

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERIZAÇÃO DA CARNE DE JACARÉ-DO-PANTANAL E O
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO SEU PROCESSAMENTO

Autora: Melina Franco Coradini
Orientadora: Professora Dr.^a Maria Luiza Rodrigues de Souza

Maringá
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022

CARACTERIZAÇÃO DA CARNE DE JACARÉ-DO-PANTANAL E O
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO SEU PROCESSAMENTO

Autora: Melina Franco Coradini

Orientadora: Professora Dr.^a Maria Luiza Rodrigues de Souza

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal.

Maringá
Estado do Paraná
Fevereiro – 2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

C787c

Coradini, Melina Franco

Caracterização da carne de Jacaré-do-Pantanal e o aproveitamento de resíduos do seu processamento / Melina Franco Coradini. -- Maringá, PR, 2022.
109 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Luiza Rodrigues de Souza.

Coorientadora: Profa. Dra. Eliane Gasparino.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.

1. Carne - Jacaré-do-Pantanal - Caracterização. 2. Jacaré-do-Pantanal - Valor nutricional (carne). 3. Jacaré-do-Pantanal - Caiman yacare. I. Souza, Maria Luiza Rodrigues de, orient. II. Gasparino, Eliane, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 23.ed. 639.398

Rosana de Souza Costa de Oliveira - 9/1366



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERIZAÇÃO DA CARNE DE JACARÉ DO
PANTANAL E O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
SEU PROCESSAMENTO

Autora: Melina Franco Coradini
Orientadora: Profª Drª Maria Luiza Rodrigues de Souza

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 24 de fevereiro de 2022.

Profª Drª Verônica Oliveira
Vianna

Prof. Dr. Marcos Eduardo
Coutinho

Profª Drª Elenice Souza dos Reis
Goes

Profª Drª Graciela Lucca Braccini

Profª Drª Maria Luiza Rodrigues de Souza
Orientadora

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo cuidado constante e por colocar em minha vida pessoas especiais.

À Universidade Estadual de Maringá, ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

À minha família e amigos, pelo apoio.

À professora doutora Maria Luiza Rodrigues de Souza, pela orientação e ensinamentos.

Ao grupo de pesquisa GEPOA- UEM, pelo apoio e ajuda.

Ao Marcos Coutinho que viabilizou o contato com a empresa Caimasul.

À empresa Caimasul (Corumbá – MS), pelo acolhimento e fornecimento de toda a matéria-prima necessária para o desenvolvimento do experimento.

A todos os professores, colaboradores e servidores que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Melina Franco Coradini nasceu em Maringá – PR no dia 27/05/1991, filha de Claudemir Coradini e Lucélia Franco Coradini.

Em dezembro de 2014, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM-PR). Em março de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, na área de Produção Animal. Em fevereiro de 2018, tornou-se mestre em produção animal e no mesmo ano ingressou novamente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Doutorado. Aprovada pelo Exame Geral de Qualificação em 23 de abril de 2021.

ÍNDICE

I. Introdução geral	1
1. Características gerais dos crocodilianos	3
1.1. Legislação Brasileira e sistemas de criação de crocodilianos	4
2. Jacaré-do-Pantanal (<i>Cayman yacare</i>).....	7
2.1. Cadeia produtiva do jacaré-do-Pantanal	8
2.1.1. Abate	9
3. Carne de jacaré	11
3.1. Tecido muscular estriado esquelético	11
3.2. Processo de <i>rigor mortis</i>	12
3.2.1. Temperatura.....	13
3.2.2. Glicólise post mortem e declínio do pH.....	14
3.2.3. Alterações no comprimento do sarcômero.....	16
3.3. Características da carne de jacaré-do-Pantanal	17
3.3.1. Rendimentos dos cortes comerciais	18
3.3.2. Valor nutricional da carne: Composição química e perfil de ácidos graxos.....	19
3.3.3. Cor.....	22
4. Resíduos do abate e obtenção de subprodutos	23
Referências.....	24
II. Temperatura, pH e comprimento de sarcômero de <i>Caiman yacare</i> em diferentes categorias de peso corporal ao abate	35
Introdução	37
Material e métodos	37
Resultados e discussão	39
Conclusão.....	45
Referências.....	45
III. Caracterização dos cortes comerciais de <i>Caiman yacare</i> em diferentes categorias de peso ao abate.....	48
Introdução	50
Material e métodos	51
Resultados.....	53

Conclusão	64
Referências	64
IV- Farinhas elaboradas a partir de resíduos da desossa de jacaré-do-Pantanal para inclusão em produtos alimentícios	69
Introdução	71
Material e métodos	72
Resultados	77
Discussão	83
Conclusões	88
Referências	88

LISTA DE TABELAS

I - Introdução geral

Tabela 1. Composição química (%) dos principais cortes comerciais de carne de crocodilianos.....	20
--	----

II - Caracterização do *rigor mortis* de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso corporal ao abate

Tabela 1. Temperatura da câmara fria (TC), temperatura interna da carcaça (TI), pH e comprimento de sarcômero (CS) de diferentes categorias de peso ao abate, em função do tempo pós-sangria de jacaré-do-Pantanal.	39
--	----

III - Caracterização dos cortes comerciais de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso ao abate

Tabela 1. Peso vivo (P.V.), rendimentos de carcaça de cortes comerciais e de partes secundárias de jacaré-do-Pantanal em diferentes pesos vivos.....	54
Tabela 2. Umidade (UM), proteína bruta (PB), lipídios totais (LT), matéria mineral (MM) e valor calórico (VC) de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal em função do peso vivo.....	56
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal.	58
Tabela 4. Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal em função do peso vivo.	59

IV - Farinhas elaboradas a partir de resíduos da desossa de jacaré-do-Pantanal para inclusão em produtos alimentícios

Tabela 1. Rendimentos de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com diferentes resíduos de desossa e metodologias.....	79
Tabela 2. Composição química e valor calórico (VC) de farinhas de matéria-prima de desossa de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes metodologias.	80

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.	81
Tabela 4. pH, atividade de água (Aw) e diâmetro geométrico médio (DGM) de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.	82
Tabela 5. Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.	83

LISTA DE FIGURAS

I - Introdução geral

Figura 1. Flor do Couro de jacaré-do-Pantanal.	4
Figura 2. Jacaré-do-Pantanal da empresa Caimansul.	7
Figura 3. Cadeia produtiva do jacaré-do-Pantanal, dados coletados da empresa Caimansul (MS).	8
Figura 4. A. Parte externa do abatedouro para recepção e jejum dos animais; B. Tanque de sanitização; C. Pistola modelo Zilka utilizada na insensibilização; D. Corte Hornback da pele; E. Esfola; F. Carcaças dentro da câmara de resfriamento.	10
Figura 5. Alguns cortes comerciais realizados pela empresa Caimansul (Corumbá-MS), na desossa do jacaré-do-Pantanal na empresa Caimansul (Corumbá-MS).	19

II - Caracterização do *rigor mortis* de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso corporal ao abate

Figura 1. Comparação da variação da temperatura interna, do pH e do comprimento de sarcômero, entre as diferentes categorias de peso vivo ao abate, em função do tempo pós-sangria, durante o processo de <i>rigor mortis</i> de jacaré-do-Pantanal.	41
Figura 2. Fotomicrografias do músculo Ilio-ischiocaudalis de jacaré-do-Pantanal, mostrando as bandas a (escura) e i (clara) de animal da categoria de peso vivo ao abate 4 (acima de 3,5 kg), nos intervalos de tempo 0,5 horas (A), 16 horas (B) e 36 horas (C).	44

III - Caracterização dos cortes comerciais de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso ao abate

Figura 1. Gráficos e equações de regressão do peso vivo, rendimentos de carcaça, filé de cauda, filé de lombo, coxas e iscas de jacaré-do-Pantanal, diferindo significativamente em relação as diferentes categorias de peso ao abate avaliadas.	55
Figura 2. Gráfico e equação de regressão da umidade, diferindo significativamente em relação as diferentes categorias de peso ao abate avaliadas.	57

IV - Farinhas elaboradas a partir de resíduos da desossa de jacaré-do-Pantanal para inclusão em produtos alimentícios

Figura 1. Resíduos de desossa do jacaré-do-Pantanal para a elaboração das farinhas...	73
Figura 2. Fluxograma de produção das farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos da desossa.	74
Figura 3. Linhas de tendência e equações de regressão no processo de desidratação das farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com diferentes resíduos da desossa do animal, aplicando os métodos de carcaça inteira + cozida (A) e carcaça moída + lavagem (B).	78

RESUMO

A criação de animais silvestres é uma importante estratégia para o uso sustentável da fauna e entre as criações no Brasil, as espécies de jacarés estão ganhando cada vez mais destaque. Outrora, o principal produto obtido da jacaricultura era a pele. Entretanto, pelo valor nutricional e interesse por parte dos consumidores em relação a esta proteína, atualmente a carne é considerada um produto igualitário a pele. Porém, mesmo com o aumento da procura pela carne de jacaré, ainda faltam estudos que abordem aspectos relacionados ao *post mortem*, a qualidade nutricional e ao manejo de resíduos gerados durante o seu processamento. Diante disso, este trabalho foi realizado intencionando a caracterização das carcaças de jacaré-do-Pantanal no decorrer dos tempos 0,5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24 e 36 horas pós-abate. Além dos rendimentos dos principais cortes comerciais, sua qualificação em relação ao seu perfil nutricional e colorimetria de animais abatidos em quatro diferentes categorias de peso vivo ao abate. O trabalho visou também, elaborar e caracterizar farinhas obtidas de partes distintas da carcaça do jacaré-do-Pantanal, por meio de diferentes metodologias de preparo. As quatro categorias de peso vivo ao abate avaliadas foram: 1- animais com até 1,5 kg, 2- animais de 1,501 a 2,5 kg, 3- animais de 2,501 kg a 3,5 kg e 4- animais com mais de 3,501 kg. Para a elaboração das farinhas utilizou-se as partes dos resíduos da carcaça como um todo, costelas e cauda, e para a sua obtenção dois métodos: método 1- material inteiro + cozido e método 2- material moído + lavagem. Com relação as quatro categorias de peso, não houve interação entre elas e o tempo na variação da temperatura interna da carcaça, pH e comprimento de sarcômero. Houve diferenças somente com o decorrer do tempo. A temperatura interna da carcaça média inicial (0,5 horas) foi de 16,02°C, chegando a

3,80°C nas 36 horas pós-abate. O menor pH médio encontrado foi a 24 horas, com valor de 5,39 e o menor comprimento de sarcômero médio observado foi de 1,41 μm as 16 horas pós abate. Os rendimentos médios de carcaça, filé de cauda, filé de lombo, coxas e iscas em animais com mais de 3,501 kg foram, 46,72%, 8,55%, 5,05%, 5,57% e 1,50%, respectivamente. Em relação a composição química não houve variação em função do peso do animal ao abate, porém, os teores dos nutrientes lipídios totais e matéria mineral diferiram em relação aos diferentes cortes, já a proteína bruta não diferiu entre os cortes e categorias de peso ao abate analisados com uma média de 23,65%. Quanto ao perfil de ácidos graxos, entre os ácidos graxos saturados o ácido palmítico foi o encontrado em maior quantidade nos diferentes cortes, com concentrações variando de 20,32 a 23,32%, enquanto, entre os ácidos graxos insaturados o mais expressivo foi o ácido oleico, com concentrações variando de 32,19 a 39,72%. Os filés de cauda e mignon apresentaram os maiores valores de luminosidade (63,71 e 63,16, respectivamente). No que se refere as farinhas elaboradas as produzidas utilizando os resíduos da cauda, independentemente do método utilizado, apresentaram os maiores teores proteicos, em média 63,21%, e os menores teores de lipídicos em média 4,66%, com relação ao perfil lipídico o ácido graxo encontrado em maior quantidade, em todos os tratamentos foi o ácido oleico chegando a até 29,49% do total lipídico, e quanto a cor as farinhas elaboradas através do método 2 (material moído +lavado) obtiveram os maiores valores de luminosidade, 65,35. Concluiu-se que na margem das categorias de peso ao abate avaliadas, as mesmas não interferem na variação de temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o *post mortem* do jacaré-do-Pantanal. Porém, animais com mais de 3,501 kg são os mais indicados para o abate, pois apresentam melhores rendimentos de carcaça e de alguns cortes comerciais. Ademais, a farinha produzida a partir dos resíduos da cauda pelo método moagem e lavagem é a mais indicada.

Palavras-chave: abate; beneficiamento; *Caiman yacare*; perfil de ácidos graxos; valor nutricional

ABSTRACT

The breeding of wild animals is an important strategy for sustainable use of fauna and among the creations in Brazil, alligator species are gaining more and more prominence. In the past, the main product obtained from alligator farming was the skin. However, due to the nutritional value and the interest by consumers in relation to this protein, meat is currently considered an equal product to the skin. However, even with the increase in demand for alligator meat, there is still a lack of studies that address aspects related to post-mortem, nutritional quality and the management of waste generated during its processing. Therefore, this work was carried out with the intention of characterizing the rigor mortis process of the Pantanal caiman during the times 0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24 and 36 hours after slaughter. In addition to the yields of the main commercial cuts, their qualification in relation to their nutritional profile and colorimetry of animals slaughtered in four different categories of live weight at slaughter. The work also aimed to elaborate and characterize flours obtained from different parts of the Pantanal alligator carcass, through different preparation methodologies. The four categories of live weight at slaughter were: 1- animals up to 1.5 kg, 2- animals from 1.501 to 2.5 kg, 3- animals from 2.501 kg to 3.5 kg and 4- animals over 3.501 kg. For the flours preparation, the parts of carcass residues, as a whole, ribs and tail, were used, and two methods were used to obtain them: method 1- whole material + cooked and method 2- ground material + washing. Regarding the four weight categories, there was no interaction between them and the time in the variation of the internal temperature of the carcass, pH and sarcomere

length. There are differences only over time. The internal temperature of the initial average carcass (0.5 hours) was 16.02°C, reaching 3.80°C at 36 hours post-slaughter. The lowest average pH found was at 24 hours, with a value of 5.39 and the lowest average sarcomere length observed was 1.41 μm at 16 hours post-slaughter. The average yields of carcass, tail fillet, loin fillet, thighs and baits in animals weighing more than 3.501 kg were 46.72%, 8.55%, 5.05%, 5.57% and 1.50%, respectively. Regarding the chemical composition, there was no variation in function of the animal weight slaughter, however, the contents of the nutrients total lipids and mineral matter differed in relation to the different cuts, whereas the crude protein did not differ between the cuts and weight categories at slaughter analyzed with an average of 23.65%. Regarding the fatty acid profile, among the saturated fatty acids palmitic acid was the one that appeared in greater quantity in the different cuts, with concentrations ranging from 20.32 to 23.32%, while among the unsaturated fatty acids the one that obtained the highest expression was oleic acid, with concentrations ranging from 32.19 to 39.72%. In relation to color for luminosity, the tail fillets and mignon presented the highest values, 63.71 and 63.16, respectively. Regarding the elaborated flours, those produced using tail residues, regardless of the method used, had the highest protein contents (63.21%), and the lowest lipid contents (4.66%). In relation to the profile the fatty acid found in greater quantity, in all treatments, was oleic acid, reaching up to 29.49% of the total lipid, and in terms of color, the flours prepared using method 2 (ground material + washed) had the highest values of brightness, (65.35). It is concluded that at the margin of the evaluated slaughter weight categories, they do not interfere in the variation of temperature, pH and sarcomere length during the post-mortem of the Pantanal caiman. However, animals weighing more than 3.501 kg are the most suitable for slaughter, as they have better carcass yields and some commercial cuts. In addition, the flour produced from tail waste by the milling and washing method is the most suitable.

Keywords: beneficiation; *Caiman yacare*; fatty acid profile; nutritional value; slaughter

OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi fazer a caracterização das carcaças de jacarés-do-Pantanal em diferentes categorias de peso antes do abate, dentro de uma unidade de beneficiamento, bem como a caracterização nutricional e rendimentos dos principais cortes comerciais e resíduos da desossa, além da utilização dos resíduos para a elaboração de farinhas para o consumo humano.

I. Introdução geral

A criação de animais silvestres é importante estratégia ao uso sustentável da fauna, porque busca garantir a manutenção da biodiversidade contribuindo para a conservação, ao mesmo tempo que atende as necessidades das populações rurais brasileiras, e torna a criação em cativeiro uma maneira preservadora para espécies ameaçadas de extinção reconhecida (Amaral *et al.*, 2016). Ademais, a expansão da comercialização de carne e couros exóticos, como exemplo o de jacaré, tem impulsionado esse novo mercado, com adequações realizadas para o cultivo de espécies, evitando, principalmente sua extinção.

Entre as criações de animais silvestres brasileiros, as espécies de crocodilianos estão ganhando cada vez mais destaque. De acordo com as estimativas dos cultivos de quelônios e crocodilianos realizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 2015, o Brasil possuía a população de mais de 20 milhões de jacarés, sendo que cerca de 6 milhões estavam presentes apenas na região amazônica. Fato que configura o nosso país com a maior diversidade de crocodilianos do mundo, isto ocorre principalmente, pelas grandes extensões territoriais tropicais e ao vigor nas populações das espécies presentes (IBAMA, 2015a). Além dos maiores estoques de crocodilianos do mundo, o Brasil possui também, a maior densidade já relatada com 150 animais/ km². Sendo 20 milhões de jacarés presentes, e cerca de 300 mil estavam em cativeiro para posterior abate (IBAMA, 2015a).

A carne de jacaré é comercializada por varejistas, bem como, restaurantes especializados, possuindo boa aceitação por parte dos consumidores, e, é comprovado através de estudos de aceitação sensorial e de testes de intenção de compra para produtos que utilizam esta proteína de origem animal (Romanelli *et al.*, 2002; Fernandes *et al.*, 2013). Além disso, alguns estudos já foram realizados avaliando os rendimentos dos principais cortes comerciais provenientes de crocodilianos, assim como a composição química, o perfil de ácidos graxos e a colorimetria da sua carne (Vicente Neto *et al.*, 2007; Canto *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2017), porém faltam trabalhos que abordem os rendimentos dos cortes e as características da carne em diferentes pesos vivos ao abate.

Sabe-se que os efeitos das mudanças no pré-rigor, como as alterações de temperatura, do pH e do comprimento do sarcômero com o decorrer do tempo, pós-abate, são influenciados pelas condições, durante o período entre o abate e o desenvolvimento do processo de *rigor mortis*, influenciando na qualidade da carne (Mendes *et al.*, 2015). Dessa forma, diferentemente das espécies domésticas de produção animal, como as aves e os suínos, por exemplo (Fletcher, 1992; Caldara *et al.*, 2012), ainda há poucas pesquisas relacionadas com a caracterização do processo de *rigor mortis* em condições brasileiras para as carcaças de jacaré-do-Pantanal (Veira *et al.*, 2012; Taboga *et al.*, 2003), fazendo com que o modelo para o manejo de sua carne dentro das unidades de beneficiamento seja baseado em observações realizadas em suínos e javalis (Pinheiro *et al.*, 2001; Fernandes *et al.*, 2009).

Uma questão recorrente dentro dos frigoríficos são os resíduos gerados durante o processamento do jacaré, ocasionando preocupação em relação ao seu destino. Esse material é obtido após a realização dos cortes comerciais, restando aparas, retalhos, as carcaças com os ossos e carnes remanescentes e as vísceras.

Para as aparas e retalhos, já foram conduzidos trabalhos desenvolvendo e avaliando os reestruturados e embutidos, a partir da sua moagem (Fernandes *et al.*, 2013; Paulinos *et al.*, 2011). Porém, as carcaças com os ossos e carnes remanescentes são destinadas para a produção de farinha de carne e ossos e/ou farinha de vísceras (Romanelli & Schmidt, 2003), e paralelo, há também a qualidade dessa matéria-prima, pois o valor nutricional desse material é de significativa importância, e quando coletado de forma adequada dentro da unidade de beneficiamento, o mesmo, pode ser destinado para a alimentação humana (Souza *et al.*, 2017). Sendo importante o desenvolvimento de estudos que viabilizam a utilização desses resíduos ou subprodutos do processamento do jacaré, promovendo a sustentabilidade deste setor.

Diante de todo o exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento do processo de *rigor mortis* de jacarés-do-Pantanal em diferentes categorias de peso antes do abate, dentro de uma unidade de beneficiamento, bem como a caracterização nutricional e rendimentos dos principais cortes comerciais e resíduos da desossa, além da utilização dos resíduos para a elaboração de farinhas para o consumo humano.

1. Características gerais dos crocodilianos

O termo crocodilo é usado para designar quaisquer das famílias pertencentes à ordem *Crocodylia* (CSG, 2011), esta ordem de animais possui espécies distribuídas em áreas quentes da zona temperada, eles se originaram a cerca de 130 milhões de anos e são descendentes vivos dos *Protosuchios*, datados do período Triássico superior, compreendido como um grupo primitivo de pequenos crocodiliformes terrestres, extintos há cerca de 195 milhões de anos (Rodríguez & Miguel, 2000). No período Jurássico inferior novos crocodilos da subordem *Mesosuchia* apareceram, estes então, passaram por adaptações em relação a radiação e após também desapareceram, dando origem no período Cretáceo as suas formas mais avançadas, os *eusucianos*, ao qual clado os crocodilos atuais pertencem (Rodríguez & Miguel, 2000).

As espécies de crocodilianos atuais possuem dominância nos ambientes onde são encontradas, sendo predadores de topo generalistas, mantendo a funcionalidade nos seus ambientes (Hickman *et al.*, 2006; Azevedo, 2017). Porém, os répteis juntamente com os anfíbios e peixes são considerados animais “vertebrados inferiores”. Os répteis se diferenciam dos anfíbios por apresentarem ovos com âmnio, membrana interna da casca que envolve o espaço contendo o líquido que se encontra o embrião, além disso, no momento de eclosão do ovo, os répteis recém-nascidos se apresentam como uma miniatura do indivíduo adulto (Romer & Parsons, 1985).

Atualmente, são reconhecidas 23 espécies de crocodilianos pelo Grupo de Especialistas em Crocodilianos (CSG), elas estão agrupadas em três famílias, vindo de três diferentes linhagens evolutivas (McAliley *et al.*, 2006). As famílias são: 1 - *Crocodylidae* que inclui os crocodilos dos gêneros *Crocodylus*, *Mecistops* e *Osteolaemus*; 2 - *Alligatoridae* com os jacarés dos gêneros *Alligator*, *Caiman*, *Paleosuchus* e *Melanosuchus*; 3- *Gavialidae* representada pelos gêneros *Gavialis* e *Tomistoma* (Rodríguez & Miguel, 2000; McAliley *et al.*, 2006; Gatesy *et al.*, 2004).

Os crocodilianos possuem como características gerais serem ectodérmicos, ou seja, são seres metazoários que apresentam metabolismo lento e necessitam de fontes externas de calor para regular a temperatura corporal, são noturnos e dependem da água, semiaquáticos. Possuem, também, corpo alongado com uma cauda musculosa, crânio robusto, focinho alongado e mandíbulas fortes com muitos dentes, pescoço e membros curtos, membrana nictitante nos olhos, permitindo a visão embaixo da água, maturidade

reprodutiva demorada e vida reprodutiva longa, são ovíparos com fertilização interna (Thorbjarnarson, 1996; Campagnol *et al.*, 2014).

Uma característica muito importante dos crocodilianos está relacionada a pele (Figura 1) destes animais, pois ela é composta por uma rede interligada de placas osteodérmicas de diversas formas e tamanhos, uma vez que na superfície ventral essas placas são quadradas e planas, e nos flancos e pescoço são arredondas, possuindo um centro em relevo, já ao longo da cauda essas placas possuem elevação bem acentuada (SCG, 2011). As placas osteodérmicas são as responsáveis por caracterizar o couro proveniente dos crocodilianos, gerando uma flor de couro muito apreciada e com alto valor agregado (Jacinto *et al.*, 2008).



Figura 1. Desenho de Flor do couro de jacaré-do-Pantanal mostrando a região dorsal próximo a região da cauda.

Fonte: Autora (2021).

1.1. Legislação Brasileira e sistemas de criação de crocodilianos

Segundo o artigo 3 da portaria Nº 118, de 15 de outubro de 1997 do IBAMA (Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 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. O mesmo órgão regulariza e controla o acesso, uso e comércio de animais silvestres, incluindo os jacarés (IBAMA, 1997).

No Brasil de acordo com a Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH, 2005), há seis espécies da ordem *Crocodylia*, família *Alligatoridae*: 1. jacaretinga *Caiman crocodylus*, 2. jacaré-de-papo-amarelo *Caiman latirostris*, 3. Jacaré-do-Pantanal *Caiman yacare*, 4. jacaré-açu *Melanosuchus niger*, 5. jacaré-anão *Paleosuchus palpebrosus* e 6. jacaré-coroa *Paleosuchus trigonatus*.

Em resultado aos impactos causados pelo aumento populacional e consequente alteração dos *habitats* naturais, no início do século XX, surgiu a ideia de conservação, através do uso inteligente da fauna (Gilbert & Dodds, 1992). Atualmente, sabe-se que o uso sustentado da vida silvestre é considerado uma forma para a conservação da biodiversidade de ambientes naturais tropicais (Coutinho *et al.*, 1997). Ademais, o consumo de carne oriunda de animais silvestres, no Brasil vem aumentando, além de existir demanda para a exportação. Em contrapartida a oferta desse produto é baixa e os índices de produção são flutuantes devido à sazonalidade da produção e a falta de estudos que viabilizem mais eficiência e padronização nos manejos nutricionais, reprodutivos e de pré e pós-abate (Vicente Neto *et al.*, 2007).

Em 23 de fevereiro de 1990 o IBAMA instituiu a portaria N°126, permitindo a criação de *Caiman yacare*, em cativeiro dentro da Bacia do Rio Paraguai para finalidades comerciais (IBAMA, 1990). Além disso, no dia 20 de fevereiro de 2008, o mesmo órgão emitiu a instrução normativa N°169, que institui e normatiza o uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro no território nacional (IBAMA, 2008). Mais adiante, a Instrução Normativa N°7 de 30 abril de 2015, a mais recente, estabelece as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define os procedimentos autorizativos para a criação, comercialização e consumo destes animais, incluindo o jacaré-do-Pantanal (IBAMA, 2015b). Estas estratégias adotadas pelo Brasil auxiliam na conservação de ambientes naturais, e na manutenção da biodiversidade, através do manejo sustentável de espécies silvestres como o jacaré-do-Pantanal.

Os criadouros de crocodilianos são compostos basicamente por sistemas de manejos dos tipos *harvest*, *ranching*, *farming* e *headstarting*. O sistema de criação *Harvest*, é o mais extensivo, nele há a retirada de indivíduos de uma população sem que ela entre em declínio, nesse sistema o investimento é realizado na coleta e no processamento do produto (Hutton & Webb, 1992).

No sistema de criação *ranching* há a coleta de ovos na natureza para incubação, nascimento e posterior engorda dos filhotes em cativeiro. É importante salientar que para este sistema a taxa de exploração dos ovos deve ser biologicamente sustentável e viável, e uma parte dos filhotes é liberada para a natureza. Segundo a instrução normativa N°169 do IBAMA, os criadores poderão explorar até 40% do total de ninhos previstos a serem encontrados na determinada área de manejo. Salientando, que neste sistema o investimento é realizado na coleta, engorda e processamento (Campos *et al.*, 2005). Já o sistema *farming* é o mais intensivo, pois nele toda a produção ocorre em ciclo fechado, havendo investimentos em todas as áreas de produção. Neste sistema é possível obter controle sobre todos os fatores relacionados com a alimentação, sanidade e ambiência, almejando assim, a maior produtividade possível (Verdade, 2004).

O sistema *headstarting* permite o abate dos animais em seu *habitat* natural, onde os produtores protegem os ninhos da espécie. Isso garante o nascimento de novos filhotes, e eles são criados em ambiente similar ao seu habitat natural, sendo alimentados através de técnicas utilizando presas naturais. Após, os animais atingirem determinadas métricas, os produtores possuem o direito de capturar e abater uma porcentagem dos animais que habitam sua propriedade. Lembrando que este tipo de criação é regulamentado pela Instrução Normativa N°63 de março de 2005 do IBAMA e poucas propriedades em determinadas regiões do Brasil possuem autorização para a sua realização (IBAMA, 2005).

No Brasil os sistemas mais utilizados são o *ranching* onde ocorre a coleta de ovos na natureza e subsequente “engorda” dos filhotes em cativeiro e o sistema de criação *farming*, onde a produção e reprodução da espécie ocorrem em cativeiro, com ciclo fechado. Segundo a Secretaria de Estado da Pesca e Aquicultura, nos anos 2000 o Brasil contava com 31 criadouros *farming*, e centenas de fazendas de criação *ranching* para fins comerciais, sendo a maioria localizada nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste do País (SAEP, 2014).

2. Jacaré-do-Pantanal (*Cayman yacare*)

O jacaré-do-Pantanal é uma espécie de crocodiliano que pertence à família *Alligatoridae*, gênero *Caiman*, espécie *Caiman Crocodillus yacare* (CSG, 1999). Este jacaré atinge de 2,5 a 3 m de comprimento, e é caracterizado por apresentar um focinho longo e possuir escamas osteodérmicas, bem desenvolvidas, com flancos menos ossificados, e gera maior valor no comércio de peles (Paulinos *et al.*, 2011; SCG, 2011). Outra característica marcante da espécie são os seus dentes expostos, pois a mandíbula possui manchas pretas e os dentes podem se projetar para cima, ultrapassando o maxilar superior, ficando visíveis (Figura 2), o que gerou até o apelido de jacaré-piranha no Pantanal (Azevedo, 2017).



Figura 2. Jacaré-do-Pantanal da empresa Caimasul.

Fonte: Autora (2021).

Na América do Sul o jacaré-do-Pantanal habita naturalmente as bordas da bacia amazônica, Rondônia, bacia do rio Paraguai, Pantanal de Mato Grosso do Sul e Pantanal de Mato Grosso, a Bolívia e o Paraguai (Brazaitis *et al.*, 1990).

Segundo Mourão (2000) nos anos 2000, estima-se que a população de jacaré-do-Pantanal no Brasil fica entre 100 e 200 mil exemplares, porém, é durante as estações de seca que é possível observar a alta densidade populacional desse animal. Eles se

alimentam de peixes, capivaras, cobras, caranguejos, caramujos e insetos. Além disso, possuem uma pele que gera um couro de alta qualidade e uma carne com elevado teor de proteína, variando de 20,80 a 24,37 %, sendo ótima fonte proteica de origem animal, para a alimentação humana (Fernandes *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2007; Vicente Neto *et al.*, 2007).

2.1. Cadeia produtiva do jacaré-do-Pantanal

No Brasil nota-se o aumento no consumo de carnes de animais não convencionais. Contudo, as carnes de animais silvestres ofertadas aos consumidores devem ser provenientes de criadouros e abatedouros autorizados pelo IBAMA e regulamentadas por normas de qualidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e por órgãos de fiscalização sanitária, como o Serviço de Inspeção federal (SIF), relacionados com a qualidade desse tipo de alimento (Vicente Neto *et al.*, 2007). Um exemplo de criadouro e unidade de processamento de jacarés que atende a todas as certificações citadas é a empresa Caimasul, localizada no município de Corumbá-MS (Figura 3).

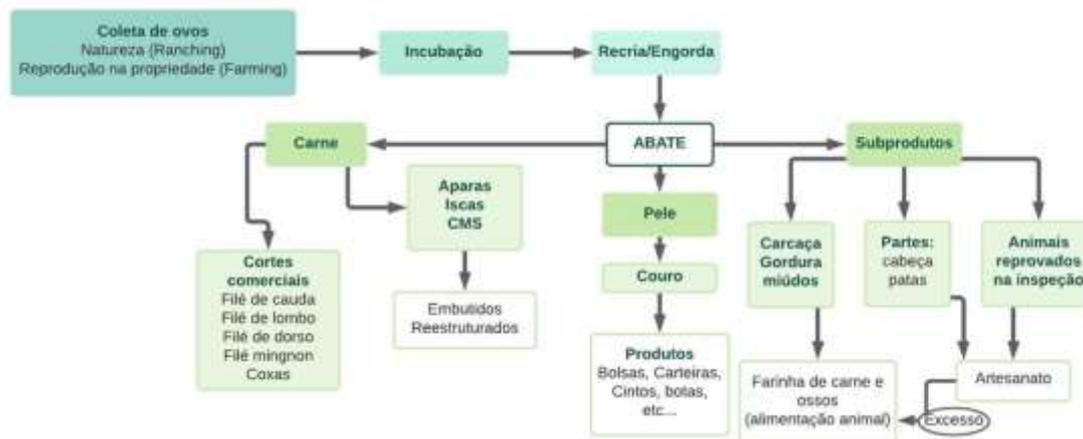


Figura 3. Cadeia produtiva do jacaré-do-Pantanal, dados coletados da empresa Caimasul (MS).

Fonte: Autora (2021).

Diferente do que ocorre com outros animais de produção, em que a carne é o principal produto obtido, para o jacaré a pele transformada em couro, era considerada o principal produto da atividade (Aleixo, 2000), comercializada em cm², é utilizada para a

fabricação de artigos sofisticados e de alto padrão de qualidade (Pereira *et al.*, 2019). Entretanto, com o passar do tempo devido ao valor nutricional e ao interesse econômico demonstrado pelas indústrias e consumidores em relação a essa proteína animal, atualmente a carne é considerada um produto de interesse igualitário a pele dentro da jacaricultura (Pyran, 2010).

A cadeia produtiva da criação racional de jacarés é uma atividade em desenvolvimento. De acordo com Coutinho (2017) alguns fatores faltam ser cumpridos para que a cadeia seja efetivamente organizada, como a capacitação da mão de obra, o desenvolvimento e padronização de técnicas que melhorem o beneficiamento da matéria-prima, o aumento do consumo nos mercados nacional e internacional, esclarecimento da população quanto a importância da criação de animais silvestres para a manutenção da fauna e a melhora nos processos de regulamentação. Sotero-Martins *et al.* (2015) relataram ainda, que para a implantação da cadeia produtiva de beneficiamento da carne de jacaré é importante que haja ações de vigilância sanitária, dentro dos abatedouros, diminuindo os riscos decorrentes da manipulação da carne e propiciando uma carne mais segura para o uso na alimentação humana.

2.1.1. Abate

De acordo com a portaria Nº 365, de 16 de julho de 2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o abate de jacaré deve seguir os procedimentos higiênicos sanitários, operacionais e a legislação adotada para o pescado (Brasil, 2021).

O ponto de abate do jacaré-do-Pantanal varia e geralmente é determinado quando o comprimento da sua circunferência abdominal atingir 18cm de diâmetro. O animal quando criado em adequadas condições nutricionais e higiênico-sanitárias atinge esse valor a cerca de um ano de idade, porém para a obtenção da pele é indicado que o jacaré seja abatido com dois anos de idade e uma circunferência abdominal de aproximadamente 27cm de diâmetro, aumentando assim, o aproveitamento da pele e por consequente o seu valor no mercado (Feet, 2005). Todavia, pensando na obtenção da carne de jacaré, Sotero-Martins *et al.* (2015) afirmam que o tamanho médio adequado para o abate é de 81 a 100 cm de comprimento rosto cloacal (CRC), pois animais abatidos com esse tamanho sugerem menores riscos de contaminação dentro da unidade de processamento.

O pré-abate inclui a amarração da boca do animal com um elástico e jejum de 24-48 horas em tanques externo ao abatedouro com água clorada (0,5 ppm). Os animais são pesados e passam por um banho de aspersão para entrarem dentro do frigorífico, e permanecem em tanque com água clorada (5 ppm), enquanto vão sendo abatidos (Sousa et al., 2021). Os animais são insensibilizados com pistola pneumática, modelo Zilka (Figura 3), desenvolvida pela Embrapa Pantanal e Gil Equipamentos, esse equipamento funciona de modo que a pressão do ar aciona o penetrador que é inserido no crânio do animal e instantaneamente causa morte cerebral ou faz com que o animal permaneça insensibilizado, ela possui a capacidade máxima de insensibilizar 200 animais/hora (Huchzermeyer, 2004).

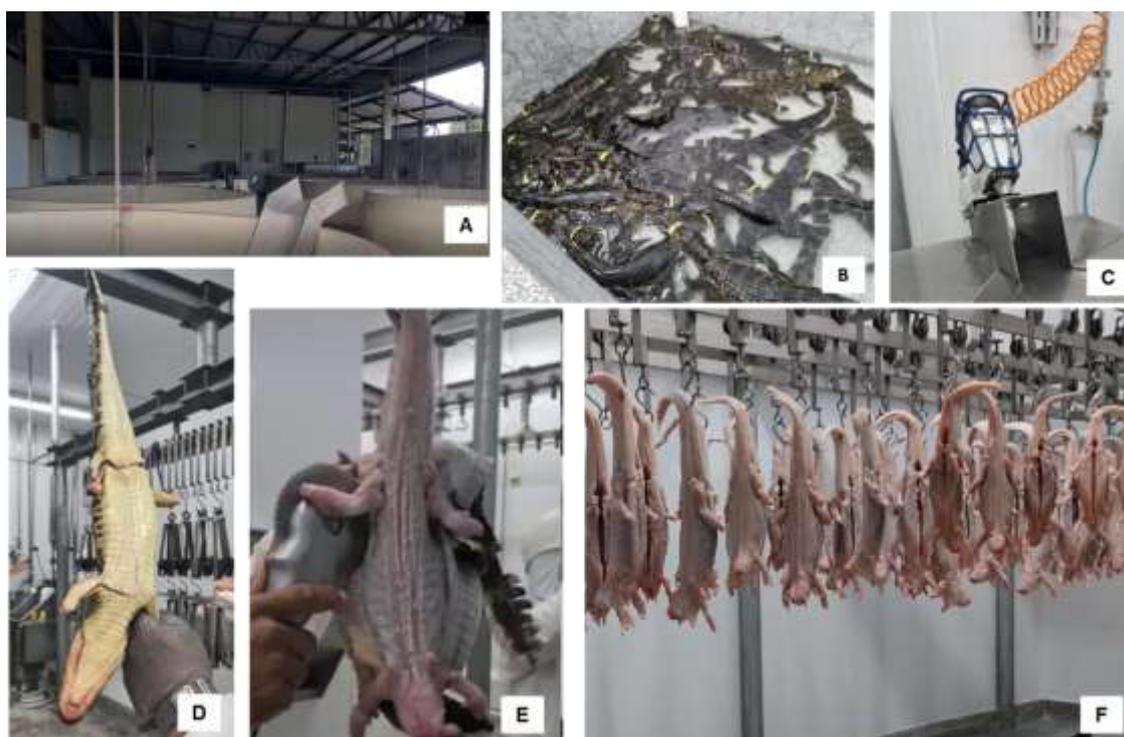


Figura 4. A. Parte externa do abatedouro para recepção e jejum dos animais; B. Tanque de sanitização; C. Pistola modelo Zilka utilizada na insensibilização; D. Corte Hornback da pele; E. Esfolia; F. Carcaças dentro da câmara de resfriamento.

Fonte: Fotos realizadas na empresa Caimasul pela autora (2021).

Após a insensibilização é realizada a sangria e desmedulização (Figura 4), etapa essa que difere as operações no abate do jacaré de outras espécies animais, pois a desmedulização é realizada para cessar os movimentos espasmódicos, que permanecem

por até 40 min após a sangria, o que acaba dificultando a esfolia (Figura 4), retirada da pele, podendo causar danos ao futuro couro proveniente do animal (Sousa *et al.*, 2021).

A esfolia do Jacaré-do-Pantanal é realizada em seis etapas: 1. retirada das patas; 2. realização das linhas de corte, podendo ser *Belly* (abertura da pele pela linha mediana dorsal) ou *Hornback* (abertura da pele na linha mediana ventral) (Fernandes, 2011); 3. esfolia dos membros anteriores e posteriores; 4. esfolia do dorso, lombo e ventre; 5. esfolia da cauda; 6. esfolia da ponta de cauda (Souza *et al.*, 2021).

3. Carne de jacaré

3.1. Tecido muscular estriado esquelético

O tecido muscular estriado esquelético é um tipo de tecido muscular que contém fibras musculares alongadas, cilíndricas, multinucleadas, com núcleos periféricos e estriações transversais, além de uma matriz extracelular especializada, que se difere dependendo do local que o tecido está inserido. Ademais, este tecido é composto por várias fibras musculares, e cada fibra contém milhares de miofibrilas e cada miofibrila é formada com sarcômeros, cada fibra muscular esquelética possui um diâmetro que pode variar de 10 a 100 μm (Junqueira & Carneiro, 2013).

As fibras musculares esqueléticas possuem estrias transversais causadas pela alternância de faixas claras e escuras. A faixa escura é chamada de banda A e a faixa clara chamada de banda I, no centro de cada banda I, nota-se uma linha transversal escura, a linha Z. Entre duas linhas Z seguidas há uma banda A separando duas semibandas I, em cada miofibrila, gerando assim, o sarcômero que mede cerca de 2,5 μm (Bechtel, 1986; Junqueira & Carneiro, 2013).

As miofibrilas contêm quatro proteínas principais: actina, miosina, tropomiosina e troponina. Sendo que os filamentos grossos são formados por miosina e os finos pela actina, tropomiosina e troponina (Junqueira & Carneiro, 2013). Com relação as fibras, elas apresentam em três tipos: vermelhas, brancas e intermediárias. As fibras vermelhas são pequenas, ricas em mioglobina, possuem maior suprimento sanguíneo e a linha Z é mais espessa. Nas brancas, a linha Z é mais estreita e há menos mitocôndrias, enquanto a intermediária, possui características intermediárias entre as duas primeiras. Essas diferenças citológicas entre as fibras geram também, diferenças fisiológicas, fazendo com

que a fibra vermelha possua velocidade de contração lenta, enquanto a fibra branca que possui alto teor de glicogênio, apresenta contração mais rápida (Aberle *et al.*, 2001).

É importante salientar que a composição da fibra muscular, a área de fibra, a quantidade de capilares dos músculos e o diâmetro das fibras musculares são diferentes nos diversos músculos de um mesmo animal ou entre animais, podendo variar de acordo com espécie, sexo, raça, peso, idade, nutrição e treinamento físico (Junqueira & Carneiro, 2013).

3.2. Processo de *rigor mortis*

No momento do abate e com a morte do animal as funções metabólicas dos músculos não cessam, e uma série de transformações bioquímica e estruturais acontecem no músculo durante o *post mortem*, chegando ao ponto dele se distinguir de suas características originais para ser considerado carne (Pardi *et al.*, 2001). As transformações bioquímicas que ocorrem são dependentes de todo manejo no *ante mortem*, além de como a carcaça é armazenada e conservada no *post mortem* (Forest *et al.*, 1979).

Após o abate e até a completa resolução do rigor, a carne passa por etapas: primeiro ela apresenta macia e flexível pré-rigor; passando para rígida e inflexível, rigor pleno, e voltando novamente a ser macia, pós-rigor, porém não tão flexível (Sikorski, 1990). Esse fenômeno ocorre da seguinte forma: imediatamente após a morte do animal as alterações se iniciam com o declínio da fosfocreatina quinase, até então, as concentrações de ATP mantêm-se relativamente constantes até que são reduzidos os níveis de fosfocreatina quinase. Com isso o ATP, fonte de energia para as reações químicas, continua com o suprimento de energia para todas as funções musculares. Na ausência do oxigênio a glicólise converte o glicogênio em ácido lático sem a recuperação do ATP. O ácido lático não tem como ser retirado do músculo, diminuindo o pH, com isso, a actina e a miosina se unem, formando a actomiosina. Nesse ponto, fica caracterizado o encurtamento definitivo dos sarcômeros, devido à formação do complexo actomiosina, deixando o músculo endurecido, esse ponto é conhecido como rigidez cadavérica (Pardi *et al.*, 2001; Lawrie, 2005). O acúmulo de íons cálcio no sarcoplasma é impossibilitado, pela falta de ATP, de retornar ao retículo sarcoplasmático, estimulando a ação de enzimas proteolíticas que se encontram no músculo esquelético para converter a rigidez cadavérica, proporcionando a resolução do rigor. Essas enzimas são as proteases cálcio dependentes, também chamadas de calpaínas e catepsinas, elas degradam as proteínas miofibrilares,

gerando maciez na carne durante o *post mortem* sendo responsáveis pela resolução do rigor (Pardi *et al.*, 2001; Koohmarie *et al.*, 1991). A velocidade com que todo o fenômeno de *rigor mortis* ocorre é controlada principalmente, pela reserva de glicogênio no tecido, o pH e a temperatura do músculo.

3.2.1. Temperatura

A temperatura interna da carcaça e o pH são parâmetros usados para monitorar a qualidade da carne, pois ao decorrer do processo de *rigor mortis* a temperatura e o pH iniciais das carcaças dos animais diminuem. Com isso, a velocidade do *rigor mortis* é controlada, principalmente, pela reserva de glicogênio, pH e temperatura do músculo, diante disso, a taxa de resfriamento do músculo durante o *rigor mortis* influencia diretamente a glicólise, que ocorre com a ação de enzimas, como as proteases, proporcionando a diminuição do pH e conseqüentemente alterando a taxa tenderização (Byrne *et al.*, 2000; Aberle *et al.*, 2001).

Após o abate é indicado reduzir a temperatura muscular o mais rápido quanto possível, dessa forma a desnaturação proteica é minimizada e ocorre a inibição do crescimento microbiano (Aberle *et al.*, 2001). Contudo, caso essa redução de temperatura seja excessivamente rápida no *post mortem*, em temperaturas muito baixas pode haver conseqüências prejudiciais a qualidade da carne, como o rigor de descongelamento e o encurtamento pelo frio (Pearson & Dutson, 1995).

O encurtamento pelo frio ou *cold shortening* ocorre quando o músculo é resfriado rapidamente logo após o abate, ele é menos prejudicial que o rigor de descongelamento ou *thaw rigor*, pois o segundo é um tipo de rigidez cadavérica grave que se desenvolve no músculo que foi congelado no pré-rigor. Neste caso a contração é acompanhada da liberação de grande quantidade de sucos cárneos e por um severo endurecimento (Aberle *et al.*, 2001; Pardi *et al.*, 2001). Portanto, é importante o desenvolvimento de estudos que afirmam a temperatura interna da carcaça dos animais de interesse econômico, como os jacarés, pois somente assim, haverá padronização das técnicas e metodologias utilizadas pelos frigoríficos no *post mortem*.

O processo de resfriamento mais rápido é o que está sendo mais utilizado, em que são aplicadas temperaturas entre -5 e -8°C nas primeiras duas horas, para depois ser utilizada a temperatura normal de resfriamento, entre 0 e 4°C. Dessa forma, há diminuição

na quebra de peso e redução no crescimento microbiano. Em bovinos o resfriamento deve oscilar entre 0 e 4°C de 18 a 24 horas, enquanto, para suínos de 0 a 4°C de 12 a 18 horas (Pardi *et al.*, 2001; Caldara *et al.*, 2012).

Avaliando o *post mortem* de jacaré-do-Pantanal Vieira *et al.* (2012) determinaram que no tempo 0,5 horas as carcaças apresentaram temperatura interna média de 21,0°C. Sendo que, a temperatura interna média da carcaça de 5,7°C foi atingida após 15 horas da sangria e o menor valor obtido foi em 36 horas, quando a carcaça atingiu a média de 3,2°C. Durante todo o período a temperatura da câmara fria variou de 0,9°C, em 36 horas, a 4,4°C, em 3 horas pós-abate. É importante destacar que as aberturas que acontecem na câmara fria no momento do abate e pós-abate, para a entrada e saída de carcaças, contribuem significativamente para a oscilação de temperatura, podendo por muitas vezes atrasar a velocidade de resfriamento das carcaças.

3.2.2. Glicólise *post mortem* e declínio do pH

No tecido muscular vivo a adenosina trifosfato (ATP) é responsável pela manutenção do metabolismo, circulando continuamente. Porém, no momento da morte do animal, o suprimento de oxigênio é cortado tornando o músculo anaeróbico, com isso, o ácido pirúvico não entra no ciclo de Krebs-Johnson e na cadeia citocrômica para formar ATP. Quando não há a presença de oxigênio, anaerobiose, a formação de ATP é cerca de 8%, comparada com o ATP formado pelo metabolismo contendo oxigênio, animal vivo. Deste modo, nos primeiros momentos do *post mortem* o nível de ATP é mantido através da conversão do ADP (adenosina difosfato) em ATP, o que é possível com a adição de fosfocreatina, mas quando a fosfocreatina é exaurida ocorre a queda do nível de ATP (Bennet & Frieden, 1975; Asghar & Pearson, 1980).

Em um primeiro momento são degradadas as reservas de fosfocreatina, seguidas por reservas de glicogênio e outros carboidratos e por último o ATP. O resultado é a diminuição do pH intracelular devido aos prótons formados durante a glicólise e hidrólise de ATP e ADP. Salientando que a velocidade do consumo de ATP irá determinar a velocidade de degradação do glicogênio, e conseqüentemente a formação do produto do metabolismo anaeróbico, que é o ácido láctico. Portanto, entendem-se que a maneira mais rápida de avaliar a velocidade de consumo do ATP é a verificação da queda de pH com o decorrer do tempo no *post mortem* (Koohmaraie, 1992; Wirth, 1987).

A velocidade da queda do pH, durante todo o processo de *rigor mortis*, é influenciada por vários fatores, podendo ser causada por questões ambientais como: temperatura, umidade, luz, espaço e ruídos, por questões relacionadas a produção animal como: nutrição, herança genética e pelo manejo antes do abate (transporte, descanso, insensibilização e sangria) e por questões intrínsecas ao animal, como: localização anatômica do músculo, susceptibilidade do animal ao estresse e temperatura *post mortem* (Neto *et al.*, 2011; Alves *et al.*, 2016; Joseph *et al.*, 2013; Dokmanović *et al.*, 2014).

De todos os processos que transformam o músculo em carne a acidificação, causada pelo acúmulo do ácido láctico é resolutivo para a qualidade final da carne, além disso, a velocidade do abaixamento do pH nas 24/48 horas posteriores ao abate é variável (Koohmaraie, 1992). Com isso, vários estudos avaliando e determinando essa variação, principalmente em animais domésticos de produção, já foram desenvolvidos. Segundo Roça (2001) os bovinos possuem queda de pH mais lenta, normalmente o pH inicial (0 horas) próximo de 7,0, cai para 6,4 a 6,8 após 5 horas e para 5,5 a 5,9 após 24 horas do momento do abate. Para suínos normalmente, o pH muscular se encontra próximo de 7,2 no momento do abate, cai para valores próximos a 6,0 na primeira hora *post mortem* e estabiliza após 24 horas, sob valores próximos a 5,6 (Bridi & Silva, 2013). Já para as aves o valor de pH, aferido 15 minutos após o abate, varia de 6,2 a 6,6 e o pH final da carne varia de 5,8 a 5,9 (Dransfield & Sosnicki, 1999). Os peixes de forma geral, com o início do *rigor mortis*, o pH do peixe decresce de 7,0 para 6,5, logo nas primeiras 7 horas, subindo rapidamente a níveis de 6,6 a 6,8 (Pereira & Filho, 2001).

Com relação aos crocodilianos poucos estudos foram realizados para definir o comportamento da variação do pH no *post mortem*. Hoffman *et al.* (2000) avaliaram a variação do pH em crocodilos (*C. niloticus*) após serem abatidos com um tiro na cabeça, para esses animais o pH inicial da carcaça foi de 6,88, aumentando para 7,28, entre 8 e 12 horas e diminuído para 6,28 após 48 horas. Enquanto, Taboga *et al.* (2003) ao observarem a variação do pH no *post mortem* de jacarés-do-Pantanal, abatidos através do mesmo método utilizado pelos pesquisadores anteriores, verificaram um pH inicial de 6,7/6,6, depois de 15 a 20 horas o pH foi para 6,0 e um pH final de 5,5/5,7 na faixa de 26 a 48 horas.

De acordo com Cossu *et al.* (2007) o pH inicial para carcaças de *Caiman latirostris* e *Caiman yacare*, abatidos após insensibilização na medula espinhal utilizando fio, é de

6,88. Com o decorrer do tempo o pH vai para 6,64 em 12 horas e 6,49 em 24 horas, os mesmos autores relataram ainda que a carne depois de 25 dias de congelamento, quando descongelada, apresenta um pH próximo de 5,84. Vieira *et al.* (2012) apontam para carcaças de jacaré-do-Pantanal abatidos utilizando a pistola Zilka como método de insensibilização, um pH inicial de 6,7, chegando a 5,8 entre 10 e 12 horas e diminuindo para 5,6 de 24 a 36 horas. Pode-se observar pelos poucos estudos realizados com crocodilianos que ocorre variação no comportamento do pH ao longo do *post mortem*. Havendo a necessidade de maior entendimento do que ocorre nesse período para se estabelecer parâmetros aproximados de temperatura de estocagem, carga glicogênica e avaliação das condições antes e durante o abate que possam ativar a acelerando a redução do pH, ou até mesmo essa variação que tem ocorrido, conforme descrito pelos autores supracitados.

3.2.3. Alterações no comprimento do sarcômero

As alterações que ocorrem no comprimento do sarcômero, durante o *post mortem*, se devem a contração e relaxamento que ocorrem nesse período. Como já foi citado no tópico a respeito do tecido muscular estriado esquelético, o sarcômero em repouso consiste em filamentos finos (actina, tropomiosina e troponina) e grossos (miosina) que se sobrepõem parcialmente. A contração ocorre com o deslizamento dos filamentos uns sobre os outros, aumentando o tamanho da zona de sobreposição entre eles e diminuindo o tamanho do sarcômero (Junqueira & Carneiro, 2013).

A contração depende da disponibilidade de ATP e de íons Ca^{2+} , pois quando há essa disponibilidade ocorre a interação entre a actina e miosina e através dessa interação o filamento de actina promove o seu deslizamento sob o filamento de miosina (Junqueira & Carneiro, 2013). Diante de tudo isso, durante o *rigor mortis* com a produção de ácido lático e liberação de íons Ca^{2+} , ocorre a contração do sarcômero, fazendo com que haja alterações em seu tamanho, durante todo o processo (Wirth, 1987; Junqueira & Carneiro, 2013).

A mensuração do comprimento de sarcômero é um importante método para avaliar o comportamento do músculo ao se transformar em carne no *post mortem*. De acordo com Wheeler & Koohmaraie (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, um rigor rápido e curto induz a maior concentração do que um rigor lento. O comprimento de sarcômero está também, ligado a força de cisalhamento, de modo geral, quanto maior for o comprimento de sarcômero, menor será a força de cisalhamento e conseqüentemente mais macia será a carne (Hwang *et al.*, 2010).

Oliveira *et al.* (2004) ao avaliarem o processo de *rigor mortis* em dois músculos distintos de ovinos obtiveram comprimentos médios de 2,25 e 1,80 μm na primeira hora pós-abate. Em relação a contração muscular um dos músculos obteve a maior contração 12 horas pós-abate (1,45 μm), enquanto, o outro somente após 15 horas do abate (1,46 μm). Fato esse, deixa claro que o tamanho do sarcômero e sua contração podem diferir em músculos diferentes de um mesmo animal.

Em animais com a carne menos consumida, como o exemplo do avestruz, quando comparados com animais convencionais de produção. A contração máxima do sarcômero ocorreu em 0,5 hora pós abate (1,60 μm), diminuindo até as 24 horas pós abate, chegando a um comprimento médio de 1,94 μm , supondo-se então a ocorrência do encurtamento pelo frio (Santos *et al.*, 2006). Todavia, em javalis o músculo *Triceps brachii* apresentou o encurtamento máximo em 7 horas pós sangria, e o relaxamento máximo 24 horas pós-sangria, com comprimentos de sarcômero de 1,61 e 1,97 μm , respectivamente (Fernandez *et al.*, 2009). (1,60 μm)

Com relação ao abate de jacaré-do-Pantanal Vieira et al. (2012) avaliando a variação no comprimento de sarcômero do músculo *Ilio-ischiocaudalis*, presente no filé de cauda, os pesquisadores encontraram os valores médio de 2,2 μm , em 0,5 horas, 1,5 μm , em 15 horas e 1,9 μm , em 36 horas. Portanto, o momento de maior contração muscular, relatado pelos autores foi nas 15 horas pós-sangria, sendo o comprimento do sarcômero a medida de importância na avaliação do rigor para crocodilianos.

3.3. Características da carne de jacaré-do-Pantanal

Outrora a carne do jacaré era considerada um subproduto, sendo a pele o principal produto de interesse econômico dentro da cadeia produtiva. Entretanto, atualmente os dois produtos são demandados de forma igualitária na produção dos crocodilianos em termos de comercialização. A carne de jacaré-do-Pantanal é uma ótima fonte de proteína de origem animal por possuir alto valor biológico, alta digestibilidade, baixos valores de

colesterol, além de demonstrar potencial tecnológico para a produção de derivados como embutidos ou reestruturados (Romanelli *et al.*, 2002; Vicente Neto *et al.*, 2007; Fernandes *et al.* 2014).

3.3.1. Rendimentos dos cortes comerciais

As composições de cortes e tecidual influenciam diretamente na qualidade da carcaça. A composição de cortes é baseada no desmembramento da carcaça em peças menores (cortes), enquanto a composição tecidual se baseia na quantidade de tecido muscular, adiposo e ósseo da carcaça. A proporção dos diferentes cortes da carcaça, durante a desossa, é um dos principais fatores relacionados à qualidade da carcaça, quanto maior o rendimento dos cortes em relação a carcaça, melhor será do ponto de vista econômico, gerando maior lucratividade. Por consequência, o conhecimento da proporção corporal contribui para determinar qual o melhor peso vivo ao abate, favorecendo a máxima valorização do produto. (Huidobro & Cañeque, 1994).

O rendimento da carcaça, depende da deposição de músculo do animal, ele é calculado através da obtenção de valores referentes a dois itens: a carcaça quente e as partes não constituintes da carcaça. Esses valores quando calculados em função do peso corporal do animal vivo permitem obter uma série de rendimentos que são afetados diretamente pelos pesos de partes do corpo do animal como cabeça, pele, patas, trato gastrintestinal e outros órgãos. Para os cortes comerciais o rendimento é calculado da mesma forma, diferindo apenas na utilização do peso do corte ao invés da carcaça quente (Molina, 2001).

Tanto os rendimentos de carcaça, quanto dos cortes comerciais, são influenciados por vários fatores, eles podem estar relacionados com características intrínsecas ao animal, como a raça, o grupo genético, o sexo, o peso vivo ao abate, o estado nutricional e/ou por fatores externos ao animal como a manipulação da carcaça no pós-abate, o tipo de corte realizado, o grau de mecanização da unidade de beneficiamento, o método de processamento e a habilidade do funcionário no momento da desossa, ou filetagem no caso de peixes (Monte *et al.*, 2007; Lopes *et al.*, 2012; Souza e Maranhão, 2001; Fernandes *et al.*, 2017).

Sabe-se que o filé de cauda é o principal corte cárneo comercial proveniente da jacaricultura, sendo essa parte a mais apreciada pelos consumidores. Entretanto, com o

desenvolvimento dessa atividade e para melhor aproveitamento da carcaça do jacaré outros cortes comerciais foram citados, como o filé de lombo, filé de dorso, costelas e coxas (Fernandes *et al.*, 2017; Cusso *et al.*, 2007; Vicente Neto *et al.*, 2007). Kluczkovski-Júnior *et al.* (2015) apontam ainda a diferenciação dos cortes cauda, filé de cauda e bife de cauda, além do filé-mignon e das coxas desossadas (Figura 5). A empresa Caimasul já obtêm os seguintes cortes do jacaré-do-Pantanal: filé de cauda, filé de lombo, filé de dorso, filé-mignon e coxas, todos destinados para a comercialização.



Figura 5. Alguns cortes comerciais realizados pela empresa Caimasul (Corumbá-MS), na desossa do jacaré-do-Pantanal na empresa Caimasul (Corumbá-MS).

Fonte: Autora (2021).

Vários trabalhos encontraram valores diferentes quanto ao rendimento dos filés de cauda de jacarés. De acordo com Fernandes *et al.* (2017) os machos e as fêmeas possuem rendimentos de filé de cauda distintos, cerca de 15,09 % para os machos e 17,00 % para as fêmeas. Cusso *et al.* (2007) apontam rendimento médio de 27,40 % para o filé de cauda de *Cayman yacare* e *Caiman Latirostris*, enquanto, Kluczkovski-Júnior *et al.* (2015) obtiveram o rendimento médio de filé de cauda de 13,82 % para a espécie *Melanosuchis niger*. Portanto, essa variação pode estar relacionada a vários fatores, tais como espécie, sexo e destreza do desossador, porém, a maior variação que ocorre se deve a padronização dos cortes.

3.3.2. Valor nutricional da carne: Composição química e perfil de ácidos graxos

A composição química, centesimal ou bromatológica de um alimento corresponde a proporção de grupos homogêneos de substâncias, aos quais se referem aqueles compostos

que estão em praticamente todos os alimentos. Os grupos de substâncias que compõem uma análise centesimal são umidade, proteína bruta, lipídios totais, matéria mineral e carboidratos totais (Vilas boas, 1999). Com isso, a análise química é o ponto inicial para determinação do valor nutritivo de um alimento (Pezzato *et al.*, 2004).

Estudos apontam que na carne de jacaré as maiores diferenças na composição química estão relacionadas aos diferentes cortes comerciais. Na Tabela 1 pode-se observar as diferenças nos teores de umidade (UM), proteína bruta (PB), lipídios totais (LT) e matéria mineral (MM) nos principais cortes comerciais obtidos da carne de crocodilianos.

Tabela 1. Composição química (%) dos principais cortes comerciais de carne de crocodilianos.

Estudo (Espécie)	Filé de cauda	Filé de dorso	Filé de lombo	Coxas desossada
Hoffman <i>et al.</i> (2000) (<i>Crocodilus niloticus</i>)	UM: 70,17% PB: 21,09% LT: 8,85% MM: 0,59%	UM: 75,95% PB: 22,94% LT: 4,04% MM: 0,36%	UM: 67,07% PB: 21,88% LT: 9,11% MM: 0,65%	UM: 73,39% PB: 22,40% LT: 4,04% MM: 0,36%
Rodrigues <i>et al.</i> (2007) (<i>Caiman yacare</i>)	UM: 76,75% PB: 23,57% LT: 0,54% MM: 0,58%	UM: 77,18% PB: 24,37% LT: 0,40% MM: 0,82%	UM: 76,68% PB: 24,23% LT: 0,29% MM: 0,99%	UM: 75,44% PB: 24,10% LT: 0,34% MM: 0,82%
Kluczkoviski-Junior <i>et al.</i> (2015) (<i>Melanosochus niger</i>)	UM: 77,40% PB: 20,68% LT: 0,63% MM: 0,80%	UM: 77,23% PB: 20,94% LT: 1,74% MM: 0,63%	UM: 78,42% PB: 17,79% LT: 1,75% MM: 0,88%	UM: 78,52% PB: 18,63% LT: 0,57% MM: 0,60%
Fernandes <i>et al.</i> (2017) (<i>Caiman yacare</i>)	UM: 71,50% PB: 22,80% LT: 2,10% MM: 1,30%	UM: 76,70% PB: 23,30% LT: 0,60% MM: 1,30%	UM: 75,70% PB: 23,10% LT: 0,60% MM: 1,3%	UM: 76,70% PB: 21,60% LT: 0,60% MM: 1,3%
Valores médios dos nutrientes observados	UM: 73,95% PB: 22,03% LT: 3,03% MM: 0,82%	UM: 76,71% PB: 22,89% LT: 1,78% MM: 0,77%	UM: 74,47% PB: 21,75% LT: 2,94% MM: 0,95%	UM: 76,01% PB: 21,68% LT: 1,39% MM: 0,77%

O valor nutricional da carne de jacaré-do-Pantanal varia de acordo com o sexo, idade e principalmente, em relação aos cortes comerciais realizados na carcaça do animal. O corte com maior interesse econômico é o filé de cauda. Entretanto, há relatos de estudos envolvendo a qualidade de outros cortes, como filé de dorso, lombo e as coxas, mostrando que a composição química da carne varia, com teores de umidade entre 71,02 a 76,77%,

teores de proteína bruta de 20,80 a 24,37 %, lipídios totais de 0,29 a 2,40% e matéria mineral de 0,58 a 1,40% (Fernandes *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2007; Vicente Neto *et al.*, 2007).

Além dos diferentes cortes comerciais, outros fatores também alteram a composição química da carne do jacaré. Segundo Fernandes *et al.* (2017) o sexo também altera o teor de lipídios na carne desse animal, pois as fêmeas apresentam um filé de cauda com 2,4% de gordura, enquanto os machos para o mesmo corte, apresentam 1,7% de gordura. Outro fator que altera o valor nutricional da carne é a idade dos animais ao abate, pois o teor de lipídios é influenciado pelo peso vivo dos animais (Cusso *et al.*, 2007). Vicente Neto *et al.* (2007) relatam ainda, que jacarés mais jovens (14 meses) apresentam teor de umidade menor quando comparados com animais mais velhos (26 meses).

Ao consumir um produto cárneo, além da quantidade de lipídios que ele possui, os consumidores estão preocupados também, com a qualidade da fração lipídica, ou seja, a sua constituição. Os ácidos graxos que formam a fração lipídica são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas de comprimento entre 4 e 36 carbonos (C4 a C36) e são classificados em saturados e insaturados conforme a presença ou ausência de duplas ligações, sendo que os insaturados podem ser monoinsaturados, com apenas uma dupla ligação, ou polinsaturados com mais de uma dupla ligação (Lehninger *et al.*, 2002).

No perfil de ácidos graxos da carne de jacaré, entre os ácidos graxos saturados o ácido palmítico (C16: 0) aparece em maior concentração, com teores variando de 21,85 a 24,60 %, já entre os ácidos graxos insaturados a ácido graxo monoinsaturado oleico (C18:1 n-9) é o que possui mais expressão na carne, com valores que variam de 34,92 a 42,10 % (Cossu *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2017; Canto *et al.*, 2015). Portanto, a carne de jacaré é uma ótima fonte ácido oleico e dietas ricas neste ácido graxo auxiliam na diminuição dos riscos de doença cardíaca coronária, obesidade, diabetes tipo II e hipertensão (Samieri *et al.*, 2011).

Para analisar o teor nutricional de óleos e lipídios nos alimentos a razão n-6/n-3 é muito utilizada, já que os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 apresentam propriedades funcionais diferentes. Estudos mostram que a relação n-6/ n-3 da carne de jacaré varia de 2,13 a 4,60 (Cossu *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2017; Canto *et al.*, 2015). De acordo com o Departamento de saúde da Inglaterra (HMSO, 1994) a razão recomenda é de no máximo 4. Diante disto, uma alternativa para a melhora desse parâmetro na carne do

jacaré, é o desenvolvimento de pesquisas com a inclusão de ácidos graxos da polinsaturados da série ômega 3, nas dietas de animais em terminação, como já foi realizado com outras espécies de pescado (Sobczak *et al.*, 2020).

3.3.3. Cor

No momento da compra a cor da carne é o primeiro critério utilizado pelos consumidores, sendo uma característica sensorial importante, pois ao ser vista, a cor da carne gera impressões, mesmo que subjetivas, associadas ao grau de frescor e qualidade do produto (Muchenje *et al.*, 2009; Ordoñez *et al.*, 2005).

A cor pode ser avaliada de forma sensorial, por pessoas treinadas e/ou não treinadas (Dutcosky, 2011). Porém, é mais usual analisar a cor de um alimento através da análise instrumental, também chamada de colorimetria. Neste tipo de análise utiliza-se um aparelho chamado colorímetro que ao ser posicionado sobre o produto gera valores de luminosidade (L), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*) (Ferreira, 1981).

A variação da cor na carne é influenciada por vários agentes, um deles é o conteúdo de pigmento mioglobina, a variação desse pigmento é intrínseca ao músculo e depende de fatores como a idade do animal, espécie e localização anatômica do músculo. Com isso, o peso ao abate e os cortes comerciais oriundos de músculos distintos, quando avaliados em relação a sua cor podem apresentar valores divergentes. As condições pré-abate, os estados de oxigenação e oxidação do músculo, a composição de ácidos graxos, a concentração de antioxidantes e o pH final da carne são aspectos que também, alteram a cor da carne (Mária *et al.*, 2003; Scollan *et al.*, 2001; Abril *et al.*, 2001; Faustman *et al.*, 1998).

Para a carne de jacaré, Rodrigues *et al.* (2007) relataram valores de luminosidade (L^*) variando de 54,01 a 56,02 e Vicente Neto *et al.* (2005) encontraram médias semelhantes nos filés de cauda (57,23) e dorso (55,28). Quanto a intensidade da cor vermelha (a^*) as coxas apresentam os maiores valores, variando de 2,00 a 2,38. Na intensidade da cor amarela para o filé de cauda, há divergências entre os dados obtidos pela literatura, com valores que vão desde -2,61 a até 6,30 (Rodrigues *et al.*, 2007; Fernandes *et al.*, 2017).

4. Resíduos do abate e obtenção de subprodutos

Assim como, acontece com a produção de outras espécies animais, o beneficiamento do jacaré permite também, a produção de diversos produtos cárneos como embutidos, reestruturados, empanados, conservas, defumados ou até mesmo produtos da carne propriamente dita apenas temperada (Fernandes *et al.*, 2013; Paulino *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2009; Carmo *et al.*, 2009). O desenvolvimento destes produtos agrega mais valor à carne e otimiza a utilização de partes como aparas, iscas e retalhos, que ficariam obsoletos durante o processamento do jacaré.

Mesmo com a utilização de partes secundárias (iscas, aparas e retalhos), ao fim do processamento do jacaré ainda restam resíduos, como as ossadas e a carne entremeada ao tecido ósseo do animal. Em outras espécies animais já foram definidas metodologias para o aproveitamento destes resíduos, que possuem alto valor biológico e quando manipulados adequadamente dentro do frigorífico podem ser revertidos em alimentos para a nutrição humana. Alguns exemplos são os desenvolvimentos de concentrados proteicos (Vidal *et al.*, 2011) e farinhas de diferentes espécies de pescado (Souza *et al.*, 2017), utilizados como ingredientes para a alimentação humana.

Fernandes *et al.* (2015) elaboraram farinha a partir de carcaças de jacaré-do-Pantanal, por diferentes técnicas, incluindo a defumação. Os autores relataram que as farinhas apresentaram uma umidade variando de 3,98% a 10,97%, um teor de proteína de 57,11% a 58,27%, lipídeos de 10,06% a 12,11% e cinzas de 23,45 a 26,42%, sendo elevada em função da estrutura óssea utilizada na elaboração da farinha. Dentre os minerais encontrados, o cálcio corresponde de 6,77% a 7,69%, o fósforo de 3,67 a 4,05%, e o ferro de 73,13 a 273,73 ppm/100mg. Os mesmos autores relataram a presença significativa dos ácidos graxos oleico (18:1n-9), palmítico (16:0) e esteárico (18:0) no perfil lipídico das mesmas farinhas. O valor calórico estimado desse produto variou de 312,59 kcal/100g a 339,75 kcal/100g. Observa-se que o resíduo da desossa do jacaré originou um produto nutritivo para inclusão em alimentos com baixo valor nutricional, como é relatado por autores que utilizaram a farinha de carcaça de tilápia para a mesma finalidade (Godoy *et al.*, 2010; Justen *et al.*, 2011). Portanto, há a necessidade de melhor aproveitamento desses cortes ou partes secundárias para o preparo de produtos que proporcionem valor agregado elevado na produção, visto que, apresentam boa qualidade nutricional.

Referências

- Aberle, ED, Forrest, JC, Gerrard, DE & Edwar, WM (2001). *Principles of meat science*. (4. ed.) Iowa: Kendall/Hunt Publishing, pp.354.
- Abril, M., Campo, MM, Önenç, A., Sañudo, C., Albertí, P. & Negueruela, AI (2001). Beef Colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58, 69-78.
- Aleixo, VM (2000). Efeitos do uso de farelo de soja e de sistemas de alimentação sobre o desempenho de filhotes de jacaré-do-Pantanal *Caiman yacare* (Daudin, 1802). (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Alves, AR, Figueiredo Júnior, JP, Santana, MH, Andrade, MVM, Lima, JBA, Pinto, LS & Ribeiro, LM (2016). Effect of stress on animal products quality. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 10(6), 448-459.
- Amaral, AG, Campos, JCD, Ramos, TV, Taveira, RZ, Silveira Neto, OJ, Gomes, RCC, Pereira, KA & Oliveira, OAM (2016). Evaluation the meat market of wild and exotic animals from the Metropolitan Area os Goiânia. *Espacio*, 37(14), 17-22.
- Asghar, A. & Pearson, AM (1980). Influence of ante and postmortem treatments upon muscle composition and meat quality. *Adv. Food Res.*, 26, 53-213.
- Azevedo, IC, Carmo, RP, Torres, AG, Mársico, ET & Freitas, MQ (2009). Teste de aceitação e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. *Ciência Rural*, 39(2), 534 – 539.
- Azevedo JCN (2017). Crocodilianos: Biologia e Conservação. João Pessoa: Arpoador, pp. 144.
- Bechtel, PJ (1986). Muscle as a food. Orlando: Academic Press, pp. 286.
- Bennet, TP & Frieden, E. (1975). Tópicos modernos de bioquímica. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, pp.175.
- Brasil, Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(2021). normativa nº 365, de 16 de julho de 2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Brazaitis, P., Yamashita, C. & Rebêlo, GHA (1990). Summary report of the CITES central South American caiman study: phase I: Brazil. In: Working meeting of crocodile specialist group, 9, Gland. Proceedings... Gland: The World Conservation Union, 100-115.

Bridi, AM & Silva, CA (2013). Qualidade da carne suína e fatores que a influenciam. Pg 46 a 60. Anais do VI Simpósio Brasil Sul de Suinocultura e V Brasil Sul Pig Fair. Embrapa Suínos e Aves Concórdia, SC.

Byrne, CE, Troy, DJ & Buckley, DJ (2000). Post mortem changes in muscle electrical properties of bovine M. Longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*, 54(1), 23 - 34.

Caldara, FR, Santos, VMO, Santiago, JC, Almeida Paz, ICL, Garcia, RG, vargas junior, FM, Santos, LS & Nääs, IA (2012). Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(3), 815-824.

Campagnol, D., Lemos, FR, Silva, ELF, Rossi Júnior, JL & Borlini, TV (2014). Comparação da contenção farmacológica com cetamina e xilazina, administradas pela via intramuscular no membro torácico ou pélvico, em jacarés-do-papo-amarelo juvenis. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(7), 675-681.

Campos, Z., mourão, G. & Coutinho, M. (2005). Avaliação de três modelos de manejo para o Jacaré-do-Pantanal. Comunicado Técnico no 46, agosto.

Canto, ACVCS, Costa-Lima, BRC, Suman, SP, Monteiro, MLG, Marsico, ET, Conte-Junior, CA & Silva, TJP (2015). Fatty acid profile and bacteriological quality of caiman meat subjected to high hydrostatic pressure. *LWT - Food Science and Technology* 63(2), 872–877.

Carmo, RP, Freitas, MQ, Rodrigues, TP, Barros, LB, São Clemente, SC (2009). Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. *Revista brasileira Ciência Veterinária*, 16(3), 105-108.

- Cossu, ME, González, OM, Wawrzekiewicz, M., Moreno, D. & Vieites, CM (2007). Carcass and meat characterization of “yacare overo” (*Caiman latirostris*) and “yacare negro” (*Caiman yacare*). *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, 44(5), 329-336.
- Coutinho, M., Campos, Z. & Mourão, G. (1997). 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, 183-322.
- Coutinho M. (2017). Tecnologias de manejo de jacarés no Brasil: biologia, conservação e manejo de crocodilianos brasileiros. Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios, IBAMA/RAN, pp.82.
- CSG - Crocodile Specialist Group (1999). *Crocodiles: An Action Plan for Their Conservation*. (2. Ed). Gland, Switzerland: IUCN, pp. 136.
- CSG - Crocodile Specialist Group (2011). *Crocodilian Biology*.
- Dokmanović, M., Baltić, ŽM, Marković, R., Bošković, M., Lončina, J., Glamočlija, N. & Đorđević, M. (2014). Relationships among pre-slaughter stress, rigor mortis, blood lactate, and meat and carcass quality in pigs. *Acta Veterinaria-Beograd*, 64 (1), 124-137.
- Dransfield, E. & Sosnicki, AA (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78, 743-746.
- Dutcosky, SD (2011). *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba, (Ed. 3), pp. 426.
- Faustman, WK, Chan, D., Schaefer, M. & Havens, A. (1998). Beef color update: the role for vitamin E. *Journal of Animal Science*, 76, 1019-1026.
- Fett, MS (2005). Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. SENAI, RS.
- Fernandes VRT (2011). Caracterização e processamento da carne de Jacaré-do-pantanal (*Caiman Yacare*): composição físico-química e rendimento (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Fernandes, VRT, Franco, MLRS, Gasparino, E., Tanamati, A., Coutinho, ME & Bielawski, K. (2013). Hambúrgueres de aparas de jacaré do Pantanal (*Caiman yacare*)

submetidos a diferentes técnicas de defumação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 927-933.

Fernandes, VRT, Souza, MLR, Gasparino, E., Coutinho, MC, Visentainer, JV & Goes, ESR (2015). Several techniques for the preparation of flour from carcasses of the Pantanal alligator (*Caiman crocodilus yacare*). *Food Science Technology*, 35(3), 487-492.

Fernandes, VRT, Souza, MLR, Gasparino, E, Coutinho, ME, Visentainer, JV, Bérnago, ASB & Goes, ESR (2017). Commercial cuts of Pantanal caiman meat according to sex. *Ciência Rural*, 47(02), e20160195.

Fernandez, AT, Silva, TJP, Freitas, MQ & Carvalho, JA (2009). Characterization of rigor mortis process of picnic shoulders muscles (Triceps brachii) and of forefoot muscles (Extensor/ Flexor) of wild boar (*Sus scrofa*) and meat tenderness. *Revista brasileira de Ciência Veterinária*, 16(1) 13-18.

Ferreira, VLP (1981). Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. Campinas, pp. 85.

Fletcher DL (1992). The influence of ante-mortem and post-mortem factors on broiler meat quality. *Proceedings of World's Poultry Congress*, 3, 37-41.

Forrest, JC, Aberle, ED, Hedrick, HB, Jedge, MD & Merkel, RA (1979). *Fundamentos da ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, pp. 364.

Gatesy, J., Baker, RH & Hayashi, C. (2004). Inconsistencies in arguments for the supertree approach: supermatrices versus supertrees of Crocodylia. *Syst Biol*, 53(2), 342-355.

Gilbert, FF & Dodds, DG (1992). The philosophy and practice of wildlife management. Malabar, Fla.: Krieger Pub. Co.

Godoy, LC, Franco, MLRS, Franco, NP, Silva, AF, Assis, MF, Souza, NE, Matsushita, M & Visentainer, JV (2010). Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: Aplicação na merenda escolar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 86-89.

Hwang, YH, Kim, GD, Jeong, JY, Hur, SJ & Joo, ST (2010) The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. *Meat Science*. 86(2), 456-461.

Hickman, CP, Roberts, LS & Larson, A. (2006). Princípios integrados de zoologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 34.

HMSO, Department of Health and Social Security (1994). Nutritional aspects and cardiovascular disease: report on health and social subjects. HMSO, London, 46, 1-178.

Hoffman, LC, Fisher, PP & Sales, J. (2000). Carcass and meat characteristics of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 390-396.

Huchzermeyer, FW (2004). Crocodiles: Biology, husbandry and diseases. Wallingford, UK: CABI Publishing, pp.352.

Huidobro, FR & Cañeque, V. (1994). Produção de carne em cordeiros de raça Manchega. IV. Ecuaciones predictorias de la composición tisular de las canales. *Investigación Agropecuaria Producción Sanidad Animal*, 9(1), 71-81.

Hutton, JM & Webb, GJW (1992). An introduction to the farming of crocodilians. pp.1-39. In: Luxmore, R. [Ed.]. *Directory of Crocodilian Farming Operations*. (2nd ed.) IUCN - The World Conservation Union., Gland, Switzerland.

IBAMA, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1990). Institui a permissão para a criação de *Caiman yacare*, em cativeiro dentro da Bacia do Rio Paraguai para finalidades comerciais, portaria nº126, de 23 de fevereiro de 1990.

IBAMA, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1997). Artigo 3 da portaria nº 118, de 15 de outubro de 1997.

IBAMA, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2005). Portaria nº63, de março de 2005.

IBAMA, Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2008). Institui e normatiza o uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro no território nacional, instrução normativa nº169, de 20 de fevereiro de 2008.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2015a). Estimativas dos cultivos de Quelônios e Crocodilianos.

IBAMA. Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2015b). Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas, instrução normativa nº7, de 30 de abril de 2015.

Jacinto, MAC, Coutinho, ME, Vicente, FS, Delben, AAST, Andrade, TCB & Oliveira, AR (2008). Influência do sistema de produção sobre a formação de osteodermos no couro em jacaré do Pantanal (*Caiman yacare*, Daudin). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45., Lavras, MG. Anais... Lavras: SBZ: UFLA.

Joseph, P., Schilling, MW, Williams, JB, Radhakrishnan, V., Battula, V., Christensen, K., Vizzier-Thaxton, Y., Schmidt, TB (2013). Métodos de atordoamento de frangos de corte e seus efeitos no bem-estar, rigor mortis e qualidade da carne. *World Poultry Science Journal*, 69(1), 99 – 110.

Junqueira, LC & Carneiro J. (2013) *Histologia Básica*. (13 ed.) pp. 178-198.

Justen, AP, Franco, MLRS, Monteiro, ARG, Mikcha, JMG, Gasparino, E & Delbem, AB (2011). Inclusión de harina de pescado em snacks. *Infopesca Internacional*, 47, 35-38.

Kloczkovski-Junior, A., Kloczkovski, AM, Morine, FT, Markendorf, F. & Inhamus, AJ (2015). Carcass yied and proximate composition of black caiman (*Melanosuchus niger*) meat. 7(4), 47-63.

Koohmaraie, M. (1992). Role of the neutral proteinases in *pos tmortem* muscle protein degradation and meat tenderness. In: Reciprocal Meat Conference, 45, Knoxville. Proceedings. Knoxville: American Meat Science Association, pp. 63-71.

Lawrie, RA (2005). *Ciência da carne*, (6. Ed). Porto Alegre: Artmed, pp. 384.

Lehninger, AL, Nelson, DL & Cox, MM (2002). Princípios de bioquímica. (2. Ed). São Paulo: Sarvier.

Lopes, LS, Ladeira, MM, Machado, OR, Paulino, PVR, Chizzotti, ML, Ramos, EM & Oliveira, DM (2012). Characteristics of carcass and commercial meat cuts from Red Norte and Nelore young bulls finished in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (4).

María, GA, Villarroel, M., Sanúdo, C., Olletaa, JL & Gebresenbetb, G. (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65, 1335–1340.

Mcaliley, LR, Willis, RE, Ray, DA, White, PS, Brochu, CA & Densmore, LD (2006). Are crocodiles really monophyletic? Evidence for subdivisions from sequence and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 39(1), 16-32.

Mendes, JM, Inoue, LAKA & Jesus, RS (2015). Influence of transport stress and slaughter method on rigor mortis of tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Brazilian Journal of Food Technology*, 18 (2).

Monte, ALS, Selaive-Villarroel, AB, Pérez, JRO, Zapata, JFF, Beserra, FJ, Oliveira, NA (2007). Commercial cut and tissue yields in carcasses from crossbred kid goats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6), 2127-2133.

Molina, LMB (2001). Caracterização do desempenho, da composição corporal e de carcaça e da qualidade da carne de novilhos Brahman x Nelore (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais.

Mourão, GM (2000). Utilização econômica da fauna silvestre no brasil: o exemplo do jacaré-do-pantanal. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, 05, pp.1-4.

Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, PE, Hugo, A. & Raats, JG (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, 112, 279–289.

Neto, OC, Rosenthal, A. & Gaspar, A. (2011). Modificações físico-químicas na carne in natura bovina decorrentes da alta pressão hidrostática. *Brazilian Journal Food Technology*, 14(2), 91-100.

Oliveira, I., Silva, TJP, Freitas, MQ, Tortelly, R. & Paulino, FO (2004). Characterization of rigor mortis process of muscles lamb and yearling mutton of Santa Ines breed and meat tenderness. *Acta Scientiae Veterinariae*. 32(1), 25 - 31.

Ordoñez, JA, Rodríguez, MIC, Álvarez, LF, Sanz, MLG, Minguillón, GDGF, Perales, L. & Cortecero, MDS (2005). *Alimentos de Origen Animal*. 2, 279.

Pardi, MC, Santos, IF, Souza, ER & Pardi, HS (2001). Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. v. 1. (2. Ed). Goiânia: Ed. da UFG, pp. 623.

Paulinos, FO, Silva, TJP, Franco, RM, Mársico, ET, Canto, ACVCS, Vieira, JP & Pereira, APAAS (2011). Processamento e características de qualidade de hambúrguer de carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman crocodillus yacare*). *Revista brasileira Ciência Veterinária*, 18 (2/3), 129-132.

Pearson, AM & Dutson, TR (1995). *Advances in Meat Research: Electrical stimulation*, v. 1. Connecticut: AVI Publishing Company, pp. 327.

Pereira, AAF & Filho, A. (2001). Avaliação de condições de consumo da sardinha (*Sardinella brasiliensis*). *Ciência e Tecnologia Alimentar*, 25(4).

Pereira, AF, Coutinho, ME, Pinto, LSCCS & Bastos, AA (2019). Ecodesign e ciclo de vida nas cadeias produtivas da sociobiodiversidade amazônica: Valorização do couro do jacaré-açu para geração de renda. *Educação no Século XXI*, 12, 71-75.

Pezzato, LE, Barros, MM, Fracalossi, DM & Cyrino, JEP (2004). *Nutrição de peixes*. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal, SP, Brasil.

Pinheiro, RMK, Silva, TJP, Carvalho, ECQ & Costa, F. (2001). Temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o rigor mortis, em carcaça frigorificada de suínos abatidos em São Gonçalo – RJ. *Higiene Alimentar*, 82(15), 39 - 46.

Pyran, C. (2010). Propostas para a gestão da qualidade e da segurança do alimento da unidade processadora de carne de jacaré da COOCRIJAPAN. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Roça, RO (2001). Modificações pós-morte da carne. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br>>

Rodrigues, EC, Bressan, MC, Vicente Neto, JC, Vieira, JO, Faria, PB, Ferrão, SPB & Andrade, PL (2007). Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 31(2), 448-455.

Rodríguez, M. & Miguel, A. (2000) Cocodrilos (*Archosauria: Crocodylia*) de la Región Neotropical. *Biota Colombiana* 1 (2), 135 - 140.

Romanelli, PF, Caseri, R & Lopes Filho, JF (2002). Processamento da carne do jacaré-do-Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 70-75.

Romanelli, PF & Schmidt, J. (2003). Study of the utilization of the pantanal alligator's viscera for meat flour. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23, 131-139.

Romer, AS & Parsons, TS (1985). Anatomia comparada dos vertebrados. São Paulo: Atheneu, pp. 481.

SAEP, São Paulo. Secretaria de Estado da Pesca e Aquicultura (2014). Procedimentos financeiros aos cultivos de crocodilianos e quelônios. São Paulo.

Samieri, C., Feart, C., Proust-Lima, C., Peuchant, E., Tzourio, C., Stapf, C. & Barberger-Gateau, P. (2011). Olive oil consumption, plasma oleic acid, and stroke incidence: The Three-City Study. *Neurology*, 77(5), 418-425.

Santos, ER, Silva, TJP, Tortelly, R., Gaspar, A., Costa, F. & Jardim, GJ (2006). Characterization of rigor mortis process of muscles Gastrocnemius internus and *Fibularis longus* of ostrich (*Struthio camelus*) and meat tenderness. *Revista brasileira de Ciência Veterinária*, 13(3), 160-164.

SBH, Sociedade Brasileira de Herpetologia (2005). Lista de espécies de répteis no Brasil. Disponível em: <<http://www2.sbherpetologia.org.br/checklist/repteis.htm>>

Scollan, ND, Choi, NJ, Kurt, E., Fisher, AV, Enser, M. & Wood, JD (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85, 115–124.

Sobczak, M., Panicz, R., Eljasik, P., Sadowski, J., Tórz, A., Żochowska-Kujawska, J., Barbosa, V., Domingues, A., Marques, A. & Dias, J. (2020). Quality improvement of common carp (*Cyprinus carpio L.*) meat fortified with n-3 PUFA. *Food and Chemical Toxicology*, 139, 111261.

Sotero-Martins, A., Kluczkowski-Junior, A., Markendorf, F., Marioni, B., Coimbra, RF, Freire, GM & Silveira, R. (2015). Sanitary risk assessment for caiman meat quality in Central Amazon. *Vigil. sanit. Debate*, 3(4), 99-105.

Sousa, JG, Raimundo, IT, Sartori, D. & Souza, BMS (2021). Operational sanitary procedures applied to the Pantanal Alligator (*Caiman crocodilus yacare*) slaughterhouse. *Agrarian Academic Journal*, 4(3), 125-138.

Souza, ML & Maranhão, TCF (2001). Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, em função do peso corporal. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 23, 897-901.

Souza, MLR, Yoshida, GM, Vasconcelos, GA, Moura, LB, Xavier, TO & Goes, ESR (2017). Formulation of fish waste meal for human nutrition. *Acta Scientiarum. Technology*, 39, 525-531.

Taboga, SR, Romanelli, PF, Felisbino, SL & Borges, LF (2003). Acompanhamento das alterações post-mortem (glicólise) no músculo do jacaré-doPantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 23-27.

Thorbjarnarson, JB (1996). Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica*. 52(1), 8-24.

Verdade, LM (2004). A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. *Biota Neotrópica*, 4(2).

Vicente Neto, J. (2005). Caracterização físico-química, colesterol e ácidos graxos da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Lavras, MG.

Vicente Neto, J, Bressan, MC, Rodrigues, EC, Kloster, MA & Santana, MTA (2007). Physicochemical evaluation of swampland alligator meat (*Caiman yacare*, Daudin 1802) of different ages. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5), 1430-1434.

Vieira, JP, Silva, TJP, Freitas, MQ, Fontenelle, G., Lindote, HCF & Freitas, MAM (2012). Characterization of rigor mortis process of muscle Ilio-ischiocaudalis of pantanal alligator (*Caiman crocodilus yacare*) and meat tenderness. *Ciência Rural*, 42(3), 567-572.

Vidal, JMA, Rodrigues, MCP, Zapata, JF & Vieira, JMM (2011). Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 92-99.

Wheeler, TL & Koohmaraie, M. (1994). Pre-rigor and post rigor changes in tenderness of ovine Longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 72, 1232 - 1238.

Wirth, F. (1987). Tecnología para la transformación de carne de calidad anormal. *Fleischwirtsch.*, espanõl, Frankfurt, pp.22.

II. Temperatura, pH e comprimento de sarcômero de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso corporal ao abate

(Ciência e Tecnologia de Alimentos)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar a temperatura interna da carcaça, o pH e o comprimento de sarcômero em quatro categorias de peso corporal ao abate. As categorias foram: categoria 1, animais com até 1,5 kg, categoria 2, animais de 1,501 a 2,5 kg, categoria 3, animais de 2,501 a 3,5 kg e categoria 4, animais acima de 3,501 kg. Os intervalos de tempo avaliados foram 0,5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24 e 36 horas, após a sangria, portanto, foi utilizado um esquema fatorial (4 x 12) que avaliou quatro categorias de peso e o comportamento das carcaças ao decorrer do tempo. A temperatura da câmara de resfriamento variou de 2,5 a 5°C, durante o período do abate. Não houve efeito de interação entre as categorias de peso e o tempo para a variação da temperatura interna da carcaça, pH e comprimento de sarcômero, mas quando avaliado apenas o tempo de rigor, houve diferenças significativas para os parâmetros analisados. A temperatura interna da carcaça média inicial (0,5 horas) foi de 16,02°C, chegando a 3,80°C nas 36 horas pós-abate. Além disso, o menor pH médio encontrado foi as 24 horas, com valor de 5,39. Em relação ao comprimento de sarcômero o menor comprimento médio observado foi de 1,41 µm nas 16 horas pós-abate e o comprimento médio final (36 horas) foi de 1,89 µm. Conclui-se que a margem analisada das categorias de peso corporal ao abate, não interferiram na variação de temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o *post mortem* do jacaré-do-Pantanal.

Palavras-chave: carne de jacaré; comprimento de sarcômero; jacaré-do-Pantanal; pH da carne; temperatura de resfriamento.

Temperature, pH and sarcomere length of *Caiman yacare* in different categories of body weight at slaughter

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the internal temperature of the carcass, pH and sarcomere length in four categories of body weight at slaughter. The categories were: category 1, animals up to 1.5 kg, category 2, animals from 1.501 to 2.5 kg, category 3, animals from 2.501 to 3.5 kg and category 4, animals over 3.501 kg. The time intervals evaluated were 0.5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24 and 36 hours after bleeding, therefore, a factorial scheme (4 x 12) was used, where four categories of pre-slaughter weight and the behavior of the carcasses during the post-slaughter time were evaluated. The temperature of the cooling chamber ranged from 2.5 to 5 °C during the slaughter period. There was no interaction effect between the weight categories and the time for the variation of the carcass internal temperature, pH and sarcomere length, but when only the time of rigor was evaluated, there were significant differences for the analyzed parameters. The internal temperature of the initial average carcass (0.5 hours) was 16.02°C, reaching 3.80°C at 36 hours post-slaughter. In addition, the lowest average pH found was at 24 hours, with a value of 5.39. Regarding the sarcomere length, the smallest mean length observed was 1.41 µm at 16 hours post-slaughter and the final mean length (36 hours) was 1.89 µm. It was concluded that the analyzed margin of the categories of body weight at slaughter did not interfere in the variation of temperature, pH and sarcomere length during the post-mortem of the Pantanal caiman.

Keywords: alligator meat; Pantanal alligator; cooling temperature; meat pH; sarcomere leng.

Introdução

O jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*) é uma das espécies mais abundantes de crocodilianos no Brasil, ocorrendo em altas densidades na planície pantaneira. A utilização sustentada dos seus estoques genéticos tem sido reconhecida como importante estratégia para promover a conservação de ecossistemas naturais do Pantanal (Coutinho *et al.*, 1997). Segundo a legislação vigente (IBAMA, 2015), o manejo das populações naturais de jacaré-do-Pantanal é permitido a partir da coleta de ovos na natureza e posterior recria dos animais em confinamento.

De acordo com Taboga *et al.* (2003), o grande interesse pelo jacaré-do-Pantanal sempre esteve relacionado à exploração do couro. Porém, há décadas a carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados e supermercados, obtendo posição de grande relevância na estrutura da cadeia produtiva desta espécie animal.

Alguns estudos foram desenvolvidos envolvendo as mudanças no estado de pré-rigor, relacionando o tempo, temperatura e pH das carcaças de jacarés, indicando que as características finais da carne são diretamente influenciadas pelas condições durante os períodos de pré-abate, abate e pós-abate (Taboga *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2007; Vicente Neto *et al.*, 2007; Vieira *et al.*, 2012). Contudo, nas condições brasileiras a caracterização do processo de *rigor mortis* de carcaças de jacarés ainda não está bem definida.

Perante o exposto, o objetivo do trabalho foi caracterizar o desenvolvimento do processo de rigor mortis de jacarés-do-Pantanal abatidos em quatro diferentes categorias de peso vivo, através das avaliações da temperatura interna da carcaça, da variação do pH e da alteração do comprimento de sarcômero durante 36 horas pós-abate.

Material e métodos

Foram utilizados 32 jacarés-do-Pantanal provenientes da empresa Caimasul regulamentada com o registro número 5849143 no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), localizada no município de Corumbá- MS. Os animais foram divididos em quatro categorias de peso pré-abate, contendo 8 animais cada, sendo elas: categoria 1, animais com até 1,5 kg, categoria 2, animais de 1,501 a 2,5 kg, categoria 3, animais de 2,501 kg a 3,5 kg e categoria 4, animais com mais de 3,501 kg.

Os animais foram abatidos sob inspeção federal com o número de registro do Ministério da Agricultura SIF/DIPOA: 0001/1515. Eles foram submetidos a um período de jejum, com duração de 24 horas precedendo o abate. Em seguida os animais tiveram as suas mandíbulas amarradas e permaneceram em tanques com água clorada, 0,5 ppm, foram encaminhados para a sala de abate, sendo então insensibilizados com pistola pneumática modelo Zilka. Realizada a insensibilização os animais foram desmedulados, sangrados, esfolados e eviscerados, finalizados os procedimentos de abate e inspeção as carcaças foram estocadas sob resfriamento em câmara frigorífica. Foi aferida a temperatura interna das carcaças com a utilização de um termômetro digital introduzindo a sua haste metálica na profundidade de 3,0 cm em três pontos das massas musculares do dorso, lombo e cauda, nos intervalos de tempo de 0,5, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 24 e 36 horas após a sangria. Foi observada também a temperatura da câmara fria frigorífica no momento de entrada das carcaças em cada intervalo de tempo mencionado.

Para determinar o pH foi utilizado um pHmetro portátil (Hanna Hi 991 663) com eletrodo de perfuração. Foram feitas três medições em cada unidade animal nos mesmos locais, medindo a temperatura interna das carcaças, assim como nos mesmos intervalos de tempo.

Com o auxílio de pinça e bisturi, foram retiradas amostras de 15 mm de comprimento, 10 mm de largura e 5 mm de espessura do lado direito do músculo *Ilio-ischiocaudalis*, nos intervalos de tempo 0,5, 2, 4, 8, 10, 12, 16, 24 e 36 horas após a sangria, para a mensuração do comprimento do sarcômero. Subsequentemente as amostras foram armazenadas em tubos falcon de 50 ml, contendo solução de formaldeído a 10% durante 24h, após a solução foi substituída por álcool etílico a 70%, e ficaram armazenadas até o momento do processamento histológico (Rodrigues *et al.*, 2004).

O processamento histológico foi realizado conforme Behmer (1976), em que as mesmas foram removidas do álcool etílico a 70%, embebidas em parafina e foram realizadas seções a partir dos blocos utilizando um micrótomo, as lâminas foram coradas com hematoxilina fosfotúngstica.

As imagens foram capturadas através de um microscópio acoplado a uma câmera, com ampliação final de 1000 ×, usando QCapture Software Pro 7 (QImaging, Surrey, British Columbia, Canadá). O Comprimento do sarcômero das leituras foram determinados utilizando o software IP WIN32 ImagePro Plus (Acromag, Wixom, MI,

EUA), contou-se 10 sarcômeros de 20 fibras aleatórias a partir de 20 campos de imagens coletadas para cada animal.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, para a avaliação da temperatura interna, pH e comprimento de sarcômero foi utilizado um esquema fatorial (4 x 12), em que se avaliou quatro diferentes categorias de peso pré-abate e o comportamento das carcaças ao decorrer do tempo pós-abate, foi realizada uma ANOVA e as médias submetidas ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Em todas as análises estatísticas utilizou-se o programa SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA (2000). Não foi realizada análise estatística para a temperatura da câmara fria.

Resultados e discussão

Conforme os resultados encontrados para a variação da temperatura interna da carcaça, pH e comprimento de sarcômero, não houve efeito de interação ($p > 0,05$) entre as categorias de peso vivo ao abate com o período pós-sangria avaliado. Além disso, não houve diferenças significativas entre as quatro categorias de peso vivo ao abate, e os parâmetros analisados diferiram significativamente somente no decorrer do tempo pós-abate (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura da câmara fria (TC), temperatura interna da carcaça (TI), pH e comprimento de sarcômero (CS) de diferentes categorias de peso ao abate, em função do tempo pós-sangria de jacaré-do-Pantanal.

Categoria	Tempo (horas)	TC (°C)	TI (°C)	pH	CS (μm)
Peso 1 (<1,5)	0,5	2,5	16,20±10,09	8,27±1,52	1,61±0,02
	2	4,3	9,56±3,45b	6,54±0,21	1,67±0,08
	4	5,2	10,18±4,07	7,29±0,54	1,59±0,01
	6	4,8	8,78±2,67	7,68±0,93	-
	8	4,8	9,58±3,47	6,75±0,01	1,64±0,05
	10	3,9	5,70±0,41	6,41±0,34	-
	12	3,8	4,88±1,23	7,05±0,30	1,59±0,01
	14	3,6	4,16±1,95	6,99±0,24	-
	16	3,6	4,14±1,97	6,86±0,11	1,37±0,22
	18	3,6	4,67±1,44	6,76±0,02	-
	24	2,9	3,61±2,50	5,22±1,53	1,68±0,09
	36	3,0	3,70±2,41	6,54±0,21	1,88±0,29
Peso 2 (1,501 a 2,5 kg)	0,5	3,7	15,23±9,12	7,25±0,50	1,66±0,07
	2	4,4	8,61±2,50	7,28±0,53	1,63±0,04
	4	4,7	7,50±1,39	7,16±0,41	1,52±0,07
	6	4,8	5,58±0,53	6,90±0,15	-
	8	4,7	4,31±1,80	6,80±0,05	1,59±0,01
	10	4,6	3,81±2,30	6,61±0,14	-

	12	4,8	4,41±1,70	6,96±0,21	1,58±0,02
	14	4,6	3,31±2,80	6,72±0,03	-
	16	4,6	3,85±2,26	6,47±0,28	1,46±0,13
	18	3,4	3,53±2,58	6,31±0,44	-
	24	4,2	4,16±1,95	6,10±0,65	1,59±0,01
	36	2,9	3,82±2,29	5,95±0,80	1,87±0,28
Peso 3 (2,501 a 3,5 kg)	0,5	4,4	15,49±9,38	6,64±0,11	1,61±0,02
	2	4,5	7,56±1,45	7,43±0,68	1,56±0,07
	4	4,7	7,76±1,65	6,87±0,12	1,48±0,11
	6	4,8	5,53±0,58	7,45±0,70	-
	8	4,0	4,58±1,53	6,60±0,15	1,51±0,08
	10	3,1	3,72±2,39	6,86±0,11	-
	12	2,9	3,50±2,61	6,80±0,05	1,58±0,02
	14	2,9	3,52±2,59	6,67±0,08	-
	16	4,5	3,98±2,13	6,76±0,02	1,46±0,13
	18	2,9	3,73±2,38	6,71±0,04	-
	24	4,8	4,25±1,86	5,02±1,73	1,59±0,01
	36	3,0	3,88±2,23	6,68±0,07	1,87±0,28
Peso 4 (>3,501 kg)	0,5	4,5	17,17±11,06	6,78±0,03	1,61±0,02
	2	4,3	8,83±2,72	7,10±0,35	1,51±0,08
	4	4,2	6,32±0,21	7,41±0,66	1,61±0,02
	6	4,3	6,13±0,02	7,50±0,75	-
	8	3,8	4,71±1,40	6,45±0,30	1,38±0,21
	10	3,2	3,70±2,41	7,15±0,40	-
	12	5,8	4,77±1,34	6,74±0,01	1,47±0,12
	14	3,2	3,86±2,25	6,75±0,02	-
	16	4,9	4,08±2,03	6,66±0,09	1,42±0,17
	18	5,0	4,51±1,60	6,59±0,16	-
	24	4,2	4,38±1,73	5,20±1,55	1,58±0,01
	36	2,5	3,82±2,29	6,50±0,25	1,90±0,31
Efeitos principais					
Peso (kg)	1 (<1,5)	3,92	7,09±0,98	6,87±0,12	1,63±0,04
	2 (1,501 a 2,5)	4,28	5,68±0,43	6,71±0,04	1,61±0,02
	3 (2,501 a 3,5)	3,87	5,63±0,48	6,71±0,04	1,58±0,01
	4 (>3,501)	4,16	6,03±0,08	6,74±0,01	1,56±0,03
Tempo (horas)	0,5	3,77	16,02±9,91 ^a	7,23±0,48 ^{ab}	1,62±0,03 ^b
	2	4,37	8,64±2,53 ^b	7,09±0,34 ^{bc}	1,60±0,01 ^{bc}
	4	4,70	7,94±1,83 ^{bc}	7,18±0,43 ^{ab}	1,55±0,04 ^c
	6	4,67	6,50±0,39 ^c	7,38±0,63 ^a	-
	8	4,32	5,79±0,32 ^{cd}	6,65±0,10 ^e	1,53±0,05 ^c
	10	3,70	4,23±1,88 ^d	6,76±0,01 ^{de}	-
	12	4,32	4,39±1,72 ^d	6,89±0,14 ^{cd}	1,52±0,07 ^c
	14	3,57	3,72±2,39 ^{de}	6,78±0,03 ^{de}	-
	16	4,40	4,01±2,10 ^d	6,69±0,06 ^{de}	1,41±0,18 ^d
	18	3,87	4,11±2,00 ^d	6,59±0,16 ^{ef}	-
	24	4,07	4,10±2,01 ^d	5,39±0,72 ^g	1,64±0,05 ^b
	36	2,90	3,80±2,31 ^{de}	6,42±0,33 ^f	1,89±0,30 ^a
Probabilidades					
Peso (P)		-	0,0793	0,0851	0,0806
Tempo (T)		-	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interação (PxT)		-	0,0892	0,0932	0,0955
V.C. ² (%)		-	12,10	5,30	5,10

¹Médias ± desvio padrão seguidas de teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² C.V. Coeficiente de Variação

Os comportamentos da temperatura interna da carcaça e pH durante o período de resfriamento analisados em separado para cada categoria de peso ao abate estão expressos na Figura 1.

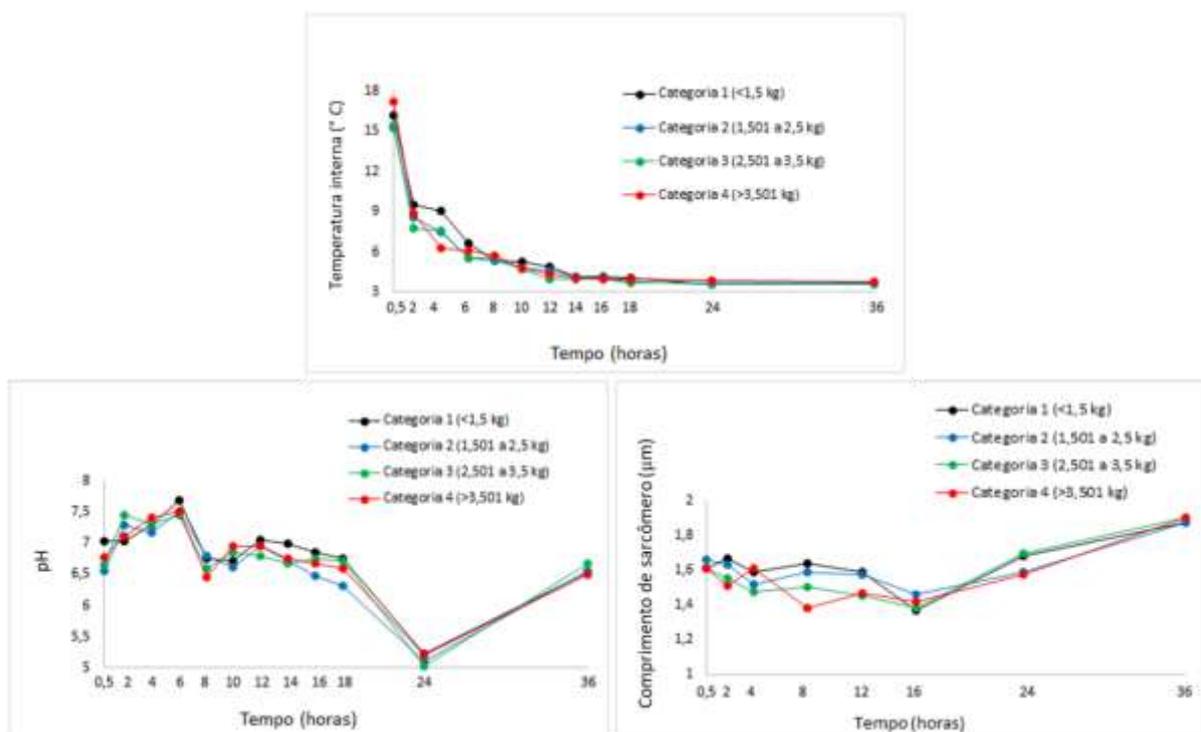


Figura 1. Comparação da variação da temperatura interna, do pH e do comprimento de sarcômero, entre as diferentes categorias de peso vivo ao abate, em função do tempo pós-sangria, durante o período pós-abate de jacaré-do-Pantanal.

Durante o período pós-abate, a temperatura e pH iniciais das carcaças dos animais diminuem gradativamente, ademais a taxa de resfriamento do músculo influencia a glicólise e ação das proteases, além de proporcionar o declínio do pH (Byrne *et al.*, 2000), fato este, faz com que a temperatura e pH sejam utilizados como parâmetros para monitorar a qualidade de carne. Segundo os resultados obtidos para a temperatura interna da carcaça no período de resfriamento, durante o *rigor mortis*, a temperatura média inicial da carcaça na primeira 0,5 hora foi de 16,02°C dentro da câmara de resfriamento. Sendo que a temperatura média de 4,23°C da carcaça interna foi atingida cerca de 10 horas após a sangria e a menor temperatura foi atingida após 14 horas dentro da câmara de resfriamento (Tabela 1). A análise estatística mostrou que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) para as temperaturas internas das carcaças nos intervalos 10, 12, 16, 18 e 24 horas. Estes resultados indicam que a temperatura interna da carcaça se

comportou de acordo com o esperado descrito por Marsh *et al.* (1987) para o mesmo período pós-abate avaliando carne bovina.

Vieira *et al.* (2012) avaliando o processo de *rigor mortis* de jacarés-do-Pantanal, observaram que conforme passou o tempo no pós-morte dos animais, a temperatura interna da carcaça diminuiu, iniciando em 2°C em 0,5 hora pós-abate e indo para 4,2°C em 36 horas pós-abate. Entretanto, no presente estudo o comportamento da temperatura interna não foi similar, já que houve oscilação entre a temperatura interna da carcaça diminuir e aumentar, após 10 horas do abate, isto se deve a abertura e fechamento da câmara frigorífica durante o período pós-abate, pois na unidade de beneficiamento avaliada, devido ao grande número de animais a serem abatidos na empresa, o abate foi realizado em dois dias. Pois além, dos animais abatidos para o presente estudo, havia também, mais animais abatidos para a o beneficiamento e venda de carne e pele. Justificando a maior abertura da câmara e conseqüentemente, a oscilação na diminuição da temperatura interna da carcaça.

Mesmo com as oscilações as temperaturas interna da carcaça e da câmara fria (Figura 1), os valores obtidos corroboram com Sousa *et al.* (2021), segundo estes autores, logo após o abate do jacaré-do-Pantanal as carcaças possuem a temperatura interna variando de 17°C a 19°C. Além disso, as mesmas devem ser armazenadas em câmaras de resfriamento com temperaturas de 0°C a 5°C, por no mínimo 24 horas, e atingir a temperatura interna, no centro da massa muscular, de no máximo 7°C antes de seguir para a desossa. Em outras espécies de animais como o peru, por exemplo, Costa *et al.* (2006) observaram declínio linear de 40,83°C até atingir 2,40°C as 18,5 horas pós-abate em animais com peso vivo no momento do abate de 16,1 kg, em média. Já em carne de javalis, Machiori & Felício (2003), obtiveram as temperaturas no músculo *Longissimus dorsi* de 30,2°C (1 h), 12,4°C (6 h) e 5,4°C (24 h). Enquanto, Fernandez *et al.* (2009) as temperaturas de 39,07°C (0,5 h), 12,0°C (7 h) e 0,28°C (24 h), em animais com o peso vivo variado de 45 a 53 kg. A diferença para o tempo de diminuição da temperatura interna da carcaça, entre o jacaré-do-Pantanal avaliado no presente estudo e as carnes das espécies de animais citadas, ocorreu principalmente pelos pesos das carcaças, já que nas outras espécies os animais abatidos tinham maiores pesos vivos, aumentando conseqüentemente o tempo de diminuição da temperatura da carcaça, dentro da câmara de resfriamento.

Com relação ao pH, no presente trabalho, foi encontrado valor inicial médio de 7,23 em 0,5 horas, após 24 horas 5,39 e final das 6,42 às 36 horas, indicando comportamento quadrático, oscilando entre a diminuição e aumento, do pH ao decorrer do intervalo de tempo analisado. Esse comportamento difere do encontrado por Vieira *et al.* (2012) ao avaliarem o processo de *rigor mortis* do músculo *Ilio-ischiocaudalis* de jacaré-do-Pantanal, que apresentou valor para o pH inicial de 6,7, após 15 horas 5,7 e após 36 horas o pH final foi de 5,6, havendo apenas o declínio e estagnação do pH, comportamento este que também corrobora com os encontrados por Toboga *et al.* (2003) que também avaliou o músculo da cauda do jacaré durante 36 horas do pós-sangria.

Hoffman *et al.* (2000) verificaram a variação do pH pós-abate em carcaças de crocodilos-do-Nilo abatidos a tiro e obtiveram os valores de 6,88 na primeira hora, 7,28 nas 12 horas e o pH final de 6,28 nas 48 horas pós-abate. Considerando que o procedimento citado para o abate é caracterizado como não humanitário, o estresse sofrido pelo animal no pré-abate ocasionou consumo rápido de glicogênio e o pH continuou maior que 6,2 mesmo 24 horas pós-abate. Entretanto, no presente trabalho, mesmo utilizando um método com insensibilização (pistola Zilka), o pH se manteve abaixo de 6,2 apenas no tempo de 24 horas, chegando a 6,42 nas 36 horas (pH final), o que mostra que as carcaças avaliadas podem gerar carnes com características não adequadas, necessitando de uma reavaliação dos procedimentos pré-abate abordados pela unidade beneficiadora, já que a velocidade da diminuição do pH, assim como, o pH final obtido são influenciados por vários aspectos como temperatura, umidade, luz, herança genética do animal e manejo antes do abate (Alves *et al.*, 2016; Neto & Rosenthal., 2011).

Há relato na literatura que também se utilizou método de insensibilização pré-abate, mas ainda assim, o pH final obtido, estava acima de 6,2. Como é o caso de Cossu *et al.* (2007) que ao avaliarem as carnes de jacarés das espécies *Caiman latirostris* e *Caiman yacare*, abatidos com um corte no pescoço e insensibilizados com um fio introduzido na medula espinhal, observaram pH médio de 6,88 nas 4 horas, 6,64 nas 12 horas e 6,49 nas 24 horas pós-abate.

O progresso do processo de *rigor mortis* dos animais de produção demonstra diferentes comprimentos de sarcômero durante a passagem de todo o processo bioquímico. Essas alterações que ocorrem no comprimento se devem a contração e ao relaxamento que ocorrem no período *post mortem* (Oliveira *et al.*, 2004). Neste estudo o

comprimento médio inicial (0,5 hora) de sarcômero retirado no músculo *Ilio-ischiocaudalis* de jacaré-do-Pantanal foi de 1,62 μm , diminuindo para 1,53 μm nas 8 horas, 1,41 μm nas 16 horas e voltando a aumentar para 1,64 μm nas 24 horas e 1,89 μm nas 36 horas, pós-abate (Figura 2). Portanto, a contração máxima que ocorreu no sarcômero foi nas 16 horas do *post mortem*. Vieira *et al.* (2012) observaram a contração máxima de sarcômero nas 15 horas pós-abate, com comprimento médio de 1,5 μm , para o mesmo músculo retirado de jacaré-do-Pantanal, os mesmos autores apontam ainda, o comprimento final de sarcômero (36 horas) de 1,9 μm .

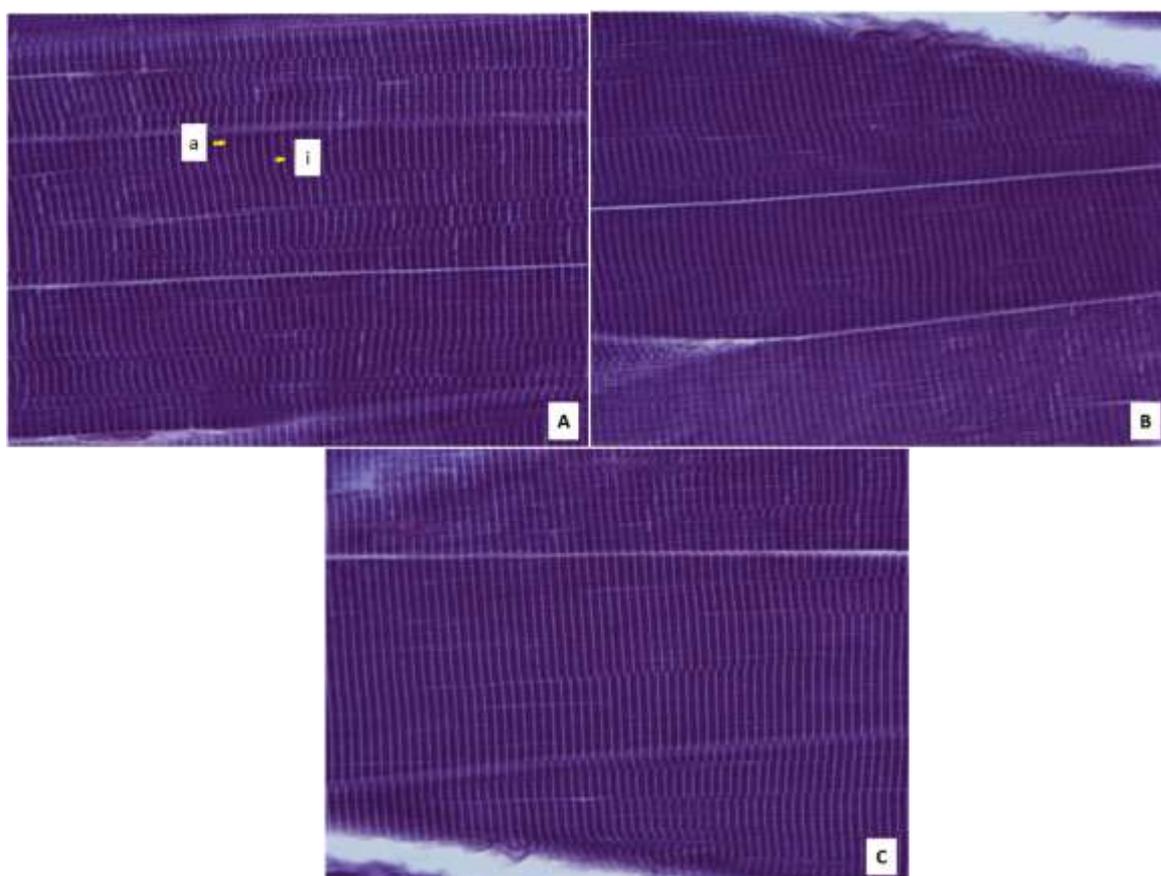


Figura 2. Fotomicrografias do músculo *Ilio-ischiocaudalis* de jacaré-do-Pantanal, mostrando as bandas a (escura) e i (clara) de animal da categoria de peso vivo ao abate 4 (acima de 3,5 kg), nos intervalos de tempo 0,5 horas (A), 16 horas (B) e 36 horas (C).

De modo geral, há escassez de estudos que abordam a variação no comprimento de sarcômero de jacarés durante o desenvolvimento do *rigor mortis*. Porém, ao comparar esta espécie com espécies comuns da produção animal, como é o caso de ovinos a contração máxima do sarcômero foi após 15 horas do abate com um comprimento de 1,46

μm (Oliveira *et al.*, 2004), o que ratifica o resultado encontrado no presente estudo. Contudo, em animais com a carne menos consumida como os javalis o músculo *Triceps brachii* apresentou o encurtamento máximo em 7 horas pós-sangria, e o relaxamento máximo 24 horas pós-sangria, com comprimentos de sarcômero de 1,61 μm e 1,97 μm , respectivamente (Fernandez *et al.*, 2009).

Conclusão

Conclui-se que as diferentes categorias de peso ao abate não interferem na variação de temperatura, pH e comprimento de sarcômero durante o *post mortem* do jacaré-do-Pantanal. Entretanto, no desenvolvimento do processo de *rigor mortis* houve oscilações na temperatura e pH das carcaças, a menor temperatura de 3,80°C foi atingida nas 36 horas pós-abate e o menor valor de pH (5,39) nas 24 horas pós-abate, além disso, a contração muscular máxima ocorreu nas 16 horas pós-abate, com comprimento de sarcômero de 1,41 μm .

Referências

- Alves, AR, Figueiredo Júnior, JP, Santana, MH, Andrade, MVM, Lima, JBA, Pinto, LS & Ribeiro, LM (2016). Effect of stress on animal products quality. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 10(6), 448-459.
- Behmer, O. (1976). Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo: EDART - USP, pp.239.
- Byrne, CE, Troy, DJ & Buckley, DJ (2000). Post mortem changes in muscle electrical properties of bovine M. Longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science*, 54(1), 23 - 34. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00055-8)
- Costa, F, Silva, TJP, Freitas, MQ, Tortelly, R & Jardim, GJ (2006). Characterization of rigor mortis process of muscles Gastrocnemius and Pectoralis of turkey (*Meleagris gallopavo*) and meat tenderness. *Revista brasileira de Ciência Veterinária*, 13(3), 165-169. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.292>
- Coutinho, M., Campos, Z. & Mourão, G (1997). 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, 183-322.

Fernandez, AT, Silva, TJP, Freitas, MQ & Carvalho, JA (2009) Characterization of rigor mortis process of picnic shoulders muscles (*Triceps brachii*) and of forefoot muscles (Extensor/ Flexor) of wild boar (*Sus scrofa*) and meat tenderness. *Revista brasileira de Ciência Veterinária*, 16(1), 13-18.

Hoffman, LC, Fisher, PP & Sales, J. (2000). Carcass and meat characteristics of the Nile crocodile (*Crocodylus niloticus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 390-396 (2000). Retrieved from [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200002\)80:3<390:AID-JSFA540>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200002)80:3<390:AID-JSFA540>3.0.CO;2-G)

Marchiori, AF & Felicio, PE (2003). Qualidade da carne de suíno e de javali comercial. *Scientia Agricola*, 60(1), 13-18. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103

Marsh, BB, Ringkob, TP, Russell, RL, Swartz, DR & Pagel, LA (1987). Effects of early post mortem glycolytic rate on beef tenderness. *Meat Science*, 21, 241 - 248. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(87\)90061-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(87)90061-1)

Neto, OC & Rosenthal, A (2011). Modificações físico-químicas na carne in natura bovina decorrentes da alta pressão hidrostática. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 3, 472-489. Retrieved from <https://www.editoracientifica.org/articles/code/201202497>

Oliveira, I., Silva, TJP, Freitas, MQ, Tortelly, R. & Paulino, FO (2004). Characterization of rigor mortis process of muscles lamb and yearling mutton of Santa Ines breed and meat tenderness. *Acta Scientiae Veterinariae*, 32(1), 25 – 31. Retrieved from <https://doi.org/10.22456/1679-9216.16790>

Rodrigues, TP, Silva, TJP, Carvalho, ECQ, Freitas, MQ & Paulino, FO (2004). Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de equino e maciez da carne. *Ciência Rural*, 34(4), Retrieved from 10.1590/S0103-84782004000400040.

Rodrigues, EC, Bressan, MC, Vicente Neto, JC, Vieira, JO, Faria, PB, Ferrão, SPB & Andrade, PL (2007). Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de

jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 31(2), 448-455. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200027>

Sousa, JG, Raimundo, IT, Sartori, D. & Souza, BMS (2021). Operational sanitary procedures applied to the Pantanal Alligator (*Caiman crocodilus yacare*) slaughterhouse. *Revista Agrária Acadêmica*, 4(3), 125-138. Retrieved from 10.32406/v4n3/2021/125-138/agrariacad

Taboga, SR, Romanelli, PF, Felisbino, SL & Borges, LF (2003). Acompanhamento das alterações post-mortem (glicólise) no músculo do jacaré-doPantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 23-27. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000100006>

Vicente Neto, J., Bressan, MC, Rodrigues, EC, Kloster, MA & Santana, MTA (2007). Physichist chymistry evaluation of swampland alligator meat (*Caiman yacare Daudin 1802*) of different ages. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5), 1430-1434. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500024>

Vieira, JP, Silva, TJP, Freitas, MQ, Fontenelle, G., Lindote, HCF & Freitas, MAM (2012). Characterization of rigor mortis process of muscle Ilio-ischiocaudalis of pantanal alligator (*Caiman crocodilus yacare*) and meat tenderness. *Ciência Rural*, 42(3), 567-572. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300029>

III. Caracterização dos cortes comerciais de *Caiman yacare* em diferentes categorias de peso ao abate

(Ciência e Tecnologia de Alimentos)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os rendimentos dos cortes comerciais e partes secundárias da carne de jacaré-do-Pantanal (*Cayman yacare*) e qualificar quanto aos aspectos nutricionais em quatro categorias de peso vivo. As quatro categorias foram: 1- animais com até 1,5 kg, 2- animais de 1,501 a 2,5 kg, 3- animais de 2,501 kg a 3,5 kg e 4- animais com mais de 3,501 kg. Houve diferenças com relação aos rendimentos dos cortes comerciais em função da categoria de peso, animais com mais de 3,501 kg, apresentaram rendimentos médios de carcaça, filé de cauda, filé de lombo, coxas e iscas, de 46,72%, 8,55%, 5,05%, 5,57% e 1,50%, respectivamente. Para a composição química não houve variação em função do peso do animal ao abate, porém, os teores dos nutrientes lipídios totais e matéria mineral diferiram em relação aos diferentes cortes, já a proteína bruta não diferiu entre os tratamentos nos dois fatores (categoria de peso e cortes comerciais) analisados, com a média de 23,65%. Quanto ao perfil de ácidos graxos, entre os ácidos graxos saturados o ácido palmítico foi o que apareceu em maior quantidade nos diferentes cortes, com concentrações variando de 20,32 a 23,32%, enquanto, entre os ácidos graxos insaturados o que apresentou maior expressão foi o ácido oleico (32,19 a 39,72%). Em relação a cor para a luminosidade os filés de cauda e mignon apresentaram os maiores valores, 63,71 e 63,16, respectivamente. Conclui-se que animais com mais de 3,501 kg são os mais indicados para o abate.

Palavras-chave: composição centesimal; filé de cauda; jacaré-do-Pantanal; perfil de ácidos graxos.

Characterization of commercial cuts of Caiman yacare in different weight categories at slaughter

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the yield of commercial cuts and secondary parts obtained in the processing unit of alligator meat from the Pantanal (*Cayman yacare*) and to qualify it in terms of nutritional aspects in four live weight categories. The four categories were: 1- animals up to 1.5 kg, 2- animals from 1.501 to 2.5 kg, 3- animals from 2.501 kg to 3.5 kg and 4- animals over 3.501 kg. The average yields of carcass, tail fillet, loin fillet, thighs and baits in animals weighing more than 3.501 kg were 46.72%, 8.55%, 5.05%, 5.57% and 1.50%, respectively. For the chemical composition, there was no variation in function of the animal's weight at slaughter, however, the contents of total lipids and mineral matter differed in relation to the different cuts, whereas the crude protein did not differ between the treatments in the two factors (weight category and commercial cuts) analyzed with an average of 23.65%. Regarding the fatty acid profile, among the saturated fatty acids palmitic acid was the one that appeared in greater quantity in the different cuts, with concentrations ranging from 20.32 to 23.32%, while among the unsaturated fatty acids the one that presented the highest expression was oleic acid (32.19 to 39.72%). In relation to color for luminosity, the tail fillets and mignon presented the highest values, 63.71 and 63.16, respectively. It is concluded that animals weighing more than 3,501 kg are the most suitable for slaughter.

Keywords: centesimal composition; fatty acid profile; Pantanal aligátor; tail fillet.

Introdução

O Brasil possui uma população de mais de 20 milhões de jacarés. Dessa forma o país se configura com a maior diversidade de crocodilianos do mundo, isso ocorre principalmente pelas grandes extensões territoriais tropicais e o vigor das populações das espécies presentes. Além de um dos maiores estoques de crocodilianos do mundo, o Brasil possui também, a maior densidade já relatada com 150 animais/ km². Sendo que deste total, cerca de 300 mil estão presentes em cativeiro para posterior abate (IBAMA, 2015).

No Brasil há somente a presença de jacarés de água doce e entre as principais espécies cultivadas está o jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*), esta espécie de jacaré possui o 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. É classificado no Filo: *Chordata*; Classe: *Reptila*; Subclasse: *Archosauria*; Ordem: *Crocodylia*; Família: *Crocodylidae*; Subfamília: *Alligatorinae*; Gênero: *Caiman*; Espécie: *Caiman yacare*; Subespécie: *Caiman crocodilus yacare* (Brazaitis *et al.*, 1990; CSG, 1999).

A pele do jacaré, para posterior transformação em couro, era o principal produto obtido por essa atividade, sendo a carne, até então, um coproduto obtido através da exploração deste animal. Entretanto, nos últimos anos devido ao valor nutricional e ao interesse econômico demonstrado pelas indústrias e consumidores em relação a esta proteína animal, atualmente a carne é considerada um produto de interesse igualitário comparado com a pele na jacaricultura (Nogueira *et al.*, 2019).

Os primeiros estudos relacionados com a carne de jacarés como alimento para consumo humano foram efetuados por Moody *et al.* (1980), na Luisiana (Estados Unidos da América), com o jacaré americano (*Alligator mississippiensis*), e desenvolveu-se técnicas para o abate, beneficiamento e estudos nutricionais de diferentes cortes comerciais da carne do animal. Já, no Brasil Romanelli *et al.* (2002) ao estudar as propriedades tecnológicas da carne de jacaré-do-Pantanal com grupos de pesos diferentes, de 2 a 4 kg, determinaram os teores médios para proteína bruta, umidade, lipídios e matéria mineral para a carne desta espécie.

O valor nutricional da carne de jacaré-do-Pantanal pode se alterar de acordo com o sexo, idade e principalmente os cortes comerciais realizados na carne do animal, sendo

que o corte com maior interesse econômico é o filé de cauda (Vicente Neto *et al.*, 2007; Romanelli *et al.*, 2002). Entretanto, há relatos de estudos envolvendo a qualidade de outros cortes, como filé de dorso, lombo e as coxas, mostrando que a composição química da carne varia, com teores de umidade indo de 71,02 a 76,77%, teores de proteína bruta de 20,80 a 24,37 %, teores de lipídios totais de 0,29 a 2,40% e de matéria mineral de 0,58 a 1,40% (Fernandes *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2007; Vicente Neto *et al.*, 2007).

Diante do exposto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os rendimentos dos cortes comerciais e partes secundárias de jacaré-do-Pantanal, obtidas na unidade de processamento da carne e qualificá-las quanto aos aspectos nutricionais em quatro categorias de peso vivo ao abate.

Material e métodos

Foram utilizadas carcaças de jacarés-do-Pantanal provenientes da empresa Caimasul regulamentada com o registro número 5849143 no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), localizada no município de Corumbá- MS. Os animais foram divididos em quatro categorias de peso pré-abate, contendo 6 animais cada, sendo elas: categoria 1, animais com até 1,5 kg, categoria 2, animais de 1,501 a 2,5 kg, categoria 3, animais de 2,501 kg a 3,5 kg e categoria 4, animais com mais de 3,501 kg.

Os animais foram abatidos sob inspeção federal com o número de registro do Ministério da Agricultura SIF/DIPOA: 0001/1515, seguindo a metodologia de abate utilizada pelo frigorífico. Foram submetidos a um período de jejum, com duração de 24 horas precedendo o abate. Em seguida os animais tiveram as suas mandíbulas amarradas e permaneceram em tanques com água clorada, 0,5 ppm, em seguida foram encaminhados para a sala de abate, sendo então insensibilizados com pistola pneumática modelo Zilka. Realizada a insensibilização os animais foram desmedulizados, sangrados, esfolados e eviscerados. Finalizados os procedimentos de abate e inspeção, as carcaças foram estocadas sob resfriamento em câmara frigorífica com temperatura média de 3,2°C.

Após 36 horas de abate se realizou a pesagem das carcaças, desossa e dos cortes comerciais (filé de cauda, filé de dorso, filé de lombo, filé mignon e coxas). Além dos cortes foram retiradas partes secundárias das carcaças como as iscas, aparas, sucedida a

limpeza dos cortes, obtendo a carne entremeada aos ossos e a gordura. Posteriormente, todos os cortes e partes foram pesados para a determinação dos seus rendimentos.

Os rendimentos das carcaças, cortes comerciais e partes secundárias foram determinados em relação ao peso vivo antes do abate, seguindo a equação:

$$\text{RE (\%)} = (\text{Peso do corte comercial/peso vivo ao abate}) \times 100.$$

O material coletado foi identificado, embalado em filme, congelado a -28°C , transportados em caixas isotérmicas até o laboratório de tecnologia do pescado da Universidade Estadual de Maringá e estocado em freezer a -18°C até o momento de realização das análises.

A análise de composição centesimal foi realizada no LANA - Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá. As amostras referentes a cada corte comercial, de acordo com cada categoria de peso, foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. Para a determinação dos teores de umidade e cinzas as análises foram realizadas em triplicata seguindo a metodologia da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Os teores de proteína bruta foram avaliados pelo método de semimicro Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002) e para a extração dos lipídios totais se empregou o método Bligh & Dyer (1959).

O valor calórico (VC) foi determinado segundo Souci *et al.* (2000), obtido pela soma da multiplicação do teor de proteína bruta (PB), lipídios totais (LT) e carboidratos (CB) multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4, respectivamente. Seguindo a fórmula:

$$\text{VC (Kcal/Kg)} = \text{PB} \times 4 + \text{LP} \times 9 + \text{CB} \times 4.$$

Para a análise dos ácidos graxos, aproximadamente 100 mg de lipídios de cada amostra por tratamento foi transmetilada de acordo com o método de Hartman & Lago (1973), usando solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol como agente esterificante. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados em um cromatógrafo gasoso (Agilent, modelo 7890^a), acoplado a um detector de massas (Agilent 5975C), utilizando uma coluna ZB- Wax Polietileno Glicol (30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,25 μm de espessura do filme). O gás de arraste foi o Hélio (He) e o fluxo de injeção foi de 1 ml/min Split 1:10. A temperatura inicial da coluna foi

estabelecida em 50°C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220°C a uma taxa de 4°C/min e mantida por 7 minutos. A temperatura do injetor utilizada foi de 250°C. A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os de padrões autênticos (Sigma).

A cor das carnes referentes aos cortes comerciais dos jacarés do pantanal abatidos nas diferentes categorias de peso foi avaliada utilizando o colorímetro portátil CR-400 *Minolta Chromameter* (Minolta Cia Ltda.), calibrado com branco padrão. Foram realizadas três leituras em cada corte e os resultados expressos pelos parâmetros L*, luminosidade, a*, intensidade da cor vermelha e b*, intensidade da cor amarela.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, para a avaliação dos rendimentos dos cortes comerciais e partes secundárias foi feita uma ANOVA seguido de regressão (5% de probabilidade) e para as avaliações da composição centesimal e cor foi realizado um esquema fatorial 4x5, sendo quatro categorias de peso vivo e cinco cortes comerciais. Para todas as análises foi utilizado o programa SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA (2000).

Não foi realizada análise estatística para o perfil de ácidos graxos, sendo apenas para caracterização do produto.

Resultados

Os valores médios de peso vivo e rendimentos de carcaça, dos cortes comerciais e das partes secundárias constam na Tabela 1. Não houve diferenças significativas para os cortes comerciais filé de dorso e filé-mignon, com rendimentos médios de 2,31% e 1,50%, respectivamente. Além das partes secundárias aparas, 2,57%, toailete, 0,62%, carne entremeada aos ossos, 14,37%, e gordura 0,53%.

Tabela 1. Peso vivo (P.V.), rendimentos de carcaça de cortes comerciais e de partes secundárias de jacaré-do-Pantanal em diferentes pesos vivos.

	Categoria de peso ao abate (kg)				Valor de p.	C.V. ² (%)
	1 (<1,5)	2 (1,501 a 2,5)	3 (2,501 a 3,5)	4 (>3,501)		
P.V. ao abate (Kg)	1,36±1,33 ¹	1,75±0,95	3,45±0,75	4,23±1,53	<0,0001*	7,11
Rendimento carcaça (%)	39,82±4,29	43,47±0,64	46,43±2,32	46,72±2,61	0,0052*	8,25
Rendimentos cortes comerciais (%)						
Filé de cauda	6,01±1,54	7,24±0,31	8,40±0,85	8,55±1,00	<0,0001*	12,66
Filé de dorso	2,08±0,23	2,41±0,10	2,46±0,15	2,28±0,03	0,0982	10,30
Filé de lombo	3,93±0,69	4,44±0,18	5,07±0,45	5,05±0,43	0,0046*	13,23
Filé-mignon	1,49±0,01	1,54±0,04	1,51±0,01	1,47±0,03	0,8876	11,09
Coxas	4,55±0,53	4,95±0,13	5,27±0,19	5,57±0,49	0,0068*	9,95
Rendimentos partes secundárias (%)						
Iscas	0,84±0,40	1,15±0,09	1,48±0,24	1,50±0,26	<0,0001*	17,24
Aparas	2,38±0,19	2,63±0,06	2,68±0,11	2,59±0,02	0,3101	12,28
Toalete	0,70±0,08	0,60±0,01	0,65±0,03	0,49±0,03	0,4774	14,64
Carne E.O. ³	13,54±0,83	14,37±0,01	14,75±0,38	14,85±0,46	0,1292	7,52
Gordura	0,61±0,08	0,52±0,01	0,46±0,07	0,54±0,01	0,0853	10,14

¹ Médias ± desvio padrão; ² C.V., Coeficiente de variação; ³ Carne E.O., Carne entremeada aos ossos,

*Equações de regressão constam na Figura 1.

Observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$), entre as diferentes categorias de peso, para o peso vivo, o rendimento de carcaça e os rendimentos do filé cauda, filé de lombo, coxas e iscas (Tabela 1). Os gráficos e as equações de regressão mostram que tanto o peso vivo, quanto estes rendimentos de carcaça, alguns cortes comerciais e partes secundárias que aumentaram de acordo com o aumento do peso nas categorias de peso avaliadas (Figura 1).

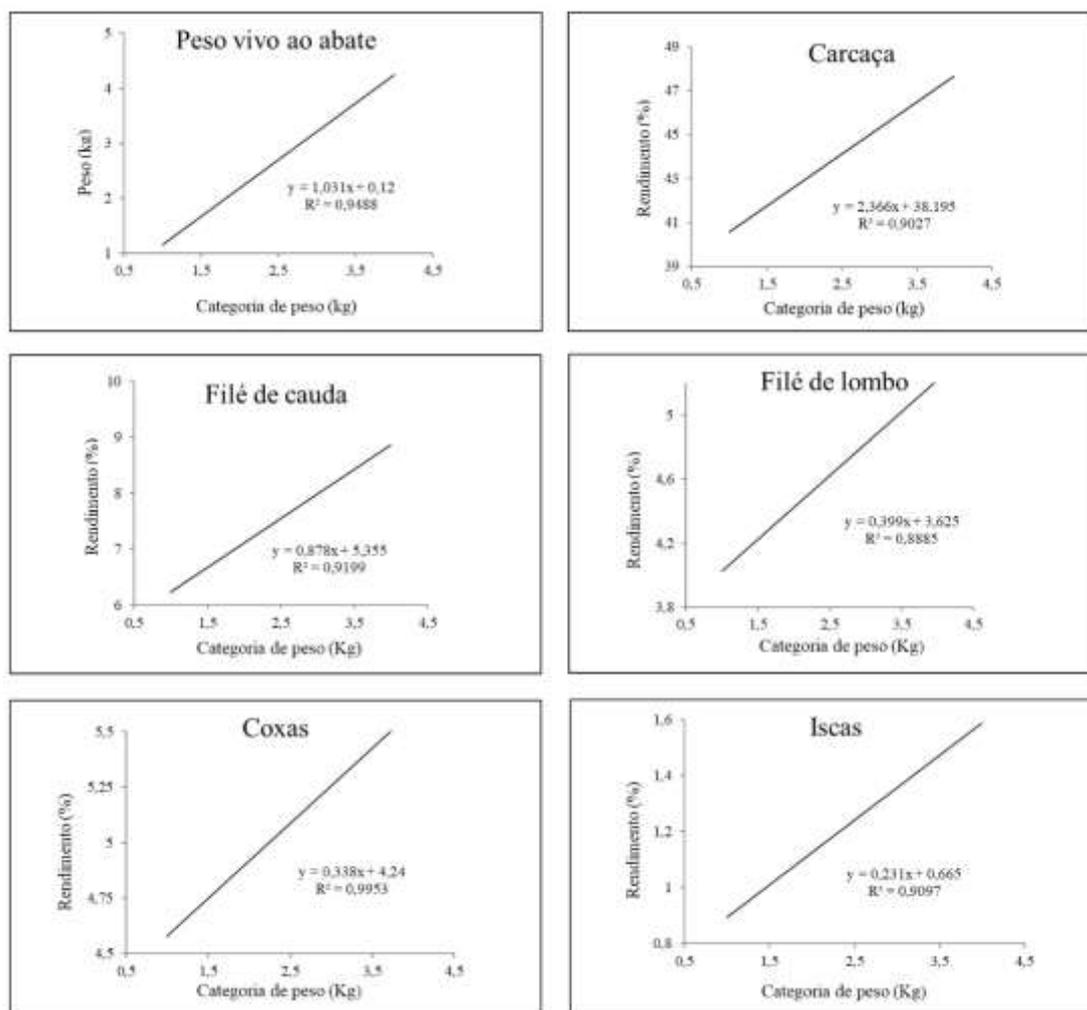


Figura 1. Gráficos e equações de regressão do peso vivo, rendimentos de carça, filé de cauda, filé de lombo, coxas e iscas de jacaré-do-Pantanal, diferindo significativamente em relação as diferentes categorias de peso ao abate avaliadas.

Em relação a composição centesimal e ao valor calórico dos cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal não houve efeito de interação ($p < 0,05$), entre o tipo de corte e a categoria de peso avaliada. As médias dos nutrientes avaliados foram, 74,14% para umidade, 23,65% para proteína bruta, 0,36% para lipídios totais e 0,79% para matéria mineral e para o valor calórico médio 97,87 kcal/100g (Tabela 2).

Tabela 2. Umidade (UM), proteína bruta (PB), lipídios totais (LT), matéria mineral (MM) e valor calórico (VC) de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal em função do peso vivo.

Cortes Comerciais		UM (%)	PB (%)	LT (%)	MM (%)	VC (kcal/100g)
Peso 1 (<1,5 kg)	Filé de cauda	72,72±1,42	23,58±0,07	0,48±0,12	0,60±0,19	98,61±104
	Filé de dorso	72,29±1,85	23,79±0,14	0,40±0,04	0,86±0,07	98,75±0,88
	Filé de lombo	72,32±1,82	23,36±0,29	0,25±0,11	1,02±0,23	95,70±2,17
	Filé-mignon	73,17±0,97	23,08±0,57	0,34±0,02	0,73±0,06	95,45±2,42
	Coxas	73,05±1,09	24,26±0,61	0,34±0,02	0,83±0,04	100,10±2,23
Peso 2 (1,501 a 2,5 kg)	Filé de cauda	75,88±1,74	23,68±0,03	0,47±0,11	0,58±0,21	98,42±0,55
	Filé de dorso	76,10±1,96	23,33±0,32	0,43±0,07	0,85±0,06	97,21±0,66
	Filé de lombo	73,14±1,00	23,67±0,02	0,25±0,11	1,00±0,21	96,92±0,95
	Filé-mignon	74,66±0,52	23,11±0,54	0,33±0,03	0,75±0,04	95,42±2,45
	Coxas	78,88±4,74	24,03±0,38	0,34±0,02	0,83±0,04	99,20±0,33
Peso 3 (2,501 a 3,5 kg)	Filé de cauda	73,95±0,19	24,21±0,56	0,52±0,16	0,55±0,24	101,50±3,63
	Filé de dorso	76,56±2,42	23,35±0,30	0,41±0,05	0,85±0,06	97,13±0,74
	Filé de lombo	73,07±1,07	23,72±0,07	0,26±0,10	0,99±0,20	97,24±0,64
	Filé-mignon	73,90±0,24	23,75±0,10	0,33±0,03	0,72±0,07	97,95±0,08
	Coxas	73,71±0,43	24,49±0,84	0,32±0,04	0,84±0,05	96,87±1,00
Peso 4 (>3,501 kg)	Filé de cauda	73,40±0,74	23,92±0,27	0,51±0,15	0,51±0,28	100,26±2,39
	Filé de dorso	73,70±0,44	23,68±0,03	0,40±0,04	0,84±0,05	98,30±0,43
	Filé de lombo	74,13±0,01	23,53±0,12	0,26±0,10	0,98±0,19	96,50±1,37
	Filé-mignon	74,08±0,06	23,56±0,09	0,32±0,04	0,71±0,08	97,15±0,72
	Coxas	74,07±0,07	23,80±0,15	0,33±0,03	0,84±0,05	98,18±0,31
Efeitos principais						
Peso (kg)	1 (<1,5)	72,71±1,43 ^{cl}	23,61±0,04	0,36±0,01	0,81±0,02	97,72±0,15
	2 (1,501 a 2,5)	75,73±1,59 ^a	23,57±0,08	0,36±0,01	0,80±0,01	97,55±0,32
	3 (2,501 a 3,5)	74,24±0,10 ^{ab}	23,71±0,06	0,37±0,02	0,79±0,01	98,14±0,27
	4 (>3,501)	73,88±0,26 ^b	23,70±0,05	0,36±0,01	0,78±0,02	98,08±0,21
Corte	Filé de cauda	73,99±0,15	23,85±0,20	0,49±0,13 ^a	0,56±0,23 ^d	99,84±1,97 ^a
	Filé de dorso	74,66±0,52	23,54±0,11	0,41±0,05 ^{ab}	0,85±0,05 ^b	97,85±0,02 ^{ab}
	Filé de lombo	73,17±0,97	23,57±0,08	0,25±0,11 ^c	1,00±0,21 ^a	96,59±1,58 ^b
	Filé-mignon	74,95±0,19	23,38±0,27	0,33±0,03 ^b	0,73±0,06 ^c	96,49±1,08 ^b
	Coxas	74,93±0,79	23,90±0,25	0,33±0,03 ^b	0,83±0,04 ^b	98,59±0,72 ^{ab}
Probabilidades						
Peso (P)		0,0003	0,9207	0,9681	0,2727	0,9065
Corte comercial (C)		0,1261	0,2575	<0,0001	<0,0001	0,0128
Interação (PxC)		0,1423	0,7990	0,8076	0,9518	0,7590
V.C. ² (%)		2,33	2,73	8,98	6,08	2,61

¹Médias ± desvio padrão seguidas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²V.C., Coeficiente de variação.

Ao avaliar isoladamente o efeito das diferentes categorias de peso ao abate, observa-se na Tabela 2 que apenas houve diferenças significativas para o teor de umidade ($p < 0,05$). Com o aumento do peso vivo, houve aumento no teor de umidade nos diferentes cortes comerciais, porém, quando atingido o peso vivo de 2,74 kg ocorreu a redução no teor de umidade (Figura 2).

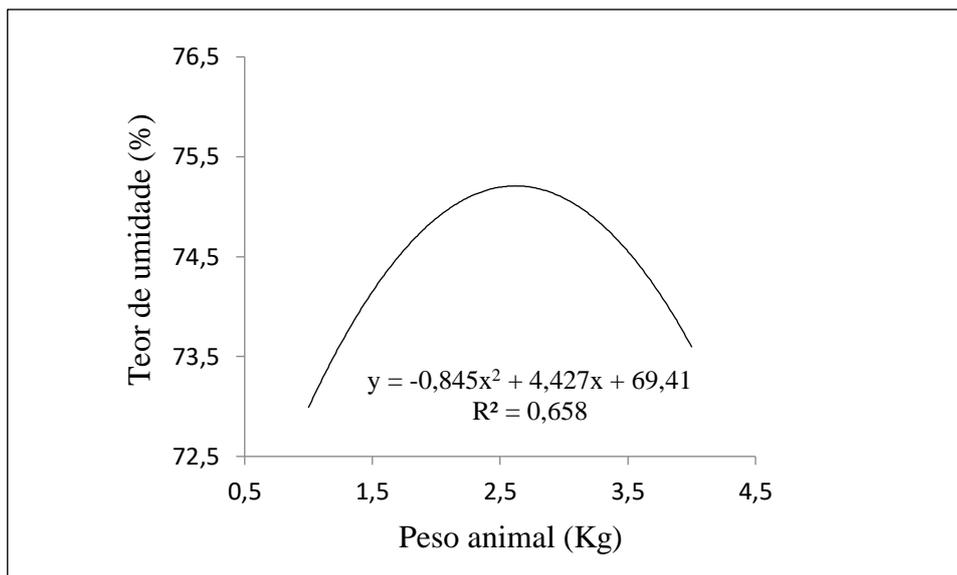


Figura 2. Gráfico e equação de regressão da umidade, diferindo significativamente em relação as diferentes categorias de peso ao abate avaliadas.

Avaliando isoladamente os diferentes cortes comerciais, observa-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os teores de lipídios totais, matéria mineral e consequentemente valor calórico. Dos quais o filé de cauda apresentou o maior teor para lipídios totais (0,49%) e o menor teor para matéria mineral (0,56%), já para o filé de lombo obteve-se o inverso, com menor valor para o teor de lipídios totais (0,25%) e maior valor para o teor de matéria mineral 1,00% (Tabela 2).

O filé de cauda apresentou o maior valor calórico (99,84 kcal/100g), diferindo apenas do filé de lombo com 96,59 kcal/100g e mignon com 96,49 kcal/100g (Tabela 2).

Dentre os AGS, o ácido palmítico foi o que apresentou a maior concentração, variando de 20,32 a 23,32% nos diferentes cortes, já entre os AGI foi o ácido oleico, com concentrações variando de 32,19 a 39,72% entre os diferentes cortes comerciais (Tabela 3).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal.

Perfil de ácidos graxos (%)	Cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal				
	Filé de cauda	Filé de dorso	Filé de lombo	Filé mignon	Coxas
Ácidos graxos saturados					
Ácido Mirístico/ C14:0	2,65	2,79	2,52	2,71	3,21
Ácido Pentadecílico/ C15:0	1,43	1,66	1,74	1,47	1,45
Ácido Palmítico/ C16:0	21,08	20,32	23,31	23,32	23,21
Ácido Margárico/ C17:0	0,33	0,29	0,43	0,31	0,27
Ácido Esteárico/ C18:0	12,62	16,22	16,53	13,22	15,32
Ácido Behênico/ C22:0	0,12	0,09	0,10	0,11	0,13
Ácidos graxos insaturados					
Ácido Palmitoleico/ C16:1 ω 7	2,94	2,52	3,84	1,82	2,10
Ácido Cis-10-heptadecenóico/ C17:1	0,33	0,36	0,33	0,48	0,34
Ácido Oleico/ C18:1 ω 9	32,19	39,72	39,56	34,87	38,68
Ácido Vacênico/ C18:1 ω 7	0,26	0,24	0,25	0,21	0,31
Ácido Gondóico/ C20:1 ω 9	4,32	3,86	3,44	5,44	3,65
Ácido Alfa Linolênico/ C18:3 ω 3	0,48	0,45	0,43	0,44	0,45
Ácido Linoleico/ C18:2 ω 6	7,05	7,38	7,39	9,73	8,35
Ácido Gama Linolênico GLA/ C18:3 ω 6	0,49	0,51	0,42	0,45	0,54
Ácido Linoleico conjugado CLA/ C18:2 ω 6	0,19	0,18	0,22	0,21	0,15
Ácido Araquidônico/ C20:4 ω 6	0,28	0,43	0,28	0,42	0,41
Ácidos graxos saturados (AGS)	38,23	41,37	44,63	41,14	43,59
Ácidos graxos insaturados (AGI)	48,53	55,65	56,16	54,07	54,98
Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)	40,04	46,70	47,42	42,82	45,08
Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI)	8,49	8,95	8,74	11,25	9,90
Ômega 3 (ω 3)	0,48	0,45	0,43	0,44	0,45
Ômega 6 (ω 6)	8,01	8,50	8,31	10,81	9,45
Ômega 9 (ω 9)	36,51	43,58	43,00	40,31	42,33
Relação ômega 6/ômega 3 (ω 6/ ω 3)	16,69	18,89	19,32	24,56	21,00
Relação AGPI/AGS	0,22	0,22	0,20	0,27	0,22

A avaliação instrumental da cor dos cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal aponta que não houve efeito de interação ($p < 0,05$) entre os cortes e as diferentes categorias de peso vivo. Também não houve diferenças significativas entre as categorias de peso vivo, quando avaliadas isoladamente, sem a interferência de cada tipo de corte comercial, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4. Luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*) de diferentes cortes comerciais de jacaré-do-Pantanal em função do peso vivo.

Cortes comerciais		L^*	a^*	b^*
Peso 1 (<1,5 kg)	Filé de cauda	65,07±6,32	- 0,21±1,34	0,65±1,20
	Filé de dorso	57,37±5,38	1,71±0,16	3,09±1,24
	Filé de lombo	54,42±4,33	1,16±0,39	1,71±0,14
	Filé-mignon	63,03±4,28	- 0,24±1,31	0,74±1,11
	Coxas	55,14±4,61	4,62±3,07	3,15±1,30
Peso 2 (1,501 a 2,5 kg)	Filé de cauda	63,99±6,32	- 0,20±1,35	0,68±1,17
	Filé de dorso	57,21±1,54	1,63±0,08	3,04±1,19
	Filé de lombo	54,49±4,26	1,14±0,41	1,65±0,20
	Filé-mignon	63,42±4,67	- 0,18±1,37	0,70±1,15
	Coxas	54,90±3,85	4,47±2,92	3,22±1,37
Peso 3 (2,501 a 3,5 kg)	Filé de cauda	62,42±3,67	- 0,19±1,36	0,70±1,15
	Filé de dorso	57,11±1,64	1,57±0,02	3,05±1,20
	Filé de lombo	54,68±4,07	1,32±0,23	1,60±0,25
	Filé-mignon	63,03±4,28	- 0,21±1,34	0,73±1,12
	Coxas	55,33±3,42	4,62±3,07	3,31±1,46
Peso 4 (>3,501 kg)	Filé de cauda	63,36±4,61	- 0,18±1,37	0,60±1,25
	Filé de dorso	57,16±1,59	1,53±0,02	3,02±1,17
	Filé de lombo	54,64±4,11	1,27±0,28	1,63±0,22
	Filé-mignon	63,14±4,39	- 0,20±1,35	0,69±1,16
	Coxas	55,18±3,57	4,48±2,93	3,08±1,23
Efeitos principais				
Peso (kg)	1 (<1,5)	59,00±0,25	1,59±0,04	1,86±0,02
	2 (1,501 a 2,5)	58,80±0,15	1,52±0,03	1,85±0,01
	3 (2,501 a 3,5)	58,51±0,24	1,58±0,03	1,88±0,03
	4 (>3,501)	56,70±2,05	1,53±0,02	1,80±0,05
Corte	Filé de cauda	63,71±4,96 ^{a1}	- 0,19±1,36 ^c	0,65±1,20 ^b
	Filé de dorso	57,21±1,54 ^b	1,61±0,06 ^b	3,05±1,20 ^a
	Filé de lombo	54,56±4,19 ^b	1,22±0,33 ^b	1,65±0,20 ^{ab}
	Filé-mignon	63,16±4,41 ^a	- 0,21±1,34 ^c	0,71±1,14 ^b
	Coxas	55,13±5,62 ^b	4,54±2,99 ^a	3,19±1,34 ^a
Probabilidades				
Peso (P)		0,9750	0,9880	0,9985
Corte comercial (C)		<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interação (Px C)		0,0959	0,1201	0,1998
V.C. ² (%)		5,06	8,68	9,16

¹Médias ± desvio padrão seguidas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²V.C., Coeficiente de variação.

Quando se avalia os cortes comerciais separadamente, observa-se que há diferenças significativas, para os três parâmetros avaliados, sendo que para a luminosidade (L^*) os filés de cauda e mignon apresentaram os maiores valores, 63,71 e 63,16, respectivamente. Enquanto, para as intensidades das cores vermelha (a^*) e amarela (b^*), as coxas obtiveram os maiores valores, 4,54 e 3,19, respectivamente.

Discussão

Os rendimentos de carcaça e principalmente dos cortes comerciais são os itens de maior valor econômico dentro de uma unidade beneficiadora, em outras espécies animais como os peixes, por exemplo, o rendimento do corte comercial é influenciado por aspectos como a espécie animal, o formato anatômico, peso corporal, sexo, composição corporal, grau de mecanização da indústria, destreza do operador, dentre outros (Pinheiro *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2009).

Em se tratando de carne de jacaré o filé de cauda é o corte de maior valor comercial, a variação no rendimento deste corte pode estar relacionada a diversos fatores, sendo a padronização do corte um deles (Kluczkovski Junior *et al.*, 2015). Fernandes *et al.* (2017) avaliando os rendimentos de filé de cauda de jacaré-do-Pantanal obtiveram os valores de 15,9% de rendimento para machos e 17,0% de rendimento para fêmeas, isto em animais com peso vivo ao abate médio de 3,53kg. Já no presente estudo os animais que se encaixam na mesma faixa de peso apresentaram rendimento de filé de cauda inferior, 8,55%, isto ocorreu justamente pela falta de padronização deste corte, já que nas unidades de processamento, o filé de cauda pode ser obtido dos músculos caudofemoral longo, ilioisquiocaudal, longuíssimo caudal, semiespinhal caudal, ou da junção de alguns deles (Figueiredo *et al.*, 2015).

Ao observar animais da categoria de peso 4, animais com pesos vivos ao abate maiores que 3,501kg, os outros cortes comerciais de filé de lombo, filé de dorso e coxas apresentaram rendimentos médios de 5,05, 2,28 e 5,57%, respectivamente. Segundo Fernandes *et al.* (2017) para animais com pesos vivos ao abate, similares aos deste experimento, os rendimentos de filé de lombo, filé de dorso e as coxas foram de 5,2%, 4,8% e 5,2% para animais machos e 5,4%, 4,7% e 5,3% para animais fêmeas, respectivamente. Essa variação pode estar associada a posição de obtenção dos cortes, bem como a destreza do operador ao realizar a desossa.

Segundo Vicente Neto *et al.* (2007) animais mais jovens apresentam valores de umidade maiores do que animais mais velhos, pois ao avaliarem a composição química de filé de cauda e dorso de jacarés-do-Pantanal, os autores obtiveram os valores de 76,75% para o teor de umidade de animais com 14 meses e 74,48% para o teor de umidade de animais com 26 meses. Contudo, no presente estudo houve variação no teor de

umidade nos cortes de jacaré em função da categoria de peso ao abate avaliada. Porém, esta variação teve comportamento quadrático, fato este explicado pela avaliação ser em relação ao peso vivo ao abate dos animais e não a idade de abate, os animais avaliados eram provenientes de coletas de ovos na natureza e havia grande variabilidade genética em relação ao tamanho dos animais, não estando necessariamente atrelada a idade, o que acontece em animais de produção.

Os cortes comerciais apresentaram diferenças para os teores de lipídios totais e cinzas. Entretanto, não apresentaram diferenças para o teor proteico, com um teor médio de 23,65%. Rodrigues *et al.* (2007) também não encontraram diferenças entre os teores de proteína bruta para os cortes comerciais filé de dorso, filé de cauda, filé de lombo e membros, cujos teores variam de 23,57 a 24,37%. Moody *et al.* (1980) reportaram valores variando de 21,1 a 22,3% de proteína bruta em jacaré americano selvagem (*Alligator mississippiensis*) em quatro diferentes cortes, filé de cauda, coxas, filé de dorso e filé de lombo.

Fernandes *et al.* (2017), comparando cortes, também encontraram quantidade de lipídios totais mais elevada no corte de filé de cauda (2,1%), do que no corte de filé de dorso (0,6%). Todavia, os resultados do presente estudo são bem inferiores aos relatados por Fernandes *et al.* (2017). Já Rodrigues *et al.* (2007) relatam valores para o teor de gordura de 0,54% para o filé de cauda, 0,40% para o filé de dorso, 0,29% para o filé de lombo e 0,34% para os membros. Justificando o maior teor de lipídios no filé de cauda, segundo Vicente Neto *et al.* (2006), os jacarés armazenam gordura na cauda, para ser utilizado provavelmente quando houver menor oferta alimentar. Os mesmos autores também relataram que os músculos da cauda exercem maior atividade física pela locomoção, em especial quando estão dentro da água, necessitando de maior reserva energética. Fernandes *et al.* (2017) também mencionaram que as fêmeas apresentam maiores teores lipídicos no filé de cauda (2,4%) em relação aos dos machos (1,7%), já que as fêmeas por questões reprodutivas tendem a acumular mais lipídios em sua constituição corporal.

O teor de matéria mineral se apresentou mais elevado para o filé de lombo com um valor de 1,00%, seguido pelo filé de dorso (0,85%) e coxa (0,83%), já o filé de cauda apresentou o menor teor (0,56%). Estes resultados corroboram com os encontrados por Rodrigues *et al.* (2007), com valores de 0,99% para o filé de lombo, 0,82% para o filé de

dorso e coxas e 0,58% para o filé de cauda. Vicente Neto *et al.* (2007) também relataram diferença no teor de matéria mineral, entre os filés de cauda e dorso, com médias de 0,75 e 0,91%, respectivamente. Romanelli *et al.* (2002) relataram a média de 1,02% para o teor de matéria mineral na carne de jacaré.

Em relação ao perfil de ácidos graxos o ácido oleico (C18:1) foi o que se apresentou em maiores quantidades para todos os cortes, variando de 32,19% no filé de cauda a até 39,72% no filé de dorso (Tabela 3). Estudos comprovam que dietas ricas neste AGMI estão associadas a diminuição nos riscos de doença cardíaca coronária, obesidade, diabetes tipo II e hipertensão. O ácido oleico (C18:1) pode atuar ainda, como protetor contra o acidente vascular cerebral, declínio cognitivo relacionado à idade e doença de Alzheimer (Samieri *et al.*, 2011; Lopez-Miranda *et al.*, 2010).

Assim como, no presente estudo, Simoncini *et al.* (2019) identificaram na carne do *Caiman latirostris*, em maiores concentrações, o ácido palmítico (C16:0), 20,68% dentre os AGS e o ácido oleico (C18:1), 29,95%, dentre os AGI. Entretanto, os mesmos autores também identificaram teor de 28,13% de ácido linoleico (C18:2) no perfil lipídico, já na carne do jacaré-do-Pantanal o teor deste AGPI variou de 7,05 a 9,73%, sendo inferior ao encontrado por Simoncini *et al.* (2019). Vicente- Neto *et al.* (2010) encontraram os valores de 25,85% de ácido oleico (C18:1) e 12,74% de ácido linoleico (C18:2), enquanto Canto *et al.* (2015) 26,32% de ácido oleico (C18:1) e 12,74% de ácido linoleico (C18:2), ambos em carne de jacaré-do-Pantanal, deixando claro que as diferentes quantidades destes AGI são influenciadas com a espécie de jacaré.

Quanto a quantidade de AGPI, sabe-se que é indicado a ingestão de dietas com maiores teores de AGPI em relação aos AGS (Wyness *et al.*, 2011; Margină *et al.*, 2020). A carne de jacaré-do-Pantanal apresentou quantidade variando de 8,49 a 11,25% de AGPI nos diferentes cortes, teores esses, inferiores aos obtidos por Canto *et al.* (2015), 29,43%, e Vicente- Neto *et al.* (2010), 27,33%, isto ocorreu pelos teores do AGPI araquidônico (C20:4) que foi maior, fazendo com que o teor total dos AGPI no perfil lipídico aumentasse nos trabalhos citados. Logo a relação AGPI/AGS também foi menor no presente trabalho, 0,20 a 0,27, quando comparado com os estudos citados, 1,06 e 0,43, respectivamente (Canto *et al.*, 2015; Vicente- Neto *et al.*, 2010). Segundo as diretrizes nutricionais gerais do Departamento de Saúde (1994) do Reino Unido, a proporção desses ácidos graxos nos alimentos deve ser de pelo menos 0,4, que é a ingestão balanceada

sugerida para uma dieta saudável (Wood *et al.*, 2004; Wyness *et al.*, 2011), como a carne de jacaré-do-Pantanal apresentou relação inferior a proporção mínima, recomenda-se o fornecimento destes ácidos graxos na dieta dos animais a fim de aumentar a concentração de AGPI na carne, o que já foi realizado em outras espécies de pescado (Aysi *et al.*, 2017; Sobczak *et al.*, 2020).

As médias de luminosidade obtiveram resultados que variaram de 54,42 a 65,07 (Tabela 4), enquanto os valores observados por Rodrigues *et al.* (2007) foram de 54,01 para filé de lombo, 54,02 para o filé de dorso, 55,48 para o filé de cauda e 56,02 para os membros de jacaré-do-Pantanal. Em outras espécies de produção são relatadas para a luminosidade valores de 28,92 para bovinos (Pitombo *et al.*, 2013), de 22,05 a 23,8 para ovinos (Costa *et al.*, 2011), de 42,40 a 48,16 para frangos (Souza *et al.*, 2012) e 61,70 para tilápias (Souza *et al.*, 2005), sendo assim, conforme estes resultados, a carne de jacaré-do-Pantanal pode ser classificada como uma carne de luminosidade elevada, e é mais próximo das médias encontradas para carnes brancas.

As coxas apresentaram média mais elevada para a intensidade da cor vermelha (a^*) 4,54, seguida pelos filés de dorso e lombo, com médias de 1,61 e 1,22, respectivamente. Já os filés de cauda e mignon apresentaram as menores médias (-0,19 e -0,21). Rodrigues *et al.* (2007) também relataram médias maiores para a intensidade da cor vermelha nos membros do jacaré-do-Pantanal com média de 2,38. Os mesmos autores verificaram ainda a média de 1,92 para o filé de dorso e a mesma média para os filés de cauda e lombo (-0,53). Já Fernandes *et al.* (2017) obtiveram médias de 2,0 para coxas e -0,1 para o filé de cauda.

As médias de b^* para as coxas e filé de dorso foram superiores, com valores de 3,19 e 3,05, respectivamente. O filé de lombo apresentou o valor intermediário de 1,65 e os filés de cauda, 0,65, e mignon, 0,71, os menores valores. Estes valores são discrepantes aos obtidos por Rodrigues *et al.* (2007) que para o filé de cauda o valor médio foi de -2,61, e no filé de lombo -1,50 para a intensidade da cor amarela, porém Fernandes *et al.* (2017) obtiveram médias de 6,3 para o filé de cauda e 6,1 para as coxas de jacarés-do-Pantanal.

Comparando as intensidades das cores vermelha e amarela (a^* e b^*) da carne de jacaré-do-Pantanal com outras espécies, observa-se que em bovinos são relatados médias

de 22,55 para a* e 13,33 para b* (Pitombo *et al.*, 2013), em ovinos de 8,6 a 8,9 para a* e de 20,9 a 21,4 para b* (Costa *et al.*, 2011), enquanto em frangos os valores médios são de 4,14 a 18,83 para a* e de 8,57 a 9,93 para b* (Souza *et al.* (2012) e para tilápia de -0,39 a -0,62 para a* e de 4,91 a 9,10 para b* (Rebouças *et al.*, 2017). Por conseguinte, considerando esses dados, pode-se classificar a carne de jacaré-do-Pantanal como uma carne com baixos teores de vermelho e amarelo, tendo uma cor mais equivalente a de outro pescado como a tilápia, por exemplo, sendo classificada como uma carne clara (branca).

Conclusão

Conclui-se que as diferentes categorias de peso ao abate avaliadas não interferem na cor da carne e nos teores de proteína bruta, lipídios totais e matéria mineral. Pois, estes aspectos são interferidos apenas pelos diferentes cortes comerciais realizados nesta espécie animal. Entretanto, os rendimentos dos cortes são influenciados pelas categorias de peso vivo ao abate, indicando que animais com mais de 3,501 kg são os mais indicados para o abate, além disso, o filé de cauda é o corte comercial de maior rendimento no processamento, rendendo em média 8,55% em animais com peso vivo ao abate maior de 3,501 kg.

Com relação ao perfil de ácidos graxos, os ácidos palmítico e oleico apareceram em maiores concentrações variando de 20,32 a 23,32% e de 32,19 a 39,72% nos diferentes cortes comerciais, respectivamente. Ademais, a carne de jacaré-do-Pantanal é um produto com qualidade nutricional e indicada para o consumo humano.

Referências

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2005). Official methods of analyses of the association of analytical chemists (18th ed.). Gaithersburg, US.

Ayisi, CL, Zhao, J. & Rupia, EJ (2017). Growth performance, feed utilization, body and fatty acid composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing elevated levels of palm oil. *Aquaculture and Fisheries*, 2(2), 67–77. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2017.02.001>

Bligh, EG & Dyer, WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry*, 37, 911-17.

Brazaitis, P., Yamashita, C. & Rebêlo, GHA (1990). Summary report of the CITES central South American caiman study: phase I: Brazil. In: Working meeting of crocodile specialist group, 9, Gland. Proceedings... Gland: The World Conservation Union, 100-115.

Canto, ACVCS, Costa-Lima, BRC, Suman, SP, Monteiro, MLG, Marsico, ET, Conte-Junior, CA & Silva, TJP (2015). Fatty acid profile and bacteriological quality of caiman meat subjected to high hydrostatic pressure. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 872–877. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.003>

Costa, RG, Santos, NM, Sousa, WH, Queiroga, RCRE, Azevedo, OS & Cartaxo, FQ (2011). Physical and sensorial quality of lamb meat of three different genotypes fed diets formulated with two roughage:concentrate ratios. *Revista Brasileira Zootecnia*, 40(8), 1781-1787. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800023>

CSG - Crocodile Specialist Group (1999). *Crocodiles: An Action Plan for Their Conservation*. 2. ed. Gland, Switzerland: IUCN, pp. 136.

Fernandes, VRT, Souza, MLR, Gasparino, E., Coutinho, ME, Visentainer, JV, Bérnago, ASB & Goes, ESR (2017). Commercial cuts of Pantanal caiman meat according to sex. *Ciência Rural*, 47(02), e20160195. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160195>

Figueiredo, SIS, Araújo, EG, Araújo, LBM & Ferraz, RHS (2015). Bone and muscular bases of commercial cuts from the Yacare Caiman (*Caiman yacare*, Daudin 1802) tail. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(3), 909-917. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-7787>

Hartman, L & Lago, RCA (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Laboratory Practice*, 22(6), 475-476.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2015). Estimativas dos cultivos de Quelônios e Crocodilianos.

Lopez-Miranda, J., Perez-Jimenez, F., Ros, H., (2010). Olive oil and health: summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaen and Cordoba

(Spain) 2008. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 20, 284 –294. Retrieved from doi: 10.1016/j.numecd.2009.12.007

Margină, D., Ungurianu, A., Purdel, C., Nitulescu, GM, Tsoukalas, D., Sarandi, E. & Tsatsakis, AM (2020). Analysis of the intricate effects of polyunsaturated fatty acids and polyphenols on inflammatory pathways in health and disease. *Food and Chemical Toxicology*, 143, 111558. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111558>

Moody, M., Coreil, PD & Rutledge, JE (1980). Alligator meat: yields, quality studied. *Louisiana Agriculture*, 24(1), 14-15.

Nogueira, WV, Dias, MIS, Hurtado, FB & Pontuschka, RB (2019). Exploração de crocodilianos no Brasil: sistemas de produção e recursos humanos. *Bioenergia em revista: diálogos*, 9(1), 9-32.

Pinheiro, LMS, Martins, RT, Pinheiro, LAS, & Pinheiro, LEL (2006). Rendimento industrial de filetagem da tilápia tailandesa (*Oreochromis spp.*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58(2), 257-262. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352006000200015>

Pitombo, RS, Souza, DDN, Ramalho, ROS, Figueiredo, ABA, Rodrigues, VC, Freitas, DDGC & Ferreira, JCS (2013). Quality of meat from super-young cattle finished in feedlot. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia* 65(4), 1203-1207. 2013. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000400036>

Rebouças, OS, Figueiredo, JPV, Mesquita, CN, Santos Júnior, J., Assis, APP, Campêlo, MCS, Silva, JBA & Lima, PO (2017). Physical and sensory quality of tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in freshwater and saltwater environments. *Boletim de Indústria Animal* 74(2), 116-121. Retrieved from <https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p116>

Rodrigues, EC, Bressan, MC, Vicente Neto, JC, Vieira, JO, Faria, PB, Ferrão, SPB & Andrade, PL (2007). Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*). *Revista Ciência e Agrotecnologia*. 31(2), 448-455. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200027>

Romanelli, PF, Caseri, R. & Lopes Filho, JF (2002). Processamento da carne do jacaré-do-Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 70-75. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000100013>

Samieri, C., Feart, C., Proust-Lima, C., Peuchant, E., Tzourio, C., Stapf, C. & Barberger-Gateau, P (2011). Olive oil consumption, plasma oleic acid, and stroke incidence: The Three-City Study. *Neurology*, 77(5), 418–425. Retrieved from doi:10.1212/wnl.0b013e318220abeburl to share this paper:

SAS. Institute, Cary, USA (2000). SAS/STAT User's guide, version 6. (4.ed.), Cary. v.1. pp.943.

Silva, DJ & Queiroz, AC (2002). *Análise De Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos*, Viçosa, Universidade Federal De Viçosa, (Ed. 3), pp. 235.

Silva, FVE, Sarmiento, NLA, Vieira, JS, Tessitore, AJA, Oliveira, LLS & Saraiva, EP (2009). Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias do Nilo em diferentes faixas de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(8), 1407-1412. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800003>

Simoncini, MS, Lábaque, MC, Perlo, F, Fernandez, ME, Leiva, PML, Paez, AR & Piña, CI (2019). *Caiman latirostris*: meat characterization: Evaluation of the nutritional, physical and chemical properties of meat from sustainable ranching program in Argentina. *Aquaculture*, 734570. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734570>

Sobczaka M., Panicza, R., Eljasika, P., Sadowski, J., Tórz, A., Żochowska-Kujawska, J., Barbosac, V., Domingues, V., Marques, A & Dias, J (2020). Quality improvement of common carp (*Cyprinus carpio L.*) meat fortified with n-3 PUFA. *Food and Chemical Toxicology*, 139, 111261. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111261>

Souci, SW, Fachman, H. & Kraut, E (2000). *Foods Composition and Nutrition Tables*. Medpharm Scientific Publishers, (Ed. 6).

Souza, XR, FariaI, PB & Bressan, MC (2012). Quality meat in chicken country slaughter different ages. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64(2), 479-487. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200031>

Souza, MLR, Macedo-Viegas, EM, Sobral, PJA & Kronka, SN (2005). Efeito do peso de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25(1), 51-59. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000100009>

Vicente Neto, J., Bressan, MC, Rodrigues, EC, Kloster, MA & Santana, MTA (2007). Physichist chymistry evaluation of swampland alligator meat (*Caiman yacare Daudin 1802*) of different ages. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5), 1430-1434. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500024>

Vicente-Neto, J., Bressan, MC, Faria, PB, Vieira, JO, Cardoso, MG, Glória, MBA & Gama, LT (2010). Fatty acid profiles in meat from Caiman yacare (*Caiman crocodilus yacare*) raised in the wild or in captivity. *Meat Science* 85(4), 752–758. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.036>

Wood, JD, Richardson, RI, Nute, GR, Fisher, AV, Campo, MM, Kasapidou, E. & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. Retrieved from doi: 10.1016/S0309-1740(03)00022-6

Wyness, L., Weichselbaum, E., O'Connor, A., Williams, E., Benelam, B., Riley, H. & Stanner, S. (2011). Red meat in the diet: an update. *Nutrition Bulletin*, 36, 34–77. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2010.01871.x>

IV- Farinhas elaboradas a partir de resíduos da desossa de jacaré-do-Pantanal para inclusão em produtos alimentícios

(Ciência e Tecnologia de Alimentos)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar farinhas de jacaré-do-Pantanal, elaboradas por diferentes partes de resíduos gerado pela desossa e metodologias, além de avaliá-las quanto ao rendimento de produção, características físico-químicas e microbiológicas. Foram utilizadas as partes dos resíduos da carcaça como um todo, costelas e cauda, e para a obtenção das farinhas no método 1 (material inteiro + cozido) o material foi cozido, prensado, moído, desidratado e triturado, já para a obtenção das farinhas pelo método 2 (material moído + lavagem), o material foi moído, lavado, cozido, prensado, desidratado e triturado. Para a desidratação das farinhas o tempo médio ideal foi de 17h14min, as farinhas elaboradas com os resíduos da cauda, independentemente do método utilizado, apresentaram os maiores teores proteicos, em média 63,21%, e os menores teores de lipídicos em média 4,66%. Com relação ao perfil lipídico o ácido graxo encontrado em maior quantidade, em todos os tratamentos, foi o ácido oleico chegando a 29,49% do total lipídico. Em relação a cor as farinhas elaboradas através do método 2 (material moído +lavado) obtiveram maiores valores de luminosidade, 65,35. Conclui-se que a farinha produzida a partir dos resíduos da cauda pelo método moagem e lavagem é a mais indicada, já que este tipo de resíduo apresentou os maiores teores proteicos, além de menor granulometria e gerar uma farinha mais clara.

Palavras-chave: *Caiman yacare*; carne de jacaré; composição química; desidratação.

Flours made from deboning residues of alligators from the Pantanal for inclusion in food products

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize alligator flour from the Pantanal, prepared by different parts of the waste generated by deboning and methodologies, in addition to evaluating them in terms of production yield, physicochemical and microbiological characteristics. The parts of the carcass residues as a whole, ribs and tail, were used, and to obtain the flour in method 1 (whole material + cooked) the material was cooked, pressed, ground, dehydrated and crushed. By method 2 (ground material + washing), the material was ground, washed, cooked, pressed, dehydrated and crushed. For the dehydration of the flours, the ideal average time was 17h14min. The flours made with tail residues, regardless of the method used, had the highest protein contents, (63.21%), and the lowest lipid contents, (4, 66%), in relation to the lipid profile, the fatty acid found in greater quantity, in all treatments, was oleic acid, reaching up to 29.49% of the total lipid. Regarding the color, the flours made using method 2 (ground material + washed) obtained higher values of luminosity (65.35). It is concluded that the flour produced from tail residues by the grinding and washing method is the most suitable, since this type of residue presented the highest protein contents, in addition to smaller granulometry and generating a lighter flour.

Keywords: alligator meat; *Caiman yacare*; chemical composition; dehydration.

Introdução

A carne fresca de jacaré possui boa aceitação, por fatores como aparência atraente e sabor agradável, o que viabiliza a sua comercialização e elaboração de derivados; ademais é uma ótima fonte de proteína de origem animal para alimentação humana, possuindo alto valor biológico e alta digestibilidade (Romanelli *et al.*, 2003). Rodrigues *et al.* (2007) relataram que o consumo da carne de animais silvestres tem aumentado e que há demanda para a exportação. A carne de jacaré possui um teor de proteína bruta variando de 23,5 a 24,26%, gordura de 0,84 a 1,7%, cinzas de 0,92 a 1,4% e umidade de 71,2 a 74,48% (Fernandes *et al.*, 2017; Vicente Neto *et al.*, 2007). Entretanto, diferentemente dos animais de produção comuns aos consumidores, a caracterização da carne de jacaré ainda é insuficiente, bem como o desenvolvimento de produtos a partir dos resíduos gerados durante a desossa no beneficiamento.

Em outras espécies de animais já foram realizados trabalhos relacionados ao aproveitamento de resíduos gerados pelas desossa e filetagem, sendo o desenvolvimento de farinhas e concentrados proteicos como excelente alternativa para o aproveitamento dos resíduos, com elevada qualidade nutricional e aceitabilidade dos produtos gerados para consumo humano (Rebouças *et al.*, 2012; Souza *et al.*, 2017; Stevanato *et al.*, 2007; Vidal *et al.*, 2011).

Ao aproveitar as carcaças gerados da filetagem da tilápia-do-Nilo, para produção de farinhas para a alimentação humana, pesquisas mostram produtos com teores proteicos variando de 38,4 a 51,13% (Stevanato *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2017). Entretanto, com a modificação da metodologia durante a produção e obtendo o concentrado proteico de tilápia ocorre aumento significativo no teor de proteína bruta, chegando a até 62,39%, o teor de umidade chega a no máximo 1,38% com atividade de água de 0,16, gerando assim, um produto com grande potencial de conservação e vida útil para utilização (Vidal *et al.*, 2011). Em outras espécies de pescado, como o atum, o teor proteico da farinha elaborada a partir de resíduos da sua filetagem chegou a 83,28%, o que deixa evidente o potencial nutricional de farinhas e concentrados proteicos obtidas a partir dos resíduos do beneficiamento do pescado (Souza *et al.*, 2017). Para os resíduos da desossa do jacaré é difícil encontrar pesquisas com aplicabilidade para o uso na alimentação humana, porém, Fernandes *et al.* (2015) desenvolveram e avaliaram diferentes técnicas para obtenção de farinhas com essa finalidade. Os autores constataram que a metodologia utilizada para

obtenção do produto influencia na qualidade nutricional do produto. Farinhas obtidas com o método do cozimento das partes ósseas e depois aplicação de processos de defumação a quente ou com fumaça líquida, divergem em relação aos seus teores de umidade, variando de 3,78 (sem defumação) a 10,97% (fumaça líquida) e proteína com teores de 58,28% e 57,11%, respectivamente, quando analisados esses dois processos descritos pelos autores. Em relação a utilização de diferentes partes ósseas com carne remanescentes da desossa do jacaré, como costelas e caudas, para a obtenção de farinhas de jacaré, até o presente momento não foram encontrados relatos na literatura.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi desenvolver farinhas de jacaré-do-Pantanal, utilizando partes diferentes dos resíduos gerados na desossa, através dos métodos de carcaças inteiras submetidas ao cozimento e carcaças moídas com ciclos de lavagens antes do cozimento, além de avaliá-las quanto ao seu rendimento, características físico-químicas e microbiológicas.

Material e métodos

Foram usadas carcaças de jacarés-do-Pantanal obtidas na empresa Caimasul (Corumbá/MS). A matéria-prima utilizada para a elaboração das farinhas era proveniente da etapa desossa, durante o abate dos animais e era constituída pelos ossos com as carnes entremeadas, sendo utilizada a carcaça como um todo, a região das costelas composta pelas vértebras torácicas, lombares e sacrais, e a região caudal, composta pelas vértebras caudais (Figura 1).

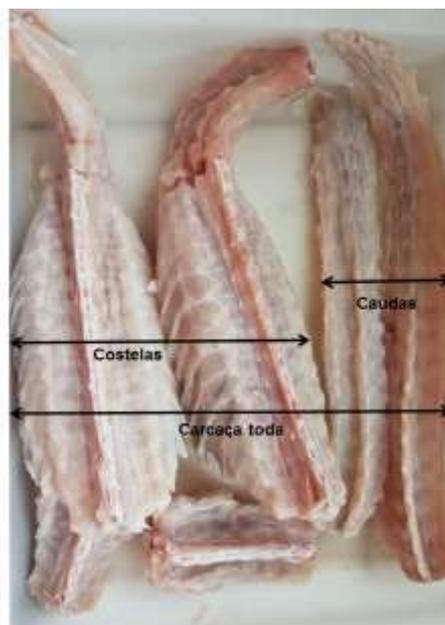


Figura 1. Resíduos de desossa do jacaré-do-Pantanal para a elaboração das farinhas.

Para os dois métodos de obtenção de farinha de jacaré-do-Pantanal utilizaram as carcaças, retirando a medula espinhal. Após o preparo das matérias-primas, utilizou-se 2 kg de carcaça já limpa para cada tratamento, sendo com três repetições cada. Para o processamento das farinhas com resíduos (toda a carcaça, costelas e cauda) inteiras submetidas ao cozimento (método 1), a matéria-prima foi preparada, lavada, pesada, sanitizada com 0,1mg/Kg de peroxitane 1512AL® e submetidas ao cozimento em panela de pressão com antioxidante (0,5 mg/kg de BHT), por 60 minutos (Figura 2).

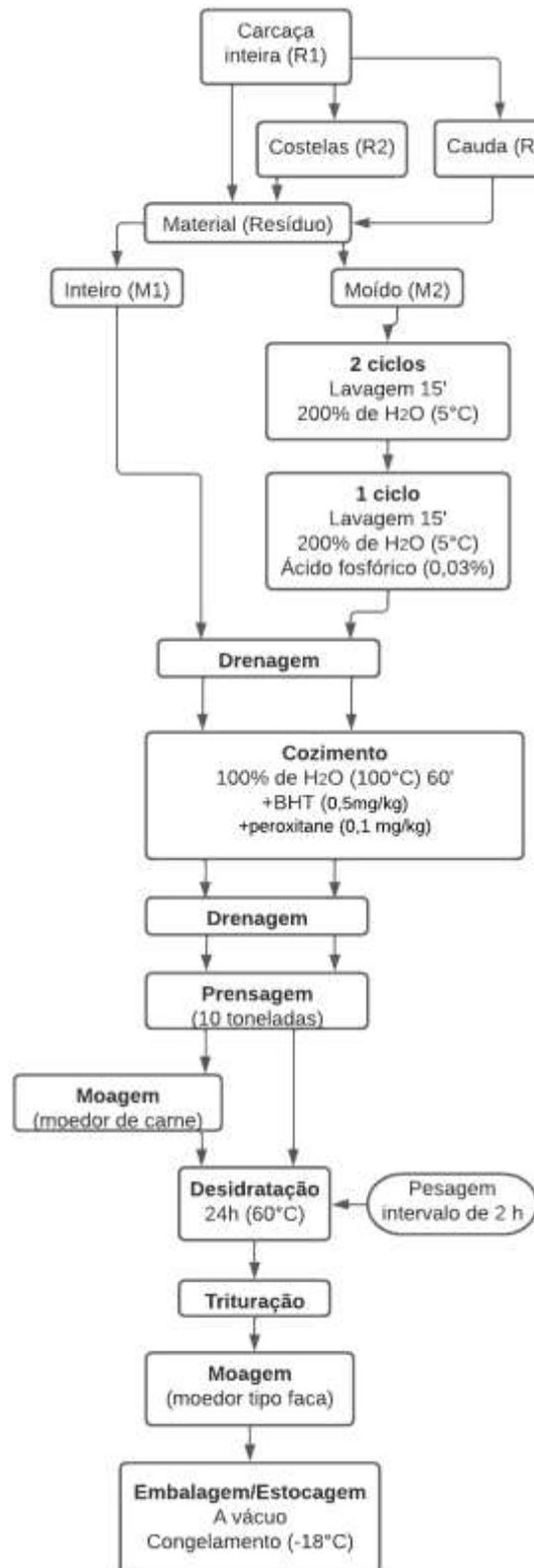


Figura 2. Fluxograma de produção das farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos da desossa.

Na elaboração das farinhas com resíduos (toda a carcaça, costelas e cauda) moídas com ciclos de lavagens antes do cozimento (método 2), o material foi moído em moedor de carne e foram realizados 3 ciclos de lavagens de 15 minutos cada. No primeiro ciclo, foi adicionado 200% de água a 5°C, em relação a massa de matéria-prima, em sacos de tecido algodão e agitado por 15 minutos, em seguida o excesso de água foi esgotado. O segundo ciclo de lavagem foi idêntico ao primeiro. Para o terceiro ciclo de lavagem foram adicionados dentro dos sacos 200% de água a 5°C e 0,03mg/kg de ácido fosfórico, em relação ao peso da matéria-prima e, também agitado por 15 minutos. Realizados todos os ciclos de lavagens, seguidos de drenagem, as massas foram colocadas em um recipiente com 100% de água a 100°C, 0,1mg/kg de peroxitane ®1512AL e 0,5mg/kg de BHT, e cozidas por 60 minutos (Figura 2).

Todas as farinhas foram submetidas a prensagem em prensa hidráulica com capacidade de 10 toneladas, para as retiradas do excesso de água e gordura, e as farinhas elaboradas pelo método 1 (inteiras cozidas), estas foram moídas em moedor de carne, após prensagem.

As massas obtidas dos dois tratamentos foram desidratadas em estufa de secagem de ar forçada a 60°C, durante 24 horas. Durante esse período, foram realizadas pesagens nos intervalos 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas para a determinação do comportamento da perda de umidade e definição do tempo ideal de estufa, para a elaboração da farinha com esse tipo de resíduo de jacaré. Após o produto desidratado foi triturado e novamente moído em moinho tipo faca (Willye – modelo TE-650), por fim, a farinha foi embalada a vácuo e armazenada em freezer -18°C até o momento das análises.

Para os rendimentos das farinhas houve a pesagem nas etapas de recepção das carcaças, e os produtos prontos (farinhas), obtendo assim, os rendimentos (RE) das farinhas, além da comparação da quantidade de matéria-prima necessária para a obtenção de determinada quantidade de farinhas elaboradas pelas diferentes metodologias. Para tal avaliação foi utilizado o cálculo:

$$\text{RE (\%)} = \text{Peso da farinha} \times 100 / \text{peso da matéria-prima bruta.}$$

A análise de composição química foi realizada no LANA - Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá. A metodologia empregada para a determinação dos teores de umidade e cinzas foi a AOAC (2005), sendo todas as

amostras analisadas em triplicada. Já para a proteína bruta utilizou-se o método de semimicro Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002) e extração dos lipídios totais o método Bligh & Dyer (1959).

O valor calórico (VC) foi determinado segundo Souci *et al.* (2000), obtido pela soma da multiplicação do teor de proteína bruta (PB), lipídios totais (LT) e carboidratos (CB) multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4, respectivamente. Seguindo a fórmula:

$$VC \text{ (Kcal/Kg)} = PB \times 4 + LP \times 9 + CB \times 4.$$

O perfil de ácidos graxos foi determinado utilizando aproximadamente 100 mg de lipídios de cada tratamento, o mesmo, foi transmetilado de acordo com o método de Hartman & Lago (1973), usando solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico, em metanol como agente esterificante. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados em cromatógrafo gasoso (Agilent, modelo 7890^a), acoplado a um detector de massas (Agilent 5975C), utilizando uma coluna ZB- Wax Polietileno Glicol (30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,25µm de espessura do filme). O gás de arraste foi o Hélio (He) e o fluxo de injeção foi de 1 ml/min Split 1:10. A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 50°C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220°C a uma taxa de 4°C/min e mantida por 7 minutos. A temperatura do injetor utilizada foi de 250°C. A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os de padrões autênticos (Sigma).

Na medição do pH, foi utilizada amostra homogeneizada de farinha (10 gramas) com água destilada (1:2 amostra/água). O homogeneizado foi submetido aos eletrodos do pHmetro (DM 22, Digimed, São Paulo, Brasil), durante 5 minutos, quando foi procedida a leitura do pH. A atividade de água das amostras de cada tratamento foi determinada, utilizando o aparelho da marca Aw Sprint – Novasina TH-500.

As análises microbiológicas das farinhas foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Microscopia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – UEM, onde foram amostrados 100g de cada tratamento. As análises realizadas foram para o número mais provável (NMP) de *Coliformes* a 35°C e 45°C, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva em unidade formadora de colônia (UFC)/grama e de *Salmonella spp.*, de acordo com APHA (2001). O protocolo microbiológico seguiu os padrões

recomendados pela Resolução RDC nº331, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2019).

A granulometria foi mensurada seguindo o método proposto por Zanotto & Bellaver (1996) para a determinação granulométrica de ingredientes para rações de aves e suínos, sendo determinado o tamanho da partícula de farinha através do diâmetro geométrico médio (DGM).

Para a avaliação da cor das farinhas foi utilizado o colorímetro portátil CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), calibrado com branco padrão antes das leituras. Os resultados foram expressos pelos parâmetros L^* , luminosidade, a^* intensidade da cor vermelha e b^* , intensidade da cor amarela, as determinações de colorimetria seguiram a proposta de Ferreira (1981).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em um esquema fatorial 3x2, sendo três tipos de resíduos da desossa do jacaré-do-Pantanal (R1 = carcaça inteira, R2 = costelas e R3 = cauda) e dois métodos de elaboração (M1 = cozimento carcaça inteira e M2= carcaça moída com ciclos de lavagens), gerando portanto, seis tratamentos: tratamento 1: farinha da carcaça inteira + cozida; tratamento 2: farinha da carcaça moída + lavagens; tratamento 3: farinha de costela inteira + cozida; tratamento 4: farinha de costela moída + lavagens; tratamento 5: farinha de cauda inteira + cozida e tratamento 6: farinha de cauda moída + lavagens.

Os resultados das variáveis analisadas foram apresentados como média \pm desvio padrão para cada tratamento testado. Para comparar os tratamentos foi utilizada ANOVA seguido de teste de comparações múltiplas (Tukey 5%). Para todas as análises foi utilizado o programa SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA (2010). Não foi realizada análise estatística para o perfil de ácidos graxos e microbiológico, sendo apenas para caracterização dos produtos.

Resultados

Na Figura 3 é observado que o comportamento do processo de desidratação das farinhas de jacaré-do-Pantanal apresentou efeito quadrático em todos os tratamentos. A partir das equações de regressão expressas na Figura 3 obtiveram-se os tempos ideais para a desidratação das farinhas, sendo 17h20min para a farinha de carcaça inteira + cozida, 17h32min para a farinha de carcaça moída + lavagens, 17h02min para farinha de costela

inteira + cozida, 17h20min para farinha de costela moída + lavagens, 17h08min para a farinha de cauda inteira + cozida e 17h para a farinha de cauda moída + lavagens.

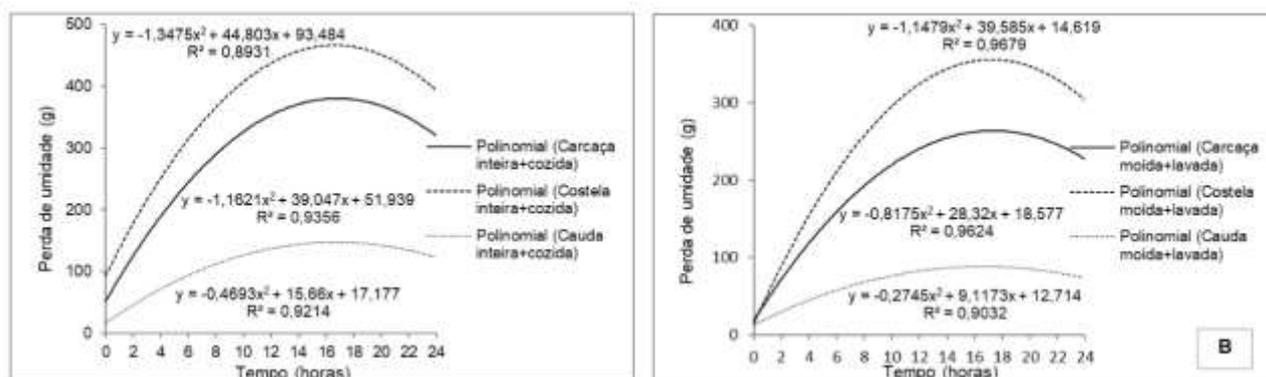


Figura 3. Linhas de tendência e equações de regressão no processo de desidratação das farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com diferentes resíduos da desossa do animal, aplicando os métodos de carcaça inteira + cozida (A) e carcaça moída + lavagem (B).

Os rendimentos das farinhas não apresentaram interação entre os resíduos e o método de obtenção das farinhas, contudo, quando os dois efeitos são avaliados separadamente, houve diferenças. Para os rendimentos obtidos para as farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com os resíduos de toda a carcaça, de costelas e da cauda, observaram-se rendimentos médios de 21,77%, 26,36% e 19,45%, respectivamente. Já para as farinhas elaboradas com os resíduos inteiros (sem moagem) o rendimento foi significativo e superior (22,93%) aos resíduos obtidos pelo método de moagem mais lavagem, 21,92% (Tabela 1).

Tabela 1. Rendimentos de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com diferentes resíduos de desossa e metodologias.

Farinhas de Jacaré-do-Pantanal		Rendimento (%)
Carcaça	Inteira+cozida	22,24±0,38
Carcaça	Moída+lavada	20,90±1,52
Costelas	Inteira+cozida	27,03±4,61
Costelas	Moída+lavada	25,69±3,27
Cauda	Inteira+cozida	19,75±2,67
Cauda	Moída+lavada	19,15±3,27
Efeitos principais		
Resíduos	Carcaça	21,77±0,65 ^{b1}
	Costela	26,36±3,94 ^a
	Cauda	19,45±2,97 ^c
Métodos	Inteira+cozimento	22,93±0,51 ^a
	Moída+lavagem	21,92±0,50 ^b
Probabilidades		
Resíduo (R)		<0,0001
Método (M)		0,0265
Interação (RxM)		0,7465
C.V. ² (%)		3,82

¹Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²C.V., Coeficiente de variação.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da composição química das farinhas de jacaré-do-Pantanal. Houve efeito de interação apenas no teor de cinzas, já o teor de umidade não apresentou interação entre os tipos de resíduos e o método de obtenção das farinhas, com um teor médio de 4,55%, além de não se observar diferenças significativas nos dois efeitos, quando analisados isoladamente (Tabela 2).

Os teores de proteína bruta e lipídios, além do valor calórico, apresentaram diferenças nas farinhas elaboradas com os diferentes resíduos de desossa de jacaré-do-Pantanal. Nas farinhas provenientes da cauda observaram-se os maiores teores proteicos, 63,21%, e valor calórico 294,77 kcal/kg, e o menor teor de lipídios, 4,66%. Já as farinhas elaboradas com a carcaça inteira apresentaram o maior teor lipídico, com uma média de 6,39% (Tabela 2).

Tabela 2. Composição química e valor calórico (VC) de farinhas de matéria-prima de desossa de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes metodologias.

Farinhas de Jacaré-do-Pantanal		Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)	VC (Kcal/100g)
Carcaça	Inteira+cozida	4,87±0,32	54,29±0,55	6,35±0,91	27,57±0,62 ^{b1}	274,79±6,42
Carcaça	Moída+lavada	4,98±0,43	54,75±0,09	6,44±1,00	28,50±0,31 ^b	276,97±8,60
Costelas	Inteira+cozida	4,51±0,04	47,06±7,78	5,22±0,22	32,29±4,20 ^{ab}	235,23±33,14
Costelas	Moída+lavada	4,32±0,23	46,55±8,29	5,33±0,11	34,38±6,19 ^a	234,22±34,15
Cauda	Inteira+cozida	4,27±0,28	63,28±8,44	4,57±0,87	23,67±4,52 ^c	294,28±25,91
Cauda	Moída+lavada	4,35±0,20	63,14±8,30	4,74±0,87	22,73±5,46 ^c	295,25±26,88
Efeitos principais						
Resíduos	Carcaça	4,92±0,37	54,52±0,32 ^b	6,39±0,95 ^a	28,04±0,15	275,66±7,29 ^b
	Costela	4,42±0,13	46,80±8,04 ^c	5,29±0,15 ^b	33,34±5,15	234,73±33,64 ^c
	Cauda	4,31±0,24	63,21±8,37 ^a	4,66±0,78 ^c	23,30±4,99	294,77±26,40 ^a
Métodos	Inteira+cozimento	4,55±0,01	54,87±0,03	5,38±0,06	27,84±0,35	267,93±0,44
	Moída+lavagem	4,55±0,01	54,81±0,03	5,51±0,07	28,54±0,36	268,81±0,44
Probabilidades						
Resíduos (R)		0,1106	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Métodos (M)		0,9868	0,9605	0,4604	0,0913	0,8510
Interação (RxM)		0,8540	0,9449	0,9788	0,0212	0,9479
C.V. ² (%)		10,85	4,56	6,38	2,86	3,65

¹Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²C.V., Coeficiente de variação.

Em relação ao perfil de ácidos graxos das farinhas de jacaré-do-Pantanal entre os ácidos graxos saturados os ácidos palmítico e esteárico se destacaram, com valores variando de 16,90 a 18,65% para o ácido palmítico e de 15,44 a 19,05% para o ácido esteárico (Tabela 3). Já entre os ácidos graxos insaturados o ácido oleico apresentou valores superiores variando de 25,00 a 29,49%, fazendo com que, conseqüentemente, o percentual de ácidos graxos insaturados ômega 9 se destacasse no perfil (Tabela 3). Além disso, as farinhas utilizando as costelas como matéria-prima apresentaram maiores teores de ácidos graxos da série ômega 6, com destaque para o ácido linoleico (Tabela 3).

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.

Perfil de ácidos graxos (%)	Farinhas de jacaré-do-Pantanal					
	Carcça		Costelas		Cauda	
	I+C ¹	M+L ²	I+C ¹	M+L ²	I+C ¹	M+L ²
Ácidos graxos saturados						
Ácido Mirístico/ C14:0	4,50	4,87	5,44	5,26	4,72	4,55
Ácido Pentadecílico/ C15:0	0,48	0,45	0,45	0,35	0,46	0,48
Ácido Palmítico/ C16:0	17,88	18,65	18,32	16,90	18,03	18,56
Ácido Margárico/ C17:0	0,50	0,50	0,43	0,52	0,54	0,56
Ácido Esteárico/ C18:0	17,90	16,70	19,05	17,70	16,09	15,44
Ácido Behênico/ C22:0	0,16	0,27	0,21	0,21	0,25	0,27
Ácidos graxos insaturados						
Ácido Palmitoleico/ C16:1 ω7	2,25	2,66	3,06	3,02	2,75	2,36
Ácido Cis-10-heptadecenoico/ C17:1	0,32	0,42	0,41	0,37	0,37	0,36
Ácido Oleico/ C18:1 ω9	27,56	28,09	26,76	25,00	29,12	29,49
Ácido Vacênico/ C18:1 ω7	2,13	2,32	2,09	2,12	2,11	2,13
Ácido Gondoico/ C20:1 ω9	1,65	1,64	1,80	2,00	1,75	1,50
Ácido Alfa Linolênico/ C18:3 ω3	0,48	0,43	0,44	0,41	0,45	0,48
Ácido Linoleico/ C18:2 ω6	4,76	6,55	9,87	8,85	6,11	5,91
Ácido Gama Linolênico GLA/ C18:3 ω6	0,49	0,48	0,57	0,54	0,55	0,56
Ácido Linoleico conjugado CLA/ C18:2 ω6	0,31	0,37	0,30	0,35	0,34	0,34
Ácido Araquidônico/ C20:4 ω6	0,72	0,54	0,55	0,57	0,67	0,71
Ácidos graxos saturados (AGS)	41,42	41,44	43,90	40,94	40,09	39,86
Ácidos graxos insaturados	40,67	43,50	45,85	43,23	44,22	43,84
Ácidos graxos monoinsaturados	33,91	35,13	34,12	32,51	36,10	35,84
Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI)	6,76	8,37	11,73	10,72	8,12	8,00
Ômega 3 (ω3)	0,48	0,43	0,44	0,41	0,45	0,48
Ômega 6 (ω6)	6,28	7,94	11,29	10,31	7,67	7,52
Ômega 9 (ω9)	29,21	29,73	28,56	27,00	30,87	30,99
Relação ômega 6/ômega 3 (ω6/ω3)	13,08	18,46	25,65	25,15	17,04	15,67
Relação AGPI/AGS	0,16	0,20	0,27	0,26	0,20	0,20

¹I+C, Inteira+cozida; ²M+L, Moída+lavada.

Para o pH e a atividade de água (Aw) não houve diferenças significativas (p>0,05) nas farinhas de diferentes matérias-primas de desossa do jacaré-do-Pantanal,

apresentando as médias de 6,99 para o pH e 0,14 para a Aw (Tabela 4). Todavia, o diâmetro geométrico médio (DGM) das farinhas obtidas, apresentou diferenças apenas entre os diferentes resíduos utilizados, sendo as farinhas elaboradas com os resíduos das caudas a menor granulometria, com um DGM de 0,30mm (Tabela 4).

A análise microbiológica mostrou que todas as farinhas de diferentes matérias-primas da desossa do jacaré-do-Pantanal, elaboradas pelas metodologias inteira+cozida e moída+lavada, estavam aptas para o consumo humano. Com valores menores que 3 para o número mais provável de *Coliformes* a 35 °C e 45 °C (1NMP/g), a contagem de *Estafilococos Coagulase Positiva* (UFC/g) foi de 1×10^2 e a pesquisa de *Salmonella Spp.* em 25g de amostra foi ausente.

Tabela 4. pH, atividade de água (Aw) e diâmetro geométrico médio (DGM) de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.

Farinhas de Jacaré-do-Pantanal		Parâmetros		
		pH	Aw	DGM (mm)
Carcaça	Inteira+cozida	6,96±0,03	0,15±0,02	0,44±0,02
Carcaça	Moída+lavada	6,94±0,05	0,14±0,01	0,43±0,03
Costelas	Inteira+cozida	6,93±0,06	0,14±0,01	0,66±0,20
Costelas	Moída+lavada	7,08±0,09	0,15±0,02	0,65±0,19
Cauda	Inteira+cozida	6,93±0,06	0,15±0,02	0,31±0,15
Cauda	Moída+lavada	7,09±0,10	0,14±0,01	0,29±0,17
Efeitos principais				
Resíduos	Carcaça	6,95±0,04	0,14±0,01	0,44±0,02 ^{b1}
	Costela	7,01±0,02	0,14±0,01	0,66±0,20 ^a
	Cauda	7,02±0,05	0,15±0,02	0,30±0,16 ^c
Métodos	Inteira+cozimento	6,95±0,04	0,15±0,02	0,47±0,01
	Moída+lavagem	7,04±0,05	0,14±0,01	0,45±0,01
Probabilidades				
Resíduo (R)		0,4174	0,8789	<0,0001
Método (M)		0,8653	0,1831	0,4291
Interação (RxM)		0,2743	0,3566	0,9460
C.V. ² (%)		5,90	7,24	7,44

¹Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²C.V., Coeficiente de variação

Apenas para o parâmetro luminosidade (L*), houve interação entre os tipos de resíduos e métodos de elaboração das farinhas utilizados na avaliação da cor das farinhas de jacaré-do-Pantanal. A farinha de costelas lavada apresentou o maior valor de L*, 67,19 e as menores luminosidades foram para a farinha elaborada com a costela inteira cozida (61,77) e cauda pelos dois métodos de elaboração (inteira+cozida= 63,08 e moída+lavagem= 62,31), (Tabela 5).

Tabela 5. Luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) de farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas por diferentes métodos e tipos de resíduos de desossa.

Farinhas de Jacaré-do-Pantanal		Colorimetria		
		L*	a*	b*
Carcaça	Inteira+cozida	66,09±1,60 ^{ab}	3,35±0,17	16,04±0,08
Carcaça	Moída+lavada	66,49±2,00 ^{ab}	2,86±0,32	15,63±0,49
Costelas	Inteira+cozida	61,77±2,72 ^b	3,58±0,40	16,61±0,49
Costelas	Moída+lavada	67,19±2,70 ^a	2,82±0,36	15,14±0,98
Cauda	Inteira+cozida	63,08±1,41 ^b	2,82±0,36	16,99±0,87
Cauda	Moída+lavada	62,31±2,18 ^b	3,62±0,44	16,29±0,17
Efeitos principais				
Resíduos	Carcaça	66,30±1,81	3,10±0,08	15,84±0,24
	Costela	64,48±0,01	3,20±0,02	15,87±0,25
	Cauda	62,69±1,80	3,22±0,04	16,64±0,52
Métodos	Inteira+cozimento	63,64±0,85	3,25±0,06	16,55±0,43
	Moída+lavagem	65,35±0,86	3,10±0,08	15,68±0,44
Probabilidades				
Resíduo (R)		0,0007	0,6424	0,0713
Método (M)		0,0099	0,1831	0,0900
Interação (RxM)		0,0014	0,1002	0,1239
C.V. ² (%)		1,81	7,24	2,63

¹Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas na coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²C.V., Coeficiente de variação

Os resultados obtidos para as intensidades da cor vermelha (a*) e da cor amarela (b*) não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Tabela 5). As médias obtidas foram 3,18 para a* e 16,12 para b* (Tabela 5).

Discussão

O período utilizado para o processo de desidratação de farinhas elaboradas a partir de resíduos de pescado tem sido de 24 horas com temperaturas variando entre 55 e 60°C, de acordo com relatos de diversos autores na literatura (Goes *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2017; Kimura *et al.*, 2017; Chambo *et al.*, 2018). Todavia, neste trabalho foi avaliado o processo de desidratação das farinhas de jacaré-do-Pantanal e o tempo ideal médio para a desidratação que foi de 17h14min (Figura 3), reduzindo conseqüentemente em 6h16min o tempo gasto em energia para o processo de desidratação da farinha, comparado ao tempo aplicado pelos autores citados, possibilitando conseqüentemente a redução em seu custo de produção.

Tanto a parte do resíduo utilizada para a elaboração da farinha, quanto o método usado para a obtenção, influenciaram nos rendimentos das farinhas de jacaré-do-Pantanal.

As farinhas em que se empregou o método de moagem+lavagem dos resíduos de desossa, apresentaram rendimentos inferiores, em média 21,92%, devido aos ciclos de lavagem efetuados durante o processamento do produto, ocorre lixiviação de nutrientes interferindo no peso final do produto (Tabela 1).

As farinhas provenientes dos resíduos da cauda obtiveram os menores rendimentos, 19,45% (Tabela 1). De acordo com Romanelli & Schmidt (2003) os rendimentos de produtos como as farinhas de jacaré-do-Pantanal, depende de fatores como o peso vivo ao abate, teor de gordura, rendimento de carcaça e as diversas condições experimentais, envolvendo as metodologias de produção. Os mesmos autores relataram um rendimento de 18,64% para farinha elaborada a partir das vísceras de jacaré-do-Pantanal. Vidal *et al.* (2011) ao elaborarem farinha a base de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-Nilo apontaram um rendimento médio de 18,34%.

O teor médio de umidade para todas as farinhas de jacaré-do-Pantanal foi de 4,55% (Tabela 2), segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), o limite de umidade para produtos secos de pescado é de 12%, além disso, a ANFAR (Associação Nacional dos Fabricantes de Ração) estabelece limite de 8% de umidade para subprodutos secos do pescado (farinha de peixe) (Tardin *et al.*, 1985). Portanto, todos os tratamentos estão dentro dos padrões estabelecidos (RIISPOA, 2017).

As farinhas elaboradas utilizando a parte do resíduo de cauda apresentaram um maior teor proteico, com média de 63,21% e as farinhas onde se utilizou o resíduo da parte das costelas o menor, 46,80%. Já para o teor de cinzas ocorreu o inverso, pois as farinhas de resíduo da cauda obtiveram o menor valor, 23,30%, e as farinhas de resíduo das costelas o maior valor, 33,34% (Tabela 2). Isto ocorreu devido aos tecidos e suas quantidades presentes em cada tipo de resíduo. No resíduo de cauda, há uma menor quantidade de tecido ósseo, comparado com o resíduo da costela, o que faz com que o primeiro, quando usado como matéria-prima, gere produtos com um menor teor de cinzas, concentrando assim, o seu teor proteico e lipídico. Além disso, a presença dos ossos na região das costelas aumenta a quantidade de cinzas no produto.

Romanelli & Schmidt (2003) obtiveram para a farinha de vísceras de jacaré-do-Pantanal os teores de 53,80% para proteína bruta, 33,77% para lipídios e 8,17% para cinzas. A grande diferença nos teores de lipídios e cinzas das farinhas do presente

trabalho, quando comparadas com a desenvolvida pelos autores supracitados, ocorreu em função do tipo de resíduo utilizado, pois a farinha obtida por eles foi elaborada a partir das vísceras, que possui grande quantidade de gordura e nenhum tecido ósseo, diferentemente dos resíduos utilizados nesse trabalho. Já Fernandes *et al.* (2015) ao elaborarem farinhas a partir de carcaças da desossa de jacarés-do-Pantanal, obtiveram os teores de 3,78% para umidade, 58,27% para proteína bruta, 12,11% para lipídios e 26,42% para cinzas, na farinha elaborada utilizando o método do cozimento.

Em farinhas obtidas de outras espécies de pescado, Boscolo *et al.* (2004) obtiveram valores de 42,81%, 53,06% e 60,53% de proteína bruta para farinhas de tilápia, corvina e camarão, respectivamente. Os mesmos autores observaram para o teor de lipídios o valor de 17,89% para farinha de tilápia, 8,86% para farinha de corvina e 2,21% para a farinha de camarão. Souza *et al.* (2017) obtiveram 44,63% de proteína e 5,82% de lipídios para farinha de salmão, 83,28% de proteína e 5,60% de lipídios para farinha de atum e 61,88% de proteína e 3,98% de lipídios para farinha de sardinha. Além disso, Rebouças *et al.* (2012) observaram 85,16% de proteína no concentrado proteico de tilápia. Essas variações na composição química deve-se a espécie, ao tipo de resíduos utilizado, a metodologia aplicada na obtenção da farinha incluindo nesta, desde o tamanho da partícula (inteiro ou moído), lavagens, cozimento, prensagem se realizado ou não, a desidratação em função da temperatura, defumação, entre outros (Souza *et al.*, 2017; Godoy *et al.*, 2010; Chambo *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2015).

No perfil de ácidos graxos das farinhas obtidas a partir de resíduos de desossa de jacaré-do-Pantanal encontram-se em maiores concentrações os ácidos graxos saturados palmítico e esteárico, além do ácido graxo monoinsaturado oleico, com até 18,65, 19,05 e 29,49%, respectivamente (Tabela 3). Vários estudos apontam o ácido palmítico como um dos causadores de hiperglicemia, hiperlipidemia, hipóxia e estresse do retículo endoplasmático (Gerber & Rutter, 2017; Wang & Wang, 2017; Hasnain *et al.*, 2014), entretanto, segundo Nemezc *et al.* (2019) a suplementação de ácido palmítico saturado com ácido oleico monoinsaturado reverte os efeitos negativos do ácido palmítico sozinho, através da regulação da secreção de insulina das células beta pancreáticas. De acordo Sales-Campos *et al.* (2013) evidências mostraram que o consumo do ácido oleico apresenta resultados na saúde e doenças humanas, pois esse ácido graxo apresenta efeito modulador, sugerindo efeito benéfico contra o câncer, doenças autoimunes, inflamatórias e cardiovasculares.

Valores de pH próximos a neutralidade e alta atividade de água propiciam a multiplicação microbiana, porém, mesmo a baixa A_w não impede o desenvolvimento microbiano, devendo sempre ficar atento a produtos de origem do pescado (Oliveira *et al.*, 2008; Nunes *et al.*, 2013). As farinhas de jacaré-do-Pantanal apresentaram o pH médio de 6,99, bem mais próximo a neutralidade, em relação ao pH 5,65 observado por Romanelli & Schmidt (2003) para farinhas de vísceras de jacaré-do-Pantanal. Para a atividade de água o valor médio para as farinhas de jacaré-do-Pantanal do presente trabalho foi de 0,14. Nunes *et al.* (2013) ao avaliarem a farinha de peixe (piracuí) vendida em férias livres, observaram atividade de água de 0,57. Portanto, a A_w das farinhas obtidas dos diferentes tipos de resíduos e por diferentes metodologias, apresentaram valores extremamente reduzidos, com menores riscos de possível contaminação microbiana, apesar de apresentar um pH próximo da neutralidade.

O pescado de modo geral apresenta condições que propiciam a multiplicação microbiana, devido ao pH da carne ser próximo a neutralidade e a elevada atividade de água (Oliveira *et al.*, 2008). Os resultados da microbiologia das farinhas mostram que elas estão aptas para o consumo humano (Brasil, 2019), mostrando que a elaboração de farinhas é uma alternativa para diminuir essa capacidade de proliferação microbiana, aumentando a durabilidade e a vida de prateleira desse tipo de produto.

O tamanho da partícula é de grande importância para a incorporação do ingrediente no alimento, já que quanto mais fina a partícula mais fácil a incorporação. Em relação ao tamanho da partícula dos alimentos eles são classificados como de granulometria fina quando apresentam o diâmetro geométrico médio (DGM) inferior a 0,60mm, média quando o diâmetro geométrico médio é de 0,60 a 2,00mm e grossa quando superior a 2,00mm (Zanotto & bellaver, 1996). De acordo com a classificação proposta, as farinhas de jacaré-do-Pantanal elaboradas com os resíduos da cauda e da carcaça como um todo apresentaram granulometrias finas, com DGM de 0,30 e 0,44mm, respectivamente, enquanto as farinhas elaboradas com o resíduo da costela do jacaré-do-Pantanal apresentaram granulometrias médias, com DGM de 0,66mm (Tabela 4). Galan *et al.* (2013) ao elaborarem farinha de resíduos da filetagem de tilápia-do-Nilo obtiveram o DGM de 0,03mm. Essa diferença na granulometria está na dificuldade de obter menor grau no momento da moagem, provavelmente em função do tempo de cozimento utilizado, forma de preparo dos resíduos (inteiro e moído), maior quantidade de matéria

mineral nesse tipo de resíduo, dificultando mais a moagem e conseqüentemente apresentando menores teores de proteína na matéria-prima utilizada.

Os valores de L^* variaram de 61,77 a 67,19 sendo a farinha de costela elaborada pelo método moída+lavada de jacaré-do-Pantanal foi considerada a mais clara, enquanto para a farinha com a mesma matéria-prima quando aplicado o método inteira+cozida, apresentou a sua cor mais escura. Durante a produção das farinhas, há tendência nos ciclos de lavagem, a eliminação de um líquido colorido com resquícios de sangue e outras substâncias solúveis, gerando, portanto, um produto mais claro, quando comparado com as farinhas cozidas.

Os resultados das intensidades da cor vermelha (a^*) e da cor amarela (b^*) não apresentaram diferenças, cujos valores médios foram de 3,18 para a^* e 16,12 para b^* . Rodrigues *et al.* (2007) ao avaliar as características físico-químicas da carne *in natura* de jacaré-do-Pantanal observaram valores de 55,48 para L^* , -0,53 para a^* e -2,61 para b^* , em animais de 2,5 a 3 kg de peso ao abate. Fernandes *et al.* (2017) não observaram variação na luminosidade da carne dos cortes comerciais de jacaré machos e fêmeas abatidos com 3,510 a 3,677 kg. No entanto, os autores relataram que ocorre diferença na intensidade da cor amarela ou vermelha quanto aos tipos de cortes comerciais realizado com a desossa ou sexo do animal. De acordo com Fernandes *et al.* (2017), quanto ao sexo, os machos apresentaram uma carne *in natura* com o valor de b^* de 6,9, significativamente superior ao valor das fêmeas (5,4). Já quanto aos cortes comerciais, as coxas apresentaram o maior valor de a^* 2,0 e o filé de lombo o menor (-0,8).

Fernandes *et al.* (2013) obtiveram os valores de 60,37 para L^* , 1,30 para a^* e 11,44 para b^* , ao desenvolverem reestruturados tipo hambúrguer elaborado a partir de carne de jacaré-do-Pantanal, comprovando a divergência na cor do produto cárneo, em relação a cor da sua carne *in natura*. Pode-se observar que os valores obtidos para estes mesmos parâmetros no presente trabalho, são divergentes aos apresentados pelos autores supracitados independentemente se comparado o corte comercial, tipo de produto elaborado etc. Portanto, essa diferença pode inferir que ocorre em função do tipo de matéria-prima avaliada, carne *in natura* e/ou farinha, idade dos animais, espécie utilizada, sexo, tipo de corte de desossa, entre outros fatores, alterando conseqüentemente os resultados quanto aos aspectos da cor da carne ou farinha obtida.

Conclusões

A produção de farinhas é uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos da desossa do jacaré-do-Pantanal, com objetivo de enriquecimento de produtos alimentícios de baixo valor nutricional devido ao alto teor de proteína, matéria mineral e ácidos graxos de qualidade. Dentre os tipos de resíduos de desossa utilizados para a produção de farinhas, a de cauda aplicando o método de moagem+ lavagem é a mais indicada, por apresentar maiores teores proteicos, menor teor lipídico, menor granulometria e cor mais clara, facilitando a sua incorporação em futuros produtos alimentícios.

Referências

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2005). Official methods of analyses of the association of analytical chemists (18th ed.). Gaithersburg, US.

APHA- American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (2001). Ed. 4, Washington, DC, p. 1219.

Bligh, EG & Dyer, WJ (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry*, 37, 911-17.

Boscolo, WR, Hayashi, C., Meuer, F., Feiden, A. & Bombardelli, RA (2004). Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagiosciscn Squamosissimus*) e farinha integral do Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a Tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1), 813. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100002>

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 331, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Retrieved from <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>

Chambo, APS, Souza, MLR, Oliveira, ERN, Mikcha, JMG, Marques, DR, Maistrovicz, FC, Visentainer, JV & Goes, ESR (2018). Roll enriched with Nile tilapia meal: sensory, nutritional, technological and microbiological characteristics. *Food Science and Technology*, 38(4), 726-732. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/1678-457x.15317>

Coutinho, M., Campos, Z. & Mourão, G. (1997). 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, 183-322.

Fernandes, VRT, Franco, MLRS, Gasparino, E., Tanamati, A., Coutinho, ME & Bielawski, K. (2013). Hambúrgueres de aparas de jacaré do Pantanal (*Caiman yacare*) submetidos a diferentes técnicas de defumação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65, 927-933. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000300043>

Fernandes, VRT, Souza, MLR, Gasparino, E., Coutinho, MC, Visentainer, JV & Goes, ESR (2015). Several techniques for the preparation of flour from carcasses of the Pantanal alligator (*Caiman crocodilus yacare*). *Food Science Technology*, 35(3), 487-492. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6722>

Fernandes, VRT, Souza, MLR, Gasparino, E., Coutinho, ME, Visentainer, JV, Bérnago, ASB & Goes, ESR (2017). Commercial cuts of Pantanal caiman meat according to sex. *Ciência Rural*, 47(02), e20160195. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160195>

Ferreira, VLP (1981). Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. Campinas, pp. 85.

Galan, GL, Franco, MLR, Souza, ED, Scapinello, C., Gasparino, E., Visentainer, JV & Del Vesco, AP (2013). Farinha de carcaça de Tilápia em dietas para coelhos: composição química e resistência óssea. *Semina: Ciências Agrárias* 34(5), 2473-2484.

Gerber, PA & Rutter, GA (2017). The role of oxidative stress and hypoxia in pancreatic beta-cell dysfunction in diabetes mellitus. *Antioxid. Redox Signal*, 26, 501–518. Retrieved from doi: 10.1089/ars.2016.6755

Godoy, LC, Franco, MLRS, Franco, NP, Silva, AF, Assis, MF, Souza, NE, Matsushita, M. & Visentainer, JV (2010). Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: Aplicação na merenda escolar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 86-89. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500014>

Goes, ESR, Souza, MLR, Kimura, KS, Coradini, MF, Verdi, R. & Mikcha, JMG (2016). Inclusion of dehydrated mixture made of salmon and tilapia carcass in spinach cakes. *Acta Scientiarum Technology* 38, 241-246. Retrieved from <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i2.28852>

Hartman, L. & Lago, RCA (1973). Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Laboratory Practice*, 22(6), 475-476.

Hasnain, SZ, Borg, DJ, Harcourt, BE, Tong, H., Sheng, YH & Ng, CP (2014). Glycemic control in diabetes is restored by therapeutic manipulation of cytokines that regulate beta cell stress. *Nat. Med*, 20, 1417–1426. Retrieved from doi: 10.1038/nm.3705

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2015). Estimativas dos cultivos de Quelônios e Crocodilianos.

Kimura, KS, Souza, MLR, Gasparino, E., Mikcha, JMG, Chambó, APS, Verdi, R., Coradini, MF, Marques, DR, Feihmann, A. & Goes, ESR (2017). Preparation of lasagnas with dried mix of tuna and tilapia. *Ciência e tecnologia de alimentos*, 37(3), 507-514. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.24816>

Nemecz, M., Constantin, A., Dumitrescu, M., Alexandru, N., Filippi, A., Tanko, G. & Georgescu, A. (2019). The Distinct Effects of Palmitic and Oleic Acid on Pancreatic Beta Cell Function: The Elucidation of Associated Mechanisms and Effector Molecules. *Frente. Pharmacol*, 9, 1554. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01554>

Nunes, ESCL, Bittencourt, RHFPM, Silva, MC, Mársico, ET & Franco, RM (2013). Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. *Revista Instituto Adolfo Lutz* 7(2), 147-154.

Oliveira, NMS, Oliveira, WRM, Nascimento, LCS, Vicente, JMSF, Fiorini, E., Evangelista, J. & Bressan, MC (2008). Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. *Food Science and Technology*, 28(1), 83-89. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100013>.

Rebouças, OS, Figueiredo, JPV, Mesquita, CN, Santos Júnior, J., Assis, APP, Campêlo, MCS, Silva, JBA & Lima, PO (2017). Fysical and sensory quality of tilapia (*Oreochromis*

niloticus) reared in freshwater and saltwater environments. *Boletim de Indústria Animal*, 74(2), 116-121. Retrieved from <https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p116>

RIISPOA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal (2017). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seção II – Derivado do Pescado, Artigo 466.

Rodrigues, EC, Bressan, MC, Vicente Neto, JC, Vieira, JO, Faria, PB, Ferrão, SPB & Andrade, PL (2007). Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-Pantanal (*Caiman yacare*). *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 31(2), 448-455. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200027>

Romanelli, PF, Caseri, R & Lopes Filho, JF (2002). Processamento da carne do jacaré-do-Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 70-75. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000100013>

Romanelli, PF & Schmidt, J (2003). Study of the utilization of the pantanal alligator's viscera for meat flour. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23, 131-139.

Sales-Campos, H., Souza, PR, Peghini, BC, Silva, JS & Cardoso, CR (2013). An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 13, 201-210.

SAS. Institute, Cary, USA. (2000). SAS/STAT User's guide, version (6. 4.ed.), Cary. v.1. pp. 943.

Silva, DJ & Queiroz, AC (2002). *Análise De Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos*, Viçosa, Universidade Federal De Viçosa, (Ed. 3), pp. 235.

Souci, SW, Fachman, H., Kraut, E. (2000). *Foods Composition and Nutrition Tables*. Medpharm Scientific Publishers, (Ed. 6).

Souza, MLR, Yoshida, GM, Vasconcelos, GA, Moura, LB, Xavier, TO & Goes, ESR (2017). Formulation of fish waste meal for human nutrition. *Acta Scientiarum. Technology*, 39, 525-531. Retrieved from <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v39i5.29723>

Stevanato, FB, Petenucci, ME, Matsushita, M, Mesomo, MC, Souza, NE, Visentainer, JEL & Visentainer, JV (2007). Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 567-571. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300022>

Taboga, SR, Romanelli, PF, Felisbino, SL & Borges, LF (2003). Acompanhamento das alterações post-mortem (glicólise) no músculo do jacaré-doPantanal (*Caiman crocodilus yacare*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(1), 23-27. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000100006>

Tardin, AC, Vaz, FAZ & Guiguet, GSP (1985). Matérias primas para alimentação animal – padrão ANFAR, São Paulo, (Ed. 4), pp. 65.

Vicente Neto, J., Bressan, MC, Rodrigues, EC, Kloster, MA & Santana, MTA (2007). Physichist chymistry evaluation of swampland alligator meat (*Caiman yacare Daudin 1802*) of different ages. *Ciência e Agrotecnologia* 31(5), 1430-1434. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000500024>

Vidal, JMA, Rodrigues, MCP, Zapata, JF & Vieira, JMM (2011). Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1), 92-99. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100012>

Wang, J & Wang, H. (2017). Oxidative stress in pancreatic beta cell regeneration. *Oxid. Med. Cell. Longev*, 2017,1930261. Retrieved from doi: 10.1155/2017/1930261

Zanoto, DL & Bellaver, C. (1996). Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Comunicado técnico. CT/215 – EMBRAPA – CNPSA.