
 Lixeira

**JACARÉ (1)**  
[Mestrado](#)  
[Portal Educação](#)  
[VIAGENS GOL](#)  
 Mais 8 ▾

[Contatos](#)  
[Tarefas](#)

**[CR] Agradecimento pela Submissão** Entrada x

Rudi Weiblen para mim [mostrar detalhes](#) 6 jan (11 dias atrás) [Responder](#)

[Nova janela](#)  
[Imprimir tudo](#)

Juliana Paulino Vieira,  
 Agradecemos a submissão do seu manuscrito "Caracterização do processo de rigor mortis do músculo lilo-ischiocaudalis da cauda de jacaré-do-pantanal (Cairan crocodilus yacare) e maciez da carne" 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/24149>  
 Login: jumedvet  
 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  
 Ciência Rural

Ciência Rural  
<http://submission.scielo.br/index.php/cr/index>

[Responder](#) [Encaminhar](#)

« Voltar para Caixa de entrada **Arquivar** Denunciar spam Excluir Mover para Marcadores Mais ações

« Próximas 18 de 76 Anteriores »

Turbine sua Internet Discada! [Clique aqui](#)

Receba alertas de e-mails importantes no celular. [Clique aqui](#)

Você está usando 206 MB (10%) de 2048 MB no momento.

©2010 Google - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#) - [Requisitos do programa](#)  
 Powered by 