

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS SUBMETIDOS A  
AMBIENTE CONTROLADOS E NÃO CONTROLADOS**

Rita de Cássia Dourado  
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO  
Julho de 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS SUBMETIDOS A  
AMBIENTE CONTROLADOS E NÃO CONTROLADOS**

Rita de Cássia Dourado

Orientadora: Profa. Dra. Hirasilva Borba

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO

Julho de 2013

Dourado, Rita de Cássia

D739 q Qualidade de carne de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra / Rita de Cássia Dourado. -- Jaboticabal, 2013

x, 46 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientadora: Hirasilva Borba

Banca examinadora: Caio Abercio da Silva, Maria Regina de Carvalho Barbieri

Bibliografia

1. Colesterol. 2. Ambiente. 3. Temperatura. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.4:637.5



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

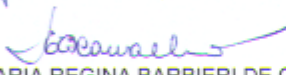
**TÍTULO:** QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS SUBMETIDOS A AMBIENTE CONTROLADOS E NÃO CONTROLADOS


**AUTORA:** RITA DE CÁSSIA DOURADO

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. HIRASILVA BORBA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. HIRASILVA BORBA  
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Profa. Dra. MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO  
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. CAIO ABÉRCIO DA SILVA  
Universidade Estadual de Londrina / Londrina/PR

Data da realização: 17 de julho de 2013.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**RITA DE CÁSSIA DOURADO** – filha de Pedro Donizeti Dourado e Ida Aparecida Gutierrez Dourado, nascida em Ribeirão Preto – SP no dia 18 de Janeiro de 1984, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina em agosto de 2008. Em março de 2011 iniciou o curso de Mestrado com área de concentração em Produção Animal e ênfase em Tecnologia dos Produtos de Origem Animal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, durante o qual foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

*"Aqueles que passam por  
nós, não vão sós, não nos deixam  
sós. Deixam um pouco de si, levam  
um pouco de nós."*

*Antoine de Saint-Exupéry*

*Ao longo de mais uma luta, de constantes deslocamentos e ausências, tive a oportunidade de descobrir as pessoas fantásticas que esperaram este dia chegar... Por tudo isso, dedico minha vitória a DEUS, pela misericórdia, graça e paz, dom da vida e primeiro amor, que até aqui me sustentou.*

*Aos meus pais, Pedro e Ida ,*

*Ao meu irmão Thiago,*

*Por me ensinarem a ter fé, força e determinação,*

*E acima de tudo por acreditarem em mim,*

*Com amor e carinho*

*DEDICO*

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

**A Deus,**

*por sempre iluminar o meu caminho, ter abençoado cada etapa desse estudo, por dar forças para enfrentar os obstáculos da vida, pela minha saúde, força e edificação.*

*À minha orientadora*

**Profa. Dra. Hrasilva Borba,**

*por sua dedicação, apoio, confiança, paciência e carinho ao longo desta caminhada e por ter me acolhido como filha desde o primeiro dia que entrei em sua sala.*

*Ao professor **Dr. Pedro Alves de Souza,***

*Pela confiança e pela oportunidade no desenvolvimento das pesquisas.*

**À Tânia Mara,**

*Pelas orações, dedicação, confiança e amizade.*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai, minha mãe e meu irmão pelo carinho e dedicação. Amo muito vocês.

Ao meu namorado Gustavo pelo incentivo, companheirismo e carinho.

Às Professoras Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho e Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel pela participação no exame geral de qualificação e por suas contribuições para a elaboração deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade da realização do curso de Mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que contribuíram para minha melhor formação nesta etapa, aguçando o pensamento crítico e inovador.

Aos funcionários, colegas e amigos do Departamento de Tecnologia pelo apoio, amizade e companheirismo. A equipe do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal pelos momentos de risada, distração e alegria durante esta fase.

Aquela turma que não abandona o barco nunca do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Prof<sup>a</sup> Hrasilva, Prof. Pedro, Tânia Mara, Mari, Flávia, Aline Giampeitro, Juliana, Leonardo, Tallyane, Diego, Camila, Beatriz e Fábio. Obrigada a todos pela ajuda durante a execução do experimento e por tantos momentos juntos de risadas e palhaçadas.

Aos estagiários Mauricio, Luana e Diego que ajudaram muito na fase final do experimento, fica meu agradecimento.

Aqueles que um dia fizeram parte da minha vida no laboratório e que jamais serão esquecidos, Aline Scatolini e Marcel. Obrigada pelos momentos de alegria e de ensinamentos.

A Profª Drª Maria Cristina Thomaz, por ter liberado o uso dos galpões no setor de suinocultura.

Aos fascinantes funcionários do setor de suinocultura, “Zé” e o senhor Wilson (da suíno), sem a ajuda dos dois muita coisa não teria como ser realizada, meus sinceros agradecimentos.

A Mari e a Flavinha, que de certa forma foram mais que amigas nessa fase da minha vida, que aguentaram o “xororo”, e as coisas boas também, obrigada meninas, nunca me esquecerei de vocês.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio à pesquisa concedido.

E a todos que de alguma forma minimizaram as dificuldades, provaram que o importante é ser feliz e contribuíram para que esta dissertação tornasse realidade.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

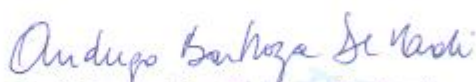
|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMO</b> –.....   | <b>14</b> |
| <b>SUMMARY</b> –.....  | <b>15</b> |
| <b>1.INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....                            | <b>18</b> |
| 2.1 Cenário mundial da suinocultura.....                         | 18        |
| 2.2 Características nutricionais e qualidade da carne suína..... | 16        |
| 2.3 Fisiologia da termorregulação.....                           | 20        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                               | <b>26</b> |
| 3.1 Tratamentos e instalações.....                               | 26        |
| 3.2 Pré-abate e Abate.....                                       | 27        |
| 3.3 Avaliação físico-química da carne suína.....                 | 28        |
| <b>4. ANÁLISES LABORATORIAIS</b> .....                           | <b>28</b> |
| <b>5. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO</b> .....                         | <b>32</b> |
| <b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                           | <b>32</b> |

**CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 004781/13 do trabalho de pesquisa intitulado "**Qualidade de carne de suínos castrados criados em ambiente termoneutro e natural**", sob a responsabilidade da Profª Drª Hirasilva Borba, de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 13 de março de 2013.

Jaboticabal, 15 de março de 2013.



**Prof. Dr. Andrigo Barboza De Nardi**  
Coordenador - CEUA

## ÍNDICE DE TABELAS

- Tabela 1.** Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos nas fases de crescimento e terminação.....**25**
- Tabela 2.** Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e temperatura termoneutra...**33**
- Tabela 3.** Luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra.....**34**
- Tabela 4.** Médias de pHs observados para os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranoso* aos 45 minutos após o abate (pH45) e 24 horas após o abate (pHf), de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra.....**35**
- Tabela 5.** Médias obtidas para oxidação lipídica (TBARS), concentração de colesterol, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e em ambiente termoneutro..**36**
- Tabela 6.** Desdobramento da interação dos níveis plasmáticos do cortisol entre as coletas pré-abate (C4) e pós-abate (C5).....**38**
- Tabela 7.** Porcentagem dos ácidos graxos saturados, insaturados e totais do músculos *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente com presente de lâmina d'água e em ambiente termoneutro.....**39**

## QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS SUBMETIDOS A AMBIENTE CONTROLADOS E NÃO CONTROLADOS

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de carne de suínos criados em diferentes condições de ambiente, por meio das características físicas e químicas. Foram utilizados 20 suínos machos castrados da linhagem Topigs, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos e dez repetições com dois animais por unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram temperatura ambiente + lâmina d'água, sob a qual os animais foram submetidos às variações climáticas, e temperatura termoneutra (ideal para cada fase de criação – crescimento e terminação), proporcionada através de climatizadores e ar condicionado. As amostras foram avaliadas quanto ao pH, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, oxidação lipídica, colesterol, cortisol, perfil de ácidos graxos, composição química, e capacidade de retenção de água. Observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas variáveis força de cisalhamento e colesterol, onde em temperatura ambiente os valores encontrados foram maiores. Para as demais variáveis os ambientes não influenciaram nos valores encontrados. Animais criados em temperatura termoneutra apresentaram carnes mais macias e mais saudáveis, esta evidenciada pelo menor valor de colesterol obtido.

**Palavras chave:** força de cisalhamento, colesterol, ácidos graxos.

## **QUALITY MEAT OF SWINE UNDERGOING A CONTROLLED ENVIRONMENT AND NON-CONTROLLING**

**SUMMARY** – The objective of this study was to evaluate the meat quality of pigs reared under different environmental conditions. The study assessed the physical and chemical characteristics of pork. We used 20 barrows of Topigs lineage distributed in a completely randomized design (CRD), comprising two treatments and ten replicates with two animals per experimental unit. The treatments were room temperature + water depth, under which the animals were subjected to climatic variations, and thermoneutral (ideal for every stage of creation - growing and finishing), provided by air conditioners and air conditioning. The samples were evaluated for pH, color (L \*, a \*, b \*), weight loss by cooking (PPC), shear force (FC), lipid oxidation (TBARS), cholesterol, cortisol, fatty acid profile , chemical composition, and water holding capacity (WHC). There was a significant difference (P <0.05) in shear force (FC) and cholesterol, which at room temperature the values were higher. For the remaining variables did not influence the environments in values found.

**Keywords:** shear force, cholesterol, fatty acid

## 1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira tem desempenhado importante papel no mercado mundial, principalmente em razão dos problemas sanitários ocorridos em outros países grandes produtores e exportadores de carne. Com o objetivo de sempre atender a demanda crescente por qualidade e quantidade da carne suína, a produtividade dos sistemas de criação nacional tem aumentado, sobretudo com o desenvolvimento de novas tecnologias e com os conhecimentos mais aprimorados sobre nutrição, fisiologia e sanidade dos suínos.

Neste sentido, tem sido constante as investigações visando melhorar os aspectos qualitativos dos produtos cárneos, com o objetivo de atrair os consumidores e ampliar a competição de mercado. Lonergan et al. (2002) afirmam que o termo qualidade de carne é muito amplo e abrangente, complexo e ambíguo, envolvendo vários aspectos, podendo ganhar diferentes interpretações de acordo com a questão cultural, regiões geográficas, visões técnico científicas, industriais e comerciais.

Segundo Ramos et al. (2007), a qualidade da carne é de grande importância nos dias atuais, pois os consumidores estão ficando cada vez mais exigentes nesse quesito. Vale ressaltar que a qualidade da carne depende da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os valores intrínsecos mais importantes são a genética, o manejo alimentar, o sexo e a idade. Entre os fatores extrínsecos, e os manejos durante todo a criação dos animais as condições de abate, até a entrada das carcaças nas câmaras frias, o tipo de processamento da carne e os métodos na conservação.



A qualidade da carne normalmente é avaliada por meio de parâmetros físico-químicos e sensoriais. Entre esses aspectos, vale destacar o teor de gordura da carne e sua composição em ácidos graxos, uma vez que este tipo de alimento, aliado aos padrões da vida moderna (estresse e sedentarismo), está sendo associado a problemas na saúde humana, como obesidade, hipertensão e problemas cardíacos.

O conforto térmico ambiental segundo Kinsella et al. (2006), sempre foi considerado um problema secundário, tanto do ponto de vista etológico quanto do produtivo. Afirmava-se que o desconforto térmico seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem se considerar os custos e os problemas relacionados à implantação de um sistema climatizado.

Segundo Orlando (2001), suínos mantidos em ambiente termoneutro tendem a expressar seu máximo potencial genético. Porém, quando a temperatura ambiente efetiva aumenta, os animais utilizam mecanismos comportamentais, físicos e químicos que podem levar, conseqüentemente, a um desvio da energia disponível para a produção, modificando a exigência de nutrientes dos animais.

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência do estresse térmico e do ambiente de termoneutralidade sobre a qualidade da carne e possíveis alterações do hormônio cortisol, nas diferentes condições de temperatura às quais foram submetidos.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Cenário mundial da suinocultura**

A carne suína é a mais consumida em todo o mundo e o Brasil destaca-se como o quinto produtor mundial (FAO, 2012). O consumo brasileiro de carne suína ainda é baixo (14,1 kg de carne por pessoa ao ano, em média) em relação aos europeus que consomem 44 kg por ano, em média (MAPA, 2012).

O Brasil apresenta o menor custo de produção mundial, cerca de US\$ 0,55/kg, e produz carcaças de qualidade quando comparadas às dos grandes exportadores. Segundo MAPA (2012), o crescimento anual de consumo de carnes no mundo até o ano de 2015 deve ser de, aproximadamente, 2%; e uma parcela significativa deste percentual resultará da produção de suínos no Brasil.

Com a industrialização da agricultura, intensificada no período pós Segunda Guerra Mundial, os métodos de produção mudaram radicalmente. O confinamento foi o caminho para reduzir trabalho, perda energética dos animais e ganhar espaço, colocando os animais sob fácil controle (Machado Filho et al., 2000). Com isso tem-se uma preocupação com o desempenho dos animais e, com alguns entraves como: o aumento das doenças decorrentes da intensificação, uso abusivo de fármacos e agrotóxicos e poluição de rios e ar (Costa et al., 2008), além de problemas relacionados ao comportamento e bem-estar animal.

No início do século XXI, o consumidor tornou-se mais exigente quanto à qualidade dos produtos alimentícios. As pessoas passaram a desejar comer carne oriunda de animais que sejam criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam bem-estar, definida como “qualidade ética” e que o sistema de

produção seja sustentável sob condições ambientalmente corretas (Warriss et al., 2006).

## **2.2 Características nutricionais e qualidade da carne suína**

A carne suína, classificada como carne vermelha, tem composição muito semelhante às demais e, ao contrário do que muitos pensam, é um alimento rico em nutrientes, apresentando diversos benefícios à saúde humana. É rica em proteína de alto valor biológico, ácidos graxos monoinsaturados, vitaminas do complexo B e diversos minerais. O teor de gordura e valor calórico dependem da localização anatômica do músculo, mas a quantidade dos demais nutrientes é pouco afetada (Sarcineli et al. 2007).

Após a morte do animal, com a interrupção do suprimento sanguíneo e fornecimento de oxigênio ao tecido muscular, modificações bioquímicas e estruturais, conhecidas como modificações *post mortem*, ocorrem simultaneamente, transformando o músculo em carne (Ramos et al., 2007). Essas alterações físico-químicas constituem a base das avaliações objetivas e subjetivas para determinação das características físicas e sensoriais da carne.

Dentre as propriedades físico-químicas da carne, as mais importantes são cor, pH, maciez e capacidade de retenção de água, haja vista que por meio destas, pode-se prever sua qualidade para comercialização, aparência e adaptabilidade aos processamentos industriais (Dabés, 2001; Pelicano et al., 2007), estando também relacionadas à aceitabilidade, palatabilidade e às perdas que podem ocorrer durante o processamento e armazenamento.

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor ao adquirir a carne fresca, determinando indiretamente sua vida de prateleira, pois carnes que apresentam coloração diferente da ideal (vermelho cereja) tendem a se acumular no balcão (Dabés, 2001). Esta depende da concentração e da forma química da mioglobina muscular que, na carne fresca, encontra-se reduzida ( $\text{Fe}^{++}$ ), de cor vermelha púrpura.

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne. Normalmente, na primeira hora *post mortem*, com a temperatura da carcaça entre 37 e 40 °C, o pH declina de 7,2 a, aproximadamente, 6,2. O pH final, na faixa de 5,5 a 5,8 é atingido 12 a 24 horas após abate, período em que se estabelece o *rigor mortis* (Bridi et al., 2009).

Tanto o pH final quanto a velocidade de queda afetam a cor, a suculência, o sabor e a capacidade de retenção de água, bem como a conservação da carne (Cezar et al., 2007), uma vez que as bactérias causadoras de decomposição e putrefação não encontram condições adequadas para sua multiplicação.

A maciez é um dos atributos mais importantes para determinar a aceitabilidade de carnes e a satisfação do consumidor, podendo ser afetada por três das principais categorias de proteínas da carne: proteínas do tecido conectivo, das quais o colágeno é o principal componente; proteínas miofibrilares, principalmente actina e miosina; e proteínas sarcoplasmáticas (Judge et al., 1989).

A capacidade de retenção de água influencia a aparência da carne antes do cozimento, seu comportamento durante a cocção e sua suculência durante a mastigação (Pardi et al., 2001; Lawrie, 2005). Esta característica é definida como a capacidade da carne em reter água após a aplicação de forças externas

(aquecimento, corte, moagem, pressão) e que, no momento da mastigação, traduz sensação de suculência ao consumidor (Dabés, 2001).

De acordo com Silva Sobrinho (2001), uma menor capacidade de retenção de água da carne implicará em maiores perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, resultando em carnes mais secas e com menor maciez. Vale ressaltar que para a indústria, essa menor capacidade resulta em perdas econômicas provenientes de gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização (Ramos et al., 2007).

A oxidação lipídica ocorre por meio de processo autocatalítico, que ocorre em alimentos e membranas biológicas, resultando em deterioração significativa na qualidade de carne. A rancidez oxidativa tem início assim que o animal é abatido, quando o fluxo sanguíneo para os processos metabólicos são interrompidos. Esse processo é favorecido por fatores dos quais o mais importante está relacionado à presença de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) no músculo, servindo como substrato para o processo de oxidação. A carne suína, que possui de 25% a 33% de gordura, possui também elevado teor de fosfolipídios (20%) altamente insaturados, além dos lipídios totais que contribuem com 50 a 60% de ácidos graxos insaturados.

De acordo com Weber et al. (2003), tecidos de suínos possuem alta concentração de PUFA, e em razão disso a carne se torna mais propícia a sofrer oxidação.

O cortisol é um hormônio produzido no córtex adrenal, e sua função está na regulação do catabolismo de carboidratos e proteínas (Koopmans et al., 2005), e sua quantificação no soro sanguíneo tem sido bastante utilizado para verificar o

nível de estresse que o animal foi submetido durante o seu sistema de criação ou em situações que antecedem o abate dos mesmos (Maria et al., 2004). Warris et al. (2003) analisaram a correlação existente entre a concentração sanguínea de cortisol e instalação precoce do *rigor mortis* em carcaças de suínos. Estes autores verificaram que havia uma correlação positiva entre os animais que apresentavam maiores dosagens de cortisol no soro sanguíneo no pré-abate e a instalação precoce do *rigor mortis* em suas respectivas carcaças.

A dosagem de cortisol tem sido um parâmetro bastante utilizado atualmente para medir o nível de estresse de sistemas de criações de animais de produção. As condições da criação intensiva exigiram a adaptação fisiológica e comportamental dos animais que devem ser estudadas para avaliar os sistemas de manejo. Muito dos problemas na produção animal diferentes dos nutricionais, patológicos ou fisiológicos, são do bem-estar animal (Chevillon, 2000).

Os ácidos graxos podem ser classificados de acordo com a estrutura de suas moléculas, em saturados, monoinsaturados ou poliinsaturados; ou conforme seu efeito no metabolismo do colesterol, em hipercolesterêmios, neutros e hipocolesterêmios. Os saturados, mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterêmios, porém, o esteárico (C18:0) que representa 10 a 20% das gorduras produzidas pelos ruminantes, não demonstra esta propriedade. Ao contrário dos saturados que têm a tendência de elevar os níveis de colesterol do sangue, os ácidos graxos mono e poliinsaturados são considerados hipocolesterêmios por serem efetivos na diminuição da concentração do mesmo, com exceção dos ácidos palmitoléico (C16:1 *cis*-9), miristoléico (C14:1 *cis*-9), que não partilham das mesmas propriedades, e dos isômeros trans, principalmente o

elaídico (C18:1 *trans*-9), que tem sido associado aos altos riscos de doenças cardiovasculares (Willians, 2000; Valsta et al., 2005).

Desta forma, estudos que investigam os fatores influentes nestes constituintes nos animais são importantes para oferecer a população carnes de baixo teor de gordura saturada e colesterol.

O colesterol é uma substância pertencente ao grupo dos lipídios, presente predominantemente no reino animal. Segundo Bragagnolo et al. (1992) o colesterol desempenha funções importantes no organismo humano, sendo constituinte normal de todas as células do corpo, chave intermediária na produção de ácidos biliares, precursor de hormônios e participa da síntese da vitamina D<sub>3</sub>. A maior parte do colesterol do organismo humano, aproximadamente 70%, é proveniente da síntese biológica (colesterol endógeno), sendo que apenas 30% é fornecido pela dieta (colesterol exógeno).

Valores encontrados na literatura para colesterol em carnes suína variam largamente. Estes valores encontrados de colesterol podem ser atribuídos à variação natural das amostras devido a uma série de fatores tais como idade, raça, sistema de alimentação, sexo, localização anatômica, nível de gordura externa e interna, local de criação, sistema de criação, estação do ano e método de cozimento (Csallany, 2008).

### **2.3 Fisiologia da termorregulação**

Os suínos, como animais homeotérmicos, possuem um sistema de controle do ambiente interno, que é acionado quando o ambiente externo apresenta situações desfavoráveis. Segundo Machado et al. (2000), quando esses animais

são submetidos a um ambiente com temperatura inferior à temperatura corporal, ocorre dissipação do seu corpo para o ambiente, processo normal quando tomadas como base as leis físicas de transferência de calor, pelas quais se pode concluir que há tendência ao equilíbrio. Essas situações são percebidas pelos termorreceptores periféricos (células localizadas na pele) e analisadas por mecanismos neurais, que tomam a decisão adequada e ativam os agentes específicos (Sousa 2002)

As trocas de calor que o animal tem com o ambiente são feitas através de mecanismos físicos, conhecidos também como trocas de calor sensível e latente. (Sousa 2004). As trocas de calor sensível dependem de um gradiente de temperatura, sendo necessário haver diferença de temperatura entre o ambiente e o animal para que ocorram trocas de calor por condução, convecção e radiação.

Nas trocas de calor latente (evaporação e condensação), à medida que a temperatura se eleva a evaporação assume a maior participação na dissipação de calor do animal para o ambiente (Ferreira, 2005).

Segundo Sousa (2005), a regulação da temperatura do corpo é realizada por mecanismos de *feedback* que operam por meio dos centros termorreguladores do hipotálamo. O hipotálamo é o principal centro controlador da temperatura corporal dos animais, sendo responsável pelo sistema nervoso autônomo (simpático e parassimpático), que coordena as respostas fisiológicas ao ambiente adverso. Quando os centros térmicos do hipotálamo detectam que a temperatura corporal está excessivamente alta ou baixa, eles desencadeiam mecanismos apropriados para aumentar ou diminuir a temperatura corporal.



Os suínos apresentam o aparelho termorregulador pouco desenvolvido. São animais sensíveis ao frio quando pequenos e sensíveis ao calor quando adultos, o que dificulta a sua adaptação ao clima tropical (Sousa, 2004).

Quando se encontra fora da sua zona de conforto térmico, devido às quedas de temperatura, o animal passa por ajustes fisiológicos de modo a induzir a produção endógena de calor. Adaptações comportamentais como agrupamento ou evitar exposição ao vento também são suficientes para garantir e manter o calor corporal produzido, utilizando-o para manutenção da temperatura corporal. As temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos nas fases de crescimento e terminação são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos nas fases de crescimento e terminação.

| Peso corporal | Temperatura ótima |     | Temperatura Crítica |     | Umidades Relativas |              |
|---------------|-------------------|-----|---------------------|-----|--------------------|--------------|
|               | Min               | Máx | Min                 | Máx | Ótimas (%)         | Críticas (%) |
| 20-35 kg      | 18                | 20  | 8                   | 27  | 70                 | <40 e >90    |
| 35-60 kg      | 16                | 18  | 5                   | 27  | 70                 | <40 e >90    |
| 60-100 kg     | 12                | 18  | 4                   | 27  | 70                 | <40 e >90    |

Fonte: Leal et al., 1992.

Em conforto térmico, os animais não têm necessidade de fazer ajustes térmicos para manter sua temperatura corporal. A temperatura crítica mínima representa a temperatura crítica inferior, onde a produção de calor atinge seu valor máximo, conhecido como ponto de máxima compensação metabólica, e começa a declinar, quando passam a ser utilizadas as reservas do animal, o qual morre por hipotermia.

De acordo com Ramos et al. (2007), se o ambiente esquentar e a temperatura ultrapassar a temperatura crítica máxima, ou superior, os animais

colocam em prática seus mecanismos fisiológicos para diminuir sua produção de calor e dissipar o calor corpóreo.

Quando os animais se desenvolvem, a relação entre a área de superfície e o peso diminui, fazendo assim com que aumente a capacidade de isolamento térmico (Maria et al., 2004). Associado a esses fatores, o aumento da produção de calor em razão do maior peso corporal, indica que os requerimentos térmicos dos suínos são menores nas fases de crescimento e terminação.

Segundo Sousa (2005), se a temperatura do ambiente continuar a diminuir e atingir a temperatura crítica inferior, o animal aumenta sua produção de calor para que possa sobreviver.

Virgili et al. (2003) afirma que é normal que a deposição de gordura aumente com a idade dos animais, o que é benéfico nas condições de frio, pelo maior isolamento térmico dos animais, com redução na dissipação de calor corporal, o que contribui para utilização da energia remanescente para o crescimento e ganho de peso dos animais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Tratamentos e instalações**

O experimento de campo foi conduzido no Setor de Suinocultura pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 20 suínos, machos, castrados, da linhagem Topigs, adquiridos após o desmame, com aproximadamente 21 dias, com 23 kg, e distribuídos aleatoriamente aos tratamentos, permanecendo até o final da fase de terminação, pesando em média 100 kg. Dez animais foram alojados em galpão convencional, divididos em baias, com piso de concreto e lâmina d'água, providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta e foram mantidos sob temperatura ambiente e sujeitos às variações climáticas.

Os demais animais foram alojados em galpão climatizado, dividido em baias, com piso de concreto, comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta e provido de nebulizadores, exaustores e ar condicionado, de modo a promover temperatura termoneutra, ideal para cada fase de criação (crescimento e terminação). As condições ideais de umidade e temperatura no interior do galpão perduraram todo o período experimental.

Durante todo o período experimental água e ração foram fornecidas à vontade, sendo que as rações utilizadas foram formuladas com base nas exigências nutricionais dos animais de acordo com cada fase de criação (Rostagno et al., 2005).

### **3.2 Pré-abate e Abate**

Os animais foram abatidos ao alcançarem o peso médio de 100kg, e transportados em caminhão de carroceria simples, após jejum de, aproximadamente, 16 horas, no qual receberam apenas água. O abate foi

realizado no Abatedouro Experimental da USP-Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, distante 142 km da granja. A insensibilização realizada foi à elétrica com tensão, variando na faixa de  $220 \pm 20$  V e 60hz de frequência. A insensibilização foi aplicada com o animal no corredor que conduz pra linha de abate, e os eletrodos ficaram em contato da cabeça do animal (posicionados na base das orelhas) entre um a dois segundos. A sangria foi realizada imediatamente após a insensibilização com o animal posicionado na horizontal, sendo que o mesmo permaneceu nesta posição durante um período equivalente a dois minutos e, a seguir, foi suspenso até o trilho para prosseguirem as outras operações de abate, ou seja, remoção das cerdas, evisceração e divisão da carcaça.

### **3.3 Avaliação físico-química da carne suína**

As avaliações físico-químicas das amostras de carne suína foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal.

## **4. ANÁLISES LABORATORIAIS**

### **Cor**

A avaliação da cor foi realizada utilizando-se um colorímetro Minolta Chromer Meter CH-300, o qual utiliza o sistema CIELAB com coordenadas L\*

(luminosidade),  $a^*$  (intensidade de vermelho) e  $b^*$  (intensidade de amarelo), após o estabelecimento do *rigor mortis* (24 horas após o abate).

### **pH**

O pH foi mensurado utilizando-se um peagômetro digital Testo modelo 205, provido de eletrodo de penetração, o qual foi inserido diretamente no músculo *Longissimus dorsi*, 45 minutos pós-abate e, após o estabelecimento do *rigor mortis* (24 horas após o abate).

### **Capacidade de retenção de água (CRA)**

Foi determinada segundo metodologia proposta por Hamm (1960) a qual utilizou, aproximadamente, 2,0 g de amostra do músculo, colocada entre dois papéis de filtro e placas de acrílico, e submetidos à pressão de um peso de 10 kg durante cinco minutos. O resultado foi expresso em porcentagem de água retida em relação ao peso da amostra inicial.

### **Perda de água por cocção (PPC)**

Foram coletadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* cortadas em bifes de aproximadamente, 2,5 cm de espessura. Os bifes, previamente pesados em balança analítica, foram cozidos em grill pré-aquecido até que a temperatura interna atingisse 75°C. A qual foi monitorada por termopares. As amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas, sendo o resultado da PPC expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial (Purchas, 1972).

### **Força de cisalhamento (FC)**

Foram utilizadas as amostras provenientes da análise de perdas de peso por cozimento. Destas, foram obtidas subamostras de 1,27 cm de diâmetro, utilizando-se um cilindro de aço inox adaptado a uma furadeira, introduzido de forma paralela à orientação das fibras musculares, evitando-se tecido conectivo e gorduras. As subamostras foram submetidas ao corte, em texturômetro Texture Analyser modelo TAXT2i acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler. Os resultados foram expressos em kgf.

### **Composição química (proteína, extrato etéreo, umidade e cinzas)**

Os músculos foram descongelados em geladeira convencional por 24 horas. Em seguida, após toaleta, com retirada da gordura de cobertura, as amostras foram trituradas, em triturador industrial, até obtenção de uma pasta homogênea. Os teores de proteína, extrato etéreo, umidade e cinzas foram quantificados segundo metodologia descrita pela AOAC (2000).

### **Perfil de ácidos graxos**

Foram isolados pelo método descrito por Bligh & Dyer (1959), que retira a fase lipídica da amostra. Posteriormente, foi feita a esterificação dos ácidos graxos e foram analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma.

## **Colesterol**

O teor de colesterol total foi quantificado segundo metodologia citada por Bragagnolo et al. (1992), na qual, após o resfriamento das amostras oriundas da reação final entre a fração insaponificável, ácido acético saturado com sulfato ferroso e ácido sulfúrico, as mesmas foram submetidas à leitura espectrofotométrica a 490 nm.

## **Oxidação Lipídica**

A análise das substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), que indica a oxidação lipídica da carne e dos produtos cárneos, foi feita segundo o método descrito por Pikul et al. (1989). Foram pesados 5 g de amostra in natura previamente triturada e adicionados 25 mL de TCA (tetrametoxipropano) a 7,5%. Após homogeneização por 1 minuto e filtragem em tubo corning, foi transferido para tubos de ensaio, 4 mL do filtrado, 1mL de TCA (ácido tricloroacético) e 5 mL de TBA (ácido tiobarbitúrico). Os tubos foram colocados em água fervente por 40 minutos, e após esfriarem foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 538nm, acompanhada de curva padrão. O resultado foi expresso em mg de malonaldeído (MDA)/kg de carne.

## **Cortisol**

Foram realizadas colheitas de sangue dos suínos (5 mL), mediante punção da veia jugular com a utilização de seringas heparinizadas e agulhas descartáveis. As alíquotas destinadas às dosagens de cortisol foram centrifugadas a 3000 rpm

durante cinco minutos. O plasma obtido foi armazenado em “eppendorf” e congelado em freezer, a temperatura de mais ou menos -20°C, para posterior análise. As amostras de plasma foram enviadas ao Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu. Após seu descongelamento em temperatura ambiente, os níveis plasmáticos de cortisol foram determinados por radioimunoensaio (RIE) de fase 15 sólida, mediante a utilização de “kits” comerciais com anticorpos marcados por iodo radioativo (I125), segundo os procedimentos preconizados pelo fabricante.

## **5. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO**

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por dois tratamentos (temperatura ambiente + lâmina d’água e temperatura termoneutra) e dez repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Barbosa et al., 2010)

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância, utilizando o programa SAS (2001).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As temperaturas médias no galpão convencional encontradas foram mínima de 19°C e máxima 36°C, respectivamente e umidade relativa do ar (UR) de 48,9%. No galpão termoneutro a temperatura foi mantida a 22° C e 70% de umidade, durante todo período experimental.



Na Tabela 2 são mostrados os resultados médios obtidos para composição química da carne de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e temperatura termoneutra. Observa-se que não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 2. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e temperatura termoneutra

| Tratamentos                       | Proteína           | Umidade            | Extrato Etéreo     | Cinzas             |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Temp. Ambiente +<br>Lâmina d'água | 23,37              | 71,46              | 3,72               | 1,32               |
| Temp. Termoneutra                 | 23,60              | 71,34              | 3,83               | 1,28               |
| Teste F                           | 0,21 <sup>NS</sup> | 0,15 <sup>NS</sup> | 0,26 <sup>NS</sup> | 3,51 <sup>NS</sup> |
| CV (%)                            | 4,70               | 0,98               | 13,10              | 3,30               |

NS: não significativo

A umidade média encontrada no presente estudo para o músculo *Longissimus dorsi* foi de (71,4%) o que corrobora com os resultados obtidos de 72% por Estévez et al. (2003) e Virgili et al. (2003).

Karamucki et al. (2006) encontraram valores de matéria seca, proteína bruta e lipídios, avaliados na região do músculo *Longissimus dorsi* de suínos os valores de 26,24%; 22,39% e 2,69%, respectivamente.

Em estudo Pereira et al. (2012) avaliaram a composição centesimal o músculo de suínos de diferentes cruzamentos utilizando a linhagem Topig e os valores encontrados foram semelhantes aos do presente trabalho.

As análises do extrato etéreo foram feitas retirando toda a capa de gordura do lombo, utilizando apenas o músculo, o valor encontrado foi uma média de

3,77%. Pereira et al. (2012) encontraram valor médio de 4,21%, porém a análise de extrato etéreo foi realizada com a capa de gordura, indicando assim uma diferença de valor quando comparado ao presente trabalho.

Na Tabela 3 encontram-se as médias observadas para os parâmetros luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra.

Tabela 3. Luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra

| Tratamentos                          | $L^*$              | a                  | B                  |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Temperatura Ambiente + lâmina d'água | 45,96              | 7,55               | 6,09               |
| Termoneutra                          | 46,95              | 7,16               | 5,92               |
| Teste F                              | 0,87 <sup>NS</sup> | 1,36 <sup>NS</sup> | 0,62 <sup>NS</sup> |
| CV (%)                               | 4,20               | 10,32              | 16,22              |

NS: não significativo

Observou-se que não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os parâmetros avaliados nos diferentes tratamentos.

Segundo Kuo Chu (2003), a luminosidade  $L^*$  pode ser afetada pela quantidade de água presente dentro ou sobre a carne. Carnes PSE (pálida, mole e exsudativa) possuem menor capacidade de retenção de água, que quando livre nos tecidos reflete a luz de forma dispersa, fazendo que sejam mais claras que a carne normal. Porém, cabe ressaltar a dificuldade de classificar a carne suína levando-se em consideração o fator cor isoladamente. Observa-se grande variação na literatura quanto aos valores de  $L^*$  considerados para carne suína

normal e PSE. A American Meat Science Association (AMSA, 2001) considera valores de  $L^*$  entre 49 e 60 dentro dos padrões de qualidade da carne suína, enquanto para Ramos et al., (2007) os valores de  $L^*$  de carnes normais situam-se entre 45 e 56. Sendo assim, os valores obtidos no presente estudo estão de acordo com os padrões de qualidade.

Os valores de  $a^*$  (intensidade de vermelho) e  $b^*$  (intensidade de amarelo) encontrados condizem com os valores encontrados na literatura, enquadrando-se também nos padrões de qualidade.

Na Tabela 4 encontram-se as médias dos pHs observados para os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranoso* aos 45 minutos após o abate ( $pH_{45}$ ) e 24 horas após o abate ( $pH_f$ ), de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra. Observa-se que houve diferença significativa somente para a variável  $pH_{45}$ .

Tabela 4. Médias de pHs observados para os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranoso* aos 45 minutos após o abate ( $pH_{45}$ ) e 24 horas após o abate ( $pH_f$ ), de suínos criados sob temperatura ambiente e termoneutra

| Tratamentos                          | <i>Longissimus dorsi</i> |                    | <i>Semimembranoso</i> |                    |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                                      | $pH_{45}$                | $pH_f$             | $pH_{45}$             | $pH_f$             |
| Temperatura ambiente + Lâmina d'água | 6,44                     | 5,52               | 6,35B                 | 5,52               |
| Temp. Termoneutra                    | 6,58                     | 5,46               | 6,52A                 | 5,53               |
| Teste F                              | 2,3 <sup>NS</sup>        | 1,56 <sup>NS</sup> | 4,66*                 | 0,13 <sup>NS</sup> |
| CV (%)                               | 3,03                     | 1,70               | 2,78                  | 1,60               |

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

\*\*  $P < 0,05$ ; <sup>NS</sup> não significativo.

Tanto o  $pH_{45}$  quanto o  $pH_f$  são comumente utilizados na determinação da qualidade da carne suína (Lonergan et al., 2002). Observa-se que o  $pH_{45}$  para o músculo *Semimembranoso* apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ), porém eles encontram-se dentro do padrão considerado para carne normal, para ambos

os tratamentos. Segundo Bridi et al. (2009), a carne suína será classificada como normal quando apresentar valor de pH inicial igual ou superior a 5,8; pH final inferior a 6,0; valor de L\* maior que 43 e menor que 49.

A glicólise post-mortem é responsável pela queda do pH. O glicogênio estocado nos músculos é convertido em glicose, sendo transformado em ácido láctico na ausência de oxigênio. Se o estoque de glicogênio for alto e a temperatura da carcaça for relativamente alta, a glicólise for acelerada e o pH<sub>24</sub> tenderá a ser baixo. A glicólise cessa por causa do esgotamento do glicogênio ou por que o pH chega a um ponto de inativar as enzimas, em torno de 5,5 (Van Heugten, 2001).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados das médias obtidas para oxidação lipídica (TBARS), concentração de colesterol, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente com presença de lâmina d'água e em ambiente termoneutro. Observa-se que não houve diferença significativa entre as variáveis oxidação lipídica (TBARS), perda de peso por cocção (PPC) e capacidade de retenção de água (CRA)

Tabela 5. Médias obtidas para oxidação lipídica (TBARS), concentração de colesterol, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) e capacidade de retenção de água (CRA) do músculo *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e em ambiente termoneutro

| Tratamentos                          | TBARS (mg MDA/kg de amostra) | Colesterol (mg/100g) | PPC (%)            | FC (kgf) | CRA (%)             |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------------|----------|---------------------|
| Temperatura ambiente + Lâmina d'água | 0,328                        | 49,94A               | 35,27              | 3,30A    | 66,70               |
| Temp. Termoneutra                    | 0,352                        | 44,61B               | 37,86              | 2,85B    | 70,52               |
| Teste F                              | 2,99 <sup>NS</sup>           | 32,67**              | 3,28 <sup>NS</sup> | 9,09**   | 12,46 <sup>NS</sup> |
| CV (%)                               | 8,94                         | 7,65                 | 8,75               | 10,85    | 3,52                |

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

\*\* P <0,05; <sup>NS</sup> não significativo.

A carne dos animais criados em temperatura ambiente + lâmina d'água obtiveram maior força de cisalhamento quando comparados aos animais criados em ambiente termoneuro ( $P < 0,05$ ), porém em ambos os tratamentos a carne pode ser considerada de maciez mediana. Iversen et al. (2005), sugeriram que o limite entre carne macia e dura para suínos é de 6,0 kgf. Para Carr et al. (2005), animais criados em temperatura termoneutra apresentou carne mais macia quando comparada com a carne de animais criados em temperatura ambiente. Animais criados em diferentes temperaturas e abatidos, com no máximo 175 dias, aproximadamente 110 kg, e, não são influenciados na maciez da carne, pois ainda não há grande quantidade de deposição de tecido conectivo nos músculos (Van Laack et al., 2001).

Para variável perda de peso por cocção (PPC) pode-se observar que não houve diferença significativa, encontrou-se uma média de 36,56%, que foram próximos aos obtidos por Van Lack et al. (2001), que foi uma média de 38,45%.

Observou-se diferença significativa para os valores de colesterol, sendo maior nos animais criados em temperatura ambiente com presença de lâmina d'água. O valor de colesterol encontrado por Bragagnolo et al. (1997), foi de 49 mg/100g onde os animais foram submetidos a diferentes temperatura, semelhantes aos encontrados no presente trabalho de 49,94 mg/100g e 44,61 mg/100g.

Na variável capacidade de retenção de água (CRA) não observou-se diferença significativa entre os tratamentos, onde obteve-se uma média de 68,21%, o que corrobora os estudos de Pérez et al. (2002), onde foi encontrada uma média 68,95%.

Na Tabela 6 são mostrados resultados médios obtidos para concentração de cortisol mensurada através do sangue de suínos criados sob temperatura ambiente + lâmina d'água e ambiente termoneutro.

Tabela 6. Desdobramento da interação dos níveis plasmáticos do cortisol entre as coletas pré-abate (C4) e pós-abate (C5)

| Tratamentos                          | Cortisol (mg/dL)    |
|--------------------------------------|---------------------|
| Temperatura ambiente + Lâmina d'água | 3,523               |
| Termoneutro                          | 3,081               |
| Teste F                              | 0,96 <sup>NS</sup>  |
| Colheita                             |                     |
| C4- Coleta pré-abate                 | 1,878B              |
| C5- Coleta abate                     | 4,734A              |
| Teste F                              | 38,58 <sup>**</sup> |
| F int TxC                            | 0,01 <sup>NS</sup>  |
| CV (%)                               | 43,98               |

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

\*\* P <0,05; <sup>NS</sup> não significativo.

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre os níveis plasmáticos do cortisol nos diferentes tratamentos, enquanto que avaliando as coletas pré-abate e pós-abate encontra-se diferença significativa entre os níveis plasmáticos, sugerindo que os animais sofreram estresse durante o manejo pré-abate. Como demonstrado na Tabela 4, a queda no pH teve o comportamento esperado para carnes com padrão normal, variando de 6,44 para 5,51 nos animais criados em temperatura ambiente com a presença de lamina d'água, e de 6,58 para 5,46 para os animais criados em ambiente temoneutro, para o musculo *Longissimus dorsi*.

O manejo pré-abate, como transporte e tempo de viagem, são alguns dos maiores causadores de estresse animal, podendo ocorrer alteração de hormônio cortisol. Segundo Faucitano (2000) o transporte é uma situação nova para suínos

e por isso pode provocar medo e várias novas condições de estresse, como ruídos e cheiros desconhecidos, vibrações e mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiental e menor espaço social individual.

Fagundes et al. (2008) avaliaram 36 suínos Landrace x Large White, machos castrados e fêmeas, entre 74 a 149 dias de idade, os animais foram distribuídos aleatoriamente em duas condições térmicas de 22,2 a 32,8°C e 17,6 a 26,6°C, respectivamente, apresentando os níveis de cortisol de 5,06 e 4,82mg dL<sup>-1</sup>, sugerindo que o cortisol pode ser um indicador do estresse térmico.

Na Tabela 7 são mostradas porcentagens dos ácidos graxos saturados, insaturados e totais do músculos *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente com presença de lâmina d'água e em ambiente termoneutro.

Tabela 7. Porcentagem dos ácidos graxos saturados, insaturados e totais do músculos *Longissimus dorsi* de suínos criados sob temperatura ambiente com presente de lâmina d'água e em ambiente termoneutro

|                           | Temperatura<br>Ambiente + Lâmina<br>d'água | Ambiente<br>Termoneutro |
|---------------------------|--|-------------------------|
| Ácidos Graxos             | %  | %                       |
| Láurico                   | 0,08                                       | 0,08                    |
| Mirístico                 | 1,36                                       | 1,33                    |
| Palmítico – C16           | 26,87                                      | 26,63                   |
| Esteárico – C18           | 3,36                                       | 3,51                    |
| <b>Saturados totais</b>   | <b>31,67</b>                               | <b>31,55</b>            |
| Palmitoleico C16:1(ω 7)   | 12,2                                       | 11,92                   |
| Oleico C18:1 (ω 9)        | 41,63                                      | 40,17                   |
| Linoleico C18:2 (ω 6)     | 7,15                                       | 7,39                    |
| Linolênico C18:3 (ω3)     | 0,17                                       | 0,18                    |
| <b>Insaturados totais</b> | <b>61,15</b>                               | <b>59,66</b>            |

A concentração de ácidos graxos saturados totais foi de 31,67% no músculo dos animais criados em temperatura ambiente + lâmina d'água, os saturados láurico (0,08%), mirístico (1,36%), palmítico (26,87%) e esteárico (3,36%). Os insaturados palmitoleico (12,20%), oleico (41,63%), linoleico (7,15%) e o linolênico (0,17%). A relação encontrada nos ácidos graxos saturados e insaturados foi de 31,67% e 61,15%, respectivamente. No tratamento ambiente com temperatura termoneutra, foram os saturados láurico (0,08%), mirístico (1,33%), palmítico (26,63%) e esteárico (3,51%); e insaturados palmitoleico (11,92%), oleico (40,17%), linoleico (7,39%) e o linolênico (0,18%). A relação encontrada nos ácidos graxos saturados e insaturados foi 31,55% e 59,66%, respectivamente. Indicando que as carcaças dos animais criados em temperatura ambiente + lâmina d'água e ambiente termoneutro são ricas em ácidos graxos insaturados.

Segundo Swize et al. (2002) os ácidos graxos encontrados na carne suína, geralmente, são compostos da seguinte forma, 35% de ácidos graxos saturados, 46-49% de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente de ácido oleico e 7-17% de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o ácido linoleico. Os valores se assemelham com os encontrados no presente trabalho, que foi em média de ácidos graxos saturados 34,61%, ácidos graxos insaturados 60,40%, dentro dos ácidos graxos insaturados os ácidos graxo linoleico 7,27% e ácido graxo oleico 40,90%.

Bannon et al. (2008) afirmam que animais monogástricos, como o suíno, os ácidos graxos da alimentação são depositados diretamente nos tecidos sem



modificação química. Assim, oferecendo uma alimentação baseada em milho e soja, aumenta-se o teor de ácidos graxos na carne.

## **7. CONCLUSÕES**

Animais criados em temperatura termoneutra apresentaram carnes mais macias e mais saudáveis, esta evidenciada pelo menor valor de colesterol obtido.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AMSA** - American Meat Science Association. Meat Evaluation Handbook, American Meat Science Association, Savoy, IL. 2001.

**AOAC**. Official methods of Analysis of A.O.A.C Internacional: Food composition, Additives, Natural Contaminants. Gaithersburg, Maryland. EE.UU, 2000.

ARAÚJO, I. The nutritional value of meat and meat products. **A critical look at their constituents as compared with other foods**. Fleischwirtsch, v. 70, p. 1444-1447, 1999.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W.; **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**, Versão 1.0, 2010.

BANNON, C. D., CRASKE, J. D., NORMAN, L. M. Effect of overload of capillary gas-liquid chromatographic columns on the equivalent chain lengths of C18 unsaturated fatty acid methyl esters. **J. Chromatogr.**, v. 44, p. 43-52, 2008.

BLIGH, E.G. AND DYER, W.J. 1959. **A rapid method for total lipid extraction and purification**. **Can. J. Biochem. Physiol.** 37:911-917.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne de suínos. **Revista de Farmácia e Bioquímica** da Universidade de São Paulo, 28: 122, 1992.

BRAGAGNOLO, N. Determinação dos níveis de colesterol em carnes, ovos e macarrão com ovos. FEA, UNICAMP, 1993. **In Revista da Carne**, n 222, pg 82, 1997

BRIDI, A. M.; SILVA, C.A. In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. (Org.). **Avaliação da Carne Suína**. 1 ed. Londrina: Midiograf, 2009, volume 1, p. 17-30  
Capítulo de Livro.

CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J. et al. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.83, p.223-230, 2005.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: **Agropecuária Tropical**, 2007. 232 p.

COSTA, A. N.; MARTINS, T. D. D. Produção e bem-estar animal: aspectos técnicos e éticos da produção intensiva de suínos. In: **I Congresso Brasileiro de Bioética e Bem-estar Animal e I Seminário Nacional de Biossegurança e Biotecnologia Animal**, Recife, 2008. Anais...Recife, 2008, p. 49-53.

CHEVILLON, P. et al. Bem-estar de suínos durante o pré-abate e o atordoamento. **I Conferência Virtual Internacional sobre qualidade da carne suína**. EMBRAPA. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf). Acesso em: 20 de novembro de 2012.

CSALLANY, A. S., KINDOM. S. E., ADDIS, P. B., LEE, J. HPLC. **Method for quantitation of cholesterol and four of its major oxidation products in muscle and liver tissues**. *Lipids*, 24: 645, 2008.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.25, n. 288, p. 32-40, 2001.

ESTÉVEZ, M; D. MORCUENDE, D.; CAVA LOPEZ, R. Phisico-chemical characteristics of m. Longissimus dorsi from three lines of free-range reared

Iberian pigs slaughtered at 90 kg live-weight and commercial pigs: a comparative study. **Meat science**, Barking, v.64, n.4, p.499, Aug. 2003.

FAGUNDES, A.C.A. et al. Environmental temperature and serum cortisol levels in growing-finishing pigs. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 45, p.136-140, 2008.

FAO-**Organização das nações unidas para agricultura e alimentação**. Disponível: <<https://www.fao.org.br/>>. Acessado dia 02 de novembro de 2012.

FAUCITANO,L. et al. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. **1ª conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína**. Concórdia-SC, 2000..

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, 2005. 371p.

GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GRUNDY, L.,DENKE, P.S., REGAZZI, A. J., GUIMARÃES, S. E. F., TORRES,R. A. Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1639-1645, 2006 (supl.)

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanceds in Food Research**. Cleveland, v.10, n.2, p.335-443, 1960.

HILL, F., F. M. O'CARROLL. 1962. The chemical composition of pig carcasses at pork, bacon, and manufacturing weights. **Irish Journal of Agricultural Research**, 1(2):115-130.

HONIKEL, K. O.; KIM, C. J., 1986, "Causes of the development of PSE pork" **Fleischwirts**, v.66, p.349-353.

IVERSEN, P. et al. Tenderisation of pork as affected by degree of cold-induced shortening. **Meat Science**, v.40, p.171-181, 2005.

JUDGE, M. D. et al. Principles of meat science. 2. ed. Kendall: **Hunt Publishing Company**, 1989. 351 p.

KARAMUCKI T., JAKUBOWSKA M., RYBARCZYK A., SZARUGA R., GARDZIELEWSKA J., NATALCZYK-SZYMKOWSKA,W. Relationship between Cie L\*a\*b\* and CIE L\*C\*h scale colour parameters determined when applying illuminant C And observer 2° and illuminant D65 and observer 10° and proximate chemical composition and quality traits of porcine Longissimus Lumborum muscle. **Polish Journal ff Food And Nutrition Sciences**, 2006, v.15/56, n.2, p129–135.

KINSELLA, N.; ELLIS, M.; et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science, Kidlington**, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

KOOPMANS, S.J., J. VAN DER MEULEN, R. DEKKER, H. CORBIJN and Z. MROZ. 2005. Diurnal rhythms in plasma cortisol, insulin, glucose, lactate and urea in pigs fed identical meals at 12-hourly intervals. **Physiol. Behav.**, 84: 497-503.

KUO, C.C.; CHU, C.Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. **Meat Science**, v.64, n.4, p.441–449, 2003.

LAMBERSTON., A.A. Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, de raça nativa e cruzados. Viçosa, MG: **Universidade Federal de Viçosa**, 2001, 93p. Universidade Federal de Viçosa, 2001.

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

LEAL, P.M.; NÃÃS, I.A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992, p.121-135.

LONERGAN, E.; BAAS, T.J.; MALEK, M. et al. Correlations among selected pork quality traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.617-627, 2002.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem-Estar dos suínos. **In: 5º Seminário Internacional de Suinocultura**, 2000, São Paulo, 2000. Anais... São Paulo, 2000, v. 5, p. 70-82.

MAPA-**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível: <<https://www.agricultura.gov.br/>>. Acessado dia 02 de novembro de 2012.

MARIA, G.A., M. VILLARROEL, G. CHACON AND G. GEBRESENBET. **Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading**. *Vet. Rec.*, 26: 818-821,2004.

ORLANDO, U.A.D. **Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitoas em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 77p. Dissertação (Mestrado em Bioclimatologia Animal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

PARDI, M. C. et al. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PELICANO, E. R. L.; PRATA, L. F. **Propriedades da carne e medidas instrumentais de qualidade**. Jaboticabal: [s.n.], 2007. 36 p.

PEREIRA, C.S.; ANDRADE, E.L; et al. Composição Centesimal da carne de suínos provenientes de diferentes linhagens genéticas comerciais. **Anais do 21º EAIC**. Maringá-PR, 2012.

PEREZ, M.P.; PALACIO, J.; et al. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.61, n.4, p.425-433, 2002.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v. 37, p. 1309-1313, 1989.

PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef Longissimus muscle from bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.3211-3221, 2002.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. **5. ed. Viçosa: UFV**, 2007. 599 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne suína. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 33., 1996, Fortaleza. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 3-14.



SARCINELI, M. F, VENTURINI, K. S, SILVA, L.C. Características da carne suína. **Boletim Técnico - PIE-UFES:00907** - Editado: 25.08.2007.

SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 2001.

SAÑUDO, C. **Calidad de la canal y de la carne en el ternasco aragonés**. 1980. 337 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1980.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117 p.

SILVA SOBRINHO, A. G. Criação de ovinos. **2. ed. Jaboticabal**: Funep, 2001. 302 p.

SOUSA, P. Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola, 2002. **Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)** – Universidade Estadual de Campinas, 2002.

SOUSA, P. **Conforto Térmico e Bem estar na Suinocultura**. Lavras: UFLA. 2004.

SOUSA, P. Suínos em climas quentes. **Revista Suinocultura Industrial: Setor Ambiência**, ed. 189, ano 27, n.6, 2005.

SWIZE, S. S., HARRIS, K. B., SAVELL, J. W., CROSS, H. R. Cholesterol content of lean and fat from beef, pork, and lamb cuts. **J. Food Comp. Anal.**, v. 5, p. 160-167, 2002.

VALSTA, L. M. et al. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

VAN LAACK, R.L.J.M. et al. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. **Journal of Animal Science**, v.79, p.392-397, 2001.

VAN HEUGTEN, E. Understanding pork quality. **Swine News**, v. 24, n. 3, 2001.

VIRGILI, R. et al. Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. **Journal of Animal Science, Champaign**, v.81, n.10, p.2448-2456, Oct. 2003.

WEBBER, P.D., S.N. ANTIPATIS AND T.G. KNOWLES. **Measurements of the degree of development of rigor mortis as an indicator of stress in slaughtered pigs.** *Vet. Rec.*, 13: 739-742. 2003.

WARRISS, P. D.; BROWN, S.N.; PAŚCIAK, P. The color of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. **Meat Science**, v. 73, p. 565–569, 2006.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.