

**INFLUÊNCIA DO GLAZEAMENTO NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS E  
AMINAS BIOATIVAS EM CARNE DE  
JACARÉ DO PANTANAL (*Caiman yacare*  
Daudin 1802) ARMAZENADAS POR ATÉ 6  
MESES A -18 °C.**

**JOÃO VICENTE NETO**

**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**JOÃO VICENTE NETO**

**INFLUÊNCIA DO GLAZEAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO  
QUÍMICAS E AMINAS BIOATIVAS EM CARNE DE JACARÉ DO  
PANTANAL (*Caiman yacare* Daudin 1802) ARMAZENADAS POR ATÉ 6  
MESES A -18 °C.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

**Orientadora**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Bressan**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Vicente Neto, João

Influência do glazamento nas características físico-químicas e aminas bioativas em carne de jacaré do pantanal armazenadas por até 6 meses a -18 °C / João Vicente Neto. -- Lavras: UFLA, 2008.

126p. : il.

Orientador: Maria Cristina Bressan.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Jacaré do pantanal. 2. Composição centesimal. 3. aminas bioativas. 4. Zoocriadouro. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.95

**JOÃO VICENTE NETO**

**INFLUÊNCIA DO GLAZEAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO  
QUÍMICAS E AMINAS BIOATIVAS EM CARNE DE JACARÉ DO  
PANTANAL (*Caiman yacare* Daudin 1802) ARMAZENADAS POR ATÉ 6  
MESES A -18 °C.**

Tese apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Programa de  
Pós-graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos  
Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 18 de agosto de 2008.

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos UFLA

Prof<sup>a</sup>. PhD. Maria Beatriz de Abreu Glória UFMG

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mônica Elisabeth Torres Prado UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas UFLA

**Profa. Dra. Maria Cristina Bressan**  
**UFLA**  
**(Orientadora)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

“Queira, basta ser sincero e desejar profundo,  
 *você é capaz de mudar o mundo*  
 *Tente!.”*

Raul Seixas

## **DEDICO**

*Aos meus pais, José Vicente Filho e Maria José Simões (In memorian), pelo amor e dedicação ao longo de suas vidas.*

*Às minhas irmãs, Joselma (In memorian) e Soraia, pelo carinho.*

*À minha esposa, Merce Teodora Aguil Santana, pela inigualável paciência e amor dedicados a mim e aos filhos.*

*Aos amigos, que de uma maneira ou de outra colaboraram para mais esta conquista.*

*A Deus, por tudo que nos fez e pelo que ainda fará.*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS.

Aos meus pais e irmãs, que mesmo ausentes sempre foram modelos de referência e persistência.

À minha esposa, Merce Teodora Aguil Santana, companheira de todos os momentos, e filhos, João Gabriel e Emília.

À Profª Dra Maria Cristina Bressan e Maria Beatriz de Abreu Glória pela orientação, paciência e ensinamentos transmitidos.

Aos laboratoristas e equipe de pesquisa do laboratório de alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Ao prof. Raimundo Vicente de Souza pela ajuda e amizade.

À empresa COOCRIJAPAN, em especial ao Sr. Gastão Medeiros Sharp e a Técnica em Agroindústria Rosângela Kloster, pelas amostras cedidas, colaboração, incentivo, confiança e, principalmente, amizade.

A todos os funcionários da COOCRIJAPAN.

A todos os colegas do grupo de pesquisa de carnes.

Ao companheiro de longas datas, José Masson, pela sua amizade e companheirismo.

Aos laboratoristas e funcionários do DCA, Tina, Sandra, “Seu” Pianinho, Cleusa e Sr. Miguel, por toda a atenção e dedicação.

## **BIOGRAFIA**

*João Vicente Neto, filho de José Vicente Filho e Maria José Simões, nasceu no dia 17 de dezembro de 1970, na cidade de São Paulo - SP.*

*Em fevereiro de 1986, com 15 anos, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Belo Jardim – PE, concluindo o curso de Técnico em Agropecuária em dezembro de 1988.*

*Em março de 1989 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), graduando-se em dezembro de 1992, em Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas. Durante a graduação foi monitor por 2 anos da disciplina de Desenho e Geometria descritiva no Departamento de Desenho.*

*Em março de 1993, aos 22 anos, ingressou no mercado de trabalho como professor de Agroindústria na Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá – MT, onde trabalhou até julho de 1999, quando se transferiu em definitivo para a Escola Agrotécnica Federal de Cáceres – MT. Durante este período foi o idealizador de grande parte do complexo agroindustrial das duas entidades, buscando sempre a excelência no ensino técnico.*

*Em fevereiro de 2000 iniciou o curso de pós-graduação “Lato sensu” na 1ª Turma de Controle de Qualidade em Carnes, Ovos, Leite e Pescado, pela Universidade Federal de Lavras – MG, tornando-se especialista em março de 2001.*

*Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Mestre em março de 2005. Ainda em Março de 2005 ingressou no curso de Doutorado em Ciências dos Alimentos na mesma instituição, obtendo o título de Doutor em agosto de 2008.*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO GERAL .....	i
GENERAL ABSTRACT .....	iii
CAPÍTULO 1 .....	1
1 Introdução Geral .....	2
2 Referencial Teórico.....	3
2.1 Considerações sobre a espécie e a carne do jacaré do pantanal.....	3
2.2 Processo de deterioração da qualidade de carnes .....	4
2.2.1 Oxidação lipídica e o índice de TBARS .....	5
2.2.2 Bases voláteis totais (BVT) .....	7
2.2.3 Aminas bioativas ou biogênicas .....	8
2.2.3.1 Função das aminas biogênicas ou bioativas.....	9
2.2.3.2 Formação de aminas biogênicas ou bioativas .....	9
2.2.3.3 Aminas biogênicas ou bioativas em carnes e produtos cárneos.....	11
2.2.3.4 Aspectos toxicológicos das aminas bioativas .....	11
2.2.3.5 Índices de qualidade baseados nos teores de aminas bioativas.....	13
2.3 Uso do frio na preservação da qualidade de carnes .....	14
2.3.1 Conservação por congelamento .....	15
2.3.2 Glazeamento .....	17
2.4 Parâmetros de qualidade relacionados a carnes .....	18
2.4.1 pH final .....	18
2.4.2 Cor .....	19
2.4.3 Perda de peso por cozimento (PPC).....	20
2.4.4 Força de cisalhamento (Maciez) .....	21
2.4.5 Composição centesimal .....	23

2.4.5.1. Umidade (água).....	23
2.4.5.2 Extrato etéreo.....	24
2.4.5.3 Proteínas.....	26
2.4.5.4 Cinzas.....	27
3 Referências Bibliográficas.....	29
CAPÍTULO 2: Características de qualidade físico-química da carne de jacaré do pantanal ( <i>Caiman yacare</i> Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18°C..	
1 Resumo.....	38
2 Abstract.....	40
3 Introdução.....	42
4 Material e Métodos.....	45
4.1 Animais (material experimental).....	45
4.2 Operações de pré e pós-abate (obtenção do material experimental).....	45
4.3 Tratamentos aplicados ao material experimental.....	46
4.4 Delineamento experimental.....	46
4.5 Coleta de amostras.....	47
4.6 Metodologias analíticas.....	47
4.6.1 Determinação do ganho de peso das amostras durante processo de glazeamento.....	47
4.6.2 pH final.....	47
4.6.3 Cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC)....	48
4.6.4 Composição centesimal.....	48
4.6.5 Bases voláteis totais (BVT).....	49
4.6.6 Oxidação lipídica (índice do ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS).....	49
4.6.7 Análise estatística.....	50
5 Resultados e Discussão.....	51
5.1 Efeito do glazeamento no peso das peças.....	51
5.2 pH final.....	52

5.3 Cor .....	53
5.4 Perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.....	58
5.5 Efeito dos tratamentos na composição centesimal.....	60
5.6 Oxidação lipídica pelo índice de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) .....	65
5.7 Bases voláteis totais (BVT) .....	68
6 Conclusões.....	71
7 Referências Bibliográficas.....	72
CAPÍTULO 3: Aminas bioativas em carne de jacaré do pantanal ( <i>Caiman yacare</i> Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18 °C.....	80
1 Resumo .....	81
2 Abstract.....	83
3 Introdução .....	85
4 Material e Métodos .....	87
4.1 Animais (material experimental) .....	87
4.2 Operações de pré e pós-abate (obtenção do material experimental).....	87
4.3 Tratamentos aplicados ao material experimental.....	88
4.4 Delineamento experimental .....	88
4.5 Coleta de amostras .....	89
4.6 Metodologias analíticas para a determinação de aminas bioativas.....	89
4.6.1 Padrão .....	89
4.6.2 Extração e determinação dos teores de aminas bioativas .....	90
4.7 Fórmulas para o cálculo dos índices de qualidade pelos teores de aminas bioativas.....	92
4.8 Análise estatística .....	92
5 Resultados e Discussão.....	93
5.1 Teores de aminas bioativas na carne de jacaré do pantanal.....	93
5.1.1 Histamina e agmatina.....	93

5.1.2 Espermidina e espermina .....	98
5.1.3 Triptamina aminas totais.....	103
5.2 Índices de qualidade pelos teores de aminas bioativas na carne de jacaré do pantanal.....	109
5.2.1 Índice de qualidade Mietz & Karmas .....	109
5.2.2 Índice Veciana-Nogués.....	112
5.2.3 Índice de qualidade Silva & Glória.....	114
6 Conclusões.....	118
7 Referências Bibliográficas.....	119
ANEXOS .....	122

## RESUMO GERAL

VICENTE NETO, João. **Influência do glazamento nas características físico-químicas e aminos bioativas em carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18 °C.** 2008. 127p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.\*

Com o objetivo de avaliar a manutenção das características físico químicas e de qualidade da carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*), amostras de filé de cauda (músculo *ilio-ischio-caudalis*) foram submetidas os tratamentos de congelamento (CONG) e congelamento mais glazamento (GLAZ) e avaliadas nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. O congelamento das peças, às 24 horas *post mortem*, foi realizado em túnel de congelamento á -32° C por 4 horas e a estocagem, em embalagens a vácuo, em temperatura de -18° C. As amostras foram coletadas de carcaças de animais criados em cativeiro e abatidos de acordo com as normas legais em frigorífico específico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, sendo 2 tratamentos (CONG e GLAZ) e 6 tempos de avaliação das condições da matéria prima, com cinco repetições (cada repetição foi composta por 1,0 kg de filé de cauda de jacaré). Foram realizadas as análises de: pH final, composição centesimal (umidade, proteína, cinzas e extrato etéreo), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), cor pelo sistema CIE L\* a\* b\*, índice de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), bases voláteis totais (BVT) e teores de aminos bioativas. O tratamento com glazamento determinou aumento de peso médio nos filés de 4,85%. Na composição centesimal, os componentes proteína e extrato etéreo não foram afetados pelos tratamentos durante o tempo de conservação de 6 meses, entretanto, a umidade foi significativamente (P<0,05) superior nos filés GLAZ (76,37%) e inferior nos CONG (75,57%). Os resultados médios de PPC e pH final foram semelhantes entre tratamentos e entre tempos de armazenamento. Nos parâmetros de cor a\* e b\*, os resultados foram semelhantes (P>0,05) entre tratamentos e tempos de estocagem, entretanto, o índice L\* médio foi superior (P<0,05) no GLAZ (60,01), do que no CONG (56,49). A oxidação lipídica, quantificada pelo índice de TBARS, apresentou diferença (P<0,05) entre tratamentos e tempos de

---

\*Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Maria Beatriz de Abreu Glória - UFMG (Co-Orientadora).

armazenamento. As médias de TBARS foram mais elevadas em filés CONG, do que filés GLAZ (0,04 e 0,03 mg de malonaldeído/kg de amostra, respectivamente) e em filés armazenados por 5 e 6 meses (0,05 e 0,05 mg de malonaldeído/kg de amostra, respectivamente), do que filés armazenados por 1, 2 e 3 meses (0,03; 0,03; e 0,03 mg de malonaldeído/kg de amostra, respectivamente). Médias significativamente ( $P < 0,05$ ) mais elevadas de BVT foram encontradas no 3º e 4º mês de armazenamento no tratamento CONG (8,98 e 8,63 mg N/100g, respectivamente), do que no tratamento GLAZ (7,69 e 6,28 mg N/100g, respectivamente). Não foi detectado a presença das aminas putrescina, cadaverina, tiramina, serotonina e 2-fenietilamina. Os teores totais de aminas bioativas foram mais elevados ( $P < 0,05$ ) no tratamento CONG do que no GLAZ (32,9 e 29,4 mg/kg, respectivamente). Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores das aminas bioativas histamina, agmatina, espermidina e triptamina entre os tratamentos e tempo de armazenamento. Foram observados teores de 0,12 e 0,8 mg/kg de histamina no CONG e GLAZ, respectivamente. No 5º mês de armazenamento a amina espermidina apresentou teores superiores aos demais tempos estudados nos dois métodos. A amina espermidina representa 72,04% dos teores de aminas detectadas no CONG e 76,87% no GLAZ. Os tratamentos (CONG e GLAZ, seguido de armazenagem a  $-18^{\circ}\text{C}$ ) são eficientes na manutenção das características físico-químicas e teores de aminas bioativas da carne de jacaré armazenada pelo período de 6 meses. Entretanto, as amostras submetidas ao glazeamento mostraram menores índices de oxidação lipídica e formação de bases voláteis totais. Assim, a técnica de congelamento seguida de glazeamento é mais adequada para a conservação de carnes congeladas armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  por períodos de 6 meses.

## GENERAL ABSTRACT

VICENTE NETO, João. **Influence of characteristics physical-chemistries and bioactive amines in meat of jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) storage of 6 months at -18 °C.** 2008. 127p. Thesis (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras – MG.\*

With the objective of evaluating the maintenance of the chemical physical characteristics and of quality of jacaré do pantanal meat (*Caiman yacare*), samples of tail courts (muscle *ilio-ischio-caudalis*) were submitted the freezing treatments (CONG) and freezing more glasser (GLAZ) and evaluated in the times of 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months. The freezing of the pieces, at the 24 hours *post mortem*, was accomplished in freezing tunnel -32 °C for 4 hours and the storage, in packings to vacuum, in temperature of -18 °C. The samples were collected of animal's carcasses in captivity and abated in agreement with the legal norms in specific slaughter boune. The experimental delineate was casualizado entirely in outline factorial 2 x 6, being 2 treatments (CONG and GLAZ) and 6 times of evaluation of the conditions of the matter excel, with five repetitions. The analyses were accomplished of: final pH, proximal composition (moisture, protein, ashes and ethereal extract), cooking loss (PPC), shear force (FC), color for the system CIE L\* a\* b\*, index of substances reactivates to the acid 2-tiobarbitúric (TBARS), total volatile bases (BVT) and texts of bioactive amines. The treatment with glasser determined increase of medium weight in the courts of 4.85%. In the proximal composition, the component protein and ethereal extract they were not affected for the treatments during the time of conservation of 6 months, however, the moisture was significantly ( $P<0.05$ ) larger in the courts GLAZ (76.37%) and smaller in CONG (75.57%). The medium results of PPC and final pH were seemed among treatments and enter times of storage. In the color parameters a\* and b\*, the results were seemed ( $P>0.05$ ) between treatments and times of storage, however, the index L\* medium it was superior ( $P<0.05$ ) in GLAZ (60.01), that in CONG (56.49). The lipid oxidation, quantified by the index of TBARS, presented difference ( $P<0.05$ ) between treatments and times of storage. The averages of TBARS were more elevated in CONG, that courts GLAZ (0.04 and 0.03 mg of sample malonaldeíde/kg, respectively) and in files stored by 5 and 6 months (0.05 and

---

\*Committee Advisory: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) and Maria Beatriz de Abreu Glória - UFMG (Co-Adviser)

0.05 mg of sample malonaldeído/kg, respectively), that courts stored by 1, 2 and 3 months (0.03; 0.03; and 0.03 mg of sample malonaldeído/kg, respectively). Averages significantly ( $P < 0.05$ ) elevated of BVT they were found in the 3rd and 4th month of storage in the treatment CONG (8.98 and 8.63 mg N/100g, respectively), that in the treatment GLAZ (7.69 and 6.28 mg N/100g, respectively). It was not detected the presence of the amines putrescin, cadaverin, tiramin, serotonin and 2-fenietilamine. The total texts of bioactive amines were higher ( $P < 0.05$ ) in the treatment CONG than in GLAZ (32.9 and 29.4 mg/kg, respectively). There was difference ( $P < 0.05$ ) in the texts of the bioactive amines histamine, agmatine, espermidine and triptamin between the treatments and time of storage. Texts of 0.12 and 0.8 histamine mg/kg were observed in CONG and GLAZ, respectively. In the 5th month of storage the amine espermidine presented larger texts at the other times studied in the two methods. The amine espermine represents 72.04% of the amines texts detected in CONG and 76.87% in GLAZ. The treatments (CONG and GLAZ, followed by storage to  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) they are efficient in the maintenance of the characteristics physical-chemistries and texts of bioactive amines of jacaré do pantanal meat stored by the period of 6 months. However, the samples submitted to the glasser showed smaller indexes of lipid oxidation and formation total volatile bases. Thus, the freezing technique followed by glasser is more adapted for the conservation of frozen meats stored  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  by periods of 6 months.

## **CAPÍTULO 1**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A exploração racional da espécie jacaré do pantanal na cidade de Cáceres - MT se desenvolve ao longo de 14 anos. Desta maneira, características de preservação da espécie em questão foram bem sucedidas, permitindo o aproveitamento e a manutenção da potencialidade do sistema existente, criando novas oportunidades de negócios e de produtos para a cidade e região.

O interesse pelo jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) inicialmente esteve relacionado com a exploração do couro; porém, atualmente a carne vem sendo comercializada em restaurantes especializados, demonstrando boa aceitação, devido às suas características nutricionais e sensoriais. Entretanto, pouco se sabe sobre a qualidade da carne desta espécie durante a estocagem em condições de congelamento.

Neste contexto, vários pesquisadores utilizam na avaliação de carnes frescas ou conservadas, análises como: pH, bases voláteis, oxidação lipídica, entre outros. Porém, outros pesquisadores sugerem que a utilização dos teores de aminos bioativas em carnes pode retratar com precisão a qualidade da matéria-prima e as condições higiênico-sanitárias durante o processamento. Dessa maneira pesquisas estão sendo conduzidas com o intuito de elucidar a utilização prática dos teores de aminos bioativas em carnes frescas e processadas na determinação da qualidade e período de vida útil das mesmas.

Diante do exposto, e em função da carne de jacaré do pantanal apresentar-se como um novo produto, objetivou-se com este estudo avaliar as características de qualidade físico-químicas e teores de aminos bioativas em carne de jacaré do pantanal congeladas e armazenadas durante o período de 6 meses.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Considerações sobre a espécie e a carne do jacaré do pantanal

O jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802), classificado como um réptil tem seu habitat natural nas bordas da Bacia Amazônica (Rondônia), Bacia do Rio Paraguai (Pantanal de Mato Grosso do Sul e Pantanal de Mato Grosso), além de Bolívia e Paraguai (Brazaitis, 1986).

A literatura sobre jacarés, em sua maioria, aborda aspectos nutricionais e biológicos. Em relação à carne para consumo humano, existem estudos da década de 80, na Lousiana, com jacaré americano (*Alligator mississippiensis*) (Moody et al., 1980). Nesses trabalhos foram desenvolvidas técnicas para o abate, processamento e estudos da composição da carne para os constituintes proteínas, lipídios totais, umidade e cinzas em diferentes cortes do animal (Moody et al., 1980; Leak et al., 1988).

No Brasil, Romanelli (1995) trabalhando com 2 grupos diferentes de jacaré do pantanal, um grupo pesando entre 16,50 a 20,90 kg (maiores) e outro grupo pesando entre 2,0 a 4,0 kg (menores), relatou que: a carcaça do jacaré do pantanal representa 59,5 a 62,5% do seu peso corporal; o maior rendimento de carne foi encontrado no corte cauda (88,3 a 90%); no *post mortem*, durante o desenvolvimento da glicólise, o pH muscular inicial foi de 6,6 - 6,7, diminuindo para 6,0 após 15 a 20 horas e estabilizando com valores de 5,5 a 5,6; na composição química, foram encontrados 18,5% de proteínas totais, 75 a 78% de umidade, 2,5 a 6% de lipídeos totais e 1% de cinzas; o colesterol variou de 63,5 mg/100 g de músculos nos animais menores a 85,5 mg/100 g nos animais maiores.

Rodrigues et al. (2007) avaliando a qualidade e a composição química de cortes comerciais de carne de jacaré do pantanal, observaram médias de 2,29

a 2,50 kgf para força de cisalhamento (maciez); não observaram diferença para os teores de proteína; porém, observaram diferença entre as médias de umidade, gordura e cinzas entre os cortes estudados.

Azevedo (2007), em estudo de análise sensorial e composição centesimal da carne de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*), observou na carne *in natura* valores de 79,05%, 0,77%, 19,81%, e, 3,11% para umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, respectivamente, e concluiu que a comercialização de carne de jacaré do papo amarelo em conserva é viável, permitindo um melhor aproveitamento da carne e com boa aceitação sensorial do mesmo.

## **2.2 Processo de deterioração da qualidade de carnes**

Carnes frescas e processadas são produtos com alto valor agregado, que requerem sistemas de embalagem, distribuição e condições de estocagem capazes de garantir que o produto chegue ao consumidor final sem significativa perda de qualidade. Nestes produtos, a perda de qualidade ocorre, principalmente, devido ao crescimento microbiano, à descoloração, à rancificação e à desidratação superficial, sendo possível o prolongamento da vida útil pela proteção adequada contra fatores do meio ambiente, como oxigênio, luz, umidade e contaminação microbiana (Forsythe, 2002; Oliveira et al., 2006; Pereira et al., 2006).

A ação microbiana é o principal fator de deterioração da qualidade de carnes, seguido pela oxidação lipídica. A oxidação lipídica, além de alterar odor e sabor, está relacionada também com a oxidação dos pigmentos da carne, provocando perda de cor. Alguns fatores afetam o processo de oxidação, entre eles fatores ambientais (umidade, temperatura, luz e oxigênio), presença de metais (cobre, ferro e manganês), enzimas e pigmentos (Pino, 2005; Souza et al., 2007).

A carne, por se tratar de um produto fundamentalmente protéico, também é susceptível à formação de amins bioativas, por ação enzimática ou microbiana nas proteínas, que podem provocar diversas alterações de saúde no consumidor. As proteínas podem sofrer hidrólise por ação enzimática endógena ou microbiana, liberando aminoácidos, substrato para formação de amins. Além da carne e dos produtos cárneos deteriorarem com relativa facilidade, existe a possibilidade dos microorganismos presentes formarem amins (Vidal-Carou, 1990, Glória, 2005).

### **2.2.1 Oxidação lipídica e o índice de TBARS**

Um dos principais fatores que pode contribuir para a deterioração da carne durante sua estocagem, principalmente em temperaturas de congelamento, é o desenvolvimento de rancidez. As modificações bioquímicas dos lipídeos da carne durante o processamento e armazenamento afetam as características sensoriais do produto (Piette & Raymond, 1999). A oxidação de ácidos graxos forma aldeídos (em maior proporção o malonaldeído) e outros compostos voláteis que conferem a carne e aos produtos cárneos odores desagradáveis (Wood et al., 2008).

A oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados constituintes da gordura animal leva a formação de peróxidos, que ocorre em três fases distintas: iniciação; propagação e término, sendo esta última a fase na qual ocorre a formação de compostos secundários dos quais o malonaldeído é o mais importante (Araújo, 2006). Segundo Fernandez-Lopes et al., (1997), uma vez que estes compostos secundários não são degradados, e que progressivamente são acumulados nos alimentos, a sua concentração pode ser utilizada como indicador do desenvolvimento de rancidez e de estimativa da oxidação lipídica. O método padrão empregado na determinação de oxidação lipídica em alimentos

é o de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS, o qual mede o malonaldeído como produto da oxidação (Wood et al., 2008).

Araújo (2006) comenta que o índice de TBARS é o método de eleição para detectar a oxidação de lipídeos em sistemas biológicos, embora possam ser detectados baixos valores de TBARS em função da interação covalente do malonaldeído com grupos amins livres presentes em proteínas.

A determinação de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) é empregado na avaliação de carnes durante o armazenamento em baixas temperaturas. Vasconcelos Neto (2003) em estudo de características físico-químicas, microbiológicas e amins bioativas na carne suína relatou valores de TBARS em lombo e pernil congelados por 180 dias a -18 °C de 0,02 a 0,12 Abs e considerou esta variação como pouco expressiva, indicando a ausência de oxidação lipídica durante o período de armazenamento.

Segundo Cecchi (2003), o teste de TBARS só pode ser corretamente aplicado nos primeiros estágios da oxidação, pois em estágios mais avançados pode haver grandes modificações nos compostos produzidos, acarretando em erros de análise. De modo geral, as substâncias reativas ao TBARS são produzidas em quantidades substanciais a partir de ácidos graxos contendo três ou mais insaturações, pois as insaturações beta e gama do grupo peróxido resultante da oxidação podem ciclizar-se formando malonaldeído (Araújo, 2006).

Valores de TBARS estabelecidos, que caracterizem a ocorrência de oxidação lipídica ou que definam a inadequação para o consumo de carnes e pescado não existem (Pereira & Tenuta-Filho, 2005). A legislação Brasileira vigente, não apresenta limite máximo para malonaldeído/kg em produtos cárneos. Entretanto, Al-Kahtani et al. (1996) comentam que produtos com valores abaixo de 3,0 mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados em bom estado de conservação.

### **2.2.2 Bases voláteis totais (BVT)**

As bases voláteis totais são compostos nitrogenados, como a amônia e a trimetilamina, que são formados quando alimentos protéicos, principalmente carnes e pescados encontram-se em fase de deterioração (Beraquet & Lindo, 1985).

A deterioração de carnes, principalmente de pescados, armazenado pelo emprego da conservação pelo frio é devida à ação enzimática e bacteriana, resultando na produção de vários compostos nitrogenados. Os compostos mais freqüentes são: trimetilamina, dimetilamina, amônia e ácidos voláteis. A porcentagem destes compostos (bases voláteis) é uma indicação do grau de conservação (Lanara, 1981).

As proteínas e os lipídeos são substratos susceptíveis ao ataque dos radicais livres. Diferentes grupos de aminoácidos são sensíveis a oxidação, que podem interagir com grupos amino e formar aminas ou ainda a oxidação do grupo tiol da cisteína formando pontes dissulfeto. A oxidação de proteínas é responsável por muitas modificações biológicas que interferem na qualidade e tecnologia da carne (Santé-Lhoutellier et al., 2008).

Os resultados de BVT descritos na literatura são variáveis em função das matérias primas, métodos e tempos de conservação. Scherer et al. (2004) avaliando o efeito do gelo clorado sobre os parâmetros químicos e microbiológicos da carne de carpa capim observaram valores de BVT baixos (13 mg N/100g) com pouca variação ao longo da armazenagem. Soares et al. (1998) observaram médias de 62,71 mg N/100g em 120 amostras de diferentes tipos de filé de peixes congelados. Em lombo e pernil suíno são reportados valores de bases voláteis totais de 35,8 mg N/100g e de 11,3 mg N/100g, respectivamente congelados a -18 °C por 180 dias (Vasconcelos Neto, 2003).

### 2.2.3 Aminas bioativas ou biogênicas

Aminas bioativas ou biologicamente ativas são bases orgânicas alifáticas, alicíclicas ou heterocíclicas de baixo peso molecular, formadas por processos bioquímicos e que participam de funções metabólicas e fisiológicas importantes nos organismos vivos, desempenhando diversas atividades biológicas (Halász et al., 1994; Glória, 2005).

As aminas bioativas são denominadas em função dos aminoácidos precursores: histamina origina-se da histidina, tiramina da tirosina e a triptamina do triptofano. Os nomes cadaverina e putrescina, entretanto, originam-se do fato destas aminas terem sido encontradas em produtos em decomposição ou putrefação. Espermina e espermidina referem-se ao fluido seminal, de onde foram isoladas pela primeira vez (Flores et al., 1989).

As aminas bioativas podem ser classificadas em função de grupamentos amina, da estrutura química e da via biossintética (Silla Santos, 1996; Glória, 2005). Quanto ao número de grupamentos amina na molécula, classificam-se em monoaminas (tiramina, feniletilamina), diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina) e poliaminas (espermina, espermidina e agmatina). Quanto a estrutura química, as aminas podem ser classificadas em alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina e agmatina), aromáticas (tiramina, feniletilamina) e heterocíclicas (histaminas, triptamina). Ainda, com relação à estrutura química, podem ser classificadas em função do grupo químico em catecolaminas (dopamina, noradrenalina, adrenalina), indolaminas (serotonina) e imidazolaminas (histamina) (Glória, 2005).

Quanto à via biossintética, as aminas classificam-se em biogênicas e naturais. As biogênicas são formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas. Fazem parte deste grupo a histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina. As aminas naturais putrescina, agmatina, espermina e espermidina são formadas *in situ* nas células á

medida que são requeridas e a histamina está armazenada nos mastócitos e basófilos (Bardócz, 1995).

### **2.2.3.1 Função das aminas biogênicas ou bioativas**

As funções da putrescina, espermina e espermidina não são bem conhecidas, mas é sabido que essas aminas são amplamente distribuídas na natureza, estão presentes em elevadas concentrações nas células e têm seu conteúdo aumentado em tecidos com altas taxas de crescimento (Lima & Glória, 1999).

As aminas bioativas são essenciais no crescimento, renovação e metabolismo além de apresentarem diversas funções nas células, dentre elas, aumento na síntese de RNA, DNA e de proteínas, estabilização do RNA transportador e redução da taxa de degradação do RNA (Glória, 2005). Em vegetais, além das funções já comentadas, as aminas participam da floração, do desenvolvimento do fruto, das respostas ao estresse, da inibição da produção de etileno e da senescência. Esses compostos são também importantes na síntese de metabólitos secundários de interesse biológico como nicotina e alcalóides (Flores et al., 1989; Glória, 2005).

### **2.2.3.2 Formação de aminas biogênicas ou bioativas**

A biossíntese de aminas ocorre durante o processo metabólico normal em todos os organismos vivos e podem ser formadas por transaminação de aldeídos ou cetonas, hidrólises de compostos nitrogenados, decomposição térmica ou descarboxilação de aminoácidos, sendo esta última a principal via de formação (Halász et al., 1994; Bardócz, 1995).

Segundo Smith (1985), os precursores para a síntese de poliaminas são os aminoácidos ornitina e arginina, sendo a putrescina um intermediário obrigatório. A formação da putrescina, em animais e fungos, ocorre via

descarboxilação da ornitina, enquanto as células bacterianas possuem uma via alternativa, a descarboxilação da arginina formando agmatina e em vegetais pode ocorrer a síntese tanto via agmatina quanto via ornitina.

Para a formação de espermina e espermidina, um grupo aminopropil derivado da metionina via S-adenosilmetionina (SAM) é adicionado à putrescina, para formar espermidina e à esta última para formar a espermina. Participam destas reações várias enzimas, dentre elas, espermina e espermidina sintases e SAM descarboxilase. É interessante salientar que a 5'-metiltioadenosina, resultante da liberação do grupo aminopropil pelo SAM, é convertida em metiltioribose e em metionina, reciclando o grupo  $-SCH_3$ , e garantindo a síntese de poliaminas (Flores et al., 1989; Glória, 2005).

As sínteses de histamina, tiramina, triptamina, feniletilamina e cadaverina ocorrem via descarboxilação dos aminoácidos precursores, histidina, tirosina, triptofano, fenilalanina e lisina, respectivamente, por atividade enzimática (Halász et al., 1994).

O acúmulo de aminas nos alimentos depende da disponibilidade de aminoácidos livres, da presença de microorganismos com atividade descarboxilante sobre aminoácidos, da existência de condições favoráveis para o crescimento de microorganismos e para produção e ação de enzimas descarboxilantes (Rice et al., 1976). Os aminoácidos livres podem ocorrer normalmente ou serem liberados de proteínas, como resultado da atividade de microorganismos proteolíticos (Rice et al., 1976). Microorganismos com atividade descarboxilante sobre os aminoácidos podem fazer parte da microbiota associada ao alimento, podem ser introduzidos nos produtos fermentados, ou ainda por contaminação antes, durante ou depois do processamento (Halász et al., 1994).

### **2.2.3.3 Aminas biogênicas ou bioativas em carnes e produtos cárneos**

Em condições fisiológicas normais, os músculos possuem espermidina, espermina e putrescina em pequenas concentrações, as quais atuam como fatores de crescimento, e ainda histamina armazenada em mastócitos e basófilos (Halász et al., 1994; Glória, 2005).

A carne, por se tratar de um produto fundamentalmente protéico, é susceptível à formação de outros tipos de aminas. As proteínas podem sofrer hidrólise por ação enzimática endógena ou microbiana, liberando aminoácidos, substrato para a formação de aminas. Além disso, existe a possibilidade dos microorganismos presentes no sistema formarem aminas (Vidal-Carou, 1990).

Nakamura et al., (1979), pesquisando o conteúdo de aminas em carne de porco, detectaram baixas concentrações de espermidina, espermina, putrescina e cadaverina no produto fresco. Entretanto, depois de 48 horas a 20 °C, verificaram aumento no teor de putrescina e cadaverina, redução no teor de espermina, enquanto o teor de espermidina permaneceu constante.

Em carne de peixe fresco, à semelhança da carne vermelha, foram detectados teores de espermidina, espermina e histamina sob condições fisiológicas normais e, por serem altamente protéicos, é susceptível a formação de outras aminas (Glória, 2005).

A produção de aminas em peixes ocorre devido à ação de enzimas descarboxilantes de aminoácidos de origem bacteriana (Rodriguez-Jerez et al., 1994). Os tipos e teores de aminas formadas são afetados pela composição química do peixe, pela microbiota natural e contaminante do peixe e pelas condições de captura, manuseio e armazenamento.

### **2.2.3.4 Aspectos toxicológicos das aminas bioativas**

As aminas biologicamente ativas são constituintes normais de muitos alimentos e geralmente não representam riscos para indivíduos a não ser que a

quantidade ingerida seja grande. Aminas presentes nos alimentos são rapidamente metabolizadas no organismo por conjugação ou mediante reações de oxidação por aminoxidases (Wild, 1997; Silva & Glória, 2002).

A intoxicação alimentar mais freqüente causada por aminas envolve a histamina, cujos sintomas são: diminuição da pressão sanguínea devido a vaso dilatação; rubor da face e pescoço; cefaléia intensa e contínua; palpitação cardíaca; tontura; sensação de ardor na boca e garganta e dificuldade em engolir (Silva, 1997).

Os surtos de intoxicação por ingestão de alimentos contendo histamina são relatados com maior freqüência após consumo de peixes e queijos, porém já foram relatados casos de intoxicação com esta amina após consumo de fígado e moela de frango (Vasconcelos Neto, 2003).

Os efeitos toxicológicos da histamina dependem da concentração ingerida, atividade da aminoxidase e fisiologia intestinal individual. Segundo Lima & Glória (1999), o efeito tóxico de algumas aminas pode ainda ser potencializadas pela presença concomitante de outras aminas como putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, feniletilamina, espermidina e espermina.

A tiramina é o segundo tipo de amina que apresenta quadros de intoxicações alimentares, com sintomas de: dor de cabeça; febre; vômito; transpiração e aumento da pressão sanguínea (Rice et al., 1976).

Casos envolvendo a aceleração do crescimento de tumores foram atribuídos às aminas putrescina, espermidina e espermina (Bardócz, 1995; Lima & Glória, 1999). As aminas putrescina, cadaverina, agmatina, espermidina e espermina podem também reagir com nitrito sob condições ácidas formando nitrosaminas (Sillas-Santos, 1996).

Segundo Halász (1994), a determinação da dose tóxica de aminas é difícil de ser estabelecido, pois depende muito das características individuais e da presença de outras aminas. Valores de 10 mg/100 g de alimento e 2 mg/100 g

de bebida alcoólica foi sugerido para a amina histamina; de 10 a 80 mg/100 g para tiramina e de 30 mg/100 g para fenietilamina são sugeridas como tóxicas.

#### **2.2.3.5 Índices de qualidade baseados nos teores de aminas bioativas**

Diversos são os parâmetros utilizados para a determinação de qualidade de carne publicados e discutidos na literatura científica, dentre eles: cor, textura, análises sensoriais, pH, composição química e nitrogênio total. Entretanto questionamentos como: preparação da amostra, amostragem, origem do animal, tipo de manejo, procedimentos de abate, transporte, sexo, idade entre outros são realizados, sugerindo que estes devem ser mais bem descritos e considerados (Honikel, 1998). Por outro lado, outras análises são propostas na avaliação da qualidade da carne e derivados, tais como: bases voláteis totais; acidez volátil; nucleotídeos; compostos reativos ao ácido 2-tiobarbitúrico e DNA cometa, embora essas também apresentem desvantagens que limitam sua utilização (Silva & Glória, 2002).

O índice de qualidade proposto por Mietz & Karmas (1977), baseado nos teores de aminas bioativas, foi considerado adequado para atum, com boa correlação com os resultados das análises de qualidade. Esse índice consiste na razão entre a soma dos teores de histamina, putrescina e cadaverina e a soma dos teores de espermidina e espermina acrescido de 1. Nesse índice, os resultados entre 0 e 1 indicariam atum de boa qualidade; entre 1 e 10, atum com limite de aceitação; e >10, produto descarte para o consumo (Vale & Glória, 1997).

Hernandez-Jover et al. (1996) sugeriram que os níveis de tiramina também fossem incluídos na fórmula para avaliação da qualidade da carne suína, visto que neste tipo de carne, ocorrem importantes mudanças nos níveis desta amina durante sua deterioração.

Segundo Silva & Glória (2002), em 1997, Veciana-Nogués e colaboradores sugeriram um novo índice, baseado na soma dos teores de

putrescina, cadaverina, histamina e tiramina. Nesse índice, valores menores que 5 mg/100g indicariam carne de alta qualidade higiênica. Posteriormente outro método de avaliação da qualidade de carnes baseado nos teores de amins bioativas, foi proposto por Silva & Glória, (2002). Esses autores observaram uma correlação linear entre os tempos de armazenamento e o índice proposto pelos mesmos. Neste índice é levado em consideração a razão entre os valores de espermidina e espermina (Epd/Epm), com a vantagem de detectar estágios iniciais de deterioração comparado ao índice de Mietz e Karmas, onde os mesmos sugeriram valores <0,45 mg/100g como produto fresco e >0,7 mg/100g produto deteriorado.

### **2.3 Uso do frio na preservação da qualidade de carnes**

A conservação de carnes constitui uma necessidade básica, com o objetivo de retardar ou evitar alterações que reduzem a qualidade ou a tornem imprópria ao consumo. Essas alterações são produzidas por diversas causas como microbianas, químicas e físicas (Lawrie, 2005) e tem início imediatamente após o abate dos animais.

O método mais utilizado para prolongar a vida útil da carne é o emprego do frio (temperaturas próximas a 0 °C ou abaixo). O princípio da utilização de baixas temperaturas é o retardamento da atividade microbiana, bem como as reações químicas e enzimáticas que causam alterações; a velocidade de tais alterações é diretamente proporcional à temperatura da carne (Lawrie, 2005).

A conservação de carne por congelamento, bem como da maioria dos alimentos, tem sido recomendada, pois tem uma grande capacidade de manter as características químicas, organolépticas e nutritivas do produto o mais próximas possível das características iniciais, e ainda dificulta a ação desfavorável de microorganismos e enzimas (Fontes & Lopes, 1994).

Segundo Sing & Heldman (1998) e Lawrie (2005), a queda na velocidade de crescimento microbiano, a redução na deterioração do produto pelas reações enzimáticas e oxidativas e a formação de cristais de gelo, nos processos de conservação de alimentos por congelamento acontecem de forma variada e são dependentes do sistema aplicado.

De forma geral, os métodos de congelamento de carnes são classificados em: convencional (congelamento lento), com emprego de temperaturas de -2° a -20 °C; e, o rápido (temperaturas de congelamento de -22° a -40 °C), com velocidade de congelamento variando de 0,05 °C/minuto no congelamento lento e de 0,5 °C no rápido (Sing & Heldman, 1998; Lawrie, 2005).

Os longos períodos de estocagem de carnes em temperaturas abaixo do ponto de congelamento podem desencadear a rancidez oxidativa, que é mais rapidamente pronunciada quanto mais insaturada as gorduras presentes nos tecidos (Lawrie, 2005).

### **2.3.1 Conservação por congelamento**

A eficiência do congelamento na preservação da carne é bem compreendida e existem fatores relacionados a efetividade da aplicação do processo, tais como: as características do produto (tipo e tamanho do músculo, proporção entre superfície de corte e volume, natureza/integridade e manutenção da funcionalidade das proteínas); e as características do processo (tempo, temperatura e velocidade do ar). Esses aspectos estão relacionados diretamente com a velocidade de congelamento e o produto final (Evangelista, 2000; Lawrie, 2005).

A natureza do processo de congelamento está associada com a água dos tecidos, a capacidade de retenção dessa água pelas proteínas musculares e a temperatura. Em geral, a proporção de água que congela no músculo aumenta no início do congelamento, à medida que a temperatura diminui abaixo do ponto de

congelamento. A porção de carne não congelada parece aumentar à medida que aumenta o conteúdo de gordura do músculo (Forrest et al., 1979).

Durante o congelamento lento, a temperatura do produto permanece próximo ao ponto de congelamento inicial durante bastante tempo, com isso a água extracelular se congela mais rapidamente do que a intracelular, pois existe uma menor concentração de solutos. Neste caso há um maior período de cristalização, formando-se numerosos cristais de gelo extracelulares que se perdem facilmente como “gotejamento” durante o descongelamento (Evangelhista, 2000).

Quando há formação de cristais, há possibilidade de ruptura celular. A velocidade lenta de congelamento (até -20°C) causa formação de cristais de gelo exterior à célula (intercelular). Essa formação de gelo produz cristais grandes que incham e causam uma separação física das fibras, resultando no descongelamento em perdas de fluidos intercelulares na forma de gotejamento (Lawrie, 2005).

As carnes em geral congelam-se numa ampla faixa de variação de temperaturas dependendo da concentração de sais em suspensão coloidal na célula. A velocidade de congelamento dependerá da quantidade de água livre presente dentro da célula, e a água livre na célula congelará de acordo com a quantidade de sais dissolvidos (Forrest et al., 1979; Prändal, 1994; Lawrie, 2005).

No congelamento rápido a temperatura cai rapidamente abaixo do ponto de congelamento inicial, promovendo formação de cristais menores, tanto a nível extracelular como intracelular, apresentando efeitos menos prejudiciais do que o congelamento lento (Filho et al., 2002).

A carne se congela mais rápido em câmaras com circulação forçada de ar e mais lentamente em câmaras com ar estacionário. O contato direto com placas de congelamento apresenta velocidade de congelamento intermediária.

Outro fator que aumenta a velocidade de congelamento é a separação das peças em pedaços menores (cortes) e a presença ou ausência de embalagens (Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005).

Este tipo de congelamento é mais empregado em indústria de carnes, onde é comum a utilização de túneis de congelamento. O ar constitui o meio de transferência de calor, e como este circula rapidamente, a velocidade de transferência de calor é muito mais rápida do que em congeladores com ar imóvel. Normalmente são empregadas velocidades do ar de 5 a 6 m/s e temperatura de -30 °C (Filho et al., 2002). O principal problema, nesse processo, é a queima do tecido cárneo, ocasionada pela desidratação da superfície exposta ao frio com a perda de cor. É um processo de sublimação da água superficial do produto durante o congelamento e armazenamento (Lawrie, 2005).

### **2.3.2 Glazeamento**

Uma variante do processo de congelamento rápido é o glazeamento (glasser), que consiste em uma operação realizada logo após o congelamento, em que é realizada a imersão da peça em água fria (2° C) ou a aspersão de água fria (2° C) na superfície da carne. Nesse método, uma camada de gelo forma-se instantaneamente recobrendo a peça congelada (Johnston et al., 1994; Oetterer, 2004). A finalidade desta operação, usada comumente em pescados e frutos do mar, é proteger o produto contra perdas de água e oxidação lipídica durante o armazenamento sob congelamento e a preservação do sabor, cheiro e textura, minimizando também o efeito de gotejamento de água no descongelamento (Jacobsen & Fossan, 2001).

A eficiência do método de glazeamento é dada em função: do tempo de exposição do corte à água; temperatura dos cortes; temperatura da água de glazeamento; tamanho e volume do corte cárneo (Johnston et al., 1994; Jacobsen & Fossan, 2001).

Oetterer (2002) afirma que normalmente há um aumento de peso em água nos cortes cárneos submetidos à operação de glazeamento, que varia de acordo como o método empregado, sendo maior na imersão e menor na aspersão. Jacobsen & Fossan (2001), em seu trabalho sobre variações temporais no glazeamento de camarões gigantes congelados rapidamente e monitorados pelo padrão do CODEX e pelo método de entalpia, afirmam que normalmente há um aumento de peso de 8 a 12% dependendo do método empregado. Entretanto, Johnston et al., (1994) descrevem variações superiores de absorção de água que varia de 2 a 20%, quando se utiliza o método de imersão, devido a falta de constância no tempo de exposição dos cortes à água de glazeamento.

## **2.4 Parâmetros de qualidade relacionados a carnes**

### **2.4.1 pH final**

As reações químicas no músculo vivo e após o sacrifício são similares, porém, após a morte fisiológica, os tecidos são incapazes de sintetizar e eliminar determinados metabólitos (Price & Schweiggert, 1976). A glicólise é um processo que envolve todas as etapas da conversão do glicogênio ou glicose muscular em ácido láctico. Considerando o animal vivo, esse processo é um meio rápido de obtenção de ATP (adenosina trifosfato) em condições anaeróbias (em ausência de oxigênio). Essas reações ocorrem no sarcoplasma e são catalisadas por proteínas sarcoplasmáticas solúveis (Lawrie, 2005; Pösö & Puolanne, 2005).

A concentração de glicogênio do músculo no momento de abate tem uma grande influência nas reações bioquímicas *post mortem*, as quais determinam o pH final da carne e as características decorrentes, como capacidade de retenção de água (CRA), cor, brilho superficial e capacidade de emulsificação (Pösö & Puolanne, 2005).

A queda do pH depende da espécie e é mais rápida nos suínos, intermediária nos ovinos e mais lenta nos bovinos. Para bovinos, normalmente a

glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 horas) é em torno de 7,0; cai para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5 - 5,9 após 24 horas (Honikel, 1998). Em suínos, a velocidade de queda é maior, atingindo valores de 5,6 - 5,7 após 6 - 8 horas *post mortem* e 5,3 - 5,7 após 24 horas (Lawrie, 2005).

Romanelli (1995) estudando as propriedades tecnológicas da carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*), verificou que a queda do pH do músculo *Longissimus dorsi* demorou em torno de 36 a 48 horas, passando de um pH inicial de 6,6 a 6,7 para um pH estabilizado em 5,5 a 5,7 às 48 horas, em temperatura de 3 a 6 °C.

#### **2.4.2 Cor**

A cor é uma propriedade funcional das proteínas da carne relacionada com o pH, com a capacidade de retenção de água e com a capacidade emulsificante. A cor da carne percebida pelo homem é o resultado da absorção da luz pelo pigmento mioglobina e outros compostos como o citocromo oxidase e a hemoglobina (Forrest et al., 1979; Mancini & Hunt, 2005). A intensidade de cor da carne é determinada por fatores *ante mortem*, tais como a raça, manejo, sexo e idade do animal, sensibilidade ao estresse, e *post mortem*, como temperatura aplicada no resfriamento das carcaças, temperatura ambiente no abate e umidade relativa do ar no resfriamento, entre outros (Price & Schweiggert, 1976; Baublits et al., 2004; Lawrie, 2005).

As diferenças na intensidade de cor entre as espécies são causadas por diferentes concentrações de mioglobina, por ser ela a proteína responsável pela coloração da carne, embora outras proteínas com grupamento heme (hemoglobina e citocromo C), também colaborem para a coloração da carne (Mancini & Hunt, 2005).

A percepção da cor pode ser avaliada subjetivamente (sujeito a variações e imprecisões) ou instrumentalmente (mais precisa e confiável). Atualmente

muitos equipamentos estão disponíveis para a análise instrumental de cor (colorímetros e espectrofotômetros). Entretanto, cada instrumento oferece características que permitem a escolha e o melhor diagnóstico (Brewer et al., 2001; Ramos & Gomide, 2007).

Mancini & Hunt, (2005) em artigo de revisão descrevem que a cor da carne e dos produtos cárneos envolve: genética animal, fatores *ante mortem* e *post mortem*, composição química das fibras musculares, e outros fatores relacionados ao processamento, empacotamento, distribuição, armazenamento e preparação final para consumo.

Davis et al., (2000), em estudo de estimulação elétrica em carne de crocodilo Australiano (*Crocodylus porosus*) para a indução de amaciamento, reportaram valores médios de  $L^*$  de 59,72 a 62,62 em cauda e de 61,24 a 60,20 em dorso;  $a^*$  de 0,49 a 1,00 para cauda; e 2,11 a 3,44 para dorso, e  $b^*$  de 1,58 a 1,91 para cauda e 3,54 a 4,27 para dorso, em carnes não estimuladas ou estimuladas eletricamente, respectivamente.

No Brasil, Rodrigues et al., (2007) estudando quatro cortes de comerciais de carne do jacaré do pantanal (filé da cauda, filé do lombo, filé do dorso e membros) reportaram médias de  $L^*$ ;  $a^*$  e  $b^*$  de 54,01 a 56,02; -0,54 a 2,38; e -2,61 a 1,77, respectivamente.

#### **2.4.3 Perda de peso por cozimento (PPC)**

A perda de peso por cozimento é uma medida de qualidade, associada ao rendimento da carne no momento do consumo, que é influenciada pela capacidade de retenção de água pelas estruturas da carne (Lawrie, 2005). As perdas de água durante o cozimento ocorrem em função do emprego de temperaturas elevadas a que são submetidas às carnes, promovendo a desnaturação das proteínas, diminuindo consideravelmente a capacidade de retenção de água (Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005). Essas perdas dependem de

fatores como o método, o tempo e a temperatura de cozimento. Parte do peso perdido durante o processo de cozimento não é necessariamente aquosa; em temperaturas elevadas as gorduras se fundem, bem como as estruturas que as retêm, e são consideradas como perdas (Lawrie, 2005).

Huff-Lonergan & Lonergan, (2005) em estudo de revisão dos mecanismos de retenção de água na carne descrevem que a capacidade de retenção de água em carnes é centrado nas proteínas estruturais, principalmente as miofibrilares. Os autores afirmam ainda que há uma forte relação entre a capacidade de retenção de água da carne com o pH, força iônica e oxidação na habilidade desta proteína em atrair a água.

Entre os fatores que podem interferir nos resultados da PPC de amostras de uma mesma espécie estão as diferentes metodologias de cocção (banho-maria ou chapa) e preparo da amostra (retirada de tecidos conjuntivos e depósitos de gorduras) e as categorias de pesos ao abate, em que os animais apresentam diferentes percentuais de gordura na carcaça (Souza, 2001).

#### **2.4.4 Força de cisalhamento (Maciez)**

A maciez é o atributo de qualidade mais importante para o consumidor ao julgar a qualidade da carne (Gruber et al., 2006). Os fatores que podem afetar a maciez da carne são os fatores *ante mortem* como genética, idade, maturidade, sexo, nutrição, acabamento do animal, exercício, estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero; e fatores *post mortem*, como estimulação elétrica, *rigor mortis*, esfriamento da carcaça, maturação, método e temperatura de cozimento e pH final (Koohmaraie et al., 1991; Gruber et al., 2006).

O efeito do tratamento térmico sobre a maciez da carne é um reflexo da ação de temperaturas elevadas sobre o colágeno e proteínas miofibrilares (Pardi et al., 1993; Roça, 2000).

Considerando o comprimento do sarcômero, o aquecimento da carne até a temperatura de 45 °C não provoca nenhuma modificação. Entre 45-55 °C há um leve aumento do sarcômero devido, provavelmente, a um relaxamento e intumescimento da estrutura do tecido conjuntivo. Acima de 55 °C inicia-se o processo de encurtamento dos sarcômeros, podendo chegar até 25% da estrutura original (Lawrie, 2005). As diferentes proteínas musculares se desnaturam a distintas temperaturas. As proteínas solúveis e a miosina são termolábeis e sua desnaturação começa a 45-50 °C. As proteínas do tecido conjuntivo desnaturam a temperaturas de 60-70 °C, dependendo do grau de ligações cruzadas do colágeno (Lawrie, 2005).

Na operação de resfriamento, as carcaças resfriadas antes da instalação do *rigor mortis* podem sofrer uma contração brusca e irreversível das fibras musculares, com redução no comprimento do sarcômero e aumento da força necessária para o cisalhamento das amostras após o cozimento. Esse processo é denominado “*cold shortening*” e ocorre em carnes com maior proporção de fibras vermelhas (Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005).

A maciez da carne pode ser determinada por análises sensoriais feitas por julgadores treinados, porém esse método apresenta alta variabilidade. Outros métodos podem ser utilizados, conferindo maior precisão, como os testes objetivos ou instrumentais, como a força de cisalhamento (FC), usando o equipamento texturômetro acoplado a uma sonda Warner-Blatzler ou similares. Nesse método, a variabilidade dos resultados é reduzida (Gruber et al., 2006). Segundo Krausgrill et al. (1999), a força de cisalhamento corresponde à resistência da amostra em relação à lâmina da “probe”, que simula a mastigação.

A carne é classificada como macia quando a FC atinge valores até 8 kgf; aceitável quando esses valores estão entre 8 kgf e 11 kgf; e dura com valores acima de 11 kgf (Bickerstaffe et al., 1997).

#### **2.4.5 Composição centesimal**

A determinação da composição centesimal dos alimentos, realizada desde 1864 de acordo com o método de Weende, é utilizada nos dias atuais com algumas alterações (Vilas Boas, 1999). Os compostos determinados na composição centesimal não são, na realidade, compostos quimicamente definidos, e sim grupos de compostos químicos. O termo proteína bruta inclui vários compostos químicos, sendo os mais comuns os aminoácidos, as unidades básicas das proteínas e extrato etéreo; e inclui, além das gorduras, outras substâncias afins, solúveis em éter (Silva, 1990; Cechi, 2003).

A composição centesimal corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias, os quais dizem respeito àqueles compostos que se encontra em praticamente todos os alimentos, presentes em 100 g do mesmo, exprimindo de forma grosseira o seu valor nutritivo (Vilas Boas, 1999). Em relação à composição centesimal, a carne magra *in natura* apresenta em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. A carne magra dos diferentes animais de abate possui uma variação química pequena (Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005).

O valor nutritivo da carne se deve à quantidade e qualidade de suas proteínas, à presença de ácidos graxos essenciais e de vitaminas do complexo B e, em menor proporção, ao seu conteúdo em alguns sais minerais (Lawrie, 2005).

##### **2.4.5.1. Umidade (água)**

A água é importante na atividade muscular, uma vez que a pressão e descompressão, contração e relaxamento são viáveis em presença da água. Também é o componente mais abundante de um alimento. Assim, a água é um dos componentes mais importantes deste produto por participar em reações químicas, por permitir as transformações químicas dos demais componentes

quando atua como solvente e pelas transformações físicas que a água pode sofrer e induzir no alimento (Bobbio & Bobbio, 2003; Araújo, 2006).

O conteúdo de água de um alimento usualmente é expresso pelo valor obtido na determinação da água total contida no mesmo. Entretanto, esse valor não fornece indicações de como está distribuída a água, como também não permite saber se toda a água está ligada do mesmo modo ao alimento (Araújo, 2006). Existem pelo menos dois tipos de água num alimento: um que se denomina água livre, água fracamente ligada ao substrato, e que funciona como solvente, permitindo o crescimento dos microorganismos e reações químicas e que é eliminada com relativa facilidade; e outro, a água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e que não é utilizada como solvente e, portanto, não permite o desenvolvimento de microorganismos e retarda as reações químicas (Bobbio & Bobbio, 2003).

#### **2.4.5.2 Extrato etéreo**

O termo extrato etéreo descreve o grupo de gorduras, óleos e substâncias afins que constituem parte dos tecidos animais e grande parte dos vegetais (Silva, 1990; Cechi, 2003). Essas substâncias são insolúveis em água, mas solúveis em éter, clorofórmio, benzeno e outros solventes orgânicos chamados de extratores. O grupo inclui as gorduras e muitos outros compostos intimamente ligados ou associados, tais como fosfatídeos, esteróis (colesterol), clorofila, óleos voláteis e resina (Curi et al., 2002; Araújo, 2006).

Os lipídeos assim como os carboidratos e as proteínas formam o grupo de compostos quantitativamente mais importante nos alimentos e apresentam papel relevante na nutrição humana (Bobbio & Bobbio, 1995). Em função de um alto valor energético (9 kcal), os lipídeos tornam-se um importante meio de obtenção de energia para o organismo animal (Lehninger et al., 2002).

Os lipídeos são armazenados no tecido animal de diferentes formas: extracelular, constituído dos depósitos de tecido adiposo subcutâneo e demais depósitos no organismo animal; a intermuscular, entre os músculos; e a intramuscular, conhecida como marmoreio constituída de fibras muito finas no tecido muscular. Uma quantidade pequena de gordura aparece no tecido muscular, a qual é encontrada em pequenas gotículas no líquido intercelular (Lawrie, 2005).

Os teores de lipídeos totais no músculo colaboram para a maciez e suculência observada sensorialmente na carne cozida, além disso, o conteúdo total de gordura no animal e no músculo tem um impacto importante na composição de ácidos graxos, proporcionada por diferentes quantidades de lipídeos neutros e fosfolipídeos (Wood et al., 2008).

As gorduras intramusculares, diferentes daquelas encontradas no tecido adiposo, são constituídas de fosfolipídeos e constituintes insaponificáveis como o colesterol (Curi et al., 2002).

As diferenças existentes entre as carnes das diferentes espécies, segundo Kyle (1994), são resultados da quantidade de gordura. Na maior parte das espécies silvestres, a gordura total representa menos de 5% do peso da carcaça, e é, em sua maioria gordura estrutural, e encontrando-se na forma de fosfolipídeos (Sinclair, 1990).

A quantidade de gordura no músculo e tecido adiposo dos animais interfere na composição de ácidos graxos, e esta composição afeta a estabilidade oxidativa durante o processo de exposição do produto nos mercados, sendo os ácidos graxos polinsaturados os responsáveis pela oxidação ocorrida nesta fase (Wood et al., 2008).

### **2.4.5.3 Proteínas**

Proteínas são nutrientes compostos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, e quase todas contêm enxofre e fósforo. Os aminoácidos unidos entre si, compõem polímeros denominados de proteínas. As proteínas formam soluções coloidais que não passam facilmente através das membranas orgânicas. Os aminoácidos são os mais importantes componentes das proteínas, essenciais para a síntese dos tecidos orgânicos em crescimento, para sua manutenção e para sua reparação (Lehninger et al., 2002; Campbell, 2003).

O teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne. O valor biológico de uma proteína é determinado pela sua quantidade e proporção no conteúdo em aminoácidos essenciais. As proteínas de origem animal possuem, devido à sua composição em aminoácidos, um valor biológico mais elevado que as proteínas de origem vegetal (Lawrie, 2005; Araújo, 2006).

O organismo utiliza das proteínas os aminoácidos. Toda a proteína introduzida no aparelho digestivo é hidrolisada e os produtos são distribuídos no organismo. Pela eliminação seletiva de aminoácidos da dieta, foi verificado que o organismo dispensa alguns aminoácidos e retém os demais, ou seja, com a dieta comum, o organismo consegue sintetizar alguns aminoácidos e outros não (ou não com a rapidez requerida pelo corpo). Por isso, aqueles não sintetizados pelo organismo são denominados aminoácidos essenciais. No homem adulto, apenas oito dos vinte aminoácidos são considerados essenciais: fenilalanina, valina, triptofano, treonina, metionina, leucina, isoleucina e lisina (Lehninger et al., 2002; Campbell, 2003). As proteínas animais contêm mais aminoácidos essenciais do que as proteínas vegetais. As proteínas de alto valor nutritivo são encontradas em ovos, carne, peixes, aves, leite, queijos e soja (Saraiva & Lopes, 2002).

Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados pelo organismo em quantidades necessárias para seu funcionamento normal. Quando o organismo necessita destes aminoácidos ele pode sintetizá-los a partir dos componentes protéicos dos alimentos. Os aminoácidos não essenciais são alanina, arginina, ácido aspártico, citrulina, cisteína, cistina, ácido glutâmico, glicina, ácido hidroxiglutâmico, hidroxiprolina, norleucina, prolina, serina e tirosina (Lenhinger et al., 2002).

As proteínas da carne são provenientes dos tecidos musculares (miofibrilas) e tecidos conjuntivos e, secundariamente, do sarcoplasma. Classificam-se, segundo sua solubilidade, em proteínas sarcoplasmáticas (mioglobina e hemoglobina), miofibrilares (actina, miosina, troponina e tropomiosina) e do estroma (tecido conectivo e as proteínas a ele associadas). A proporção de proteína no músculo varia de 18 a 22% (Lawrie, 2005; Purslow, 2005).

#### **2.4.5.4 Cinzas**

Cinza ou resíduo mineral é o produto que se obtém após o aquecimento de uma amostra, à temperatura de 500 a 600°C, ou seja, até o aquecimento ao rubro, porém não superior a 600°C, durante quatro horas ou até a combustão total da matéria orgânica (Silva, 1990).

A determinação da cinza fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. O teor de cinza pode permitir, às vezes, uma estimativa da riqueza em cálcio e fósforo do alimento analisado, quando se trata de certos produtos como farinha de ossos e produtos de origem marinha. Por meio do aquecimento, em temperatura elevada, todas as substâncias voláteis que se decompõem pelo calor serão eliminadas e a matéria orgânica é toda transformada em CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O (Silva, 1990; Cechi, 2003).

O conteúdo de cinzas ou resíduo mineral fixo da carne está em torno de 0,8 a 1,8%. Entre os íons orgânicos e inorgânicos de importantes funções destacam-se o cálcio e o magnésio, que desempenham papel importante na contração muscular. Os compostos orgânicos do fósforo, como diversos ésteres do ácido fosfórico, intervêm nas modificações *post mortem*, no processo de maturação e na hidratação da carne (Roça, 2000).

A carne também é uma boa fonte de oligoelementos como zinco e ferro. A importância da carne como fonte de ferro não se baseia somente no seu elevado teor, e sim porque o ferro proveniente da carne possui uma melhor biodisponibilidade que os alimentos vegetais (Roça, 2000).

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H.M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel, **Journal of Food Science**, v.61, n.04, p. 729-733, 1996.

ARAÚJO, J. M. A.; **Química dos alimentos: teoria e prática**. 3ª Edição, editora UFV, 478p., 2006.

AZEVEDO, I. C. **Análise sensorial e composição centesimal de carne de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói – RJ, 75p., 2007.

BARDÓCZ, S. Polyamines in food in their consequences for food quality and human health. **Trends Food Science Technology**. V. 6, p. 341-346, 1995.

BAUBLITS, R. T., BROWN, A. H., JR, POHLMAN, F. W., Johnson, Z. B., ONKS, D. O., LOVEDAY, H. D. Brown Carcass and beef color characteristics of three biological types of cattle grazing cool-season forages supplemented with soyhulls. *Meat Science*, 68(2), p. 297–303.

BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas "post mortem" em pescado. **Boletim do ITAL**, v. 22, p. 169-192, 1985.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTER, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais...** Auckland: ICOMST, 100p. 1997.

BOBBIO, P. A., BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Varela, 2003. 151p.

BRAZAITIS, P.J. **Management, reproduction and growth of *Caiman crocodilus yacare* in the New York Zool. Park**. In: WORKING MEETING OF THE CROCODILE SPECIALIST GROUP, 1986, Caracas. **Proceedings...** Caracas: Crocodile Specialist Group, 1986. p.389.

BREWER, M.S.; JENSEN, J.; SOSNICKI, A. A.; FIELDS, B.; WILSON, E.; McKEITH, F. K. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. **Meat Science**, v.61, n. 3, p.249-256, 2001.

CAMPBELL, M. K; **Bioquímica**. 3ª edição. Ed. Artmed. Porto Alegre. 752 p. 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª edição, editora UNICAMP, Campinas, 207p, 2003.

CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. **Entendendo as gorduras: os ácidos graxos**. 1ª Edição, Editora Manole, 572p. 2002.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**, 2ª ed., São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

FERNANDEZ-LOPES, J.; SAYAS-BARBERÁ, M. E.; ROSMINI, M. R.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. El test del ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) como medida de la oxidación em carnes y productos cárnicos. **Eurocarne**, v. 58, julio-agosto, 1997.

FILHO, A. F. M. ; BRAGA, M. E.; MATA, M. E. R. M. C. Congelamento de carne suína a temperaturas criogênicas: alterações de algumas características físico-químicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 51-62, 2002.

FLORES, H. E.; PROTACIO, C. M.; SIGNS, M. Primary and secondary metabolism of polyamines in plants. **Rec. Adv. Phytochem**. V. 23, p. 359-393, 1989.

FONTES, T.C.; LOPES, M.N.F. **Congelamento de alimentos: Técnicas e normas**, Viçosa –MG. 1994. 68p.

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

FORSYTHE, S.J. Microbiologia da segurança alimentar. Porto Alegre: Artmed, p. 109-121, 2002.

GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines, **In:** HUI, H.; NOLLET, L. L. Handbook of Food Science. Marcel Dekker, New York, v. 1, cap. 13, 2005.

GRUBER, S. L.; TATUM, J. D.; SCANGA, J. A.; CHAPMAN, P. L.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 3387-3396, 2006.

HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends Food Science Technology**. V. 5, p. 42-49, 1994.

HERNANDEZ-JOVER, T.; IZQUIERDO-PULIDO, M.; VECIANA-NOGUÉS, M. T.; VIDAL-CAROU, M.C. Biogenic amines sources in cooked cured pork shoulder. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 44, p. 3097-3101, 1996.

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

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes: Review. **Journal of Meat Science**, v. 71, p. 194-2004, 2005.

JACOBSEN, S.; FOSSAN, K. M. Temporal variations in the glaze uptake on individually quick frozen prawns as monitored by the CODEX standard and the enthalpy method, **Journal of Food Engineering**, v.48, p. 227-233, 2001.

JOHNSTON, W. A.; NICHOLSON, F. J.; ROGER, A.; STROUD, G. D. Freezing and refrigerated storage in fisheries, Series: **FAO Technical Papers**, 143p, 1994.

KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE, G.; KRETCHMAR, D. H.; CROUSEH, J. D.; MERSMANN, H. J. Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. **Journal Animal Science**, v. 69, p.617-624, 1991.

KRAUSGRILL, D. J.; TULLOH, N. M.; SHORTHOSE, W. R.; SHARPE, K. Effects of weight loss in ewes in early pregnancy on muscles and meat quality of lamb. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 132, n. 2, p. 103-106, Mar. /1999.

KYLE, R. New species for meat production. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 123, n. 1, p. 1-8, Aug. 1994.

LANARA. Laboratório nacional de referência animal: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes – II** métodos físicos e químicos, Brasília, 1981.

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. Editorial Acribia, Zaragoza, p. 380, 2005.

LEAK, F. W.; LAMKEY, J. W.; JOHNSON, D. D.; BALABAN, M. O. **A further analysis of Florida alligator meat as a whole some food product**. Gainesville: University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, 1988.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2002,

LIMA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim SBCTA** n. 33 vol. 1 p. 70-79, jan/jun, 1999.

MANCINI, R. A.; HUNT, M.C. Current research in meat color: Review. **Journal of Meat Science**, v. 71, p. 100-121, 2005.

MIETZ, J. L.; KARMAS, E. Chemical quality index of canned tuna as determined by HPLC. **Journal of Food Science**. V. 42, p. 155-158, 1977.

MOODY, M.; COREIL, P. D.; RUTLEDGE, J.E **Alligator meat: yields, quality studied**. Louisiana Agric., 24 (1): p. 14-15, 1980.

NAKAMURA, M.; WADA, Y.; SAWAYA, H.; KAWABATA, T. Polyamine content in fresh and processed pork. **Journal Food Science**. V. 44, n. 2, p. 515-517, 1979.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba, Editora Agropecuária, 200p, 2002.

OETTERER, M. Tecnologias emergentes para o processamento de pescados produzidos em pisciculturas. **In: CYRINO, J. E. P.** Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo, Tecart., p. 481-500, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; CLAIRE, I. G. L.; SARANTÓPOULOS, D. G.; LEMOS, A. B. Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados, **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.16, n.3, p.202-210, 2006.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. Goiânia: Universidade de Goiás, 1993. v. 1, 586 p.

PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha *Sardinella brasiliensis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.25, n. 4, 2005.

PEREIRA, A. V.; ROMANELLI, P. F.; SCRIBONI, A. B.; BARBOZA, S. R. Study of the great rhea (*Rhea americana*) meat stability under storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.26, n.2, p. 2006,

PIETTE, G.; RAYMOND, Y, Randicity in processed meats – comparative evaluation of review. **Journal Milk Food Technology**, v. 3, p. 36-39, 1999.

PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenadas sob congelamento**. 2005. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PÖSÖ, A. R., PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals: Review. *Journal of Meat Science*, v. 70, p.423-434, 2005.

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

PRICE, J.F.; SCHWEIGGERT, B.S. **Ciência de la Carne y de los Productos Carnicos**, Zaragoza, Editorial Acribia, 668 p. 1976.

PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality: Review. *Journal of Meat Science*, v. 70, p.435-447, 2005.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. de M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e metodologias**, Ed. UFV, Viçosa-MG, 599p., 2007.

RICE, S.; EITENMILLER, R. R.; KOEHLER, P. E. Biologically active amines in food: a review. **Journal Milk Food Technology**, v. 39, p. 353-358, 1976.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 202p. 2000.

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

RODRIGUEZ-JEREZ, J. J.; MORA-VENTURA, M. T.; CIVERA, T. Istamina e prodotti ittici: un problema attuale. Parte I: fattori implicati. **Industria Alimentari**. v.33, n. 3, p. 299-307, 1994.

ROMANELLI; P. F. **Propriedades Tecnológicas da Carne do Jacaré do Pantanal Caiman Crocodilus Yacare (Daudin, 1802)**. 1995, 110p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Universidade de Campinas – Campinas - SP.

SANTÉ-LAHOUTELLIER, V.; ENGEL, E.; GATELLIER, PH. Assesment of the influence of diet on lamb meat oxidation. **Journal of Food Chemistry**, v.109, p. 573-579, 2008.

SARAIVA, L. G; LOPES, A. Apontamentos de nutrição: **As proteínas**. Universidade Nova de Lisboa. Instituto de Tecnologia Química e Biológica. 2002. 4 p. Disponível: [www.unl.pt/itqb/nutricao](http://www.unl.pt/itqb/nutricao)

SCHERER, R.; DANIEL, A. P.; AUGUSTI, P. R.; LAZZARI, R.; LIMA, R. L. DE; FRIES, L. L. M.; RADUNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. Effect of chlorinated ice on chemical and microbiological features of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) flesh. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.24, n. 4, 2004.

SILLA SANTOS, M. H. Biogenic amines: their importance in foods. **Int. Journal Food Microbiology**. v. 29, n. 2/3, p. 213-231, 1996.

SILVA, C. M. G. **Aminas biogênicas em carne de frango e derivados**. Belo Horizonte: 1997. 66p. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Farmácia – UFMG.

SILVA, C. M. G.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4 °C and in chicken-based meat products. **Food Chemistry**, v.78, p. 241–248, 2002.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos – Métodos Químicos e Biológicos** – 2ª ed. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 165 p. 1990.

SINCLAIR, A. J.; O'DEA, K. Fats in Human diets through history: is the western diet out of step? In: WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, p. 1-47. 1990.

SING, R.P.; HELDMAN. D.R. **Introducción a la ingeniería de los alimentos**. Zaragoza: Acribia., 1998. 544p.

SMITH, T. A. Polyamines. **Ann. Ver. Plant Physiology**. v. 36, p. 117-143, 1985.

SOARES, V. F. M.; VALE, S. R.; JUNQUEIRA, R. G.; GLÓRIA, M. B. A. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, p.462-467, 1998.

SOUZA, A. R. M. de; ARTHUR, V.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Effect of radiation and of storage in lipids oxidation and cholesterol of lamb Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.27, n.1, p. 67-71, 2007.

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

VALE, S. R.; GLÓRIA, M. B. A. Methodology for the determination of biogenic amines in cheese. **Journal AOAC International**. V. 80, n. 5, p. 1006-1012, 1997.

VASCONCELOS NETO, M. C. **Características físico-químicas, microbiológicas e aminas bioativas em carne suína**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 70p., 2003.

VECIANA-NOGUÉS, M. C.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M. C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationship with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines and organoleptic changes. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. V. 45, p. 2036-2041, 1997.

VIDAL-CAROU, M. C.; IZQUIERDO-PULIDO, M. L.; MARTIN-MORRO, M. C.; MARINÉ-FONT, A. Histamine and tyramine in meta products: relationship with meta spoilage. **Food Chemistry**. V. 37, p. 239-249, 1990.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Avaliação nutricional dos alimentos**. UFLA/FAEPE, 51p. 1999.

WILD, D. Toxicological aspects of meat and meat products. **Fleischwirtschaft International**. V. 4, p. 12-16, 1997.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES., S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review, **Journal of Meat Science**, v.78, p. 343-358, 2008.

## **CAPÍTULO 2**

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA CARNE  
DE JACARÉ DO PANTANAL (*Caiman yacare* DAUDIN 1802)  
ARMAZENADA POR ATÉ 6 MESES A -18°C.**

## 1 RESUMO

VICENTE NETO, João. Características de qualidade físico-químicas da carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) armazenada por até 6 meses -18° C. In: \_\_\_\_\_. **Influência do glazeamento nas características físico-químicas e amins bioativas em carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18 °C.** 2008. Cap. 2, p.37-79. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.\*

Com o objetivo de avaliar a manutenção das características físico químicas em carnes de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) armazenadas durante 6 meses a -18°C, 60 filés de cauda (músculos *ílio ischio-caudalis*) de 1 kg foram submetidos a dois métodos de conservação: congelamento a -32°C (CONG) ou congelamento a -32°C seguido de glazeamento (GLAZ), as 24 horas *post mortem*. As peças, oriundas de carcaças de animais de zocriadouros, abatidos em frigorífico comercial, foram, após os tratamentos, embaladas a vácuo, individualmente, e analisadas aos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. O delineamento foi completamente casualizado, com 2 tratamentos e 6 momentos de avaliação e cada filé de cauda foi considerado uma unidade experimental. O processo de glazeamento determinou aumento de peso médio de 4,85%. As médias de pH foram semelhantes (5,60) entre tratamentos e tempos de armazenamento. Nos componentes de cor, as médias de L\* foram afetadas (P<0,05) pelos tratamentos e maior L\* foi observado nos files GLAZ (60,01), do que em files CONG (56,49). Nos filés CONG ocorreu redução na luminosidade de 7,45 durante os 6 meses (a média de 59,09 passou a 51,84) e essa redução foi mais pronunciada do 5º para o 6º mês. As médias de a\* e b\* foram semelhantes entre tratamentos e entre tempo de armazenagem. A perda de peso por cozimento não apresentou diferenças (P>0,05) entre tratamentos. As médias de força de cisalhamento foram afetadas (P<0,05) pelos tratamentos, e maior maciez foi observadas nos files CONG (3,91 kgf), do que nos files GLAZ (4,11 kgf). Na composição centesimal, os tratamentos não afetaram a proteína, o extrato etéreo e cinzas, mas houve diferença (P<0,05) na umidade. Filés GLAZ mostraram 0,8% mais de umidade, do que filés CONG. O tempo de conservação não alterou umidade, proteína e extrato etéreo. O índice de TBARS apresentou diferença (P<0,05)

---

\*Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Maria Beatriz de Abreu Glória – UFMG (Co-Orientadora).

entre tratamentos e tempos de armazenamento, com valores de 0,03 e 0,04 mg de malonaldeído/kg nos filés GLAZ e CONG, respectivamente, e valores superiores aos 5º e 6º meses (0,05 mg de malonaldeído/kg), comparado aos 1º, 2º e 3º meses (0,03 mg de malonaldeído/kg). Nas médias gerais de BVT foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos com valores superiores em filés CONG, do que filés GLAZ (8,03 e 7,53 mg N/100g). Os valores de BVT foram mais elevados no 1º mês de armazenamento (10,83 e 10,68 mg N/100g, no CONG e GLAZ, respectivamente), do que no 6º mês (4,82 e 4,98 mg N/100g, no CONG e GLAZ, respectivamente). Nos filés com glazamento houve aumento de umidade e maior eficiência na prevenção de oxidação lipídica, mas os dois métodos estudados são efetivos na manutenção das características físico-químicas e de qualidade da carne de jacaré do pantanal armazenadas por 6 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## 2 ABSTRACT

**VICENTE NETO**, João. Characteristics of physical-chemistries quality jacaré do pantanal meat (*Caiman yacare* Daudin 1802) stored of 6 months at -18 °C. **In:\_\_\_\_\_**. **Influence of characteristics physical-chemistries and bioactive amines in meat of jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) storage of 6 months at -18 °C**. 2008. Chap. 2, p.37-79. Thesis (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras – MG.\*

With the objective evaluating the chemical physical characteristics and quality of the meat jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) stored for 6 months to -18 °C, under two conservation methods: freezing (CONG) and glasser (GLAZ), 60 kg of tail court (*ilíio ischio-caudalis*) they were collected of the 72 animals servants' carcass in captivity and abated in agreement with the legal norms in specific butcher shop. The analyses were accomplished of: final pH, proximal composition (moisture, protein, ashes and ethereal extract), cooking loss (PPC), break force (FC), color for the system CIE L\* a\* b\*, index of substances reactivates to acid 2-tiobarbituric (TBARS) and total volatile bases (BVT). Increase weight of 4.85% was observed in the courts that they were glasser. There was difference (P<0.05) in the moisture values, being larger in the courts glasser (76.37%) and smaller in the frozen (75.57%). There was not difference (P>0.05) in the protein values, ethereal extract and ashes. Values of 22.27% and 22.23% of protein were observed in the frozen courts and glasser, respectively. The measure of quality of PPC didn't present significant differences (P>0.05) among the studied treatments. Values of final pH of 5.6 were observed in the frozen courts and glasser, not presenting significant differences (P>0.05) between the treatments and the times of storage. There was difference (P<0.05) in the values FC observed in the study. CONG presented smaller average (3.91 kgf) to GLAZ (4.11 kgf). The lipid oxidation quantified by index of substances reactivates to acid 2-tiobarbituric (TBARS) it presented significant difference (P<0.05), between the methods and studied times of storage. Values of TBARS 0.03 mg of malonaldeide/kg were observed in the courts GLAZ and 0.04 mg of malonaldeide/kg in CONG. The values of TBARS were larger in 5th (0.05 mg of malonaldeide/kg) and 6th (0.05 mg of malonaldeide/kg) months of storage. Significant difference was detected (P<0.05) in the values of BVT, being larger

---

\* Committee Advisory: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) e Maria Beatriz de Abreu Glória - UFMG (Co-Adviser).

in CONG (8.03 mg N/100g) and in 1st month storage (10.83 and 10.68 mg N/100g, in CONG and GLAZ, respectively). There was not difference ( $P>0.05$ ) in the color values  $a^*$  and  $b^*$ . However differences were observed ( $P<0.05$ ) in the color values  $L^*$ , that were larger in GLAZ (60.01) and smaller in CONG (56.49). In GLAZ there were humidity increase and GLAZ it demonstrated to be more efficient than CONG in impediment of lipid oxidation. The two studied methods are efficient in the maintenance of characteristics physical-chemistries and of quality meat jacaré do pantanal stored by 6 months to  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3 INTRODUÇÃO

O animal jacaré do pantanal (*Caiman Yacare* Daudin, 1802), réptil de grande porte que pode atingir até 2,40m de comprimento, tem o corpo revestido por pele grossa, com escamas córneas e retangulares, muito valorizada na indústria do couro, e seu habitat natural é na região da Bacia Amazônica (Rondônia), Bacia do Rio Paraguai (Pantanal de Mato Grosso do Sul e Pantanal de Mato Grosso), além de Bolívia e Paraguai (Brazaitis, 1986).

No Pantanal, devido à imprevisibilidade ambiental (secas e inundações), a carência de infra-estrutura, (energia, estradas, recursos humanos e capitais), os sistemas produtivos extensivos e/ou semi-intensivos são os mais recomendados para a exploração comercial. Diante disso observa-se a existência de mercado potencial no Brasil e no exterior para produtos diversificados no agronegócio que envolva a fauna autóctone (fauna característica de região limitada). O uso sustentado da vida silvestre é reconhecido como uma ferramenta para promover a conservação dos ambientes naturais e preservação da biodiversidade. Esse procedimento de desenvolvimento com o uso dos recursos faunísticos tem sido direcionado aos países tropicais, onde os ecossistemas naturais não foram modificados ou destruídos (Coutinho et al., 1997).

A exploração econômica racional, nessa espécie, é focada na obtenção do couro e da carne, que mostra boa aceitação por parte de provedores treinados (Romanelli, 1995) ou por consumidores em restaurantes (Romanelli et al., 2002). Assim, pesquisas vêm sendo realizadas ao longo de 20 anos a fim de melhorar os sistemas de criação, produção de carne e pele e ainda a preservação da espécie. Alguns trabalhos foram realizados para caracterizar a carne de jacaré do pantanal (Romanelli, 1995; Romanelli et al., 2002; Vicente Neto, 2005; Rodrigues et al., 2007), entretanto não existem trabalhos que avaliam o

comportamento ou a vida de prateleira dessa carne em condições de estocagem a frio.

Em função da susceptibilidade da carne para a decomposição, os procedimentos e técnicas usadas na conservação influenciam o tempo de estocagem ou a vida de prateleira dos produtos. Embora o congelamento aumente a vida de prateleira, a carne, durante o tempo de estocagem, sofre desnaturação de proteínas, sublimação, oxidação, e recristalização dos cristais de gelo. Essas alterações determinam perdas na funcionalidade das proteínas com redução da capacidade de retenção de água, perda de peso da peça e suculência, mudanças no odor e endurecimento da carne (Barroso et al., 1998; Jacobsen and Fossan, 2001). Em pescados, Barroso et al. (1998) descrevem ainda a alteração na textura, perceptível e descrita como tecidos fibrosos. O glazeamento com água/gelo, realizado por imersão ou “spraying” dos produtos, forma uma fina camada de gelo na superfície, que evita a desidratação superficial, a queima pelo frio, retarda a oxidação (impede o contacto da peça com o ar atmosférico), e com isso, reduz o impacto de longos períodos de estocagem sobre a qualidade da carne (Jacobsen & Fossan, 2001).

Por outro lado, em alimentos como a carne, o congelamento da peça não é uniforme. Nas peças introduzidas numa câmara de congelamento, o congelamento inicia-se nas estruturas de água pura (com migração ou não de moléculas de água) e as regiões onde os solutos são mais concentrados o ponto de congelamento ocorre em temperaturas mais baixas, entretanto, nem toda a água do sistema se congela (1% da água,  $-18^{\circ}\text{C}$ ) e reage com os solutos. Embora temperaturas de armazenagem de  $-18^{\circ}\text{C}$  reduzam a atividade enzimática de deterioração, as reações químicas de oxidação das gorduras permanecem (Potter & Hotchkiss, 1995). E, a oxidação dos lipídeos é o fator responsável pela alteração de qualidade em carnes congeladas por períodos longos (Sebranek et

al., 1979; Love & Pearson, 1971; Anton et al., 1993; Campo et al., 2006; Dransfield, 2008; Wood et al., 2008).

Normalmente, os parâmetros utilizados na avaliação da qualidade de carnes são: pH final, análises microbiológicas, oxidação lipídica, etc., o que nos permite realizar, com um limite de precisão, uma avaliação na manutenção ou perda na qualidade durante o período de estocagem.

Neste estudo, os objetivos foram determinar o comportamento dos resultados de composição centesimal, pH final, cor, força de cisalhamento, perda de peso por cozimento, bases voláteis totais e oxidação lipídica da carne de jacaré do pantanal submetida ao congelamento ou congelamento, seguido de glazeamento, durante 6 meses de armazenamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Animais (material experimental)

Neste estudo, 60 cortes (filé da cauda), correspondendo ao músculo *ilioischio-caudalis* (Reese, 2000), com peso médio de 1 kg, foram retirados de 60 carcaças de jacarés do pantanal, espécie *Caiman yacare*, obtidos de animais com peso médio de 3,6 kg, idade 28 meses, de ambos os sexos, provenientes de zoológico, localizado no município de Cáceres – Estado de Mato Grosso – Brasil, registrado no IBAMA-MT, sob nº 1/51/92/0197-0.

Os animais foram criados em sistema intensivo em tanques de alvenaria de 12 m<sup>2</sup>, com densidade de 3 animais por metro quadrado, alimentados com ração de vísceras bovinas crua, fornecida três vezes por semana uma vez ao dia. Os animais foram abatidos em Frigorífico com Inspeção Sanitária Estadual (SISE 062) e instalações específicas para o abate de jacaré, localizado na cidade de Cáceres – Estado de Mato Grosso, seguindo as normas legais e os padrões de segurança alimentar.

### 4.2 Operações de pré e pós-abate (obtenção do material experimental)

Os animais, no pré-abate, foram submetidos a jejum sólido por 48 horas em tanques de alvenaria com água clorada, seguido de lavagem superficial do corpo, encaminhamento às instalações de abate (sala de matança) e insensibilização com pistola de dardo cativo, disparado na região cranial. As operações de abate foram constituídas por sangria, desmedulização, esfola, evisceração, lavagem da carcaça e resfriamento em câmara a temperatura de 2 °C por 24 horas.

A desossa foi realizada às 24 horas *post mortem* e o corte filé de cauda, de 1 kg, foi retirado de cada carcaça e acondicionado em embalagem a vácuo

(poliamida, com barreira a O<sub>2</sub>, tamanho 20x30 cm) e colocados em seladora (São Paulo – SP, AP-150, Tecmaq).

### **4.3 Tratamentos aplicados ao material experimental**

As peças resfriadas a temperatura de 7°C e embaladas à vácuo foram congeladas em túnel de congelamento de ar forçado á -32° C durante 4 horas.

No tratamento 1 (CONG), as peças congeladas foram acondicionadas em embalagem secundária de papel corrugado (papelão) e estocadas em câmara fria em temperatura de -18° C.

No tratamento 2 (GLAZ), as peças congeladas foram retiradas das embalagens, mergulhadas em água a 2° C por 3 a 5 segundos a fim de realizar o glazeamento. As peças, após o glazeamento, foram novamente embaladas á vácuo e acondicionadas em caixa de papel corrugado (papelão) e estocadas em câmara fria em temperatura de -18° C.

As peças, em ambos os tratamentos, foram estocadas pelo período de 6 meses e analisadas após 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses de estocagem.

### **4.4 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 6, sendo 2 tratamentos: congelamento (CONG) ou congelamento seguido de glazeamento em água à 2° C (GLAZ), ambos tratamentos os cortes files de cauda foram conservados a -18 °C durante 6 meses, e avaliados nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. Em cada momento de avaliação foram utilizadas cinco unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um corte de filé de cauda de jacaré do pantanal, totalizando 60 unidades experimentais.

#### **4.5 Coleta de amostras**

Amostras da porção medial da peça (aproximadamente 0,5 kg) foram coletadas para realização das determinações de composição centesimal, pH final, cor, força de cisalhamento, perda de peso por cozimento, oxidação lipídica e bases voláteis totais e encaminhadas ao laboratório de Ciência e Tecnologia de Carnes da Universidade Federal de Lavras – MG. No momento das análises, as amostras foram descongeladas em câmara a  $3,5 \pm 0,5$  °C, por 24 horas e o líquido exudado foi descartado.

#### **4.6 Metodologias analíticas**

##### **4.6.1 Determinação do ganho de peso das amostras durante processo de glazeamento**

Na determinação do ganho de peso durante o processo de glazeamento, as peças de carne foram pesadas antes e após à imersão das mesmas na água de glazeamento (2° C). Os valores foram anotados e a diferença entre o peso final e peso inicial foi utilizado no cálculo do ganho de peso.

##### **4.6.2 pH final**

As leituras de pH foram realizadas no músculo *ílio-ischio-caudalis* que corresponde ao corte filé da cauda, com auxílio de um potenciômetro digital portátil (Digimed M DM20), equipado com eletrodo de inserção com resolução de 0,01 unidades de pH. O aparelho foi calibrado em solução tampão de pH 4,0 e pH 7,0, conforme metodologia da A.O.A.C, (2005). Foram obtidas três leituras para cada tempo de estocagem, sendo utilizado, na análise estatística, o valor médio desses resultados.

#### **4.6.3 Cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC)**

A cor das amostras foi avaliada após o descongelamento, pelo sistema CIE  $L^* a^* b^*$ , em que  $L^*$  representa o índice de luminosidade;  $a^*$  (+), o teor de vermelho e o  $a^*$  (-), o teor de verde; e  $b^*$  (+), o teor de amarelo e o  $b^*$  (-), o teor de azul. A medida de cor foi realizada com a utilização de um calorímetro (Minolta Chroma Meter, M CR-300b), D65, calibrado para um padrão em ladrilho branco (Bressan, 1998). As amostras foram seccionadas, expondo-se a superfície do corte ao ar por um período de 30 min, antes da leitura. As leituras foram realizadas em três fatias, cortadas no sentido transversal dos músculos, sendo que em cada fatia foram analisados três pontos distintos. O valor médio desses resultados foi utilizado na análise estatística.

A perda de peso por cozimento (PPC) foi determinada conforme descrição de AMSA (1978). As amostras foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica (Hobart-Dayton M 14239), embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a 150 °C até atingirem a temperatura interna de  $72 \pm 2$  °C, controlada com uso de termômetro de inserção. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre peso inicial e final das amostras correspondeu à perda de peso por cozimento (PPC), as análises foram realizadas em triplicata.

As amostras cozidas foram utilizadas para a análise de força de cisalhamento (FC). Foram retirados 3 fatias, de tamanho homogêneo 1x1x1 cm, com auxílio de uma faca afiada, no sentido da fibra. A FC foi registrada em texturômetro, acoplado a uma sonda Warner-Bratzler, e os resultados expressos em kgf (Wheeler & Koohmaraie, 1994).

#### **4.6.4 Composição centesimal**

As amostras para proceder a determinação da composição centesimal, foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa

homogênea. A proteína bruta foi quantificada pela análise de nitrogênio Kjeldahl, o extrato etéreo foi extraído pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante, e as cinzas em mufla a 550 °C, (A.O.A.C., 2005). As análises foram realizadas em triplicata, em todos os momentos de determinação.

#### **4.6.5 Bases voláteis totais (BVT)**

Para a determinação das bases voláteis totais (BVT), 5 gramas da amostra foram pesadas e transferidas para tubo de destilação de proteína. Foi adicionado 2 gramas de óxido de magnésio e posteriormente 100 mL de água destilada, destilando em destilador de Kjeldahl até captação de 125 mL do destilado em erlenmeyer contendo 15 mL de solução de ácido sulfúrico 0,1 M, acrescido de 6 gotas de solução alcoólica de vermelho de metila. O destilado foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 M e o resultado expresso em mg de N/100g, conforme descrição do IAL, (1985).

#### **4.6.6 Oxidação lipídica (índice do ácido 2-tiobarbitúrico – TBARS)**

Para determinação da oxidação lipídica foi utilizada a metodologia de determinação de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), descrita por Souza (2001). Foram pesados, em tubo de centrífuga de 50 mL, 10 gramas de amostra, adicionou-se 15 mL de ácido tricloroacético 15g/100 mL, e agitado em agitador por 5 minutos. Em seguida as amostras foram centrifugadas a velocidade de 1000 rpm a 23° C por 10 minutos e filtradas em papel qualitativo, coletando-se o sobrenadante em balão volumétrico de 50 mL.

O volume foi completado com ácido clorídrico 0,25 M. Desta solução foram pipetados 7 mL e colocados em tubos de centrífuga de 12 mL adicionando-se 3 mL de solução stock (HCL 0,25 M, ácido tricloroacético 15g/100mL e ácido 2-tiobarbitúrico 0,375 g/100mL), agitados por 5 minutos e

aquecidos por 15 minutos em água fervente. Após resfriamento dos tubos em água corrente fez-se a leitura a 535 nm, em espectrofotômetro marca Quimis, modelo 015, utilizando como branco a solução stock. Os valores de TBARS foram expressos em mg de malonaldeído por kg de carne.

#### 4.6.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados através do programa estatístico SISVAR versão 4.0 (Ferreira, 2000), e quando encontradas diferenças, aplicou-se o teste de Tukey, com nível de significância de 5%, observando-se o modelo experimental para as análises de composição centesimal, cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, pH final, oxidação lipídica e bases voláteis abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + (TP)_{ij} + e_{ijk},$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação k nos períodos de conservação j nos tratamentos i;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito do tratamento i, sendo  $i = 1, 2$ ;

$P_j$  = efeito do período de conservação j, sendo  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ;

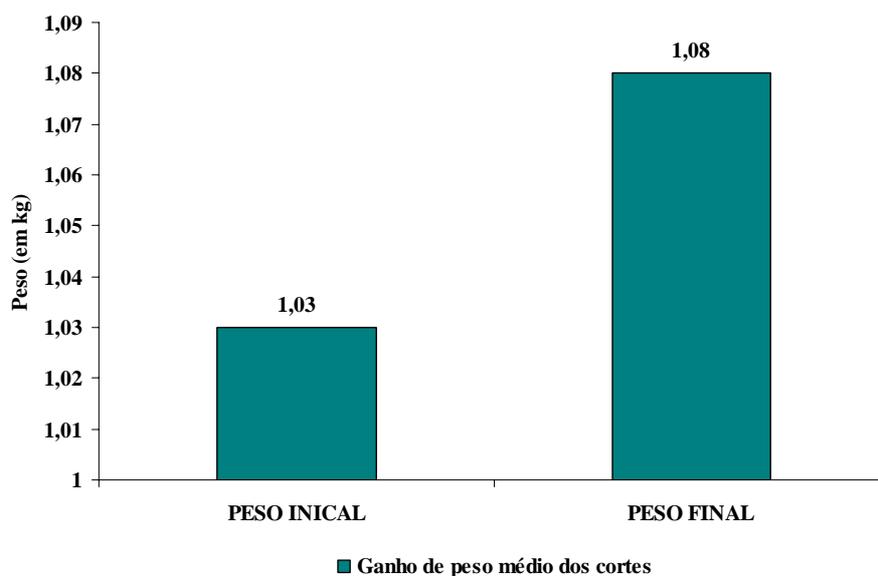
$(TP)_{ij}$  = efeito da interação do método de conservação i com o tempo de conservação j;

$e_{ijk}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , que por suposição é normalmente independente distribuída, com média 0 e variância  $\delta^2$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Efeito do glazeamento no peso das peças

Os pesos médios das peças de carne de filés de cauda de jacaré do pantanal antes e depois da operação de glazeamento nas 5 repetições são apresentados na Figura 1.



**FIGURA 1.** Ganho de peso médio de filés de cauda de jacaré do pantanal antes (peso inicial) e depois da operação de glazeamento (peso final).

Normalmente as peças de carnes submetidas a operação de glazeamento com água/gelo apresentam aumentos de peso devido a formação da camada superficial de água, na forma de gelo. Neste trabalho, os ganhos de peso médio

no tratamento GLAZ foram de 0,08, 0,04, 0,03, 0,06 e 0,04 kg que corresponderam a ganhos de 7,27, 3,77, 2,80, 5,50 e 3,70% nas peças avaliadas, com média geral de ganho de 4,85%. Johnston et al., (1994), descrevem que o aumento de peso nas amostras com glazeamento pode variar de 2 a 20 %, quando utilizado o método de imersão, pois pode ocorrer variações nos tempos de exposição dos cortes a água de glazeamento. Gubiani et al., (2002) em seu estudo de exsudação de água em filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) congelados com e sem glazeamento observaram, durante o descongelamento, diferenças entre tratamentos e o congelamento com glazeamento apresentou perda média de água de 17,38 % e o congelamento sem glazeamento perda de 3,33 %. Os mesmos autores concluíram que, no momento da compra, o consumidor ao adquirir um produto glazeado perde em torno de 14 % do peso do filé em água exsudada. Por outro lado, Oetterer (2004) cita que a operação de glazeamento realizada por aspersão, os ganhos de peso no glazeamento e a quebra no descongelamento das peças são menores.

## **5.2 pH final**

As médias de pH não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos e tempos de armazenagem. Os valores foram similares entre os tratamentos CONG e GLAZ e entre os distintos tempos de armazenamento. Esses resultados eram esperados, pois o manejo e os processos de pré-abate e abate foram semelhantes, pressupondo que as reservas de glicogênio no momento do abate fossem semelhantes (Poso & Poulanne, 2005), bem como o declínio de pH *post mortem* (Davis et al., 2000). Contrariando essa informação, Monteiro-Filho et al. (2002) descreveram que o pH em carne suína congelada logo após o abate apresenta queda até os 90 dias e depois estabiliza independente das temperaturas de congelamento.

As médias de pH final, no presente trabalho, 5,60 nos dois tratamentos. Valores médios de 5,52 a 5,70 são reportados em carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) (Romanelli, 1995; Vicente Neto, 2005) e crocodilo australiano (*Crocodylus porosus*) (Davis et al., 2000), entretanto, Azevedo (2007), em carne de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) observou valores médios mais elevados (5,91). Embora a carne de jacaré tenha coloração clara que lembra a carne de alguns pescados que apresentam pH final elevado, o descenso de pH, segundo Vicente Neto (2005), inicia-se em valores de 6,66-6,68 antes de 1 hora do abate, passa a valores de 6,01-6,02 as 18 horas e cai para valores próximo a 5,70 as 24 horas *post mortem*, como ocorre com a maioria dos animais de açougue.

Os valores médios de pH, encontrados no presente trabalho, estão no intervalo considerado adequado (5,4 a 5,8) de acidificação da carne (Price & Schweiggert, 1976; Forrest et al., 1979; Lawrie, 2005). A acidificação da carne, no *rigor mortis* e *post rigor* está relacionada com a vida de prateleira da carne, pois um pH baixo ou adequado constitui proteção da carne contra o desenvolvimento bacteriano (Prändl et al., 1994).

Assim, as médias de pH encontradas neste trabalho durante os 6 meses de estocagem são próximas daquelas descritas na literatura na fase de resolução inicial do *rigor mortis* (Prandl et al., 1994), mostrando que a carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada seguida de glazeamento mantém-se com valores de pH estáveis durante os 6 meses de armazenamento.

### **5.3 Cor**

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e entre os tempos de armazenamento nas médias de cor  $L^*$  para a carne de jacaré do pantanal congeladas por 6 meses. Nas médias gerais, o tratamento de congelamento apresentou média de luminosidade inferior (56,49) ao tratamento

glazeamento (60,01). Isto provavelmente ocorreu em função de uma desidratação superficial ocorrida nos cortes armazenados no tratamento de congelamento, o que não ocorreu com o glazeamento devido à proteção superficial (capa) de água.

As médias dos parâmetros de cor  $L^*$   $a^*$   $b^*$  da carne de jacaré do pantanal submetida ao congelamento (CONG) ou congelamento mais glazeamento (GLAZ), ambos os tratamentos seguidos de estocagem a  $-18^\circ$  por 6 meses, são apresentados na Tabela 1.

Quando avaliado o comportamento do valor  $L^*$  ao longo do tempo de estocagem, observa-se redução na luminosidade, no tratamento de congelamento (Figura 2), de 7,45 durante os 6 meses (a média de 59,09 passou a 51,84) e essa redução foi mais pronunciada do 5º para o 6º mês, onde ocorreu uma redução de 5,45. Por outro lado, essa redução não ficou evidente no tratamento de congelamento, seguido de glazeamento. Em carnes de frango (peito) esse comportamento na luminosidade foi descrito por Lyon & Lyon (2002) e confirmado por Zapata et al., (2006), em que descrevem reduções de 5,49-7,67 em peitos de frango quando comparados amostras recém congelados com amostras congeladas por 30 dias. Essas informações sugerem que a estocagem em condições de congelamento causa redução na luminosidade, entretanto, na carne congelada seguida de glazeamento, esse comportamento é evitado. A ocorrência de um escurecimento dos files de cauda de jacaré pode ser atribuída a alterações nas estruturas protéicas de cor associadas às reações químicas de oxidação e desidratação (Sebranek et al., 1979).

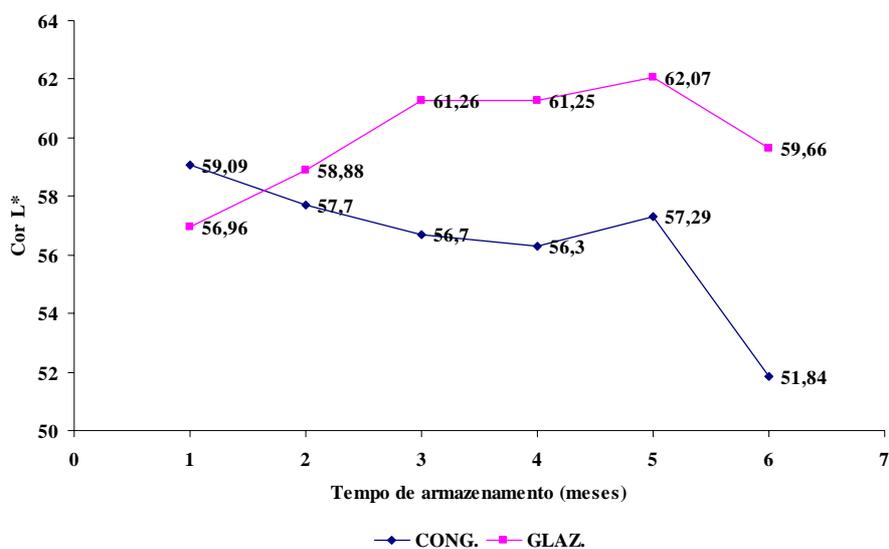
**TABELA 1.** Médias dos parâmetros de cor (CIE L\* a\* b\*) na carne de jacaré do pantanal estocada a -18 °C, por 6 meses. Cáceres, MT, 2007.

Parâmetro	Tempo (meses)	CONG.	GLAZ.	Média
<b>L*</b>	<b>1</b>	59,09 <sup>aA</sup>	56,96 <sup>aC</sup>	58,03 <sup>A</sup>
	<b>2</b>	57,70 <sup>aAB</sup>	58,88 <sup>aBC</sup>	58,29 <sup>A</sup>
	<b>3</b>	56,70 <sup>bAB</sup>	61,26 <sup>aAB</sup>	58,98 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	56,30 <sup>bB</sup>	61,25 <sup>aAB</sup>	58,78 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	57,29 <sup>bAB</sup>	62,07 <sup>aA</sup>	59,68 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	51,84 <sup>bC</sup>	59,66 <sup>aAB</sup>	55,75 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	56,49 <sup>b</sup>	60,01 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>	2,43		
<b>a*</b>	<b>1</b>	1,07	1,08	1,08 <sup>A</sup>
	<b>2</b>	1,07	1,05	1,06 <sup>A</sup>
	<b>3</b>	1,04	1,06	1,05 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	1,05	1,05	1,05 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	1,06	1,06	1,06 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	1,04	1,06	1,05 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	1,05 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>	4,31		
<b>b*</b>	<b>1</b>	1,12 <sup>AB</sup>	1,16 <sup>A</sup>	1,13 <sup>AB</sup>
	<b>2</b>	1,09 <sup>B</sup>	1,14 <sup>A</sup>	1,12 <sup>B</sup>
	<b>3</b>	1,13 <sup>AB</sup>	1,17 <sup>A</sup>	1,15 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	1,17 <sup>A</sup>	1,14 <sup>A</sup>	1,15 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	1,14 <sup>AB</sup>	1,15 <sup>A</sup>	1,15 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	1,17 <sup>A</sup>	1,13 <sup>A</sup>	1,15 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	1,13 <sup>a</sup>	1,14 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>	3,23		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Os valores médios encontrados para L\* que variaram de 51,84 a 62,07 são próximos aos descritos por Davis et al., (2000), em crocodilo australiano (*Crocodylus porosus*) com médias de 59,72-62,62 no corte cauda, e superiores aos valores reportados por Rodrigues et al., (2007) em jacaré do pantanal, com médias de 54,01-56,02.

Os valores médios do componente L\* na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada seguida de glazamento, armazenada por 6 meses a -18 °C, são apresentados na Figura 2.



**FIGURA 2.** Valores do índice de cor L\* na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada, seguida de glazamento, armazenada por 6 meses a -18 °C. Cáceres-MT, 2007.

As médias do componente de cor a\* foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e os tempos de armazenamento. Os valores do teor de vermelho variaram de 1,04 a 1,08 e esses valores são próximos as médias citadas por Rodrigues et al., (2007), -0,53-2,38, em jacaré do pantanal, e por Davis et al., (2000), 0,49-1,00, em crocodilo australiano. Considerando que o valor a\* é correlacionado fortemente com os pigmentos heme ( $r=0,50$ ) (Lindahl et al., 2001) e as médias (a\*) encontrados no presente trabalho e na literatura são

baixas, é possível classificar a carne de jacaré como carne branca, pois assemelha-se em teor de vermelho mais a carne de peito de frango, que apresenta médias de 1,49 a 3,01 (Zapata et al., 2006). Isso significa que a carne de files de cauda de jacaré do pantanal possuem normalmente baixas quantidades de pigmento heme e possivelmente essa seja uma das razões da falta de efeito do tempo de congelamento sobre o teor de vermelho.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para  $b^*$ , entretanto houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tempos de armazenamento no tratamento de congelamento. Enquanto no tratamento de GLAZ, os resultados se mantêm estáveis ao longo de 6 meses, no tratamento de CONG os resultados médios do componente teor de amarelo aumentam ao longo do tempo de estocagem. Nas amostras GLAZ, as superfícies das peças estão protegidas do contato com o ar e da perda de água por desidratação, mas as peças CONG estão susceptíveis a essas alterações. Assim, mesmo que as alterações sejam relativamente pequenas, elas são significativas a partir de 4 meses. E, possivelmente estas diferenças estejam associadas a reações químicas e a desidratação superficial, seguida de um aumento na concentração de pigmentos carotenóides da gordura da carne, de coloração amarela, determinados no componente de cor  $b^*$  (Sinclair & O'Dea, 1990).

Os valores de  $b^*$  no presente estudo (1,09 a 1,17) foram próximos aos reportados em carne de crocodilo australiano (*Crocodylus porosus*), com médias de 1,58 a 1,92 (Davis et al., 2000) e em carne do jacaré do pantanal, com médias de -2,61 a 1,77 (Rodrigues et al., 2007). Entretanto, esses valores são inferiores as médias citadas por Faria et al., (2008), em carne de marreco Pequim branco (*Anas platyrhynchos platyrhynchos*) e em frango de corte com médias de 2,88 e 6,02, respectivamente.

#### **5.4 Perda de peso por cozimento e força de cisalhamento**

A perda de peso por cocção (PPC) não foi influenciada significativamente ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos e tempos de armazenamento. Com relação as operações de congelamento, a presença da camada superficial de gelo nas peças GLAZ, durante a estocagem, não diferiu das perdas nas peças CONG. Possivelmente, a barreira representada pelo filme da embalagem pode ter criado condições semelhantes entre as peças nos dois tratamentos.

Os valores médios de perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de jacaré do pantanal submetida a congelamento ou congelamento mais glazeamento e estocagem a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por 6 meses são apresentados na Tabela 2.

A perda de peso por cozimento (PPC) é uma medida associada ao rendimento da carne no momento do consumo, que é influenciada pela capacidade de retenção de água (Lawrie, 2005), que por sua vez está associada com a integridade das proteínas miofibrilares e o pH do sistema (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Alguns trabalhos mostram que o aumento no tempo de estocagem de carnes congeladas reduz a funcionalidade das proteínas, decresce a solubilidade protéica (Farouk et al., 2003) e a habilidade dessas proteínas em atrair a água (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Entretanto, no presente trabalho, os tempos de estocagem não afetaram as médias de PPC, que foram semelhantes ao longo dos 6 meses de estocagem. Possivelmente, a determinação da PPC seja uma técnica muito grosseira para dar idéia da capacidade de retenção de água em carne.

**TABELA 2.** Valores médios de perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de jacaré do pantanal submetida a congelamento ou congelamento mais glazeamento estocada a -18 °C por 6 meses. Cáceres, MT, 2007.

Parâmetro	Tempo (meses)	CONG.	GLAZ.	Média
PPC (%)	1	37,70	36,83	37,27 <sup>A</sup>
	2	36,97	36,84	36,90 <sup>A</sup>
	3	36,30	36,71	36,50 <sup>A</sup>
	4	36,24	36,62	36,43 <sup>A</sup>
	5	36,29	36,79	36,53 <sup>A</sup>
	6	36,19	36,81	36,50 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>		36,61 <sup>a</sup>	36,77 <sup>a</sup>
	<b>CV(%)</b>	1,94		
FC (kgf)	1	3,91 <sup>b</sup>	4,09 <sup>a</sup>	4,00 <sup>A</sup>
	2	3,90 <sup>b</sup>	4,11 <sup>a</sup>	4,00 <sup>A</sup>
	3	3,92 <sup>b</sup>	4,14 <sup>a</sup>	4,03 <sup>A</sup>
	4	3,87 <sup>b</sup>	4,13 <sup>a</sup>	4,00 <sup>A</sup>
	5	3,94 <sup>b</sup>	4,11 <sup>a</sup>	4,02 <sup>A</sup>
	6	3,94 <sup>b</sup>	4,10 <sup>a</sup>	4,02 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>		3,91 <sup>b</sup>	4,11 <sup>a</sup>
	<b>CV(%)</b>	1,39		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Em carnes de jacaré, Rodrigues et al. (2007) relataram valores médios de PPC entre 39,71 a 42,28% (*Caiman yacare*) e Davis et al. (2000) descrevem médias de 32,06 e 31,24% (*Crocodylus porosus*). Entretanto, Forrest et al., (1979) descreveram que em carnes de animais de açougue a PPC pode variar entre valores de 20% e 40% e essas variações, numa mesma espécie, podem ser determinadas pelas diferentes metodologias de cocção (banho-maria ou chapa) (Vieira et al., 2007); tempo e temperatura de cozimento (Cross et al., 1976); preparo da amostra com a retirada ou não tecidos conjuntivos e depósitos de gorduras (Gaddis et al., 1950) e peso/idade dos animais (Schönfeldt et al., 1993).

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos nas médias gerais da força de cisalhamento na carne de jacaré do pantanal. O tratamento CONG apresentou média de 3,91 kgf, enquanto o glazeamento 4,11 kgf. A diferença encontrada pode ser atribuída as diferenças entre tempo de descongelamento dos filés, de maneira que nos filés GLAZ uma possível recristalização possa ter influenciado a funcionalidade das proteínas (Barroso et al., 1998; Jacobsen & Fossan, 2001), determinando aumento na FC nos filés GLAZ.

As médias de FC, no presente trabalho, foram semelhantes ao longo do período de 6 meses. Esse comportamento discorda dos achados de Kelleher et al. (1981) e Buck et al., (1986) que descreveram redução significativa na maciez com o aumento no tempo de estocagem em temperaturas de congelamento em amostras de red hake (*Urophycis chuss*) na forma de filés, palitos e blocos. Por outro lado, em amostras de *longissimus dorsi* de bovinos, Shanks et al. (2002) descrevem que o aumento no tempo de estocagem de 2 para 30 dias reduziu em 50% a força de cisalhamento.

As média de FC variaram de 3,90 a 4,10 kgf. Esses resultados são próximos aos valores em files de cauda descritos, por Davis et al. (2000) (4,12 a 4,23 kgf) em crocodilo australiano (*Crocodylus porosus*) e mais elevados do que aqueles reportado por Rodrigues et al. (2007) (2,29 a 2,50 kgf) em jacaré do pantanal. Essas diferenças entre resultados da literatura pode ser atribuídos ao diferentes peso/idade, sistema de criação e origem dos animais.

### **5.5 Efeito dos tratamentos na composição centesimal**

Os tratamentos CONG e GLAZ não afetaram significativamente ( $P > 0,05$ ) os percentuais de proteína, extrato etéreo e cinzas, mas influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) os percentuais gerais de umidade (Tabela 3).

As peças de filé da cauda CONG apresentaram média geral inferior (75,57 %) as peças GLAZ (76,37 %). A diferença nos índices de umidade poderia ser atribuída a perda de água nas peças CONG, pois comparado ao tratamento GLAZ, não dispunham da cobertura de gelo que evita a evaporação. Assim, é possível que a diferença entre os tratamentos seja resultado da absorção de água do tecido cárneo que ocorreu durante a operação de glazeamento antes da formação da camada de gelo ou durante o descongelamento, antes das análises das amostras. Normalmente, as estruturas fibrilares, em sistemas com pH acima do ponto isoelétrico das proteínas, mostram elevada capacidade de retenção de água (Prandl et al., 1994).

Os resultados de umidade, proteína e extrato etéreo nas amostras de filé de cauda ao longo do tempo de conservação de 6 meses permaneceram semelhantes aos resultados observados no primeiro mês (30 dias). Entretanto, os valores médios de cinza variaram ao longo do período de estocagem. Assim, amostras estocadas por 4 meses (1,12 %) meses mostraram resultados médios gerais mais elevados, do que as amostras analisadas nos meses 1, 2, 3, 5 e 6 (1,06, 1,04, 1,05, 1,08 e 1,06 %, respectivamente). Essa diferença pode ser atribuída a diferentes índices de perdas do material mineral das peças no momento do descongelamento.

No presente trabalho, as médias de umidade variaram de 75,44 a 76,50 %. Em carne de jacaré do pantanal, as médias descritas por Romanelli (1995) foram de 75,23 e 78,33 % para animais de 16,50-20,90 kg e 2,0-4,0 kg, respectivamente, e por Rodrigues et al., (2007) foram de 76,75 %. Em jacaré selvagem americano (*Alligator missipienses*), Moody et al. (1980) encontraram valores de 73 a 76,8 % nos quatro cortes analisados e em jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*), Azevedo (2007) observou valores de 79,05 %.

Os resultados médios de proteína variaram de 22,20 a 22,33 %. Valores próximos foram encontrados em carne de jacaré do pantanal, variando de 23,57

a 24,37 %, (Rodrigues et al., 2007) e em jacaré americano selvagem, variando de 21,1 % a 22,3 % (Moody et al., 1980). Entretanto, valores mais baixos com médias de 18,40 a 19,81 % (Romanelli, 1995; Azevedo, 2007) foram reportadas em amostras de jacaré do pantanal e jacaré do papo amarelo. As diferenças observadas para proteína entre os resultados do presente trabalho e os resultados de literatura podem ser atribuídos as diferenças na composição química do material experimental, em função das idades dos animais e de dietas.

Os valores médios de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas da carne de jacaré do pantanal submetida a congelamento (CONG) ou congelamento mais glazamento (GLAZ) e estocagem a -18 °C, por 6 meses são apresentados na Tabela 3.

**TABELA 3.** Valores médios de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas na matéria integral da carne de jacaré do pantanal submetida a congelamento (CONG) ou congelamento mais glazeamento (GLAZ), estocada a -18 °C por 6 meses. Cáceres, MT, 2007.

<b>Parâmetro</b>	<b>Tempo (meses)</b>	<b>CONG</b>	<b>GLAZ</b>	<b>Média</b>
<b>Umidade (%)</b>	<b>1</b>	75,48 <sup>b</sup>	76,15 <sup>a</sup>	75,81 <sup>A</sup>
	<b>2</b>	75,52 <sup>b</sup>	76,23 <sup>a</sup>	75,88 <sup>A</sup>
	<b>3</b>	75,44 <sup>b</sup>	76,50 <sup>a</sup>	75,97 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	75,66 <sup>b</sup>	76,45 <sup>a</sup>	76,06 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	75,65 <sup>b</sup>	76,43 <sup>a</sup>	76,04 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	75,68 <sup>b</sup>	76,47 <sup>a</sup>	76,07 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	75,57 <sup>b</sup>	76,37 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>		0,34	
<b>Proteína (%)</b>	<b>1</b>	22,28	22,30	22,28 <sup>A</sup>
	<b>2</b>	22,27	22,20	22,24 <sup>A</sup>
	<b>3</b>	22,33	22,22	22,28 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	22,22	22,22	22,22 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	22,29	22,22	22,26 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	22,22	22,23	22,22 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	22,27 <sup>a</sup>	22,23 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>		0,32	
<b>Extrato Etéreo (%)</b>	<b>1</b>	1,12	1,12	1,12 <sup>A</sup>
	<b>2</b>	1,03	1,07	1,05 <sup>A</sup>
	<b>3</b>	1,10	1,10	1,10 <sup>A</sup>
	<b>4</b>	1,08	1,11	1,09 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	1,06	1,11	1,09 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	1,07	1,09	1,08 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	1,08 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>		4,30	
<b>Cinzas (%)</b>	<b>1</b>	1,06 <sup>A</sup>	1,07 <sup>ABC</sup>	1,06 <sup>AB</sup>
	<b>2</b>	1,05 <sup>A</sup>	1,04 <sup>ABC</sup>	1,04 <sup>B</sup>
	<b>3</b>	1,07 <sup>A</sup>	1,03 <sup>BC</sup>	1,05 <sup>B</sup>
	<b>4</b>	1,11 <sup>A</sup>	1,12 <sup>A</sup>	1,12 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	1,05 <sup>A</sup>	1,11 <sup>AB</sup>	1,08 <sup>AB</sup>
	<b>6</b>	1,10 <sup>A</sup>	1,01 <sup>C</sup>	1,06 <sup>AB</sup>
	<b>Média</b>	1,07 <sup>a</sup>	1,06 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>		4,41	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Como as médias de umidade apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) era esperado que os valores de extrato etéreo também apresentassem uma variação, pois vários estudos mostram a correlação inversa entre umidade e extrato etéreo em carnes. Miller et al., (1986), em ruminantes selvagens, observaram que o aumento de gordura nos músculos é acompanhado pelo decréscimo de umidade. Entretanto, essa correlação não foi observada, pois a diferença na média de umidade parece estar associada à absorção de água durante o processo de imersão das peças em água à 2° C (glazamento) ou durante o descongelamento. Embora, Forrest et al. (1979) e Prandl et al. (1994) tenham citado que o extrato etéreo é a fração de maior variação na composição da carne.

Os resultados para extrato etéreo no presente trabalho variaram de 1,03 a 1,12 %. Nos poucos trabalhos da literatura os dados médios são variáveis, e os valores encontram-se entre 0,29-0,54 % (Rodrigues et al., 2007) e 2,25-5,32 % (Romanelli, 1995; Azevedo, 2007). Em outro réptil, a tartaruga da amazônia (*Podocnemis expansa*) foram encontrados valores entre 0,33 a 1,95 % (Ferreira Luz et al., 2003). Essas diferenças para gordura entre autores podem ser atribuída a idade e ou manejo alimentar dos animais.

Em carne de jacaré do pantanal são reportados valores de cinzas de 1,02 a 1,08 % por Romanelli (1995) e 0,52 a 0,99 % por Rodrigues et al., (2007). Em jacaré americano selvagem, Moody et al. (1980) reportam médias de 1,0 a 1,5 % e Azevedo (2007) reporta valores de 0,77 % em carne *in natura* de jacaré do papo amarelo.

As carnes contêm aproximadamente 75% de água, 20% de proteína, 5% de gordura, 1% de carboidratos e 1% de vitaminas e minerais (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Comparando-se as médias relatadas na literatura para carne de jacaré e os resultados encontrados no presente estudo, observa-se que estes valores se encontram próximos aos reportados pelos diversos autores.

## **5.6 Oxidação lipídica pelo índice de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)**

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e os tempos de armazenamento na carne de jacaré do pantanal na avaliação da oxidação lipídica pelo índice de TBARS. O tratamento GLAZ apresentou média inferior ao CONG no 5 e 6 mês, e nas médias gerais. Possivelmente esta diferença ocorra em função da maior exposição do corte cárneo ao oxigênio do sistema. As moléculas de oxigênio do meio que envolve a carne, bem como os pigmentos de cor do tecido são considerados como pró-oxidantes (Love & Pearson, 1971), que agem sobre os lipídeos desenvolvendo a oxidação e, destes, são mais sensíveis, os ácidos graxos polinsaturados (Dransfield, 2008).

A oxidação de ácidos graxos forma aldeídos (em maior proporção o malonaldeído) e outros compostos voláteis que conferem a carne e produtos cárneos odores desagradáveis (Wood et al., 2008). Em filé de mackerel, Kelleher et al. (1994) correlacionaram teores de malonaldeído/kg de até 0,43 mg com odor suave (frescor), e de 0,43 a 0,72 mg com odor de ranço. Entretanto, na legislação brasileira não existem valores de TBARS estabelecidos ou definidos que indiquem limites máximos de malonaldeído/kg para o consumo de carnes e pescados (Pereira & Tenuta-Filho, 2005). Por outro lado, Greene & Cumuze (1981) encontraram que o odor a rancificação foi detectado em carne bovinas que mostravam TBAR de 0,6 a 2,0, mas com uma variação muito grande na capacidade de percepção dos painelistas. Porém, Campo et al., (2006) descrevem em carne bovina uma correlação significativa ( $r=0,84$ ) entre valores de TBARS e a percepção desse odor por análise sensorial e estes autores propõem que valores em torno de 2 poderia ser considerado como limite para a aceitabilidade de carnes.

Os resultados médios para os índices de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), e as médias para bases voláteis totais (BVT) em carne

de jacaré do pantanal submetida à estocagem por 6 meses a -18 °C são apresentados na Tabela 4.

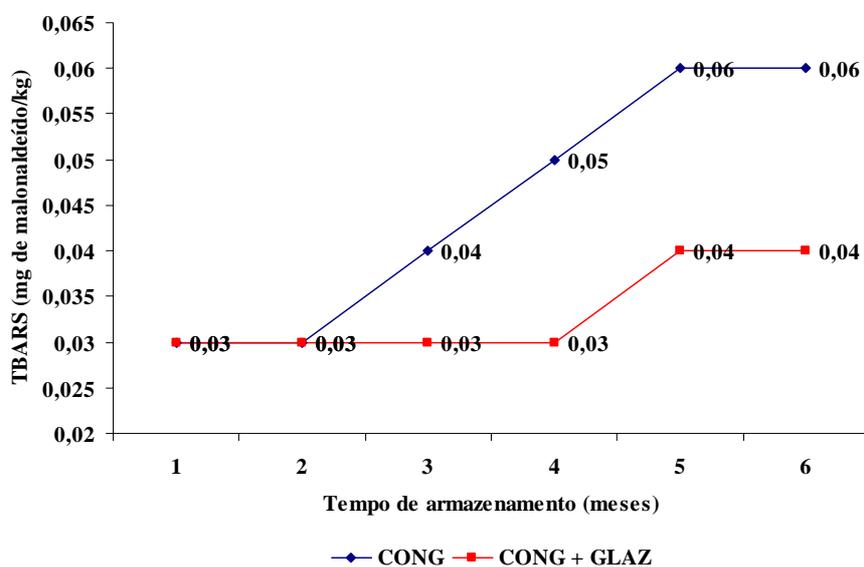
**TABELA 4.** Valores médios para índice de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) e bases voláteis totais (BVT) da carne de jacaré do pantanal. Cáceres, MT, 2007.

Parâmetro	Tempo (meses)	CONG.	GLAZ.	Média
TBARS (mg de malonaldeído/kg)	1	0,03 <sup>aC</sup>	0,03 <sup>aA</sup>	0,03 <sup>B</sup>
	2	0,03 <sup>aC</sup>	0,03 <sup>aA</sup>	0,03 <sup>B</sup>
	3	0,04 <sup>aCB</sup>	0,03 <sup>aA</sup>	0,03 <sup>B</sup>
	4	0,05 <sup>aBA</sup>	0,03 <sup>aA</sup>	0,04 <sup>AB</sup>
	5	0,06 <sup>aA</sup>	0,04 <sup>bA</sup>	0,05 <sup>A</sup>
	6	0,06 <sup>aA</sup>	0,04 <sup>bA</sup>	0,05 <sup>A</sup>
	Média	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>b</sup>	
	CV(%)	17,43		
BVT (mg N/100 g)	1	10,83 <sup>aA</sup>	10,68 <sup>aA</sup>	10,76 <sup>A</sup>
	2	9,02 <sup>aB</sup>	9,62 <sup>aB</sup>	9,32 <sup>B</sup>
	3	8,98 <sup>aB</sup>	7,69 <sup>bC</sup>	8,34 <sup>C</sup>
	4	8,63 <sup>aB</sup>	6,28 <sup>bD</sup>	7,45 <sup>D</sup>
	5	5,90 <sup>aC</sup>	5,91 <sup>aD</sup>	5,91 <sup>E</sup>
	6	4,82 <sup>aD</sup>	4,98 <sup>aE</sup>	4,90 <sup>F</sup>
	Média	8,03 <sup>a</sup>	7,53 <sup>b</sup>	
	CV(%)	4,44		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Avaliando-se as médias de TBARS dos tempos de armazenamento (Tabela 4, Figura 3), observa-se que ao longo dos meses, os valores aumentaram. No tratamento CONG, houve um aumento a partir do 2º mês até o 5º mês, em que a média passou de 0,03 para 0,06 mg de malonaldeído/kg. Essa diferença, embora significativa, é relativamente baixas. Vasconcelos Neto, (2003) em lombo e pernil de carne suína congelados por 180 dias a -18°C

observou valores de TBARS de 0,02 a 0,12 e considerou esta variação como pouco expressiva, indicando que ocorreu pouca oxidação lipídica durante o período de armazenamento estudado. Os possíveis aspectos responsáveis por essa baixa variação nos índices indicativos de oxidação possivelmente sejam associados as características intrínsecas do material experimental, tais como: baixas quantidades de extrato etéreo (Sebranek et al., 1979), baixa quantidade de pigmentos heme (Anton et al., 1993) dos files; e as características do processo adotado, como presença do filme de embalagem com barreira para o oxigênio, e uso de embalagem secundária que evita a incidência da luz (Prandl et al., 1994). Além disso, outros fatores em carnes são relacionados com a redução da oxidação lipídica como a eficiência na operação de sangria (Bressan et al., 2003).



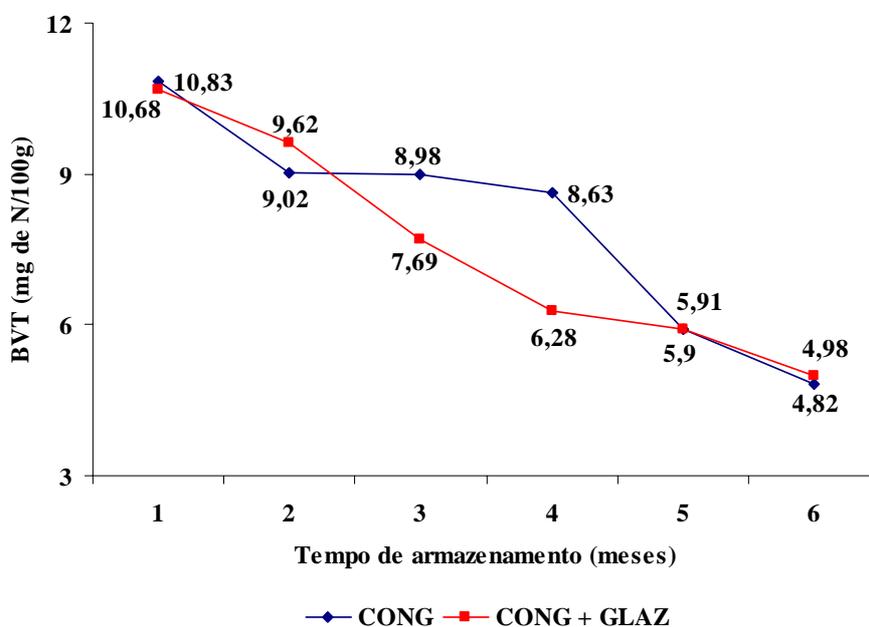
**FIGURA 3.** Médias de TBARS (mg de malonaldeído/kg) ao longo dos 6 meses de armazenamento sob congelamento e glazeamento a -18 °C. Cáceres – MT, 2007.

### **5.7 Bases voláteis totais (BVT)**

As médias de BVT mostram influencia significativa ( $P < 0,05$ ) dos tratamentos e dos tempos de armazenamento na carne de jacaré do pantanal (Tabela 4). O tratamento CONG mostrou média geral mais elevada, do que o tratamento GLAZ, resultado da maior incidência de BVT aos 3 e 4 meses nos files CONG (8,98 e 8,63 mg N/100 g, respectivamente), do que nos files GLAZ (7,69 e 6,28 mg N/100 g, respectivamente). Além disso, observa-se (Figura 4) que as médias de BVT decrescem ao longo do tempo de armazenamento, com valores superiores no 1º mês de armazenamento, nos dois tratamentos (10,83 e 10,68 mg de N/100 g em files CONG e GLAZ, respectivamente), e inferiores no 6º mês (4,82 e 4,98 mg de N/100 g em files CONG e GLAZ, respectivamente).

Na análise de BVT são determinadas as bases voláteis (amônia, aminas ou indol) oriundas da degradação/desaminação de compostos nitrogenados (proteínas, peptídeos e aminoácidos) (Taha, 1988), resultado de reações químicas, enzimáticas e microbianas. No presente trabalho, como as amostras foram armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , que inviabiliza o desenvolvimento microbiano (Prandl et al., 1994), possivelmente as diferenças observadas estejam associadas as reações químicas e enzimáticas. As diferenças entre tratamentos (3 e 4º meses) podem ser atribuídas à ruptura das células e perda de água e bases solubilizadas no sistema em função dos diferentes tempos de descongelamento e a possível recristalização no descongelamento lento.

Por outro lado, a redução nas BVT observada ao longo dos 6 meses (Figura 4) pode ser resultado da perda de solubilidade das proteínas com o avanço do tempo de estocagem (Barroso et al., 1998; Jacobsen & Fossan, 2001).



**FIGURA 4.** Médias de BVT (mg de N/100g) ao longo dos 6 meses de armazenamento sob congelamento e glazeamento a -18 °C. Cáceres – MT, 2007.

Esse comportamento confirma os achados de Vasconcelos Neto, (2003) em lombo e pernil suíno armazenados por 180 dias a -18 °C. O resultado de BVT é uma indicação do grau de conservação e o limite determinado na legislação brasileira para carnes é de 30 mg N/100 g (Brasil, 1997). Na Comunidade Européia, os limites aceitos para o consumo de pescados variam de 25 a 35 mg N/100 g, conforme as espécies (Commission Decision, 1995). Valores baixos de BVT e com limites adequados foram reportados por Scherer et al., (2004) em carpas armazenadas inteiras, sob refrigeração (3±1°C) cobertas com gelo sem cloro ou clorado (5ppm) ao longo de 20 dias (13 mg N/100 g). Por outro lado, Vasconcelos Neto (2003) descreveu em lombo e pernil suíno congelados e armazenados a -18 °C por 180 dias valores inadequados e

adequados para o consumo (35,8 e 11,3 mg N/100 g, respectivamente). No presente trabalho, a carne de jacaré do pantanal submetida aos tratamentos de congelamento a 32° C, seguido de glazamento ou não e estocagem a -18° C por 6 meses foram capazes de manter médias baixas de BVT considerados adequadas para consumo conforme as normas brasileiras.

## 6 CONCLUSÕES

Os filés de cauda de jacaré do pantanal congelados a temperatura de 32° C, glazeados ou não, seguido de armazenamento a -18 °C por 6 meses mantiveram as características físicas (pH, PPC, FC, teor de vermelho e teor de amarelo) e químicas (umidade, proteína, extrato etéreo, TBARS e BVT) inalteradas ou com valores dentro de limites considerados adequados a carnes ou pescados.

O método de glazeamento para conservação da carne de jacaré por 6 meses aumentou a umidade do corte cárneo e reduziu a oxidação lipídica e o de congelamento sem glazeamento diminuiu o brilho da carne ao longo do período de armazenamento.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMASA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: AMASA, 1978.

ANTON, M.; GATELLIER, P.; RENERRE, M. Relationships between myoglobin and microsomal lipid oxidation: Influence of muscle type and time post-mortem. In **Proceedings of the 39th International Congress of Meat Science and Technology**, Calgary, Canada (p. 389–392). 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Arlington, 2005.

AZEVEDO, I. C. **Análise sensorial e composição centesimal de carne de jacaré do papo amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói – RJ, 75p., 2007.

BARROSO, M.; CARECHE, M.; BORDERÍAS, A.J. Quality control of frozen fish using rheological techniques. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, n. 6, p. 223-229, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria MAPA nº 185, de 13 de Maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). Diário Oficial [da] República Federativa da União, Brasília, 19 maio de 1997.

BRAZAITIS, P.J. **Management, reproduction and growth of *Caiman crocodilus yacare* in the New York Zool. Park**. In: WORKING MEETING OF THE CROCODILE SPECIALIST GROUP, 1986, Caracas. Proceedings... Caracas: Crocodile Specialist Group, 1986. p.389.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J.; LEMOS, A. L. da S. C.; PRADO, O. V. Effect of pre-slaughter handling on bleeding efficiency of chicken. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 9-13, 2003.

BUCK, E.M., BORHAM, M., HULTIN, H.O. AND DAMON, R.A. JR. Changes in texture and flavour of red hake sticks as affected by frozen storage form in. **Journal of Food Science**, v. 51, n. 6, p. 1063-1064, 1986.

CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; HUGHES, S.I.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R. I. Flavor perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v. 72, n. 2, p. 303-311, 2006.

COMMISSION DECISION of 8 March 1995 fixing the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limit values for certain categories of fishery products and specifying the analysis methods to be used (95/149/EC). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995D0149:EN:NOT>. Acesso: 07/07/2008

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

CROSS, H. R.; STANFIELD, M. S.; KOCH, E. J. Beef palatability as affected by cooking rate and final internal temperature. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 114-121, 1976.

DAVIS, B. M.; PEUCKER, S. K. J.; MAYER, R. J. CROCODILLES: Restraining & meat quality. **Rural Industries Research and Development Corporation**. Publication 00/105, 30p., 2000.

DRANSFIELD, E. Review: The taste of fat. **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 37-42, 2008.

FARIA, P. B.; VICENTE NETO, J.; BRESSAN, M. C.; MESQUITA, F. R.; TAVARES, S. A.; GAMA, L. T. Qualidade da carne de marreco de pequim branco (*Anas Plathyrynchos plathyrynchos* L. 1758) comparado a frango de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 213-218, 2008.

FAROUK, M. M.; WIELICZKO, K. J.; MERTS, I. Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 171-179, 2003.

FERREIRA LUZ, V. L.; STRINGHINI, J. H.; BATAUS, Y. S. L.; FERNADES, E. S.; ASSIS DE PAULA, W.; NOVAIS, M. N.; JOSÉ DOS REIS, I. Rendimento e Composição Química de Carcaça da Tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em Sistema Comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 1-9, 2003.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In... **45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255 . 258.

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

GADDIS, A.M.; HANKINS, O.G.; HINER, R.L. Relationships between the amount and composition of press fluid, palatability and other factors of meat. **Food Technology**, v.4, p.498-503, 1950.

GREENE, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panellists assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 1, p. 52-58, 1981.

GUBIANI, E. A.; JOHANN, A. P.; MASSAGO, H.; MINOZZO, M. G.; LAMPERTI, P. M.; VAZ, S. K.; BOSCOLO, W. R. Exsudação de água em filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) congelados com e sem glazeamento durante o descongelamento. In: XI Encontro Anual de Iniciação Científica, Universidade Estadual de Maringá – PR, 2002.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes: Review. **Journal of Meat Science**, v. 71, p. 194-2004, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. São Paulo: IAL, v. 1, p. 344p, 1985.

JACOBSEN, S.; FOSSAN, K.M. Temporal variations in the glaze uptake on individually quick frozen prawns as monitored by the CODEX standard and the enthalpy method. **Journal of Food Engineering**, v. 48, n. 3, p. 227-233, 2001.

JOHNSTON, W. A.; NICHOLSON, F. J.; ROGER, A.; STROUD, G. D. Freezing and refrigerated storage in fisheries, Series: **FAO Technical Papers**, 143p, 1994.

KELLEHER, S.D.; BUCK, E.M.; HULTIN, H.O.; PARKIN, K.L.; LICARDELLO, J.J.; DAMON, R.A. Chemical and physical changes in red hake blocks during frozen storage. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 1, p. 65-70, 1981.

KELLEHER, S.D.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. **Journal of Food Science**, v.59, n.2, p. 269-271, 1994.

LANARA. Laboratório nacional de referência animal: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes** – II métodos físicos e químicos, Brasília, 1981.

LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. Editorial Acribia, Zaragoza, p. 380, 2005.

LINDAHL, G., LUNDSTROM, K., & TORNBERG, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat Science**, v. 59, n. 2, p. 141-151.

LOVE, J. D.; PEARSON, A. M. Lipid oxidation in meat and meat products: a review. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 48, n. 10, p. 547-549, 1971

LYON, B.G.; LYON, C.E. Color of uncooked and cooked broiler leg quarters associated with chilling temperature and holding time. **Poultry Science**, v. 81, n. 12, p. 1916-1920, 2002.

MILLER, G. J.; FIELD, R. A.; RILEY, M. L.; WILLIAMS, J. C. Lipids in wild ruminant animals and steers. **Journal Food Quality**, v. 9., p. 331-343, 1986.

MONTEIRO-FILHO, A. F.; BRAGA, M.E.D.; MATA, M.E.R.M.C.  
Congelamento de carne suína a temperaturas criogênicas: alterações de algumas características físico-químicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 51-62, 2002.

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

NORKUS, E. A.; SOUZA, H. B. A. , SOUZA, P. A.; OBA, A.; KODAWARA, L. M.; LEONEL, F. R.; PELICANO, E. R. L. Avaliação da qualidade física e química da carne de frangos abatidos com diferentes idades. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES**, 1., 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro: CTC/ITAL, 2001.

OETTERER, M. Tecnologias emergentes para o processamento de pescados produzidos em pisciculturas. In: CYRINO, J. E. P. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo, Tecart., p. 481-500, 2004.

PALEARI, M. A.; CAMISASCA, S.; BERETTA, G.; RENAN, P.; CORISCO, P.; BERTOLO, G.; CRIVELLI, G. Ostrich meat physico chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. **Meat Science**, Oxford, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, 1998.

PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha *Sardinella brasiliensis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 720-725, 2005.

POSO, A.R.; PUOLANNE, E. Review: Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat Science**, v.70, n. 3, p. 423-434, 2005.

POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. **Ciência dos Alimentos**. 5. ed. Zaragoza: Acribia, 1995. 667 p.

PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. **Tecnología e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

PRICE, J.F.; SCHWEIGGERT, B.S.; **Ciência de la Carne y de los Productos Carnicos**, Zaragoza, Editorial Acribia, 668 p. 1976.

REESE, A. M. The alligator and its allies. Arment Biological Press, Landisville, PA, 229 p. 2000. Disponível: [www.herper.com/ebooks/](http://www.herper.com/ebooks/), acesso em 12/09/2004.

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

RODRIGUES, V. C.; ANDRADE, I. F. Características Físico-Químicas da Carne de Bubalinos e de Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1839-1849, 2004.

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

ROMANELLI, P. F. **Propriedades Tecnológicas da Carne do Jacaré do Pantanal Caiman Crocodilus Yacare (Daudin, 1802)**. 1995, 110p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Universidade de Campinas – Campinas - SP.

SCHERER, R.; DANIEL, A. P.; AUGUSTI, P. R.; LAZZARI, R.; LIMA, R. L. DE; FRIES, L. L. M.; RADUNZ NETO, J.; EMANUELLI, T. Effect of chlorinated ice on chemical and microbiological features of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) flesh. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 680-684, 2004.

SCHÖNFELDT, H.C.; NAUDÉ, R.T.; BOK, W.; VAN HEERDEN, S.M.; SOWDEN, L.; BOSHOFF, Cooking and Juiciness-Related Quality Characteristics of Goat and Sheep Meat. **Meat Science**, v. 34, p. 381-394, 1993.

SEBRANEK, J. G.; SANG, P. N.; TOPEL, D.G.; RUST, R. E. Effects of freezing methods and frozen storage on chemical characteristics of ground beef patties. *Journal of Animal Science*, v. 48, n. 5, p. 1101-1108. 1979.

SHANKS, B. C.; WULF, D. M.; MADDOCK, R.J. Technical note: The effect of freezing on Warner-Bratzler shear force values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. *Journal of Animal Science*, v. 80, n. 8, 2122-2125, 2002.

SINCLAIR, A. J.; O'DEA, K. Fats in Human diets through history: is the western diet out of step? In: WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, 1990. p. 1-47.

SOLOMON, M. B.; LIU, M. N.; PATEL, J. ; PAROCZA, Y. E.; EASTRIDGE, J.; COLEMAN, S. W. Tenderness improvement in fresh or frozen/thawed beef steaks treated with hydrodynamic pressure processing. *Journal of Muscle Foods*, v. 19, n. 12, p. 98-109, 2008.

TAHA, P. Controle de qualidade do pescado exercido pela Weg Penha Pescados S.A. Controle de Qualidade do pescado. Santos: Loyola, 1988, p. 210-215 (Trabalhos apresentados no SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE PESCADO).

VASCONCELOS NETO, M. C. **Características físico-químicas, microbiológicas e aminas bioativas em carne suína**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 70p., 2003.

VICENTE NETO, J. **Caracterização físico química, colesterol e ácidos graxos da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural**. 2005. 156 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

VIEIRA, J.O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M.W.; FERRÃO, S.P.B.; SOUZA, X.R. Effect of cooking methods on the chemical composition and cholesterol of the breast in different chickens strains. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n. 1,p. 164-170, 2007.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine *longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, n. 5, p. 1232-1238, May 1994.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Journal of Meat Science*, v.78, n.4, p. 343-358, 2008.

ZAPATA, J.F.F.; ANDRADE, A.A.; ASSUNÇÃO, G.B.; BARETO, S.C.S.;  
ABREU, V.K.G.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; GARUTI, D.S.  
Avaliação Preliminar do Armazenamento em Congelamento sobre a Qualidade  
da Carne de Peito de Frangos de Dois Tipos Genéticos. **Brazilian Journal of  
Food Technology**, v.9, n.3, p. 185-191, 2006.

### **CAPÍTULO 3**

**AMINAS BIOATIVAS EM CARNE DE JACARÉ DO PANTANAL  
(*Caiman yacare* Daudin 1802) ARMAZENADA POR ATÉ 6 MESES A  
-18 °C.**

## 1 RESUMO

VICENTE NETO, João. Aminas bioativas em carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18 °C. In: \_\_\_\_\_. **Influência do glazamento nas características físico-químicas e aminas bioativas em carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) armazenada por até 6 meses a -18 °C.** 2008. Cap. p.80-121. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.\*

Com o objetivo de avaliar o comportamento de aminas bioativas em carnes de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) armazenadas por 6 meses a -18°C, 70 filés de cauda (músculos *ilíio-ischio-caudalis*) de 1 kg foram submetidos a dois métodos de conservação: congelamento a -32°C (CONG) ou congelamento a -32°C seguido de glazamento (GLAZ), as 24 horas *post mortem*. As peças, oriundas de carcaças de animais de zoológicos, abatidos em frigorífico comercial, foram, após aplicação dos tratamentos, embaladas a vácuo, individualmente, e analisadas ao 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. O delineamento foi completamente casualizado, com 2 tratamentos e 7 momentos de avaliação e cada filé de cauda foi considerada uma unidade experimental. As aminas foram detectadas por HPLC. As aminas putrescina, cadaverina, tiramina, serotonina e 2-feniletilamina não foram detectadas durante os 6 meses de armazenamento. Os totais médios de aminas variaram de 22,1 a 44,7 mg/kg. Nesse total foram predominantes: a espermina (72,04 e 76,87%), a triptamina (16,11 e 13,27%), a espermidina (5,78 e 4,76%), a histamina (3,65 e 2,72%) e a agmatina (1,52 e 1,02%). As médias de espermina foram semelhantes entre tratamentos e entre momentos de observação no tratamento CONG, mas no tratamento GLAZ, os resultados foram inconclusivos. As médias de triptamina foram superiores em filés CONG, em relação ao GLAZ ao 5º (8,9 e 4,8 mg/kg, respectivamente) e 6º mes (8,4 e 2,1 mg/kg, respectivamente). Os teores de histamina diferiram ( $P<0,05$ ) entre CONG e GLAZ aos 4º, 5º, e 6º meses com médias superiores no CONG (1,0, 1,6 e 1,5 mg/kg, respectivamente), do que no GLAZ (0,5, 1,0 e 0,9 mg/kg, respectivamente). Entretanto estes teores estão abaixo dos limites considerados tóxicos ao homem (100 mg/kg). As médias de espermidina foram afetadas ( $P<0,05$ ) pelos tratamentos e tempos de armazenamento. O tratamento CONG apresentou média superior ao GLAZ (1,9 e 1,4 mg/kg, respectivamente).

---

\* Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Maria Beatriz de Abreu Glória – UFMG (Co-Orientadora)

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e tempos estudados para os índices de Mietz & Karmas, Veciana-Nogués e Silva & Glória. No índice de qualidade Veciana-Nogués a carne de jacaré do pantanal CONG apresentou média de 1,4 mg/kg e a GLAZ 1,0 mg/kg. O índice de qualidade Silva & Glória apresentou médias de 0,08 mg/kg no CONG e 0,06 mg/kg no GLAZ. Assim, os filés de cauda de jacaré do pantanal congelados seguidos de glazamento retardaram a produção das aminas: espermidina (a partir do 2º mês); histaminas e agmatina (a partir do 4 mês); e, triptamina (a partir do 5º mês). Entretanto, a utilização de resfriamento rápido ( $-32^{\circ}\text{C}$ ) ou resfriamento rápido seguido de glazamento de filés de cauda de jacaré do pantanal, armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 6 meses possibilitou a manutenção dos teores de aminas bioativas em percentuais adequados para o consumo humano.

## 2 ABSTRACT

VICENTE NETO, João. Bioactive amines in jacaré do pantanal meat (*Caiman yacare* Daudin 1802) storage of 6 months at -18 °C. In:\_\_\_\_\_. **Influency of characteristics physical-chemistries and bioactive amines in meat of jacaré do pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) storage of 6 months at -18 °C.** 2008. Chap.3, p.80-121. Thesis (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras – MG.\*

Bioactive amine levels were appraised in 70 kg of jacaré do pantanal meat (*Caiman yacare*) stored for 6 months to -18 °C, under two conservation methods: freezing (CONG) and glasser (GLAZ). The samples were collected of 70 animal's carcass in captivity and abated in agreement with the legal norms in specific butcher shop. The used court was the tail (*ilíio-ischio-caudalis*). Amines were detected by HPLC according to methodology described for it is Vale & Glória, (1997). The analyses were accomplished in the times 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months of storage. They were detected the amines histamine, agmatine, espermine, espermidine and triptamin in the conservation methods and studied times. There was difference ( $P<0.05$ ) in the histamine levels between CONG and GLAZ. The levels histamine were different you enter the treatments in the 4th, 5th, and 6th months of storage, being superior in the freezing (1.0, 1.6 and 1.5 mg/kg, respectively). Histamine levels in our study contributed with 3.65% in the total of amines in CONG and 2.72% in GLAZ. However these levels are well below the limits considered as toxins to the human organism of food 100 mg/kg. There was significant difference ( $P<0.05$ ) in the espermidine levels between the treatments and the times of storage. CONG presented superior medium (1.9 mg/kg) in relation to GLAZ (1.4 mg/kg). In time 0 presented medium levels of 2.1 mg/kg espermidine, being superior at the other studied times. The medium levels of espermine in the times 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 months of storage were respectively, 19.5; 23.3; 21.9; 19.7; 29.5 and 25.1 mg/kg. High levels of espermine were observed in the 5th month of storage in GLAZ. The amines espermine and triptamin went the predominant ones in to meat of jacaré do pantanal the frozen and glasser. In CONG the triptamin contributed with 72.04% and of 76.87% in GLAZ. The amine agmatine contributed with the smallest ones percentile in the amines total found in meat of jacaré do pantanal the frozen and glasser. There was significant difference ( $P<0.05$ ) among the

---

\* Committee Advisory: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) e Maria Beatriz de Abreu Glória - UFMG (Co-Adviser)

treatments and times studied for the indexes of Mietz & Karmas, Veciana-Nogués and Silva & Glória. In the quality index Veciana-Nogués the meat of jacaré do pantanal CONG presented average of 1.4 mg/kg and GLAZ 1.0 mg/kg. The quality index Silva & Glória presented averages of 0.08 mg/kg in CONG and 0.06 mg/kg in GLAZ. The maintenance of the chain of the cold during the storage for 6 months to -18 °C of the meat of jacaré do pantanal frozen and glasser facilitated the non alteration in the texts of bioactives amines. The levels of bioactives amines in the meat of jacaré do pantanal indicate that the product meets own for the consumption after 6 months of storage for -18 °C.

### 3 INTRODUÇÃO

O pantanal matogrossense é conhecido pela riqueza da biodiversidade e entre os animais silvestres, o jacaré do pantanal tem uma população estimada em 20 milhões de indivíduos (IBAMA/RAN, 2007), que é considerada a maior população natural de crocodilianos do planeta. Embora o efetivo seja grande, ações de incentivo a criação comercial de jacarés são desenvolvidas pelo IBAMA desde 1990 (Brasil, 1990), que culminaram, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com a instalação de cinco criatórios registrados e que alojam cerca de 300.000 animais, com capacidade de produção de 5000 peles e 10.000 kg de carne mensalmente (Coutinho et al., 1997; Vicente Neto et al., 2007).

A carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*), devido as qualidade sensoriais e nutricionais, é um produto muito apreciado por consumidores das regiões produtoras e cidades do Estado de Mato Grosso. Nesse Estado, como os estabelecimentos não possuem registro sanitário federal, o mercado dessa carne fica restrito ao estado, gerando grandes estoques nas unidades produtoras. Nessa cadeia produtiva, em desenvolvimento, pesquisadores e entidades públicas vêm realizando estudos com o objetivo de gerar informações que permitam a normatização dos processos de abate, refrigeração, armazenamento e comercialização da carne de jacaré.

No que diz respeito ao período de armazenamento, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento sugere a execução de análises normalmente empregadas em outros tipos de carnes para estabelecer o prazo de vida útil, tais como: pH, bases voláteis totais e oxidação lipídica por meio do TBARS, que é considerada, por alguns autores, de eficiência baixa por não detectar estágios iniciais de deterioração. Entretanto, alguns pesquisadores

recentemente sugerem a utilização dos teores de amins bioativas como indicativo de qualidade da matéria prima e condições de higiene do processamento. As amins bioativas são formadas durante processos metabólicos normais e/ou como resultado das atividades enzimáticas e uma vez ingeridas podem causar efeitos tóxicos dependendo da quantidade consumida.

Isto posto, objetivou-se nesse estudo determinar os teores de amins bioativas em carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada, seguida de glazeamento durante 6 meses de armazenamento a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Animais (material experimental)

Nesse estudo, 70 cortes (filé da cauda), correspondendo ao músculo *ilioischio-caudalis* (Reese, 2000), com peso médio de 1 kg foram retirados de carcaças de jacarés do pantanal, oriundas de animais com 3,6 kg de peso médio, 28 meses, de ambos os sexos, provenientes de zoológico, localizado no município de Cáceres – Estado de Mato Grosso – Brasil, registrado no IBAMA-MT, sob nº 1/51/92/0197-0.

Os animais foram criados em sistema intensivo em tanques de alvenaria de 12 m<sup>2</sup>, com densidade de 3 animais por metro quadrado, alimentados com ração de vísceras bovinas crua, fornecida três vezes por semana uma vez ao dia. Os animais foram abatidos em Frigorífico com Inspeção Sanitária Estadual (SISE 062) com instalações específicas para o abate de jacaré, localizado na cidade de Cáceres – Estado de Mato Grosso, seguindo as normas legais e os padrões de segurança alimentar.

### 4.2 Operações de pré e pós-abate (obtenção do material experimental)

Os animais, no pré-abate, foram submetidos a jejum sólido por 48 horas em tanques de alvenaria com água clorada, seguido de lavagem superficial do corpo, encaminhamento às instalações de abate (sala de matança) e insensibilização com pistola de dardo cativo, disparado na região cranial. As operações de abate foram constituídas por sangria, desmedulização, esfola, evisceração, lavagem da carcaça e resfriamento em câmara a temperatura de 2 °C por 24 horas.

A desossa foi realizada às 24 horas *post mortem* e o corte filé de cauda, de 1 kg, foi retirado de cada carcaça e acondicionado em embalagem a vácuo

(poliamida, com barreira a O<sub>2</sub>, tamanho 20x30 cm) e colocados em seladora à vácuo (São Paulo – SP, AP-150, Tecmaq).

#### **4.3 Tratamentos aplicados ao material experimental**

As peças resfriadas a temperatura de 7°C e embaladas à vácuo foram congeladas em túnel de congelamento de ar forçado á -32° C durante 4 horas.

No tratamento 1 (CONG), as peças congeladas foram acondicionadas em embalagem secundária de papel corrugado (papelão) e estocadas em câmara fria em temperatura de -18° C.

No tratamento 2 (GLAZ), as peças congeladas foram retiradas das embalagens, mergulhadas em água a 2° C por 3 a 5 segundos a fim de realizar o glazeamento. As peças, após o glazeamento, foram novamente embaladas à vácuo e acondicionadas em caixa de papel corrugado (papelão) e estocadas em câmara fria em temperatura de -18° C.

As peças, em ambos os tratamentos, foram estocadas pelo período de 6 meses e analisadas aos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 meses de estocagem.

#### **4.4 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 7, sendo 2 tratamentos: congelamento (CONG) ou congelamento seguido de glazeamento em água à 2° C (GLAZ), ambos os tratamentos os cortes files de cauda foram conservados a -18 °C durante 6 meses, e avaliados nos tempos de 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses. Em cada momento de avaliação foram utilizadas cinco unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um corte de filé de cauda de jacaré do pantanal, totalizando 70 unidades experimentais.

O modelo experimental para as análises de aminas biogênicas foi:

$$Y_{ijk} = \mu + MC_i + TC_j + (MCTC)_{ij} + e_{ij},$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação k nos tempos de conservação j dos métodos de conservação i;

$\mu$  = média geral do experimento;

$MC_i$  = efeito do método de conservação i, sendo  $i = 1, 2$ ;

$TC_j$  = efeito do tempo de conservação j, sendo  $j = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ;

$(MCTC)_{ij}$  = efeito da interação do método de conservação i com o tempo de conservação j;

$e_{ijk}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ , que por suposição é normalmente independente distribuída, com média 0 e variância  $\sigma^2$ .

#### **4.5 Coleta de amostras**

Amostras de aproximadamente 0,5 kg foram coletadas para realização das determinações dos teores de amins biogênicas e encaminhadas ao laboratório de Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais – MG.

#### **4.6 Metodologias analíticas para a determinação de amins bioativas**

##### **4.6.1 Padrão**

Os padrões de amins adquiridos foram da marca Sigma Chemical Co. (St Louis, MO, EUA). Estes incluíam putrescina (PUT), triidrocloreto de espermidina (EPD), tetraidrocloreto de espermina (EPM), sulfato de agmatina (AGM), diidrocloreto de cadaverina (CAD), triptamina (TRI), hidrocloreto de 5-hidroxitriptamina ou serotonina (SRT), diidrocloreto de histamina (HIM), diidrocloreto de tiramina (TIM) e diidrocloreto de 2-feniletilamina (FEM).

As amins foram pesadas considerando o peso da base livre e dissolvidas em ácido clorídrico 0,1 N, sendo a solução individual de cada amina

(1 mg/mL) preparada em balão volumétrico de 10 mL. Em seguida, 1 mL de solução de cada amina foi transferida para balão volumétrico de 10 mL, formando uma solução contendo 100 µg/mL, de cada uma das 10 aminas. Desta solução, pipetou-se 1 mL, que foi diluído para 10 mL com HCl 0,1 N, formando uma solução com concentração de 10 µg/mL. As soluções foram armazenadas em frasco de polietileno e mantidas sob refrigeração.

#### **4.6.2 Extração e determinação dos teores de aminas bioativas**

A extração das aminas foi realizado adicionando-se 20 mL de ácido tricloroacético 5g/100 mL em 5g do tecido. As amostras foram agitadas por 5 minutos em vortex e centrifugadas a 10.000 rpm a 4° C por 21 minutos. Em seguida as amostras foram filtradas em papel filtro qualitativo. Os extratos obtidos foram filtrados em membrana HAWP de 13 mm de diâmetro e 0,45 µm de tamanho do poro (Milipore Corp. Milford, MA, EUA) e injetados no cromatógrafo líquido. As aminas foram separadas por HPLC por iônico em coluna de fase reversa e fluorimetricamente quantificadas depois de derivação pós coluna com orto-ftalaldeído (OPA) conforme metodologia proposta por Vale & Glória, (1997).

O sistema de cromatografia líquida de alta eficiência utilizado consistiu em equipamento Shimadzu modelo LC-10 AD com câmara de mistura à baixa pressão; conjunto de lavagem automática de pistão; injetor automático modelo LC-10 AD Shimadzu (Kioto, Japão); detector espectrofluorimétrico modelo RF-551 Shimadzu (Kioto, Japão) a 340 e 445 nm de excitação e emissão, respectivamente; e uma unidade de controle CBM-10 AD conectado a um PC (Pentium). Um sistema de derivação pós-coluna foi montado utilizando-se uma câmara de mistura (volume morto igual a zero), instalado entre a saída da coluna e o detector. Um tubo de teflon (sob abrigo da luz) de 2 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro foi conectado entre a câmara de mistura e o detector. Uma

bomba LC-10 AD Shimadzu, (Kioto, Japão) bombeou a solução derivante à câmara de mistura a um fluxo de 0,4 mL/min (Vale & Glória, 1997).

Foi utilizado coluna  $\mu$ Bondapak C<sub>18</sub> de 3,9 x 300 mm, 10  $\mu$ m (Waters, Miliford, MA, EUA), pré-coluna  $\mu$ Bondapak C<sub>18</sub> (Waters) e sistema gradiente de eluição em ambiente com temperatura controlada (21° C  $\pm$  1° C). A fase móvel utilizada era constituída de dois solventes: A – tampão acetato 0,2 M contendo octanosulfonato de sódio 15 mM e pH ajustado para 4,9 com ácido acético e B – acetonitrila. As fases foram filtradas em membranas (47 mm de diâmetro e 0,45  $\mu$ m de tamanho de poro) tipo HAWP para solvente aquoso e HVWP para solvente orgânico (Milipore Corp. Milford, MA, EUA). O fluxo utilizado foi de 0,6 mL/min e o gradiente de eluição dos solventes foi 0,01 min a 11% de B, 19 min a 30%, 24 min a 11%, 45 min a 11% e término a 50 min.

A solução derivante foi preparada dissolvendo-se 25 g de ácido bórico e 22 g de hidróxido de potássio em 500 mL de água ultra-pura, pH ajustado para 10,5 com hidróxido de potássio. Foram adicionados a essa solução, 1,5 mL de Brij-35, 1,5 mL de mercaptoetanol (Merck, Darmstadt, Alemanha) e 0,2 g de oftalaldeído (Sigma, St Louis, MO, EUA) dissolvido em 3 mL de metanol (Merck, Darmstadt, Alemanha) conforme descrito por Vale & Glória, (1997). A solução derivante foi preparada diariamente e mantida sob abrigo da luz.

As aminas bioativas foram identificadas pelo tempo de retenção comparando como os dos padrões e confirmado pela adição da amina suspeita à amostra. O conteúdo de aminas foi calculado por meio de padrão externo na concentração de 4,0  $\mu$ g/mL contendo 10 aminas bioativas.

#### **4.7 Fórmulas para o cálculo dos índices de qualidade pelos teores de aminas bioativas**

A partir dos teores de aminas bioativas foi calculado os valores para os índices de qualidade proposto por Mietz & Karmas, (1977); Veciana-Nogués et al., (1997) e Silva & Glória, (2002), conforme fórmulas descritas abaixo:

- a) Índice Mietz & Karmas = teores de putrescina (PUT) + teores de cadaverina (CAD) + teores de histamina (HIM)/(1+ teores de espermina (EPM) + teores de espermidina (EPD));
- b) Índice Veciana-Nogués = (teores de putrescina (PUT) + teores de cadaverina (CAD) + teores de histamina (HIM) + teores de tiramina (TIR));
- c) Índice Silva & Glória = (teores de espermidina (EPD)/ teores de espermina (EPM)).

#### **4.8 Análise estatística**

Os dados obtidos foram analisados através do programa estatístico SISVAR versão 4.0 (Ferreira, 2000), e quando encontradas diferenças, aplicou-se o teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Teores de aminas bioativas na carne de jacaré do pantanal

As aminas putrescina, cadaverina, tiramina, serotonina e 2-feniletilamina não foram detectadas durante os 6 meses de armazenamento. Traços das aminas histamina e putrescina foram observados no tempo 0 nos dois tratamentos estudados.

Os teores médios das aminas bioativas determinadas em carne de jacaré do pantanal congeladas (CONG) ou congeladas e glazeadas (GLAZ), armazenadas por 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , são apresentadas na tabela 1, 2, e 3.

#### 5.1.1 Histamina e agmatina

Os teores de histamina foram significativamente diferentes ( $P<0,05$ ) entre tratamentos e tempos avaliados (Tabela 1).

Nas médias gerais foram observados teores de histamina mais elevados no tratamento CONG, do que no GLAZ (1,2 e 0,8 mg de histamina/kg, respectivamente). Esses valores refletiram as diferenças entre tratamentos observados aos 4º, 5º, e 6º meses de armazenamento, com resultados superiores no tratamento de congelamento (1,0, 1,6 e 1,5 mg/kg, respectivamente).

Os teores de histaminas, no presente estudo, contribuíram com 3,65 e 2,72% nos totais de aminas encontradas nos filés de cauda dos tratamentos CONG e GLAZ, respectivamente. Esses teores estão abaixo dos limites considerados tóxicos em alimento (100 mg/kg) ao organismo humano (Halász et al., 1994; FDA, 1996; Glória, 2005).

A intoxicação alimentar mais freqüente é causada pela amina histamina, onde se tem observado sintomas como: diminuição da pressão sanguínea, rubor de face e pescoço, cefaléia intensa e dificuldade em engolir (Silva, 1997; Glória,

2005). Os efeitos toxicológicos da histamina dependem da concentração ingerida, da atividade da aminoxidase e da fisiologia intestinal individual. Lima & Glória (1999) e Glória (2005) afirmam que o efeito tóxico de algumas amins pode ser potencializado pela presença concomitante de outras amins como putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, feniletilamina, espermidina e espermina.

**TABELA 1.** Teores médios de amins bioativas na carne de jacaré do pantanal submetida ao armazenamento por 6 meses sob congelamento (CONG) ou congelamento seguido de glazeamento (GLAZ) a -18 °C. Cáceres, MT, 2007.

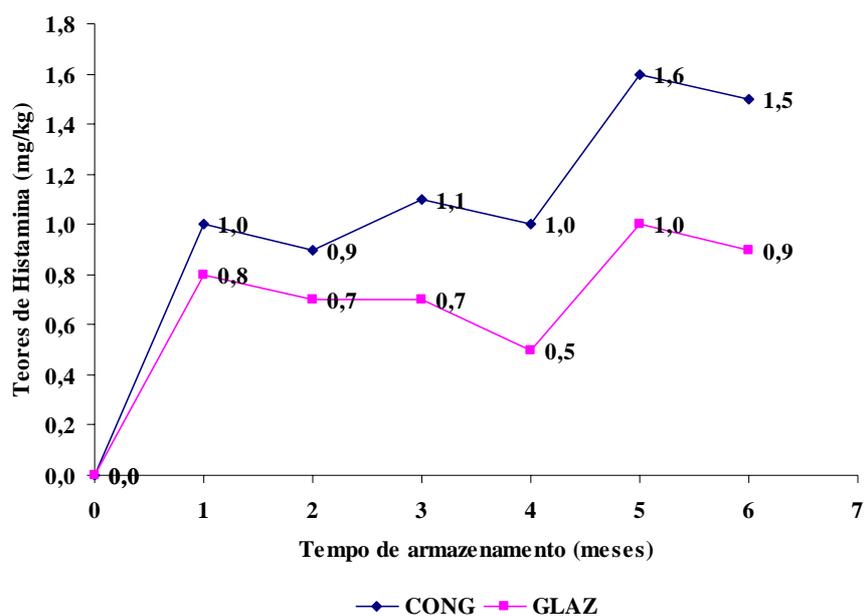
Parâmetro	Tempo (meses)	CONG	GLAZ	Média
Histamina (mg/kg)	0	TR	TR	-
	1	1,0 <sup>aC</sup>	0,8 <sup>aAB</sup>	0,9 <sup>C</sup>
	2	0,9 <sup>aC</sup>	0,7 <sup>aAB</sup>	0,8 <sup>C</sup>
	3	1,1 <sup>aBC</sup>	0,7 <sup>aAB</sup>	0,9 <sup>BC</sup>
	4	1,0 <sup>aC</sup>	0,5 <sup>bB</sup>	0,7 <sup>C</sup>
	5	1,6 <sup>aAB</sup>	1,0 <sup>bA</sup>	1,3 <sup>AB</sup>
	6	1,5 <sup>aA</sup>	0,9 <sup>bA</sup>	1,2 <sup>A</sup>
	Média	1,2 <sup>a</sup>	0,8 <sup>b</sup>	
	CV(%)		22,30	
Agmatina (mg/kg)	0	nd*	nd*	-
	1	0,7 <sup>A</sup>	nd*	0,4 <sup>B</sup>
	2	0,4 <sup>aA</sup>	0,5 <sup>aB</sup>	0,5 <sup>AB</sup>
	3	0,6 <sup>aA</sup>	0,4 <sup>aB</sup>	0,5 <sup>AB</sup>
	4	0,4 <sup>bA</sup>	1,0 <sup>aA</sup>	0,7 <sup>A</sup>
	5	0,6 <sup>A</sup>	nd*	0,4 <sup>B</sup>
	6	0,7 <sup>A</sup>	nd*	0,3 <sup>B</sup>
	Média	0,5 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	
	CV(%)		43,91	

<sup>abcABC</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

\*nd = não detectado (limites de detecção >0,3 mg/kg).

TR = traços (teores <0,3µg/mL)

Os teores de histamina na carne de jacaré do pantanal CONG e GLAZ, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  são apresentados na Figura 1.



**FIGURA 1.** Teores médios de histamina na carne de jacaré do pantanal congelada (CONG) ou congelada seguida de glazamento (GLAZ), armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

Os teores médios de histamina foram semelhantes ao longo do período de armazenamento entre tratamentos (Figura 1), embora teores superiores tenham sido observados nas avaliações de 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup> mês, tanto no tratamento CONG como no GLAZ. Possivelmente a formação desta amina está ligada à ação das enzimas endógenas do tecido cárneo, liberando amino ácidos livres. Quando se observa os valores BVT (Tabela 5, capítulo 2) percebe-se um

decréscimo ao longo do tempo de armazenamento, com valores superiores no 1º mês (10,83-10,68 mg de N/100g) e inferiores no 6º mês (4,82-4,98 mg de N/100g), indicando que em carnes de jacaré armazenadas sob congelamento podem ocorrer reações enzimáticas, resultando na produção de vários compostos nitrogenados (aminas).

Os valores médios de histaminas em alimentos relatados na literatura são variáveis. Vasconcelos Neto (2003) observou ausência de histamina em carne suína armazenada a -18° C por 180 dias. Caccioppoli et al. (2006) descreveram em salames tipo italiano médias de 0,09 a 2,62 mg/100g. Ntzimani et al., (2008), em filé de peito de peru defumado armazenado a 4° C, observaram teores de 32,9 à 15,6 mg/kg no 30º dia de armazenamento em embalagens com presença de ar e à vácuo, respectivamente. E valores mais elevados foram relatados por Latorre-Moratalla et al. (2008) com teores médios variando de 0,01 a 133,39 mg/kg (na MS) em lingüiças fermentadas envelhecidas. Comparando-se os teores da amina histamina encontrada no presente estudo com os descritos em literatura, observa-se que os mesmos são inferiores aos relatados em salames, peito de peru defumado e carne suína, e que se encontram abaixo da dose tóxica proposta por Halász et al., (1994); FDA, (1996) e Glória, (2005).

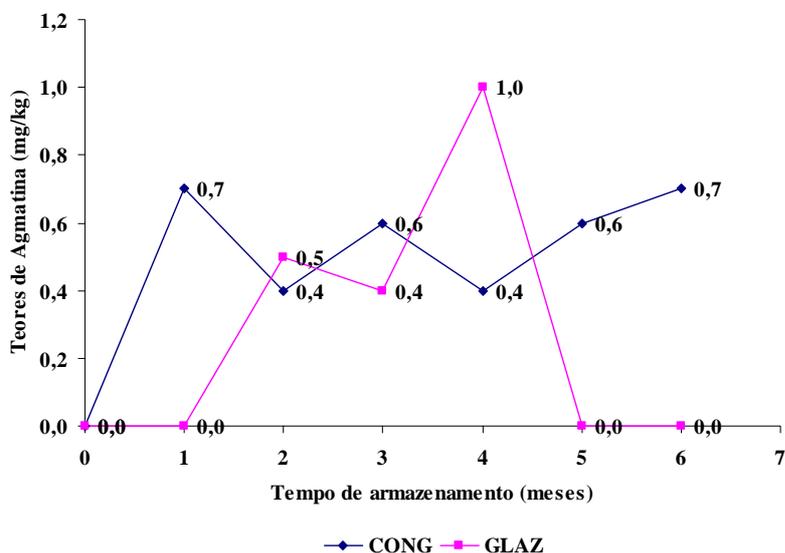
A histamina é uma das principais aminas biogênicas que se forma em carnes em termos de concentração (mostra uma tendência crescente em seus valores com o tempo de armazenamento, segundo Ntzimani et al., 2008) e é decorrente da proteólise provocada por microorganismos ou enzimas endógenas que liberam amino ácidos, ou oriunda em pequenas quantidades dos mastócitos e basófilos (Glória, 2005).

Os tratamentos afetaram significativamente ( $P < 0,05$ ) os teores da amina agmatina nos diferentes tempos estudados. Observaram-se médias gerais de 0,5 e 0,3 mg/kg nos tratamentos CONG e GLAZ, respectivamente. Não foi

detectada esta amina no tempo 0 nos dois tratamentos e nos tempos 1, 5 e 6 meses de armazenamento no tratamento de glazamento.

Na Figura 2, é possível observar que os teores de agmatina sofreram oscilação nos dois tratamentos durante os seis meses de armazenamento. Entretanto, no glazamento, após o 4º mês de estocagem, os teores produzidos foram baixos a ponto de não serem mais detectados. Como a agmatina é formada pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas, ou ainda *in situ* nas células à medida que são requeridas (Lima & Glória, 1999), possivelmente esses resultados apontam a baixa atividade enzimática endógena presente no tecido cárneo nesse tratamento, ou formadas durante a fase de processamento (desossa e embalagem).

Os teores de agmatina na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  são apresentados na Figura 2.



**FIGURA 2.** Teores médios de agmatina na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada, seguida de glazamento, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

Nos filés congelados, os teores de agmatina permaneceram com valores médios entre 0,4 a 0,7 mg/kg ao longo dos seis meses de armazenamento, sendo, portanto estáveis. Porém, os filés congelados, seguidos de glazeamento, no 4º mês de armazenamento apresentaram teores superiores (1,0 mg/kg) aos demais tempos no mesmo tratamento e em relação ao congelamento.

Os valores de agmatina relatados na literatura são variáveis: Ntzimani et al. (2008) não detectaram essa amina em peito de peru defumado e armazenado a 4º C; Caccioppoli et al. (2006) observaram em salames tipo italiano médias de 0,14 a 0,67 mg/100g; e, Vasconcelos-Neto (2003) reportou teores de 0,04 e 0,11 mg/100g em lombo e pernil suíno armazenados por 180 dias a -18º C, no tempo 0 e não a detectando mais durante o armazenamento. A ausência dessa amina foi associada às baixas temperaturas (-18º C) desfavoráveis ao crescimento microbiano e a atividade enzimática.

Avaliando-se os teores da amina agmatina reportados por Ntzimani et al., (2008); Caccioppoli et al, (2006) e Vasconcelos-Neto, (2003) pode-se afirmar que a carne de jacaré do pantanal armazenada por 6 meses sob congelamento e glazeamento possui teores inferiores aos descritos para salame italiano, no intervalo reportado para carne suína e superior ao relatado para peito de peru defumado.

### **5.1.2 Espermidina e espermina**

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de espermidina entre tratamentos e tempos de armazenamento (Tabela 2). Os filés do tratamento de congelamento apresentaram média geral (1,9 mg/kg) superior aos filés do tratamento de congelamento, seguido de glazeamento (1,4 mg/kg). Esses resultados refletem as diferenças entre tratamentos observados no 2º e 3º mês de estocagem, em que os filés GLAZ mostraram índices mais baixos em 66,6% e 47,7%, quando comparados aos filés CONG.

Considerando as médias gerais de espermidina para tempo de estocagem, os filés analisados no tempo 0 apresentaram média (2,1 mg/kg) superior aos demais tempos estudados (com exceção do 5º mês), e observa-se que a medida que progrediram os tempos de armazenamento houve uma redução nas médias.

**TABELA 2.** Teores médios de aminas bioativas na carne de jacaré do pantanal submetida ao armazenamento por 6 meses sob congelamento (CONG) ou congelamento seguido de glazeamento (GLAZ) a -18 °C. Cáceres, MT, 2007.

Parâmetro	Tempo (meses)	CONG	GLAZ	Média
Espermidina (mg/kg)	0	2,1 <sup>aA</sup>	2,1 <sup>aA</sup>	2,1 <sup>A</sup>
	1	1,7 <sup>aA</sup>	1,6 <sup>aA</sup>	1,6 <sup>AB</sup>
	2	2,1 <sup>aA</sup>	1,4 <sup>bA</sup>	1,7 <sup>AB</sup>
	3	1,9 <sup>aA</sup>	0,9 <sup>bA</sup>	1,4 <sup>B</sup>
	4	1,7 <sup>aA</sup>	1,1 <sup>aA</sup>	1,4 <sup>AB</sup>
	5	2,3 <sup>aA</sup>	1,7 <sup>aA</sup>	2,0 <sup>A</sup>
	6	1,8 <sup>aA</sup>	1,7 <sup>aA</sup>	1,7 <sup>AB</sup>
	Média	1,9 <sup>a</sup>	1,4 <sup>b</sup>	
	CV(%)		26,29	
Espermina (mg/kg)	0	28,9 <sup>A</sup>	28,9 <sup>AB</sup>	28,9 <sup>AB</sup>
	1	20,1 <sup>A</sup>	18,4 <sup>AB</sup>	19,5 <sup>B</sup>
	2	22,7 <sup>A</sup>	23,9 <sup>AB</sup>	23,3 <sup>AB</sup>
	3	22,7 <sup>A</sup>	21,2 <sup>AB</sup>	21,9 <sup>B</sup>
	4	22,6 <sup>A</sup>	16,8 <sup>B</sup>	19,7 <sup>B</sup>
	5	30,5 <sup>A</sup>	28,4 <sup>A</sup>	29,5 <sup>A</sup>
	6	23,4 <sup>A</sup>	26,7 <sup>AB</sup>	25,1 <sup>AB</sup>
	Média	23,7 <sup>a</sup>	22,6 <sup>a</sup>	
	CV(%)		23,56	

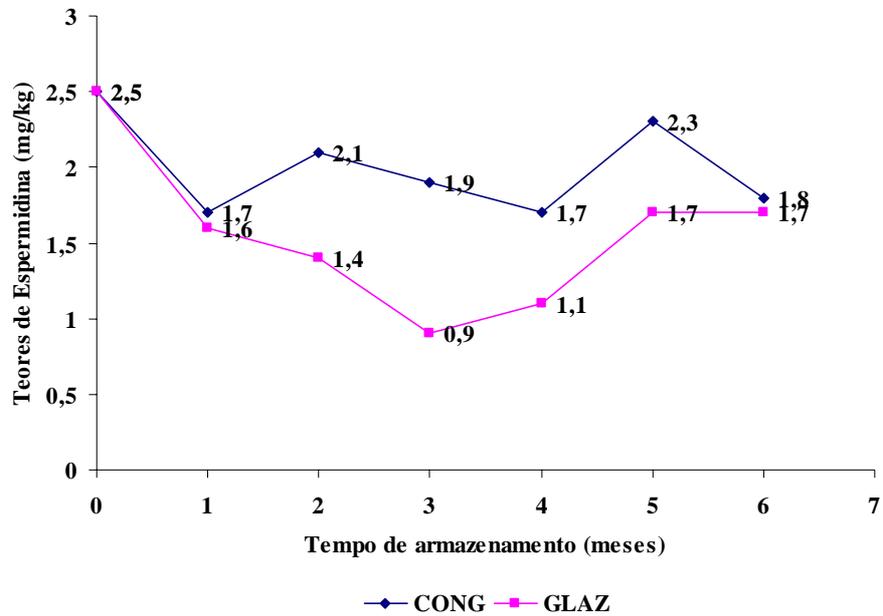
<sup>abcABC</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

\*nd = não detectado (limites de detecção >0,3 mg/kg).

TR = traços (teores <0,3µg/mL)

No presente trabalho, os dados médios de espermidina variaram de 2,3 e 1,1 mg/kg. Vasconcelos-Neto (2003) reportou teores de 0,12-0,23 e 0,09-0,25 mg/100g em lombo e pernil suíno armazenados por 180 dias a -18° C e esta amina foi a segunda que mais contribuiu nos teores totais de aminas no estudo. Ntzimani et al. (2008) citaram, em filé de peito de peru defumado armazenado a 4 °C sob diferentes condições de empacotamento, médias de 1,7; 2,5 e 3,8 mg/kg no 30° dia de armazenamento em embalagens com presença de ar; à vácuo e atmosfera modificada, respectivamente. E, Caccioppoli et al. (2006) relataram em salames teores de 0,07 a 0,41 mg/100 g, e esses baixos valores foram atribuídos ao processamento e ao longo período de maturação, em que essa amina poderia ser utilizada pelos microorganismos da fermentação como fonte de nitrogênio.

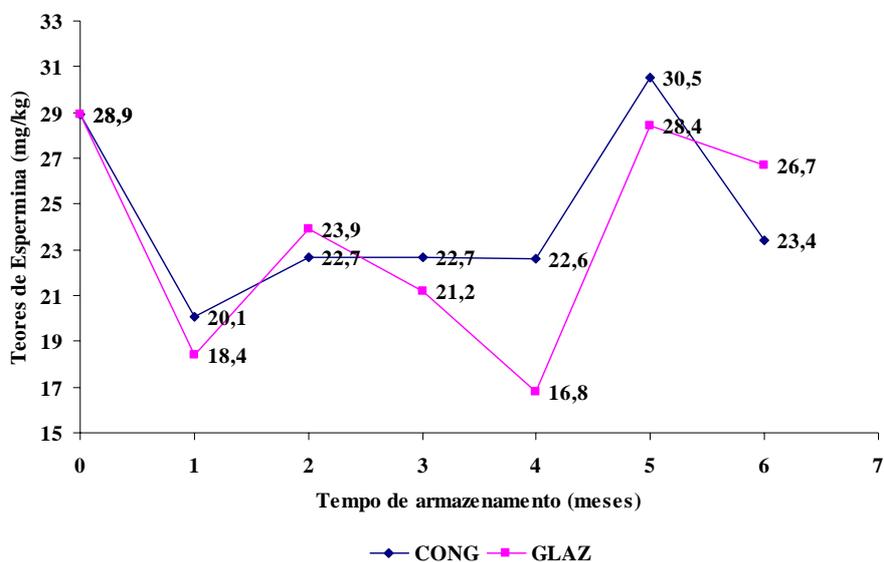
Os teores de espermidina na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a – 18 °C são apresentados na Figura 3.



**FIGURA 3.** Teores médios de espermidina na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) nos teores de espermina entre tratamentos. Entretanto, os tempos de armazenamento influenciaram significativamente ( $P<0,05$ ) os teores desta amina. As médias gerais nos tempos 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de armazenamento foram respectivamente, 28,9; 19,5; 23,3; 21,9; 19,7; 29,5 e 25,1 mg/kg, e refletiram as diferenças observadas entre tempos de armazenamento do tratamento GLAZ, pois não houve diferença ( $P>0,05$ ) para espermina entre os tempos de armazenamento no tratamento CONG.

Os teores de espermina na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  são apresentados na Figura 4.



**FIGURA 4.** Teores de espermina na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

Na Figura 4 é possível observar que os teores de espermina apresentam um comportamento semelhante entre tratamentos: a) inicialmente houve uma redução nos teores desta amina entre o tempo 0 e o 1º mês de armazenamento; b) elevação nas médias no 2º mês; c) a partir do 4º ao 5º mês os teores apresentaram um aumento; e d) nova redução no 6º mês nos dois tratamentos estudados. Entretanto, no período de armazenamento de 2º a 4º mês, os tratamentos mostram comportamento diferenciado, no CONG, os teores permaneceram semelhantes entre eles, mas no tratamento GLAZ, após o 2º mês de armazenamento, os teores de espermina decresceram, chegando a 16,8 mg/kg no 4º mês.

As variações médias no presente trabalho foram de 30,5 a 16,8 mg/kg de espermina. Valores semelhantes foram descritos: por Ntzimani et al. (2008), de

30 a 22,4 mg/kg no 30º dia de armazenamento em peito de peru e por Vasconcelos-Neto, (2003), com valores de 46,3 a 10,8 e 48,3 a 23,2 mg/kg em lombo e pernil suíno armazenados por 180 dias a -18º C, sendo esta amina foi a segunda que mais contribuiu nos teores totais de aminas no estudo. Entretanto, valores mais elevados foram relatados por Caccioppoli et al. (2006) em salames tipo italiano com teores de 22,3 a 59,3 mg/kg.

### **5.1.3 Triptamina aminas totais**

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e os tempos de armazenamento para os teores de triptamina (Tabela 3). Teores médios gerais de 5,3 e 3,9 mg/kg foram observados no CONG e GLAZ, respectivamente, que refletiram as diferenças entre tratamentos nos tempos de 5 e 6 meses. Os filés submetidos ao tratamento CONG mostraram médias mais elevadas, do que os filés do tratamento GLAZ. Por outro lado, as médias gerais ao longo do tempo de estocagem foram mais elevadas ao 4º e 5º mês de armazenamento (6,9 mg/kg), do que os teores observados nos tempos de 1, 2 e 3 meses (2,7: 3,4 e 2,8 mg/kg).

Conforme demonstrado na Figura 5, os teores de triptamina na carne de jacaré do pantanal apresentaram uma grande variação ao longo do tempo de armazenamento, com teores superiores no tratamento CONG (8,9 e 8,4 mg/kg no 5º e 6º mês, respectivamente).

Os teores de triptamina na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a - 18 °C são apresentados na Figura 5.

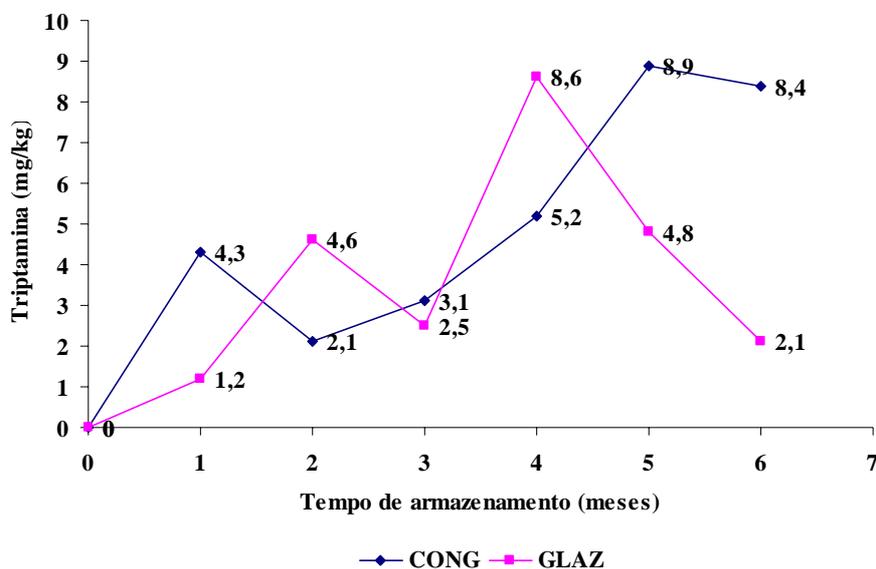
**TABELA 3.** Teores médios de aminos bioativas triptamina e aminos totais na carne de jacaré do pantanal submetida ao armazenamento por 6 meses sob congelamento (CONG) ou congelamento e glazeamento (GLAZ) a -18 °C. Cáceres, MT, 2007.

<b>Parâmetro</b>	<b>Tempo (meses)</b>	<b>CONG</b>	<b>GLAZ</b>	<b>Média</b>
<b>Triptamina (mg/kg)</b>	<b>0</b>	nd*	nd*	-
	<b>1</b>	4,3 <sup>aB</sup>	1,2 <sup>aB</sup>	2,7 <sup>B</sup>
	<b>2</b>	2,1 <sup>aB</sup>	4,6 <sup>aB</sup>	3,4 <sup>B</sup>
	<b>3</b>	3,1 <sup>aB</sup>	2,5 <sup>aB</sup>	2,8 <sup>B</sup>
	<b>4</b>	5,2 <sup>aAB</sup>	8,6 <sup>aA</sup>	6,9 <sup>A</sup>
	<b>5</b>	8,9 <sup>aA</sup>	4,8 <sup>bAB</sup>	6,9 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	8,4 <sup>aA</sup>	2,1 <sup>bB</sup>	5,3 <sup>AB</sup>
	<b>Média</b>	5,3 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>	
	<b>CV(%)</b>		43,26	
<b>Aminos totais (mg/kg)</b>	<b>0</b>	30,6 <sup>AB</sup>	30,6 <sup>AB</sup>	30,6 <sup>B</sup>
	<b>1</b>	28,5 <sup>B</sup>	22,1 <sup>B</sup>	25,3 <sup>B</sup>
	<b>2</b>	28,6 <sup>B</sup>	31,1 <sup>AB</sup>	29,8 <sup>B</sup>
	<b>3</b>	29,3 <sup>B</sup>	25,9 <sup>AB</sup>	27,6 <sup>B</sup>
	<b>4</b>	31,0 <sup>AB</sup>	28,6 <sup>AB</sup>	29,8 <sup>B</sup>
	<b>5</b>	44,7 <sup>A</sup>	36,4 <sup>A</sup>	40,5 <sup>A</sup>
	<b>6</b>	35,8 <sup>AB</sup>	32,1 <sup>AB</sup>	34,0 <sup>AB</sup>
	<b>Média</b>	32,9 <sup>a</sup>	29,4 <sup>a</sup>	
	<b>CV(%)</b>		23,52	

<sup>abcABC</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

\* nd = não detectado (limites de detecção >0,3 mg/kg).

TR = traços (teores <0,3µg/mL)



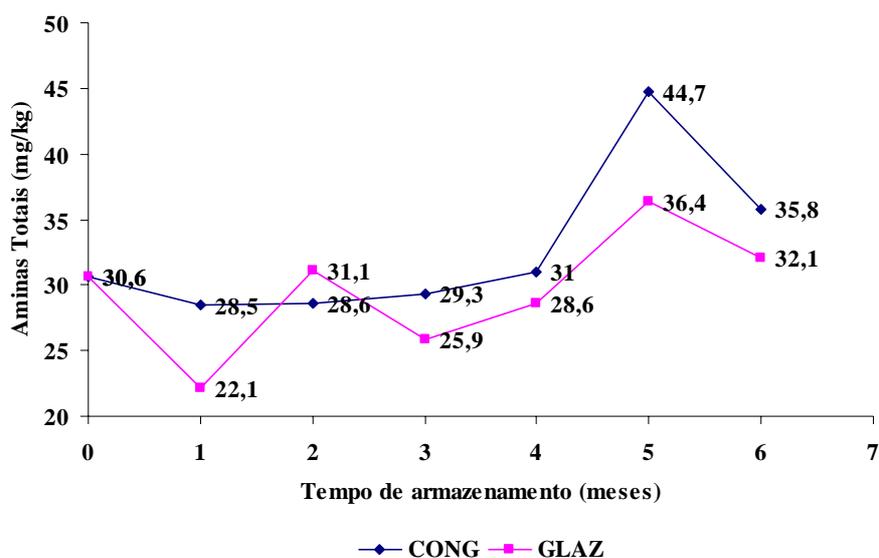
**FIGURA 5.** Teores de triptamina na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

No presente trabalho, as médias variaram de 1,2 a 8,9 mg/kg de triptamina. Entretanto os valores relatados na literatura são variáveis. Resultados baixos foram citados por Vasconcelos-Neto (2003) que não observou essa amina em carne suína armazenada por 180 dias a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e por Ntzimani et al. (2008) que encontraram teores de 4,1 e 2,5 mg/kg no 30º dia de armazenamento em filés de peito de peru defumado e armazenado a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Resultados médios de maior amplitude foram citados por Caccioppoli et al. (2006) variando de 0,2 a 11,6 mg/kg em salames tipo italiano, e por Latorre-Moratalla et al. (2008) com valores de 0,01 a 78,51 mg/kg (na MS) em lingüiças fermentadas e envelhecidas. Comparando os resultados de literatura, aparentemente médias mais altas de triptamina são observadas em produtos cárneos fermentado,

possivelmente como resultado de processos de desenvolvimento microbiológico (fermentativos).

Os tratamentos não afetaram significativamente ( $P>0,05$ ) os teores de aminas totais. Entretanto, os tempos de armazenamento afetaram significativamente ( $P<0,05$ ) os teores de aminas totais, em que a média observada ao 5º mês foi mais elevada do que as médias nos demais momentos de observação.

Os teores de aminas totais na carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada seguida de glazeamento, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  são apresentados na Figura 6.



**FIGURA 6.** Teores de aminas totais (mg de aminas totais/kg de amostra) na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada, armazenada durante 6 meses a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cáceres – MT, 2007.

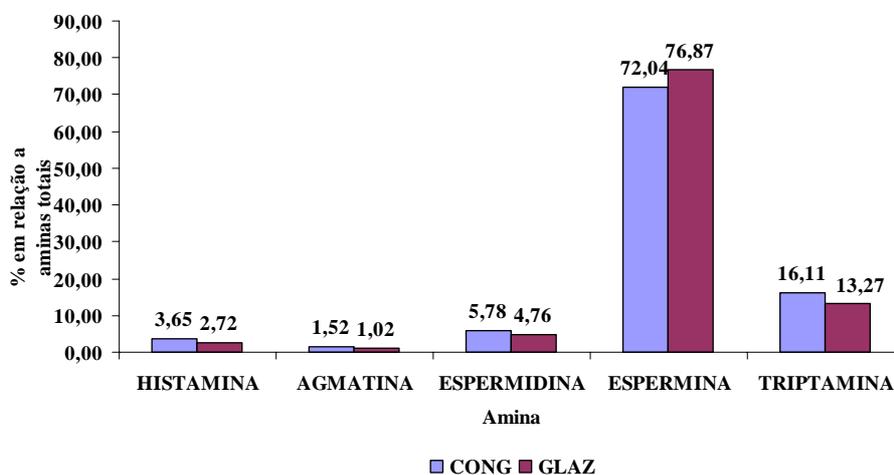
As médias, no presente trabalho, variaram de 22,1 a 44,7 mg/kg. Valores próximos foram relatados por Vasconcelos-Neto (2003) com médias de 33,0 a 22,7 e 37,0 a 25,5 mg/kg em carne suína a -18 °C. Entretanto, Caccioppoli et al., (2006) relataram valores mais elevados de 28,33 a 53,27 mg/100 g em salames tipo italiano.

As aminas biologicamente ativas são constituintes normais de muitos alimentos e geralmente não representam riscos para indivíduos a não ser que a quantidade ingerida seja grande. Aminas presentes nos alimentos são rapidamente metabolizadas no organismo por conjugação ou mediante reações de oxidação por aminoxidases (Glória, 2005)

De forma geral, as aminas detectadas apresentaram teores médios inferiores nos filés congelados seguidos de glazeamento. Isso indica que os filés desse tratamento mostraram menor atividade enzimática e/ou microbiológica, que pode estar associada á proteção da “capa” de água formada durante a imersão do tecido cárneo em água à 2° C.

As aminas espermina e triptamina foram predominantes na carne de jacaré do pantanal avaliada por 6 meses (Figura 7). A espermina contribuiu com 72,04 e 76,87%, a triptamina com 16,11 e 13,27% e a espermidina com 5,78% e 4,76% nos tratamentos de congelamento ou congelamento, seguido de glazeamento, respectivamente. Enquanto, a agmatina contribuiu com os menores percentuais (1,52 e 1,02%, respectivamente) no total de aminas encontradas em carne de jacaré do pantanal CONG ou GLAZ, estocada a -18 °C por 6 meses.

No presente estudo apenas a amina putrescina não foi detectada, entretanto as aminas espermina, triptamina e espermidina foram detectadas e representaram grande parte das aminas totais detectadas.



**FIGURA 7.** Contribuição (%) das aminas detectadas na carne de jacaré do pantanal em relação às aminas totais. Cáceres – MT, 2007.

Caccioppoli et al., (2006), em salames italianos, observaram que as aminas biogênicas contribuíram com maior percentual quando comparado com as poliaminas. A espermina representou apenas 6 a 14%, e a espermidina não contribuiu no total de aminas. Com relação às aminas biogênicas, a tiramina foi a que mais contribuiu ao total (34,1 a 51,8%) em todas as marcas de salame. A putrescina foi a segunda amina predominante (17,4 a 26,7%), seguida da cadaverina (1,8 a 24,6%) na maioria das marcas. A histamina contribuiu com 6,1%, com exceção de apenas uma marca de salame, que contribuiu com 32,7%. As demais aminas representaram pequena fração do teor total: a triptamina até 3,1%, a feniletilamina até 5,8%, e a agmatina até 1,7%.

Vasconcelos-Neto (2003), estudando as características físico-químicas, microbiológicas e aminas bioativas na carne suína, reportou que as poliaminas, principalmente espermina foi a que mais contribuiu para o teor de aminas totais nos cortes de carne suína congelados a -18° C.

## **5.2 Índices de qualidade pelos teores de aminos bioativas na carne de jacaré do pantanal**

A partir dos teores de aminos bioativas encontradas é possível calcular os valores para os índices de qualidade proposto por Mietz & Karmas (1977); Veciana-Nogués et al. (1997) e Silva & Glória (2002). Os resultados médios para os diferentes índices de qualidade, obtidos no presente trabalho, são apresentados na Tabela 4.

Os índices de Mietz & Karmas, Veciana-Nogués e Silva & Glória foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos e tempos de conservação. Entretanto, não foi possível calcular os índices Mietz & Karmas e Veciana-Nogués para o tempo de armazenamento 0 em função da não detecção de histamina, putrescina, cadaverina e tiramina.

### **5.2.1 Índice de qualidade Mietz & Karmas**

O índice de qualidade Mietz & Karmas apresentou médias de 0,4 e 0,3 mg/kg no CONG e GLAZ, respectivamente. A diferença detectada entre os tratamentos para este índice é em função da média observada no 5º mês de armazenamento, onde foram encontradas as médias de 0,6 e 0,3 mg/kg no tratamento CONG e GLAZ, respectivamente. Possivelmente essa diferença está relacionada aos teores das aminos histamina e a soma dos teores de espermidina e espermina, que foram superiores no tratamento CONG.

**TABELA 4.** Índices de qualidade Mietz & Karmas, Veciana-Nogués e Silva & Glória para carne de jacaré do pantanal armazenada por 6 meses sob congelamento (CONG) e glazeamento (GLAZ) a -18 °C. Cáceres, MT, 2007.

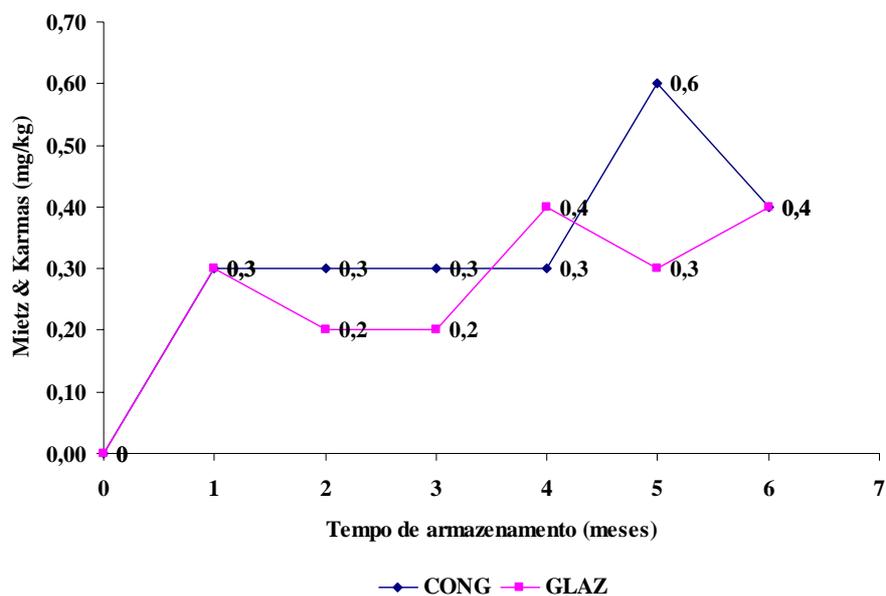
Índice	Tempo (meses)	CONG	GLAZ	Média
Mietz & Karmas (mg/kg)	0	-	-	-
	1	0,3 <sup>abc</sup>	0,3 <sup>abc</sup>	0,3 <sup>BC</sup>
	2	0,3 <sup>aC</sup>	0,2 <sup>aC</sup>	0,2 <sup>C</sup>
	3	0,3 <sup>abc</sup>	0,2 <sup>abc</sup>	0,3 <sup>BC</sup>
	4	0,3 <sup>abc</sup>	0,4 <sup>aA</sup>	0,4 <sup>AB</sup>
	5	0,6 <sup>aA</sup>	0,3 <sup>bABC</sup>	0,4 <sup>A</sup>
	6	0,4 <sup>aAB</sup>	0,4 <sup>aAB</sup>	0,4 <sup>A</sup>
	Média	0,4 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	
	CV(%)		24,70	
Veciana-Nogués (mg/kg)	0	-	-	-
	1	1,1 <sup>aC</sup>	0,8 <sup>abc</sup>	1,0 <sup>B</sup>
	2	1,1 <sup>aC</sup>	0,7 <sup>aC</sup>	0,9 <sup>B</sup>
	3	1,2 <sup>abc</sup>	0,8 <sup>aC</sup>	1,0 <sup>B</sup>
	4	1,0 <sup>aC</sup>	1,0 <sup>abc</sup>	1,0 <sup>B</sup>
	5	2,3 <sup>aA</sup>	1,3 <sup>bAB</sup>	1,8 <sup>A</sup>
	6	1,6 <sup>aB</sup>	1,5 <sup>aA</sup>	1,5 <sup>A</sup>
	Média	1,4 <sup>a</sup>	1,0 <sup>b</sup>	
	CV(%)		20,81	
Silva & Glória (mg/kg)	0	0,07 <sup>aA</sup>	0,07 <sup>aAB</sup>	0,07 <sup>AB</sup>
	1	0,08 <sup>aA</sup>	0,09 <sup>aA</sup>	0,08 <sup>A</sup>
	2	0,09 <sup>aA</sup>	0,06 <sup>bAB</sup>	0,08 <sup>AB</sup>
	3	0,08 <sup>aA</sup>	0,04 <sup>bB</sup>	0,06 <sup>B</sup>
	4	0,08 <sup>aA</sup>	0,04 <sup>bB</sup>	0,06 <sup>B</sup>
	5	0,07 <sup>aA</sup>	0,06 <sup>aAB</sup>	0,07 <sup>AB</sup>
	6	0,08 <sup>aA</sup>	0,06 <sup>aAB</sup>	0,07 <sup>AB</sup>
	Média	0,08 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	
	CV(%)		22,52	

<sup>abcABC</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Mietz & Karmas = (PUT + CAD + HIM)/(1+ EPM + EPD); Veciana-Nogués = (PUT + CAD + HIM + TIR); Silva & Glória = (EPD/EPM).

Na Figura 8 e Tabela 4 observa-se que, na carne de jacaré do pantanal congelada, as médias para o índice Mietz & Karmas permaneceram estáveis (0,3 mg/kg) até o 4º mês de armazenamento, elevando-se no 5º mês (0,6 mg/kg) e decrescendo no último mês de armazenamento para 0,4 mg/kg. Entretanto, no glazeamento o comportamento para este índice foi diferente. As médias demonstraram um decréscimo e elevação ao longo do armazenamento, observando-se média de 0,3 mg/kg no 1º mês e 0,4 mg/kg no 6º mês de armazenamento.

O índice de qualidade Mietz & Karmas na carne de jacaré do pantanal congela e glazeada e armazenada durante 6 meses a -18 °C é apresentado na Figura 8.



**FIGURA 8.** Índice de qualidade Mietz & Karmas na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada e armazenada durante 6 meses a -18 °C. Cáceres – MT, 2007.

Apesar dos teores observados no índice Mietz & Karmas apresentarem médias no intervalo de 0 a 1 mg/100g ou 0 a 10 mg/kg (produto fresco) nos dois tratamentos e nos 6 tempos estudados, não é possível sugerir esse método como um índice adequado para a classificação da qualidade desta carne, visto que não foram detectadas as aminas putrescina e cadaverina, cujas presenças indicam a descarboxilação de aminoácidos pelas enzimas microbianas (Glória, 2005).

Neste índice (Mietz & Karmas), teores entre 0 e 1 mg/100 g indicaria produtos com boa qualidade (fresco); entre 1 e 10 mg/100 g início de deterioração; e >10 mg/100 g deterioração avançada (Vale & Glória, 1997; Vasconcelos-Neto, 2003). Considerando esses valores, as médias para o índice Mietz & Karmas demonstraram que a carne de jacaré do pantanal apresentou-se com boa qualidade (carne fresca) nos dois métodos e nos tempos estudados, com médias no intervalo proposto pelos autores.

Entretanto, o índice Mietz & Karmas não demonstrou ser apropriado para indicar a qualidade da carne de jacaré do pantanal armazenada por 6 meses a -18 °C, pois as aminas putrescina e cadaverina não foram detectadas nas amostras analisadas (que indicaria a ação de enzimas microbianas na carne). Em estudo de conservação de carne suína *in natura* congelada e armazenada a -18 °C, Vasconcelos-Neto (2003) reportou que o índice Mietz & Karmas também não foi adequado para este tipo de carne, em que não foram detectadas aminas biogênicas.

### **5.2.2 Índice Veciana-Nogués**

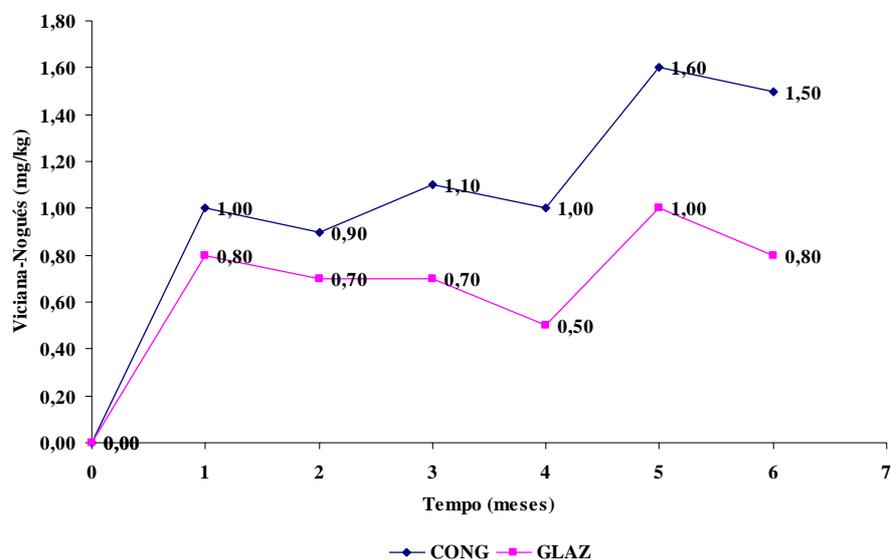
No índice de qualidade Veciana-Nogués, a carne de jacaré do pantanal congelada apresentou média de 1,4 mg/kg e a congelada e glazeada 1,0 mg/kg. Essa diferença ( $P < 0,05$ ) foi detectada em função da média obtida no 5º mês de armazenamento, sendo superior no congelamento (1,6 mg/kg) em relação ao glazeamento (1,0 mg/kg).

Possivelmente esta média superior do índice de qualidade Veciana-Nogués no 5º mês de armazenamento no congelamento aconteça em virtude da não detecção das aminas putrescina, cadaverina e tiramina, necessárias para o cálculo do índice. Nesse caso, este índice está considerando apenas os teores de histamina, o que não indica com fidelidade a qualidade da carne, pois a histamina é naturalmente armazenada nos mastócitos e basófilos das células.

Veciana-Nogués et al. (1997) sugeriram um novo índice, baseado na soma dos teores de putrescina, cadaverina, histamina e tiramina, onde valores menores que 5 mg/100g indicariam carne de alta qualidade higiênica. Assim, como as médias para o índice de qualidade Veciana-Nogués são bem inferiores ao proposto pela literatura, é possível inferir que a carne de jacaré do pantanal apresenta qualidade higiênica adequada para o consumo. Por outro lado, Vasconcelos-Neto (2003) observou que esse índice (Veciana-Nogués) não foi ideal para avaliar qualidade de carne suína armazenada a -18 °C por 180 dias, pois não foram detectadas aminas biogênicas no estudo.

Na Figura 9 é demonstrado a evolução do índice de qualidade Veciana-Nogués na carne de jacaré do pantanal. Observa-se que, no tratamento GLAZ, os teores foram elevando-se gradativamente, iniciando com valores de 0,8 mg/kg no 1º mês chegando a valores de 0,8 mg/kg no 6º mês. No tratamento CONG, os índices permaneceram estáveis durante os 4 primeiros meses de armazenamento (1,0; 0,9; 1,1; 1,0 mg/kg, respectivamente no 1º; 2º; 3º; e 4º mês), elevando-se para teores de 1,6 mg/kg no 5º mês. Possivelmente, esse aumento (5º mês) seja resultado do aumento nos teores de espermina (30,5 mg/kg), em relação aos demais tempos de armazenamento.

O índice de qualidade Veciana-Nogués na carne de jacaré do pantanal congela e glazeada e armazenada durante 6 meses a -18 °C são apresentados na Figura 9.



**FIGURA 9.** Índice de qualidade Veciana-Nogués na carne de jacaré do pantanal congela e glazeada e armazenada durante 6 meses a -18 °C. Cáceres – MT, 2007.

Na Figura 9 é possível observar que, em todos os tempos de armazenamento estudado e nos dois tratamentos, os índices Veciana-Nogués estão bem abaixo do valor proposto (50 mg/kg). Dessa forma é possível concluir que a carne de jacaré do pantanal possui uma boa qualidade quando avaliada por este índice, porém sendo ineficiente na detecção de processos de deterioração no armazenamento por não ter sido detectado teores de cadaverina, putrescina e tiramina.

### 5.2.3 Índice de qualidade Silva & Glória

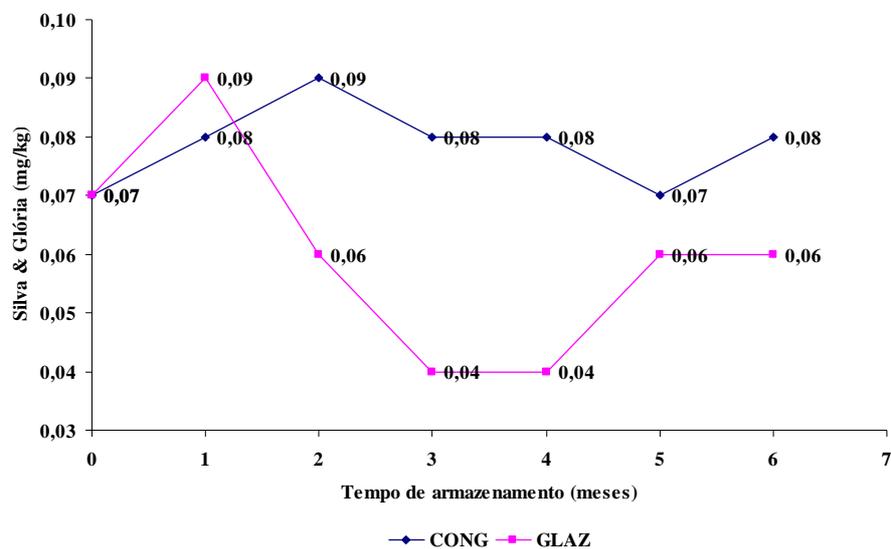
O índice de qualidade Silva & Glória apresentou médias de 0,08 mg/kg no congelamento e 0,06 mg/kg no glazeamento. Esse método leva em

consideração a razão entre os valores de espermidina e espermina (EPD/EPM), e detecta estágios iniciais de deterioração (quando comparado ao índice Mietz e Karmas). Nesse índice, teores <0,45 mg/100 g são considerados como produtos frescos; entre 0,45 e 0,70 mg/100 g como produtos em início de deterioração; e >0,7 mg/100 g como produto deteriorado.

Utilizando-se os resultados do índice Silva & Glória (2002) encontrados no presente estudo é possível afirmar que a carne de jacaré do pantanal CONG ou GLAZ, armazenada a -18 °C por 6 meses, é considerada como carne fresca, pois os índices calculados são inferiores a 4,5 mg/kg (0,45 mg/100 g).

Vasconcelos-Neto (2003) descreve que, pelo índice proposto por Silva & Glória, cortes suínos estocados por 180 dias a -18 °C foram considerados aptos ao consumo. Entretanto, esse autor comentou que não seria possível determinar o início ou final do período de congelamento para este tipo de carne, talvez em função dos tecidos cárneos possuírem as mesmas características de boa qualidade, o que também foi observado em nosso estudo.

O índice de qualidade Silva & Glória na carne de jacaré do pantanal congelada e glazeada e armazenada durante 6 meses a -18 °C são apresentados na Figura 10.



**FIGURA 10.** Índice de qualidade Silva & Glória na carne de jacaré do pantanal congela e glazeada e armazenada durante 6 meses a  $-18^{\circ}$  C. Cáceres – MT, 2007.

Na Figura 10, observa-se elevação no índice Silva & Glória no 1º mês de armazenamento nos dois tratamentos, porém no tratamento GLAZ, após o 1º mês, ocorreu uma queda nestes teores; 0,06 mg/kg no 2º mês; 0,04 mg/kg no 3º e 4º mês; estabilizando-se no 5º e 6º mês com teores de 0,06 mg/kg.

No tratamento CONG, os teores para este índice foram superiores ao longo do tempo, variando entre 0,07 a 0,09 mg/kg. A diferença encontrada entre os tratamentos para este índice ocorreu em função de que os teores detectados de espermina foram diferentes entre os tratamentos (1,9 mg/kg e 1,4 mg/kg, respectivamente congelamento e glazeamento), onde no congelamento obtiveram-se os maiores teores, e como o cálculo é realizado entre a relação de espermidina e espermina, teores menores desta amina interferem no cálculo.

Os índices de qualidade propostos por Mietz & Karmas e Veciana-Nogués não foram ideais para determinar a qualidade da carne de jacaré do pantanal armazenada a -18 °C por 6 meses, pois nestes índices são levados em consideração os teores das aminas biogênicas (putrescina, cadaverina, tiramina e histamina). Em nosso estudo as aminas biogênicas identificadas foram a histamina, triptamina e agmatina, produzidas a partir da descarboxilação dos aminoácidos histidina, triptofano e arginina, e não foram identificadas as aminas cadaverina, putrescina e tiramina, que são necessárias na realização dos cálculos dos índices Veciana-Nogués e Mietz & Karmas.

Neste caso, propõem-se para a carne de jacaré do pantanal um novo índice, que leve em consideração os teores das aminas histamina, triptamina e agmatina. O índice proposto apresentaria a seguinte fórmula:

- Índice Vicente Neto = teores de histamina (HIM) + triptamina (TRM) + agmatina (AGM) / 1 + espermidina (EPD) + espermina (EPM).

Outro fato a se destacar em nosso estudo é a possível via de produção bioquímica de espermina e espermidina. Sugere-se que as aminas espermina e espermidina sejam produzidas a partir da descarboxilação da agmatina, já que não foram detectados teores de putrescina, que é um produto intermediário da via bioquímica de produção de aminas. Segundo Smith (1985), os precursores para a síntese de poliaminas são os aminoácidos ornitina e arginina, sendo a putrescina um intermediário obrigatório. A formação da putrescina, em animais e fungos, ocorre via descarboxilação da ornitina, enquanto as células bacterianas possuem uma via alternativa, a descarboxilação da arginina formando agmatina e em vegetais pode ocorrer a síntese tanto via agmatina quanto via ornitina.

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, é possível concluir que:

Os filés de cauda de jacaré do pantanal congelados seguidos de glazeamento retardaram significativamente a produção de aminos: espermidina, histamina, agmatina e triptamina. Entretanto, o armazenamento da carne de jacaré do pantanal congelada ou congelada seguida de glazeamento por 6 meses a -18 °C possibilitou a obtenção de carnes com teores de aminos bioativas considerados adequados próprios para o consumo humano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS.

**Portaria nº 126, de 13 de fevereiro de 1.990.** Publicada no Diário Oficial nº 035, de 19/02/90, Seção I, página 3332/33. [on line] capturado em 3 de junho de 2004. [http://www.ibama.gov.br/ran/dbDownloads/visualiza.php?id\\_arq=12](http://www.ibama.gov.br/ran/dbDownloads/visualiza.php?id_arq=12).

CACCIOPPOLI, J., CUSTODIO, F.B., VIEIRA, S.M.; COELHO, J. V.; GLÓRIA, M. B. A. Aminas bioativas e características físico-químicas de salames tipo italiano. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, vol.58, n.4, p.648-657. 2006.

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

FDA. Fish & Fisheries Products Hazards & Controls Guide. 244 p. FDA, Office of seafood, Washington, DC, 1996

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para o Windows versão 4.0. In... **45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria.** UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255 . 258.

GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines, In:HUI, H.; NOLLET, L. L. Handbook of Food Science. Marcel Dekker, New York, v. 1, cap. 13, 2005.

HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends Food Science Technology.** V. 5, p. 42-49, 1994.

IBAMA-RAN. Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios. **Projeto jacaré do pantanal.** In: Ministério do Meio Ambiente; IBAMA – RAN. 2007.

LANARA. Laboratório nacional de referência animal: **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes – II** métodos físicos e químicos, Brasília, 1981.

LATORRE-MORATALLA, M. L.; VECIANA-NOGUÉS, T.; BOVER-CID, S.; GARRIGA, M.; AYMERICH, T.; ZANARDI, E.; IANIERI, A.; FRAQUEZA, M. J.; PATARATA, L.; DROSINOS, E. H.; LAUKOVÁ, A.; TALON, R.; VIDAL-CAROU, M. C. Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries, **Food Chemistry**, v.107, p. 912-921, 2008.

LIMA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim SBCTA** n. 33 vol. 1 p. 70-79, jan/jun, 1999.

MIETZ, J. L.; KARMAS, E. Chemical quality index of canned tuna as determined by HPLC. **Journal of Food Science**. V. 42, p. 155-158, 1977.

NTZIMANI, A. G.; PALEOLOGOS, E. K.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Formation of biogenic amines and relation to microbial flora and sensory changes in smoked turkey breast fillets stored under various packaging conditions at 4 °C. **Food Microbiology**, v. 25, n. 3, p. 509-517, 2008.

REESE, A. M. The alligator and its allies. Arment Biological Press, Landisville, PA, 229 p. 2000. Disponível: [www.herper.com/ebooks/](http://www.herper.com/ebooks/)

SILVA, C. M. G. **Aminas biogênicas em carne de frango e derivados**. Belo Horizonte: 1997. 66p. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Farmácia – UFMG.

SILVA, C. M. G.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4 °C and in chicken-based meat products. **Food Chemistry**, v.78, p. 241–248, 2002.

VALE, S. R.; GLÓRIA, M. B. A. Methodology for the determination of biogenics amines in cheese. **Journal AOAC International**. V. 80, n. 5, p. 1006-1012, 1997.

VASCONCELOS NETO, M. C. **Características físico-químicas, microbiológicas e aminas bioativas em carne suína**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 70p., 2003.

VECIANA-NOGUÉS, M. C.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M. C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationship with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines and organoleptic changes. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. V. 45, p. 2036-2041, 1997.

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

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>		<b>Página</b>
<b>TABELA 1A</b>	Quadrado Médio (QM) das médias de cor L* a* b* no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.....	124
<b>TABELA 2A</b>	Quadrado médio (QM) das médias de perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenado por 6 meses.....	124
<b>TABELA 3A</b>	Quadrado médio (QM) das médias de composição centesimal no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.....	125
<b>TABELA 4A</b>	Quadrado médio (QM) das médias de TBARS, BVT e pH final no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.....	125
<b>TABELA 5A</b>	Quadrado médio (QM) das médias das aminas bioativas histamina (HIM), agmatina (AGM), espermidina (EPD) e espermina (EPM) no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.....	126
<b>TABELA 6A</b>	Quadrado médio (QM) das médias da amina bioativa	

	triptamina (TRI) e aminos totais no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.....	126
<b>TABELA 7A</b>	Quadrado médio (QM) das médias dos índices de qualidade de aminos Mietz & Karmas, Silva & Glória e Veciana-Nogués no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.....	127

**TABELA 1A** Quadrado médio da análise de variância das médias de cor L\* a\* b\* no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.

QM			
FV	L*	a*	b*
TR	186.631207	0.000540	0.002160
T	18.314176	0.001047	0.001699
TR*T	30.317411	0.000656	0.003732

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 2A** Quadrado médio da análise de variância das médias de perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.

QM		
FV	PPC	FC
TR	0.372882	0.610042
T	1.088902	0.001934
TR*T	0.806094	0.001934

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 3A** Quadrado médio da análise de variância das médias de composição centesimal no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.

QM				
FV	Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinzas
TR	9.568027	0.019802	0.008640	0.001042
T	0.112419	0.007822	0.003592	0.007406
TR*T	0.045547	0.008270	0.003244	0.006046

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 4A** Quadrado médio da análise de variância das médias de TBARS, BVT e pH final no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.

QM			
FV	TBRAS	BVT	pH final
TR	0.002042	3.850667	0.000240
T	0.000602	46.953695	0.014895
TR*T	0.000274	3.041403	0.030148

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 5A** Quadrado médio da análise de variância das médias de histamina (HIM), agmatina (AGM), espermidina (EPD) e espermina (EPM) no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.

QM				
FV	HIM	AGM	EPD	EPM
TR	0.026460	0.006202	0.043740	0.206507
T	0.005216	0.001526	0.005427	1.400739
TR*T	0.000780	0.006294	0.003628	0.249987

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 6A** Quadrado médio da análise de variância das médias da amina bioativa triptamina (TRI) e aminas totais no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazamento e armazenada por 6 meses.

QM		
FV	TRI	AMINAS TOTAIS
TR	0.274727	1.962042
T	0.384475	2.941490
TR*T	0.366347	0.341618

TR = Tratamento;  
T = Tempo;  
TR\*T = Interação tratamento e tempo

**TABELA 7A** Quadrado médio da análise de variância das médias dos índices de qualidade de aminos Mietz & Karmas, Silva & Glória e Veciana-Nogués no corte filé da cauda de jacaré do pantanal submetido ao congelamento e congelamento seguido de glazeamento e armazenada por 6 meses.

<b>QM</b>			
FV	MIETZ & KARMAS	SILVA & GLÓRIA	VECIANA- NOGUÉS
TR	0.000667	0.008167	0.018375
T	0.000627	0.000927	0.014590
TR*T	0.000335	0.000723	0.003347

TR = Tratamento;

T = Tempo;

TR\*T = Interação tratamento e tempo

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)