UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES - CAMPUS ERECHIM

Daniela de Souza Martins

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A QUALIDADE DA CARCAÇA E O RENDIMENTO DE CORTES SUÍNOS

Erechim, RS, Brasil

2013

Daniela de Souza Martins

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A QUALIDADE DA CARCAÇA E O RENDIMENTO DE CORTES SUÍNOS

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI – Campus Erechim – RS como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Erechim.

Orientadores: Dra. Juliana Steffens

Dra. Mónica Alvarado Soares

Erechim, RS, Brasil

2013

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A QUALIDADE DA CARCAÇA E O RENDIMENTO DE CORTES SUÍNOS

Daniela de Souza Martins

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

Comissão Julgadora

_____

Prof$_a$. Dra. Juliana Steffens – URI – Campus Erechim
Orientadora

_____

Prof$_a$. Dra. Mónica Alvarado Soares – URI – Campus Erechim
Orientadora

_____

Prof$_a$. Dra. Jamile Zeni – URI – Campus Erechim

_____

Prof. Dr. Toni Luis Benazzi – IFRS – Campus Erechim

Erechim, 29 de Novembro de 2013

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por mais uma etapa concluída, por iluminar meu caminho e me fortalecer nos meus atos.

Às minhas orientadoras: Professora Dra. Juliana Steffens e Professora Dra. Mónica Alvarado Soares, por me aceitarem como orientanda, pelos ensinamentos, e pela compreensão por nossas trocas de informações por via eletrônica devido em muitos momentos eu não conseguir me fazer presente na instituição para conversarmos.

Aos professores Jamile Zeni e Toni Luis Benazzi, pelas sugestões que foram de grande valia para a conclusão deste trabalho.

À Cooperativa Central Aurora Alimentos, em especial ao Sr. Celso Cappellaro, por permitir que eu conciliasse as atividades do mestrado com minhas atividades profissionais e à unidade FACH I por permitir a realização dos testes experimentais.

Aos colegas de trabalho do Departamento de PPCP pela compreensão da minha ausência nos momentos em que me dediquei ao mestrado.

Aos colegas da unidade FACH I, em especial Inclacir Furlan, Aline Bilibio, Igor Pacheco, Diana Lehr e Jessica Tomasi, pelo apoio e auxílio na realização dos testes.

Aos amigos que dividiram comigo esta experiência, em especial Marisa Giasson, Vianir Behnem, Sandra Souza, Junior Benelli, Diones Orsolin, Daniel Cenci e Josiane Killian pela parceria nas atividades em grupo e nas, embora cansativas, divertidas viagens semanais entre Chapecó e Erechim.

Às pessoas mais importantes de minha vida...

Aos meus queridos pais,
Gilney e Donatilia, *que nunca mediram esforços para garantir minha formação, pelo amor, carinho e por me ensinarem os reais valores da vida.*

Aos meus amados irmãos,
Denise e Bruno, *pelo constante amor, bondade e pureza de alma. Por me incentivarem a sempre seguir em frente.*

Ao meu amado esposo,
Fabiano Buzin, *pelo amor, dedicação, compreensão, apoio em todos os momentos.*

DEDICO

Resumo da dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A QUALIDADE DA CARCAÇA E O RENDIMENTO DE CORTES SUÍNOS

Daniela de Souza Martins
Novembro/2013

Orientadores: Dra. Juliana Steffens
Dra. Mónica Alvarado Soares

A carne suína é a mais consumida mundialmente, e, constantemente, estudos são desenvolvidos na tentativa de atender da melhor forma as necessidades de consumidores cada vez mais exigentes. Neste sentido, a utilização de ractopamina na dieta animal para promover o incremento da quantidade de carne magra em detrimento da quantidade de gordura na carne tornou-se uma prática frequentemente adotada pelos produtores e empresas. Com o objetivo de avaliar a influência do uso do aditivo ractopamina sobre a qualidade da carne através da avaliação dos parâmetros de pH, cor, marmoreio e capacidade de retenção de água, expressa como perda de água por gotejamento, e de comparar os rendimentos das partes e cortes em relação ao percentual sobre o peso de carcaça quente, foram conduzidos experimentos para avaliar a influência da utilização de 7,5 ppm de ractopamina na dieta animal frente à não utilização deste aditivo. A utilização de Ractopamina na dieta de suínos mostrou ter influência no rendimento de carne magra da carcaça, que foi observado pela redução no rendimento de toucinho de paleta (7,32%) e toucinho de carré (11,85%) dos animais tratados com ractopamina, sendo estes os locais de maior deposição de gordura na carcaça e também houve aumento no rendimento de carré sem toucinho (3,9%) no tratamento em que se fez utilização do aditivo. Em contrapartida, a perda de peso da carcaça durante o resfriamento e o rendimento dos cortes inteiros de pernil, paleta e sobrepaleta, não foram influenciados pelo uso de ractopamina na dieta animal. Na avaliação dos cortes preparados com o padrão comercial (com a separação de ossos e gorduras) foi observado um maior rendimento no pernil (7,46%) e um maior rendimento na

paleta (9,03%) no tratamento com o uso do aditivo. Estes resultados demonstram que o uso do aditivo, assim como relatado em diversos estudos da literatura, tem influência sobre a deposição de proteína na fase de terminação do animal em detrimento de gordura, influenciando a quantidade de carne e gordura obtidos na industrialização. Em relação à qualidade da carne, observou-se que o uso de ractopamina na dieta não teve influência sobre a cor e capacidade de retenção de água (perda de água por gotejamento), e teve influência sobre a redução do marmoreio da carne, embora com diferença de apenas 0,67 pontos na escala, demonstrando o efeito esperado do uso do aditivo, que era reduzir a deposição de gordura na carcaça. O uso do aditivo também teve efeito significativo sobre o pH final da carne, que foi mais elevado para os animais que consumiram o aditivo, o que não caracterizou desvio de qualidade, pois mesmo o pH mais elevado ficou abaixo de 6,0, o que é caracterizado como normal. Desta forma, se pode concluir que a utilização de ractopamina na dieta suína tem influência sobre o rendimento dos cortes padrão comercial e redução da gordura na carcaça, não exercendo influência negativa sobre a qualidade da carne suína.

Palavras-chave: Ractopamina, rendimento, qualidade e carne suína.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE USE OF RACTOPAMINE ON CARCASS QUALITY AND PIG YIELD CUTS

Daniela de Souza Martins
November/2013

Advirsors: Dra. Juliana Steffens
Dra. Mónica Alvarado Soares

Pork is the most consumed meat in the world, and continuous studies are developed in an attempt to meet optimally the needs of increasingly demanding consumers. In this sense, the use of ractopamine in animal diets to promote the increase of the amount of lean meat over the amount of fat in the meat has become a practice increasingly adopted by manufacturers and industries. In order to evaluate the influence of the use of the additive ractopamine and cuts in relation to the percentage of hot carcass weight, experiments were conducted to evaluate the influence of the use of 7.5 ppm of ractopamine in animal diets front of non-use of this additive. The use of ractopamine in pig diets showed that have influence on lean meat yield of the carcass, which was observed by the reduction in the yield of bacon shoulder (7.32 %) and loin bacon (11.85%) of the animals treated with ractopamine, these being the areas of greatest deposition of fat in the carcass and also increased the yield of loin without fat (3.9%) in the treatment in which they made use of the additive. In contrast, the loss of carcass weight during cooling and performance of whole cuts of leg, shoulder and above the shoulder, were not influenced by the use of ractopamine in animal diets. In the evaluation of the standard commercial preparations cuts (with the separation of bones and fat) higher yields were observed of fresh leg (7.46%) and shoulder (9.03%) in the treatment with the additive. These results demonstrate that the use of the additive has influence on the deposition of protein in the finishing phase over the amount of fat and affect the volumes of produced meat and fat in industrialization. Regarding the quality of the meat, it was observed that the use of ractopamine in the diet had no influence on the color, capacity to retain water (drip

loss) and had influence on the reduction of marbling, though with a difference of only 0.67 points on the scale, which was expected, since the purpose of the additive is to reduce fat deposition, although some authors did not observe differences. The use of the additive also has a significant effect on the final pH of the meat, which was higher for the animals that consumed the additive, which is not characterized deviation on quality, for the higher pH was below 6.0, which is characterized as normal. Thus, we can conclude that the use of ractopamine in the diet has an influence on the yield of commercial standard and reduced fat in the carcass, not exerting negative influence on the quality of pig carcass.

Keywords: Ractopamine, yield, quality, pig carcass and meat.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇAO 1
2 OBJETIVOS 3
2.1 OBJETIVO GERAL 3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
3 REVISÃO DA LITERATURA 4
3.1 CARNE SUÍNA 4
3.1.1 Evolução da genética de suínos no Brasil 4
3.1.2 Produção de Carne Suína 6
3.1.3 Consumo de Carne Suína 8
3.1.4 Importância da carne suína na nutrição humana 11
3.2 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE 15
3.2.1 Bioquímica das contrações musculares 15
3.2.2 Conversão do músculo em carne 17
3.3 QUALIDADE DA CARNE SUÍNA 19
3.3.1 Parâmetros da Qualidade da Carne 20
3.3.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH) 21
3.3.1.2 Capacidade de retenção de água 23
3.3.1.3 Desenvolvimento de carnes PSE e DFD 24
3.3.1.4 Cor e marmoreio de gordura 25
3.4 RENDIMENTO DE CARCAÇA 26
3.5 ADITIVOS MODIFICADORES DO METABOLISMO ANIMAL 28
3.5.1 Ractopamina (RAC) 29
3.5.1.1 Efeito da Ractopamina sobre o tecido muscular, adiposo e sobre a qualidade da carne 32
3.5.1.2 Efeitos adversos do uso de Ractopamina 33
4 MATERIAIS E MÉTODOS 35
4.1 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A PERDA DE PESO DA CARCAÇA DURANTE O RESFRIAMENTO 37
4.2 RENDIMENTO DAS PARTES COMPONENTES DA CARCAÇA 38
4.3 RENDIMENTO DOS CORTES PADRÃO EXPORTAÇÃO 39
4.4 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS 40
4.4.1.1 Análise de pH 41

4.4.1.2 Avaliação da Cor 41
4.4.1.3 Avaliação do marmoreio 42
4.4.1.4 Análise da Capacidade de Retenção de Água: Perda de água por gotejamento 43
4.4.1.5 Análise Estatística dos Resultados 44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
5.1 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A PERDA DE PESO DE CARCAÇA NO RESFRIAMENTO 45
5.2 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE O RENDIMENTO DAS PARTES COMPONENTES DA CARCAÇA 48
5.3 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE O RENDIMENTO DE CORTES PADRÃO EXPORTAÇÃO 51
5.4 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE QUALIDADE DA CARCAÇA 53
6 CONCLUSÃO 57
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 58
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Partes componentes da Carcaça (IMPS, 2010). 13
Figura 2: Detalhes dos cortes da carcaça suína: (a) dianteira e (b) traseira 13
Figura 3: Organização da fibra muscular. 16
Figura 3: Curvas do comportamento de queda do pH da carne *post-mortem,* em carne suína.....22
Figura 5: Estrutura geral das fenetanolaminas beta-adrenérgico agonistas e modelos comuns de substituição dos anéis aromáticos presentes nos beta-agonistas. 30
Figura 6: Estrutura da Ractopamina-HCl. 31
Figura 7: Fluxograma do processo de abate com indicação dos momentos de coleta de amostras para análise. 36
Figura 8: Carcaças em câmara de resfriamento. 38
Figura 9: Padrões de qualidade para avaliação de cor. 42
Figura 10: Padrões fotográficos para avaliação de marmoreio. 43
Figura 11: Comportamento de Peso de Carcaça Fria versus peso de carcaça quente obtidos nos dois tratamentos.....46
Figura 12: Dados de rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente versus peso de carcaça quente obtidos nos dois tratamentos. 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais destinos da carne suína Brasileira de Jan a Dez 2012. 7
Tabela 2 – Principais produtores mundiais de carne suína (Mil Ton em equivalente carcaça).....8
Tabela 3 – Consumo Mundial de Carne Suína (Mil Ton). 9
Tabela 4 – Consumo Mundial Per Capita de Carne Suína (Kg per Capita). 10
Tabela 5 – Consumo de Carne suína no ano de 2.000 e estimativa para o ano de 2.030 (Mil Ton). 10
Tabela 6 – Composição nutricional de alguns cortes suínos de frango e bovino. 12
Tabela 7 – Grupos de Características de qualidade de carne de suínos. 20
Tabela 8 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente. 45
Tabela 9 – Comparativo de rendimento entre carcaças na mesma faixa de peso (carcaça fria sobre carcaça quente). 48
Tabela 10 – ANOVA: Efeito do peso de carcaça e tratamentos sobre e o rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente. 48
Tabela 11 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento dos Cortes inteiros sobre carcaça quente: média, desvio padrão e nível de significância. 49
Tabela 12 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento de cortes padrão exportação e gordura. 51
Tabela 13 – Efeito do uso de Ractopamina sobre as características de qualidade da carne: média, desvio padrão e nível de significância. 53
Tabela 14 – Classificação da carne suína em Normal, PSE e DFD. 56

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ABCS: Associação Brasileira dos Criadores de Suínos

ABIPECS: Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína

AG: ácidos graxos

CRA: capacidade de retenção de água

DFD: dark, firm, dry (escura, firme e seca)

dMb: desoximioglobina

IMF: intramuscular fat (gordura intramuscular, ou marmoreada)

Kg per Capita: Consumo de determinado alimento medido em Kg/pessoa/ano

Mb: mioglobina

MetMb: metamioglobina

Mil Ton: mil toneladas

O2Mb: oximioglobina

PF: peso de carcaça fria (refrigerada)

pH: potencial Hidrogeniônico

ppm: partes por milhão, mg/Kg

PQ: peso de carcaça quente

PSE: pale, soft, exsudative (pálida, macia e exudativa)

RAC: ractopamina

RFN: reddish pink, firm, non-exsudative (rosa avermelhado, firme e não exudativa)

RPF/PQ: rendimento de carcaça fria sobre a carcaça quente

RSE: reddish pink, soft, exsudative (rosa avermelhado, macia e exudativa)

SS, RR, RS, SR: nomenclatura para diferenciar estereoisômeros, de acordo com a conformação

Ton: toneladas (mil Kg)

1 INTRODUÇAO

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, sendo aproximadamente 77% superior ao volume de carne bovina e 25% superior ao volume de carne de frango (ABIPECS, 2012; FAO, 2011).

O maior produtor mundial de carne suína é a China, representando 49% do volume total produzido no ano de 2011, seguido pela União Europeia com 22%, Estados Unidos com 10% e Brasil com 3% (ABIPECS, 2012).

Estudos e investimentos na suinocultura posicionaram o Brasil em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína (ABIPECS, 2012). Alguns elementos como sanidade, nutrição, bom manejo, produção integrada e, principalmente, aprimoramento gerencial dos produtores, contribuíram para aumentar a oferta interna e colocar o País em destaque no cenário mundial (MAPA, 2012). Atualmente, o Brasil representa 10% do volume exportado de carne suína no mundo (MAPA, 2012).

Embora a carne suína seja a mais consumida mundialmente, no Brasil perde preferência em relação à carne bovina e de frango, principalmente pelo mito de ser pouco saudável. De acordo com os dados da ABIPECS (2012) o consumo brasileiro per capita de carne suína em 2012 foi de 15,6 Kg, o que mostra que houve um incremento com relação a 2010 que foi de 13 kg de carne suína per capita (ABCS, 2013).

O mercado consumidor de alimentos, a nível mundial, está cada vez mais preocupado com os aspectos relacionados à saúde, sendo que a carne gorda aparece em muitos casos como sinônimo de baixa qualidade. Especialistas brasileiros investiram na evolução genética de suínos por 20 anos, o que reduziu em 31% a gordura da carne, 10% do colesterol e 14% de calorias, tornando a carne suína brasileira mais magra e nutritiva, além de saborosa (MAPA, 2012). Outra maneira de reduzir o conteúdo de gordura e promover o incremento de carne na carcaça é a utilização de aditivos alimentares na dieta nutricional dos animais. Os aditivos que se destacam são os repartidores de energia, a exemplo da Ractopamina.

Os principais cortes comercializados no mercado externo são pernil, paleta, lombo, sobrepaleta e miúdos suínos e os principais destinos da carne suína brasileira em 2012 foram Ucrânia (23,85%), Rússia (21,85%) e Hong Kong (21,45%) representando juntos 67,15% do total exportado.

Ucrânia, Hong Kong e diversos outros destinos (Uruguai, Argentina, Cingapura, Chile, Japão, Estados Unidos, Albânia, Venezuela, Angola, entre outros) permitem o uso de ractopamina na dieta animal, o que está sendo praticado no Brasil há muito tempo, porém a Rússia, segundo maior importador de carne brasileira, os países do Bloco Europeu e também a China, maior produtor de carne suína mundial e potencial importador de grandes volumes, são extremamente exigentes quanto à garantia de ausência do uso de aditivos repartidores de energia na dieta animal.

Neste sentido, se torna importante o estudo do efeito da utilização ou não de Ractopamina na dieta animal no rendimento de cortes das carcaças e da qualidade das mesmas, pois estas características influenciam diretamente nos custos de produção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral estudar a influência do uso de Ractopamina na dieta animal sobre a qualidade da carne da carcaça suína e sobre o rendimento dos cortes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar parâmetros de qualidade da carcaça: pH, cor, marmoreio (gordura intramuscular) e capacidade de retenção de água (expressa em perda de água por gotejamento – *drip loss*) em carcaças com e sem uso de ractopamina na dieta.

- Avaliar a perda de peso no resfriamento (rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente) com e sem o uso de ractopamina na dieta.

- Avaliar o rendimento dos cortes brutos: pernil, paleta (subdividida em toucinho da paleta e paleta sem toucinho), sobrepaleta, carré (subdividido em toucinho do carré e carré sem toucinho), e barriga com costela, sobre carcaça quente com e sem o uso de ractopamina na dieta.

- Avaliar o rendimento dos cortes de carne suína padrão exportação (pernil e paleta) e da gordura resultante da preparação destes cortes, com e sem uso de ractopamina na dieta.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CARNE SUÍNA

3.1.1 Evolução da genética de suínos no Brasil

Os suínos foram introduzidos no Brasil em 1.532 por Martim Afonso de Souza. No início, os porcos brasileiros eram provenientes de cruzamentos entre as raças portuguesas, e não havia preocupação alguma com a seleção de matrizes. Com o tempo, criadores brasileiros passaram a desenvolver raças próprias, criadas e melhoradas para produção de banha e carne, ao longo dos quatro séculos pós-descobrimento (FAVERO & FIGUEIREDO, 2009; ABCS, 2013).

A chegada da gordura vegetal ao Brasil, em 1955, que poderia ser vista na época como a grande crise da história da carne suína, acabou por se transformar num marco de evolução da suinocultura brasileira, tanto do ponto de vista produtivo quanto do ponto de vista tecnológico e comercial, pois até então o Brasil produzia o chamado ‘porco-banha’, um animal muito pesado, caracterizado pelo grande volume de toucinho, criado em condições caseiras (ABCS, 2013).

Os empresários rurais logo perceberam que precisariam se preparar para o futuro e com a criação da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), em 1955, teve início o controle genealógico dos suínos e a importação de raças exóticas, com o objetivo de melhorar a produtividade da criação e aumentar a produção de carne, já que a banha, principal produto das raças nativas, começava a perder espaço para os óleos vegetais. O trabalho iniciado pela ABCS foi de fundamental importância para a melhoria genética da Suinocultura brasileira. Esse trabalho que se concentrava no Rio Grande do Sul, expandiu-se rapidamente para outros estados em especial Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, aumentando o número de criadores de reprodutores e que produziam animais com controle genealógico e registrados (FAVERO & FIGUEIREDO, 2009; ABCS, 2013).

A década de 70 foi uma das que mais contribuiu para a melhoria genética de suínos no Brasil, pois além do Teste de Progênie, controlado pelas Associações de Criadores, que representou o marco inicial do melhoramento genético de suínos no

Brasil, contou ainda com o incremento das integrações (associação entre produtor e indústria), grandes responsáveis pela disseminação do material genético melhorado; com a substituição de fêmeas puras por fêmeas híbridas para produção de animais para o abate e com a implantação da primeira Central de Inseminação Artificial. Em 1964, a Associação Brasileira de Criadores de Suínos criou o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (MBCC), contribuindo para o conceito de porco tipo carne. Em 1982, a AURORA, com o apoio do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, implantou um sistema de tipificação de carcaças (ABCS, 2013; FAVERO & FIGUEIREDO, 2009).

O melhoramento genético visa, principalmente, melhorias na saúde, dando resistência a doenças e defeitos congênitos; melhoria na qualidade da carne e nas características de produção, como prolificidade, habilidade materna, conversão alimentar e taxa de crescimento. Atualmente, as atenções têm se concentrado em três pontos principais: redução da gordura, melhoria da eficiência alimentar e favorecimento do crescimento do tecido magro para maximizar o desempenho dos suínos em terminação e na qualidade da carcaça (ABCS, 2013).

A exploração dessas vantagens na produção de suínos é possível graças à divergência genética evidenciada, entre as raças, para muitas das características de importância econômica. Para se aumentar os índices produtivos de uma criação, é preciso utilizar machos e fêmeas de alto valor genético no plantel de reprodutores. Os ganhos genéticos ocorrem quando uma seleção dos melhores animais é feita continuamente para determinadas características de importância econômica. As raças, por serem bastante variadas entre si, são importantes para se obter ganhos genéticos pela ação aditiva dos genes, que têm efeitos permanentes. Deve-se, então, aproveitar a variabilidade das raças explorando os efeitos aditivos e não-aditivos dos genes (ABCS, 2013).

Os rebanhos de linhas machos são formados a partir de genótipos das raças Duroc, Large White, Pietrain, Hampshire e Landrace Belga e linhas sintéticas formadas a partir destas raças, todas selecionadas para alta produção de carne na carcaça, concentrada em especial no pernil e no lombo, considerados cortes nobres. O critério de seleção normalmente utilizado na linha macho é o ganho diário em carne magra e as características, avaliadas nos candidatos à seleção, são a espessura de toucinho, o consumo alimentar e o ganho médio diário de peso, com

as quais é possível determinar a conversão alimentar. As linhas-fêmeas são derivadas das raças brancas Landrace e Large White, desenvolvidas para produzir porcas com capacidade de desmamar grande número de leitões por parto e por ano. Outros genótipos para fêmeas são utilizados em menor escala, como os das raças Duroc e Meishan, este último de origem Chinesa (FAVERO & FIGUEIREDO, 2009).

Entre os genes de maior importância para a indústria suína destacam-se o gene halotano, também conhecido como gene do estresse, que surgiu de uma mutação no cromossomo 6 do suíno e está associado com carne PSE (pálida, flácida e exudativa). Sua presença no suíno contribui para o aumento do percentual de carne na carcaça, porém, provoca o aumento de mortes súbitas, especialmente na movimentação e transporte dos animais quando não manejados adequadamente (FÁVERO 1997; FAVERO & FIGUEIREDO, 2009). O gene da carne ácida, gene dominante que se caracteriza por causar um decréscimo no rendimento industrial durante o processamento de produtos curados e cozidos, graças ao baixo conteúdo de proteína na carne e a um pH final reduzido, provocado pelo alto conteúdo de glicogênio nas fibras brancas dos músculos; e o gene IMF (Intramuscular fat), da gordura intramuscular, considerado muito importante para a qualidade da carne de suínos, principalmente quando destinada ao consumo “in natura” (FAVERO & FIGUEIREDO, 2009).

3.1.2 Produção de Carne Suína

Segundo dados da ABIPECS (2012) – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína – o Brasil produziu 3.227 mil toneladas de carne suína em 2011, sendo 16% para o Mercado Externo (516 mil toneladas).

Consequência de investimento em genética, sanidade e manejo, a produção nacional vem crescendo em torno de 4% ao ano, sendo os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os principais produtores de suínos do País. Atualmente, o Brasil representa 10% do volume exportado de carne suína no mundo (MAPA, 2012).

Tabela 1 – Principais destinos da carne suína Brasileira de Jan a Dez 2012.

Países	Ton	Participação	Países	US$ Mil	Participação
Ucrânia	138.666	23,85	Rússia	367.123	24,56
Rússia	127.070	21,85	Ucrânia	358.889	24,01
Hong Kong	124.701	21,45	Hong Kong	305.224	20,42
Angola	45.534	7,83	Angola	84.870	5,68
Cingapura	28.171	4,84	Cingapura	82.370	5,51
Argentina	23.386	4,02	Argentina	74.700	5,00
Uruguai	20.639	3,55	Uruguai	56.008	3,75
Geórgia	9.907	1,7	Venezuela	22.659	1,52
Haiti	6.606	1,14	Geórgia	21.710	1,45
Venezuela	6.553	1,13	Emir. Árabes	17.138	1,15
Outros	50.244	8,64	Outros	104.367	6,98
TOTAL	581.477	100	**TOTAL**	1.495.058	100

Fonte: ABIPECS (2013).

A Tabela 1 apresenta os principais destinos da Carne Suína Brasileira em 2012 e a participação de cada destino com relação a volume e faturamento. Se pode observar que a Ucrânia foi o país que mais importou volumes, seguido de Rússia e Hong Kong, embora em termos de faturamento, o destino Rússia tenha superado a Ucrânia. Hong Kong é o maior destino dos miúdos suínos, tanto in natura como cozidos.

Dados de produção mundial de carne suína estão mostrados na Tabela 2, onde observa-se que dentre os maiores produtores estão a China e União Europeia, que respondem por 49% e 22% da produção mundial, respectivamente. O Brasil ocupa a 4ª posição (ABIPECS, 2012). A China produz o equivalente para o seu consumo interno, a União Europeia, Estados Unidos e Brasil produzem acima da demanda interna, sendo países exportadores de carne suína.

Tabela 2 – Principais produtores mundiais de carne suína (Mil Ton em equivalente carcaça).

Países	**2003**	**2005**	**2007**	**2009**	**2011**
China	42.386	45.553	42.878	48.905	49.500
U. Europeia	21.712	21.676	22.858	22.159	22.530
U.S.A.	9.056	9.392	9.962	10.442	10.278
Brasil	2.560	2.710	2.990	3.130	3.227
Rússia	1.710	1.735	1.910	2.205	1.965
Vietnã	1.257	1.602	1.832	1.850	1.960
Canadá	1.730	1.765	1.746	1.789	1.753
Japão	1.260	1.245	1.250	1.310	1.255
Filipinas	1.145	1.175	1.250	1.240	1.260
México	1.035	1.103	1.152	1.162	1.170
Coreia do Sul	1.149	1.036	1.043	1.062	835
Outros	5.329	5.336	5.714	5.219	5.394
TOTAL	***90.329***	***94.328***	***94.585***	***100.473***	***101.127***

Fonte: ABIPECS (2012).

3.1.3 Consumo de Carne Suína

A carne suína é a carne de animais terrestres mais consumida do mundo. A demanda por carne suína vem aumentando nas últimas décadas, como resultado de mudanças nos padrões de consumo como o maior poder de compra nos países em desenvolvimento com economias em rápido crescimento. Juntamente com aves, o setor de suínos é o subsetor da pecuária com mais rápido crescimento: o número de animais vai chegar a um bilhão até 2015 - o dobro do número em 1970.

A carne suína é produzida mundialmente, com exceção de algumas regiões com reservas culturais e religiosas em relação ao consumo deste tipo de carne (FAO, 2013b).

O consumo de carne nos países em desenvolvimento tem sido continuamente crescente partindo de uma modesta média anual de consumo per capita de 10 Kg na década de 1960 para 26 Kg em 2000 e atingirá aproximadamente 37 Kg no ano de 2030, de acordo com projeções da FAO (2011). Esta previsão sugere que, em algumas décadas, o consumo de carne dos países em desenvolvimento vai avançar

para o nível mais elevado que já perdura por algum tempo nos países desenvolvidos (FAO, 2013a).

As Tabelas 3 e 4 apresentam o consumo de carne suína em diferentes países, com destaque para a China que representa aproximadamente 50% do consumo mundial (50 Mil ton/ano), em torno de 37 Kg/ano per capita e de Hong Kong, com consumo per capita em torno de 68 Kg/ano. A China consome toda produção interna do país, não tendo foco na exportação e estima-se que com o crescimento populacional acelerado no país, a China se tornará futuramente o maior importador de carne suína mundial, para suprir sua demanda interna. O Brasil, embora ocupe o 4º lugar em consumo total de carne suína, nem chega a aparecer entre os maiores consumos per capita, visto que a carne suína perde preferência pela bovina e de aves.

O consumo per capita de carne suína no Brasil aumentou de 13,7 Kg em 2009 para 15,1 Kg em 2012 e a expectativa é alcançar 18 Kg em 2015 (ABIPECS, 2013; ABCS, 2013), sendo estes níveis ainda baixos quando comparado ao consumo de países desenvolvidos, que é superior a 35 Kg per capita, como por exemplo a União Europeia, com 40 Kg de consumo per capita estabilizados desde 2003.

Tabela 3 – Consumo Mundial de Carne Suína (Mil Ton).

País	2003	2005	2007	2009	2011
China	42.113	45.099	42.710	48.823	49.810
U. Europeia	20.683	20.632	21.507	21.057	20.545
U.S.A	8.818	8.660	8.965	9.013	8.384
Brasil	1.957	1.949	2.260	2.423	2.646
Rússia	2.188	2.086	2.534	2.688	2.894
Japão	2.330	2.509	2.473	2.467	2.481
Vietnã	1.244	1.583	1.855	1.936	1.990
México	1.358	1.464	1.523	1.770	1.725
Coreia do Sul	1.286	1.311	1.502	1.480	1.470
Filipinas	1.167	1.198	1.275	1.298	1.349
Taiwan	934	944	844	847	844
Outros	5.620	5.769	6.330	6.455	6.711
Total	**89.698**	**93.204**	**93.778**	**100.257**	**100.849**

Fonte: USDA / ABIPECS (ABIPECS, 2013).

Tabela 4 – Consumo Mundial Per Capita de Carne Suína (Kg per Capita).

País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hong Kong	59,47	65,06	59,58	60,37	61,46	64,97	68,89	69,5	66,5
Macau	47,28	48,33	48,52	50,06	51,38	49,48	50,01	51,06	54,1
Belarus	28,77	28,61	29,46	31,64	31,77	35,83	34,93	40,5	46,5
U. Europeia	43,35	40,91	40,98	40,84	42,42	41,34	41,31	40,8	40,2
Montenegro	12,61	15,57	12,87	28,91	32,13	41,29	40,17	37,5	39,3
China	32,79	33,32	34,75	35,28	32,59	35,45	36,89	38,5	37,3
Taiwan	41,43	41,91	41,58	38,14	36,92	35,73	36,87	35,79	36,6
Sérvia	35,57	32,44	33,99	33,84	38,4	36,28	34,56	35,54	35,6
Suíça	33,07	32,75	33,25	34,02	33,62	33,5	33	32,7	32,3
Coreia do Sul	26,98	27,92	27,31	29,51	31,13	31,4	30,51	31,64	30,2

Fonte: USDA / ABIPECS (ABIPECS, 2013).

Segundo dados da FAO (2011) o consumo mundial de carne suína estimado para o ano de 2030 é 57% superior ao consumo base do ano 2000, sendo que este incremento foi vislumbrado para que seja maior nos países em desenvolvimento do que em países desenvolvidos, pois nos países desenvolvidos, o consumo encontra-se estabilizado. Na Tabela 5 se pode observar que o crescimento esperado por região pode chegar a 99,8% na América Latina e Caribe, em que o Brasil está incluído, 160% no Sul da Ásia, 154,9% na África Subsaariana frente a apenas 21,7% de aumento nos países com alta renda e 5,5% na Europa e Ásia Central.

Tabela 5 – Consumo de Carne suína no ano de 2.000 e estimativa para o ano de 2.030 (Mil Ton).

País	2000	2030	% Aumento
Leste da Ásia e Pacífico	44.565,6	72.640,3	63,0%
Europa Oriental e na Ásia Central	2.042,8	2.154,9	5,5%
América Latina / Caribe	4.415,8	8.821,2	99,8%
Oriente Médio / Norte da África	16,5	25,0	51,5%
Sul da Ásia	593,7	1.543,8	160,0%
África Subsaariana	713,5	1.819,0	154,9%
Países de alta renda	13.507,2	16.442,0	21,7%
TOTAL	**65.855,1**	**103.446,2**	**57,1%**

Fonte: FAO (2011).

3.1.4 Importância da carne suína na nutrição humana

Para a manutenção da saúde e dos processos metabólicos vitais, é necessário o contínuo fornecimento de nutrientes, garantindo as atividades do organismo humano. Estes nutrientes podem ser classificados em essenciais e não essenciais, sendo chamados essenciais, aqueles que não podem ser produzidos pelo organismo humano, como o ferro, diversas vitaminas, e alguns aminoácidos, que são constituintes das proteínas.

As carnes são excelentes fontes de proteínas, ferro de boa disponibilidade e de vitaminas, com destaque para a vitamina A e a vitamina B12, esta última, presente exclusivamente nos alimentos de origem animal, sendo assim, a carne é um item alimentar que constitui-se como critério essencial para a determinação da qualidade de vida de uma população, devido ao seu valor nutricional (DOMENE, 2013; MAGNONI & PIMENTEL, 2007; FAO, 2013).

A carne suína magra é um alimento denso em nutrientes, suprindo o organismo com alta concentração de muitos nutrientes em relação ao seu valor energético (calorias), sendo uma excelente fonte de tiamina, vitamina B6, fósforo e niacina, uma boa fonte de riboflavina, potássio, ferro, selênio e zinco. O teor proteico da carne suína fica em torno de 20% sobre a carne crua ou 27% sobre a carne cozida, sendo que estas proteínas possuem um alto valor biológico, com aporte de aminoácidos essenciais em proporções favoráveis para permitir as sínteses proteicas do organismo, mesmo quando não são notadas em nível de aminogramas. Com relação aos ácidos graxos (AG), apresenta um teor de AG saturados, inferior a 40% e de AG insaturados superior a 60%, podendo ser comparada à carne de frango (MAGNONI & PIMENTEL, 2007; DOMENE, 2013; ABIPECS, 2013).

A localização da carne no animal é fundamental para a avaliação do teor calórico e lipídico, porém pouco afeta a concentração dos demais nutrientes (MAGNONI & PIMENTEL, 2007). Aproximadamente 70% da gordura presente na carne suína está situada logo abaixo da pele, no toucinho, e desta forma, pode ser facilmente removida para que se reduza o consumo de gordura na dieta. Apenas cerca de 20% da gordura está entre os músculos, que confere sabor e suculência à carne (MAGNONI & PIMENTEL, 2007; DOMENE, 2013; SARCINELLI et al., 2007).

Na Tabela 6, é possível comparar a composição nutricional em 100g de carne suína de três cortes diferentes: lombo, pernil e costela, com a sobrecoxa de frango e o contrafilé bovino. Com relação ao conteúdo calórico, lipídico e de ácidos graxos saturados, a carne de lombo possui os menores valores, inclusive inferior aos encontrados na sobrecoxa de frango. Os teores de Magnésio, Potássio e Selênio são superiores nos cortes de carne suína frente à sobrecoxa de frango e contrafilé bovino. Notoriamente, a carne de costela suína é a que apresenta maior conteúdo calórico e lipídico, inclusive de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, devido a ser o corte, dentre os apresentados, com maior quantidade de gordura marmoreada entre os músculos, atributo que confere o sabor característico e apreciado da costela suína.

Tabela 6 – Composição nutricional de alguns cortes suínos de frango e bovino.

Nutrientes/Propriedades (100g carne crua)	Lombo	Pernil	Costela	Sobrecoxa frango	Contrafilé bovino
Calorias (Kcal)	136	222	282	211	243
Proteínas (g)	20	18,7	16,1	17,2	19,0
Carboidratos (g)	-	-	-	-	-
Lipídios (g)	5,4	15,6	23,5	15,2	17,9
AG saturados (g)	1,87	5,44	8,73	4,38	7,29
AG monoinsaturados (g)	2,42	6,98	10,65	6,51	7,78
AG polinsaturados (g)	0,58	1,68	1,96	3,38	0,64
Colesterol (mg)	66	66	81	84	67
Ferro (mg)	1,2	0,77	0,91	0,99	1,58
Magnésio (mg)	25	21	16	20	18
Sódio (mg)	49	61	75	76	53
Potássio (mg)	359	333	233	192	295
Selênio (mcg)	32,4	30,7	24	12,9	16,7

Fonte: USDA (MAGNONI & PIMENTEL, 2007).

Os cortes básicos da carcaça suína podem ser visualizados na Figura 1 (pernil, paleta, sobrepaleta, costado (carré/lombo) e barriga com costela (ABIPECS, 2013), sendo que as carnes mais nobres do suíno são o lombo e o pernil).

Pés dianteiros e traseiros podem fazer parte da carcaça, ou serem removidos em etapa anterior ao resfriamento de carcaça. O detalhamento da musculatura suína pode ser observado na Figura 2 (a) parte dianteira da carcaça e (b) parte traseira da carcaça. Orelha, máscara, mão e pé são chamados miúdos (os miúdos incluem os

órgãos, glândulas e extremidades do animal) e as demais marcações incluem os principais músculos que compõem a carcaça.

Figura 1: Partes componentes da Carcaça (IMPS, 2010).

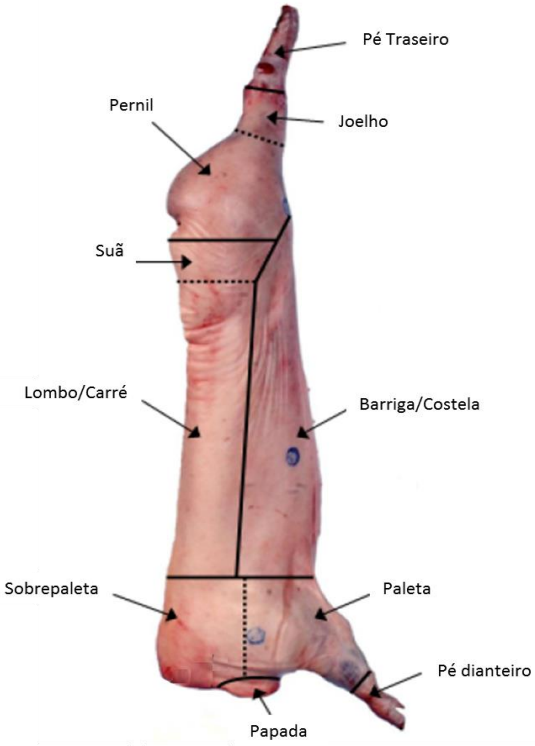
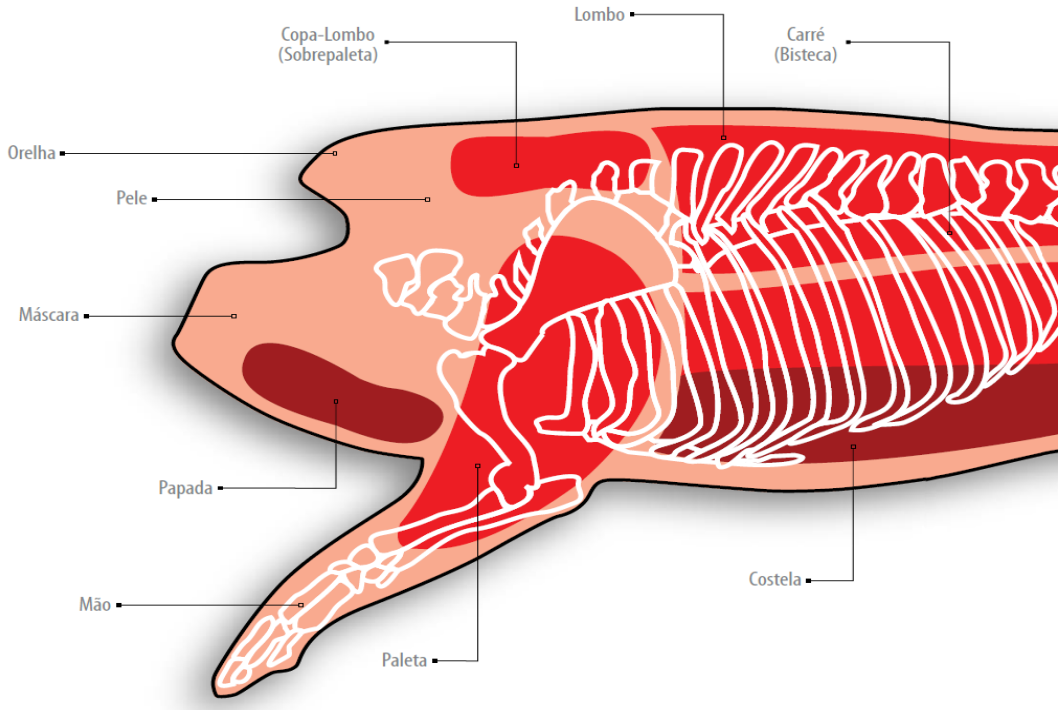
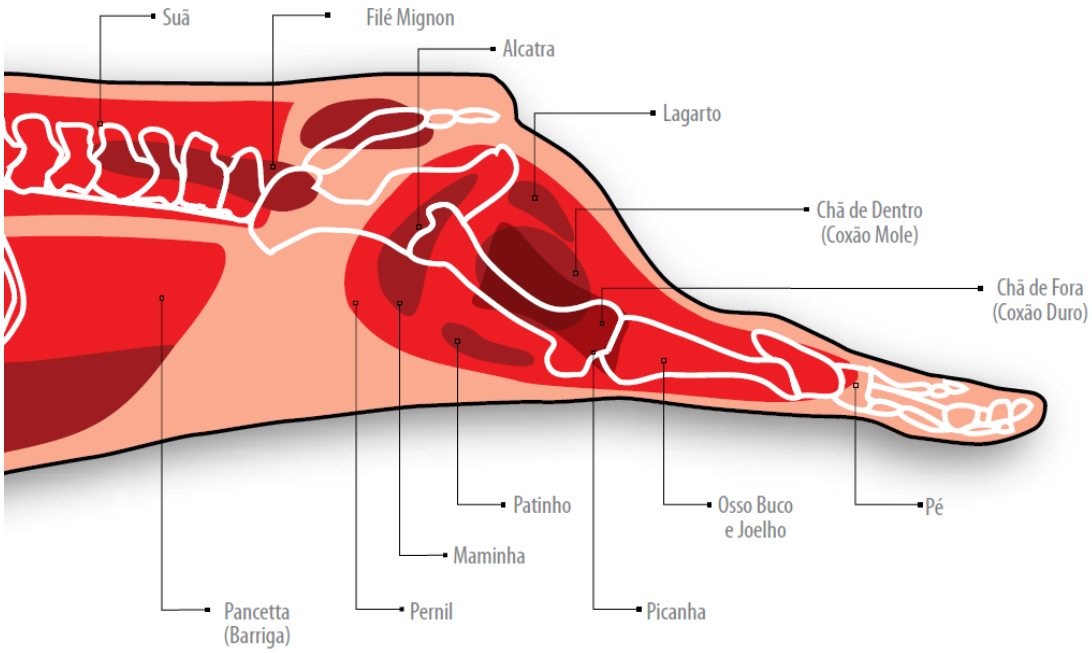


Figura 2: Detalhes dos cortes da carcaça suína: (a) dianteira e (b) traseira .



(a) Porção Dianteira da Carcaça Suína



(b) Porção Traseira da Carcaça Suína

Paleta e sobrepaleta são os principais cortes que constituem o dianteiro da carcaça, sendo o corte da paleta obtido pela separação das massas musculares inseridas entre os ossos da escápula, úmero, rádio, ulna e inserções no carpo. O corte da sobrepaleta é constituído das massas musculares inseridas nas vértebras cervicais, borda anterior da 1º costela, dorsal à paleta (ABIPECS, 2013).

A parte intermediária da carcaça compreende os cortes carré e barriga, sendo o Carré obtido a partir das massas musculares aderidas às bases ósseas do lombo, com corte transversal de aproximadamente 5 cm do comprimento das costelas das vértebras torácicas correspondentes. Entende-se por lombo o corte obtido da região lombar dos suínos (*longissimus dorsi*), ao passo que a denominação carré é destinada ao corte do lombo com osso. Já à barriga com costelas, preservando camadas da derme e tecido adiposo, o corte é obtido pela separação do grupo muscular da parede lateral do tórax em seu plano profundo, mantendo aderidos os ossos costais e músculos intercostais. Da barriga saem as costelas e o bacon (ABIPECS, 2013).

A porção traseira da carcaça é composta pelo pernil. O corte do pernil se constitui das massas musculares que recobrem a região pélvica, obtido pela separação do lombo na altura da articulação lombo-sacral, massas musculares aderidas ao osso ilíaco, fêmur, tíbia, fíbula e tarso (ABIPECS, 2013).

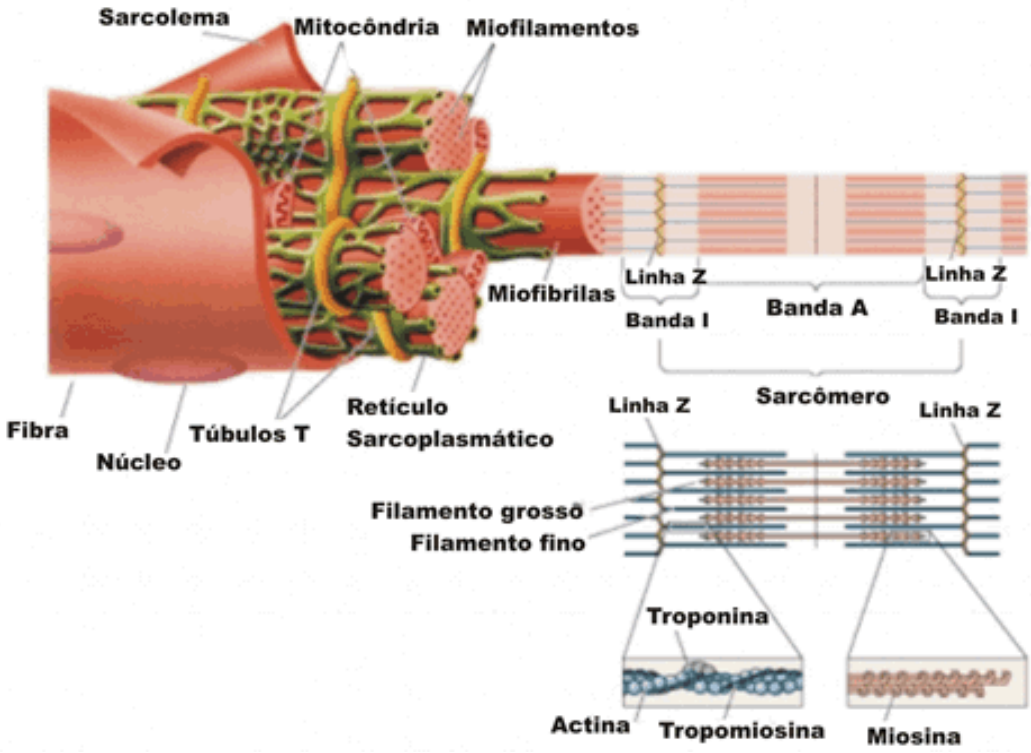
3.2 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE

3.2.1 Bioquímica das contrações musculares

A carne suína é uma carne vermelha composta por tecido muscular e tecidos anexos, principalmente de diversos tipos de tecido conjuntivo e em pequena proporção de tecido epitelial e nervoso. A fibra muscular constitui a unidade estrutural do tecido muscular (75% a 92% de seu volume total) (MAGNONI & PIMENTEL, 2007).

As fibras musculares são multinucleadas e os núcleos estão localizados na região periférica da fibra, abaixo da membrana plasmática. O sarcoplasma (citoplasma das células musculares) possui um citoesqueleto altamente desenvolvido, constituído principalmente por miofibrilas que se estendem por todo o comprimento da fibra (SILVA; CARVALHO, 2007; LAGE et al., 2009; MAGNONI & PIMENTEL, 2007). As miofibrilas são estruturas cilíndricas, com diâmetro médio que varia de 10 a 100 µm e comprimento de até 10 cm. O arranjo ordenado das miofibrilas é responsável pelas estriações transversais, decorrentes da organização das proteínas contráteis em unidades idênticas: os sarcômeros. Os sarcômeros, constituem a unidade contrátil fundamental da fibra muscular e são definidos como os segmentos entre duas linhas Z sucessivas, compostos principalmente das proteínas: actina, miosina, troponina e tropomiosina (HOPKINS & THOMPSON, 2002; SILVA & CARVALHO, 2007). Na Figura 3 é possível observar a estrutura das fibras musculares.

Figura 3: Organização da fibra muscular.



Fonte:http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Histologia/epitelio22.php

No músculo em relaxamento, há presença de ATP e íons Mg^{2+} no sarcoplasma, e os íons Ca^{2+} estão retidos no retículo sarcoplasmático, nesta condição ocorre facilmente o deslizamento dos filamentos de actina ao longo da miosina se houver ação de uma força externa. Quando houver um estímulo nervoso, o retículo sarcoplasmático cede Ca^{2+} e manifesta-se a atividade ATPásica da miosina (em presença de ATP e Mg^{2+}). A hidrólise de ATP libera energia (cerca de 10 Kcal/mol) e a contração muscular resulta na interação momentânea entre miosina e actina. Quando o retículo sarcoplasmático recupera o Ca^{2+}, acaba a contração com a condição fundamental de que fiquem ATP e íons Mg^{2+} disponíveis nos níveis iniciais (PARDI et al., 1993; FURLONG, 2000; HOPKINS & THOMPSON, 2002; RÜBENSAM, 2001). A contração muscular é acompanhada pelo aparecimento de creatina e formação de ácido láctico, que desaparece após o repouso (recuperação aeróbica).

Como a única fonte de energia para a atividade muscular é representada pelo ATP, que por dissociação de uma molécula de ácido fosfórico, transforma-se em ADP + P com liberação de calorias, é necessário que o ATP seja regenerado para

retornar ao processo, o que pode ocorrer por três mecanismos: por ação das enzimas fosfocreatina quinase e adenilato quinase, que se realizam imediatamente após o estímulo nervoso que desencadeia a contração e através da glicólise anaeróbica que só ocorre quando o suprimento de O_2 pelo sangue não é suficiente (FURLONG, 2000; TERRA, 1998; RÜBENSAM, 2001).

3.2.2 Conversão do músculo em carne

O processo de conversão do músculo em carne é complexo e envolve uma série de alterações no metabolismo celular, bem como na estrutura proteica, que se caracterizam principalmente pelo aumento da concentração de Ca^{2+} no sarcoplasma, esgotamento das reservas de ATP, redução do pH e *rigor mortis*. Muitas das mudanças que ocorrem durante a conversão do músculo em carne são resultado da tentativa de manutenção das condições vitais.

Com a interrupção da circulação sanguínea, cessa o aporte de oxigênio ao músculo e se produzem condições anaeróbias na célula muscular. Os fosfatos presentes, ricos em energia (fosfocreatina, ATP e ADP) são degradados e a única via provedora de energia é a glicólise, cuja velocidade depende do pH, da temperatura e da concentração de glicogênio. O ácido láctico assim formado vai acumulando no músculo, o que faz o pH diminuir de aproximadamente 6,5 - 6,7 para valores inferiores a 5,8 (FENNEMA,1993; FERNANDEZ et al., 2009; TERRA, 1998; FILHO et al., 2005).

O músculo imediatamente após o sacrifício é macio, flexível e seco. Este estágio é denominado por alguns autores como *pré-rigor* e se caracteriza bioquimicamente pela queda nos níveis de ATP e creatina fosfato e pela glicólise ativa (FENNEMA, 1993; FURLONG, 2000).

A flexibilidade do músculo se perde rapidamente com o desaparecimento do ATP. A actina e miosina se unem irreversivelmente formando a actomiosina e fazendo surgir a rigidez característica do músculo em *rigor mortis* (rigidez cadavérica) tornando o músculo duro e úmido. A queda do pH causada pela produção de ácido láctico e a formação de ligações entre a actina e a miosina trazem, em consequência, modificações das cargas elétricas e das características

das proteínas musculares (PARDI et al., 1993; HOPKINS e THOMPSON, 2002; TERRA, 1998). Embora a ligação de actomiosina formada durante o desenvolvimento do *rigor mortis* seja igual àquela originada durante a contração muscular, o *rigor mortis* pode ser considerado uma contração muscular irreversível, encurtando-se os músculos à medida que se formam ligações permanentes e, como resultado, aparece a tensão interior do músculo para sua rigidez. Se não houvesse a condição desfavorável causada por um pH baixo, pela degradação das proteínas, peptídeos e aminoácidos e pelo acúmulo de metabólitos derivados do processo glicolítico, o músculo seria alvo rapidamente do desenvolvimento de bactérias deteriorantes (PARDI et al., 1994; FILHO et al., 2005).

A falta de ATP produz um efeito extremamente importante para a qualidade da carne porque faz parar o sistema enzimático de regulação de Ca^{++} fazendo com que este íon não possa ser removido para o retículo sarcoplasmático. Uma vez que a remoção do cálcio do sarcoplasma para o retículo sarcoplasmático requer um gasto maior de ATP em relação à repolarização do sarcolema e túbulos T (Na^{+} e K^{+}), o metabolismo *post mortem* da célula muscular é praticamente regulado pelo cálcio. A concentração de íons Ca^{++} no sarcoplasma portanto, interfere na interação das proteínas contráteis, no metabolismo proteico, e na glicogenólise (RÜBENSAM, 2001; FURLONG, 2000).

A velocidade de queda do pH, bem como o valor final atingido, são especialmente determinantes da capacidade de retenção de água e qualidade da carne (FENNEMA, 1993; FELICIO, 1997; RÜBENSAM, 2001). Em animais bem alimentados e descansados, os níveis iniciais de glicogênio, ATP e creatina-fosfato são elevados, o que leva a um longo período antes do desenvolvimento do *rigor mortis*, produzindo uma carne de boa qualidade e de baixo pH (FURLONG, 2000; TERRA, 1998; FELICIO, 1997).

No músculo de suíno, o *rigor mortis* se desenvolve entre 4 e18 horas após o abate, contudo, o tempo de instalação do *rigor mortis* é antecipado se o animal passa por situações de estresse pré-abate e por temperatura ambiente alta e é retardado em temperaturas baixas ou pelo resfriamento em câmaras frigoríficas (FENNEMA, 1993; FILHO et al., 2005; FELICIO, 1997).

Com o desaparecimento do *rigor mortis* (estágio de *pós-rigor*) a capacidade de retenção de água pode aumentar, o que é atribuído ao aumento da pressão

osmótica dentro das fibras, ou alteração na carga elétrica das moléculas de proteínas (FURLONG, 2000).

Após o *rigor mortis*, a carne tende a um amaciamento gradual. Três sistemas proteolíticos presentes no músculo são atribuídos como aqueles que podem desempenhar um papel importante na proteólise *post-mortem* e amaciamento: o sistema de calpaínas, catepsinas lisossomais e o complexo de proteinase multicatalítica (MCP). Existem várias teorias (enzimática ou não enzimática) explicando o processo de amaciamento, sendo a teoria de amaciamento das calpaínas reconhecido como o mais provável. Durante o amaciamento, as principais estruturas do citoesqueleto assim como as proteínas miofibrilares são degradadas. A carne torna-se macia e o processo de amaciamento é acompanhada por alterações na ultraestrutura (degradação da linha Z e bandas I) (KOOHMARIAE et al., 2002; NOWAK, 2011).

3.3 QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

A qualidade da carne pode ser considerada como uma medida das características desejadas e valorizadas pelo consumidor, sendo assim, além dos aspectos sensoriais e tecnológicos, considerações éticas tanto dos sistemas de produção quando do impacto que estes causam no meio ambiente são incorporados para definir de uma forma mais ampla o conceito de qualidade da carne suína (OLIVEIRA, 2006; BRIDI et al., 2003; GRUNERT et al., 2004).

Conforme Andersen (2000), o conceito global de qualidade de carne deve envolver as características sensoriais, nutricionais, tecnológicas, higiênicas e éticas, conforme exemplificadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Grupos de Características de qualidade de carne de suínos.

Grupos	Atributos Individuais
Qualidade sensorial	Aparência
	Sabor
	Textura
	Suculência
Qualidade nutricional	Composição proteica
	Composição lipídica
	Vitaminas
	Minerais
	Digestibilidade
Qualidade tecnológica	Capacidade de retenção de água
	Valor de pH
	Status da proteína (grau de desnaturação)
	Conteúdo de tecido conectivo
	Status anti-oxidativo
Qualidade higiênica	Micro-organismos
	Resíduos
	Contaminantes
Qualidade ética	Manejo de produção
	Religião
	Bem estar

Fonte: Andersen, 2000.

Grande parte da carne suína fresca é destinada às indústrias de processamento (pernil, paleta, sobrepaleta, barriga) e uma pequena parte é comercializada diretamente ao consumidor final (costela, filé, carré, lombo). Isto mostra o quão relevante é o aspecto da qualidade tecnológica da carne, para processamento industrial.

3.3.1 Parâmetros da Qualidade da Carne

Estudos apontam que a seleção de suínos para a produção de carcaças magras provocou um efeito negativo sobre a qualidade da carne e além dos fatores fisiológicos, as condições à que os animais são submetidos antes do abate podem

ocasionar o desenvolvimento de alterações na qualidade da carne suína (RÜBENSAM, 2001; FAO, 2001; FELICIO, 1997; MAGANHINI et al., 2007).

As alterações de qualidade da carne são referidas como carnes PSE (sigla inglesa para *Pale, Soft and Exudative*) que significa pálida, macia e exudativa, RSE (sigla para *Reddish Pink, Soft and Exudative*) que significa coloração normal (rosa avermelhado), macia e exudativa e DFD (sigla para *Dark, Firm and Dry*) que significa escura, firme e seca, todas estas ficando fora do referencial de carne ideal e desejável, identificada como RFN (sigla para *Reddish Pink, Firm and Non-Exudative*) que significa cor rosa avermelhado, firme e não exudativa (RÜBENSAM, 2001; FAO, 2001; MAGANHINI et al., 2007).

O desenvolvimento das condições PSE e DFD pode ser observado acompanhando-se os parâmetros de perfil de pH, cor e capacidade de retenção de água, por este motivo, a determinação destes parâmetros é de fundamental importância para avaliar a qualidade da carne suína (JOO et al., 2000a,b; BATISTA et al., 2010; MAGANHINI et al., 2007).

3.3.1.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é uma das características mais importantes referente à qualidade das carnes. Pesquisas relataram a existência de uma forte associação entre o pH mensurado na linha de abate e as características qualitativas de carcaças suínas como a capacidade de retenção de água, cor, maciez, suculência e sabor - propriedades associadas à solubilidade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas (RÜBENSAM, 2001; FILHO et al., 2005; MAGANHINI et al., 2007; BERTOLONI, et al. 2006; BATISTA et al., 2010).

A extensão e velocidade de declínio do pH após o abate dos animais irão depender da natureza e condição do músculo no momento preciso em que cessa a circulação sanguínea. Uma diminuição normal do pH durante o *rigor mortis*, pode ser impedida se o glicogênio for consumido pela fadiga, inanição ou por condições de estresse do animal antes do abate (RÜBENSAM, 2001; FAO, 2001; FELICIO, 1997).

Conforme descrito no item 3.2.2 - Conversão do Músculo em Carne - a diminuição do pH está relacionada com a produção de lactato, porém, paralelamente

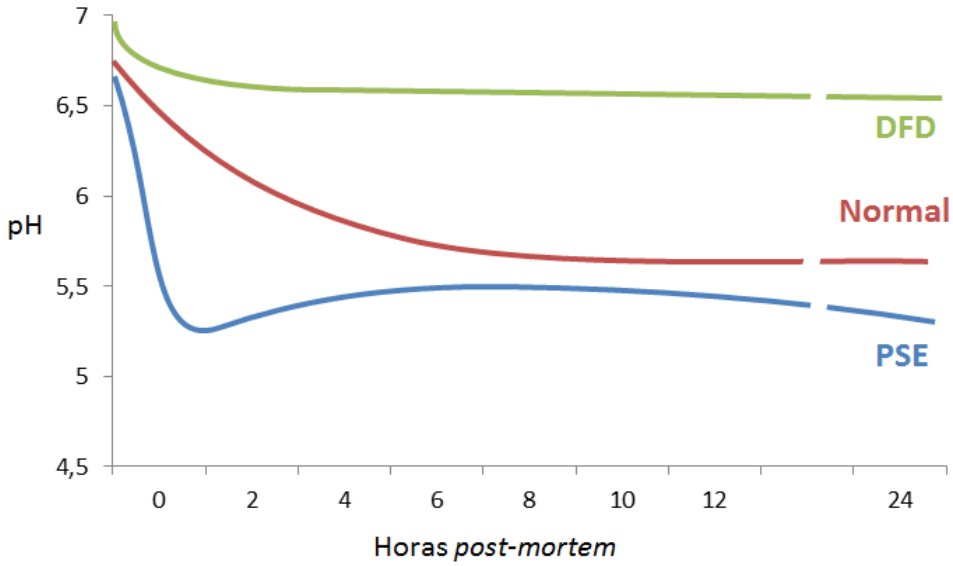
são gerados íons H^+ pela hidrólise de ATP, contribuindo significativamente para a acidificação da carne após o abate (RÜBENSAM, 2001).

Nos mamíferos em geral, o valor de pH no músculo um dia após o abate se estabelece em torno de 5,4-5,5. No suíno em 24 horas *post mortem*, o pH final tende a ser um pouco mais elevado, em torno de 5,8 ou menos. Entretanto, em algumas carcaças o processo de acidificação muscular pode se completar em menos de uma hora ou em até 15 minutos após a sangria, com consequente prejuízo da qualidade da carne (RÜBENSAM, 2001; FILHO et al., 2005).

À medida que o valor do pH da carne diminui, as enzimas responsáveis pela glicólise são progressivamente desnaturadas até atingir valores de pH entre 5,5 e 5,8, próximo do ponto isoelétrico da maior parte das proteínas da carne (RÜBENSAM, 2001).

A Figura 3 demonstra o comportamento ilustrativo da queda normal do pH frente ao pH indicativo do desenvolvimento das condições DFD e PSE (FAO, 2001; SARCINELLI et al., 2007; FERNANDEZ, 2009). O pH da carcaça suína é comumente medido nos músculos de lombo ou pernil.

Figura 4: Curvas do comportamento de queda do pH da carne *post-mortem,* em carne suína.



O pH inicial (até 1 hora após o abate) é muito utilizado como indicador da velocidade de glicólise *post mortem* e, consequentemente, da qualidade final da

carne e tem sido relacionado à cor, avaliada 24 h após o abate e à capacidade de retenção de água. Em geral, as características de pH, cor e capacidade de retenção de água estão bem associadas quando o pH inicial é baixo (típico de carnes PSE), porém em valores de pH em torno de 6,0, a correlação entre estas características não é tão boa. O pH final da carne suína, em geral, apresenta coeficientes de correlação muito altos com a cor, avaliada no mesmo momento (20 a 24 h *post mortem*) enquanto sua relação com a capacidade de retenção de água não é muito consistente uma vez que o pH final sofre pouca variação em relação ao pH inicial (RÜBENSAM, 2001).

3.3.1.2 Capacidade de retenção de água

O músculo contém aproximadamente 75 % de água e outros componentes como: proteína (20%), lipídios (5%), carboidratos (1%) e vitaminas e minerais (1%). A maior parte da água no músculo esta localizada dentro da estrutura do próprio músculo e das células musculares (HUFF-LONERGAN, 2005a, 2005b).

A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração, prensagem, centrifugação (SARCINELLI et al., 2007).

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade importante da carne fresca, uma vez que afeta tanto o rendimento quanto a qualidade do produto final. Em produtos frescos, esta característica é frequentemente descrita como perda de água por gotejamento (*drip loss)* ou exsudado e o mecanismo pelo qual a água é perdida é influenciado pelo pH do músculo e pelo espaço existente nas células miofibrilares para a permanência de água (HUFF-LONERGAN, 2005b).

Os eventos que iniciam com o *post mortem,* incluindo a taxa e extensão da queda do pH, a proteólise e oxidação de proteínas, influenciam diretamente a capacidade de reter agua, pois grande parte da água no músculo está retida nas estruturas das células, incluindo os espaços intra e extra-miofibrilares, assim sendo, as principais alterações na arquitetura da célula intracelular influencia a capacidade das células musculares de reter água (HUFF-LONERGAN, 2005a; ROQUE-SPECHT et al. 2009; RÜBENSAM, 2001). Com a instalação do rigor, o espaço para a água

nas miofibrilas é reduzido e o líquido pode ser forçado para os espaços extra-miofibrilares, onde é mais facilmente perdido por gotejamento (HUFF-LONERGAN, 2005a).

Inúmeros fatores podem afetar a taxa e a quantidade de gotejamento ou de exsudado que é liberado, estes fatores podem incluir o processamento, como a quantidade e orientação dos cortes com respeito ao eixo da célula muscular, a taxa de declínio da temperatura após o abate e durante o armazenamento. Também é de extrema importância o estado metabólico do animal vivo no momento do abate (HUFF-LONERGAN, 2005b; RÜBENSAM, 2001).

Conforme Peres et al. (2011), a perda de água por gotejamento é a única técnica já estabelecida para classificar as carnes como PSE ou DFD.

3.3.1.3 Desenvolvimento de carnes PSE e DFD

Uma das causas do desenvolvimento de carnes PSE (pálida, macia e exudativa) é o estresse dos animais imediatamente antes do abate, que desencadeia a redução do pH *post mortem* muito rapidamente, enquanto a temperatura da carcaça ainda é elevada, ocorrendo desnaturação parcial das proteínas sarcoplasmáticas (proteínas do citoplasma das células musculares) e miofibrilares, ocasionando uma diminuição da capacidade de retenção de água da carne, com isto ocorre um aumento na dispersão da luz, resultando em uma aparência pálida, característica de PSE (BATISTA et al., 2010; MAGANHINI et al., 2007).

O desenvolvimento de PSE representa o problema mais sério para a indústria, pois são carnes que possuem baixa capacidade de retenção de água, com perda excessiva de exsudato, textura caracterizada por uma extrema flacidez e pela cor pálida (RÜBENSAM, 2001; FAO, 2001; MAGANHINI et al., 2007).

O desenvolvimento da carne DFD (escura, firme e seca) também está relacionado com o manejo pré-abate, porém decorre de um estresse que perdurou por várias horas antes do abate, causados por exercícios físicos, transporte, movimentação, jejum prolongado, o contato com suínos estranhos ao seu ambiente,

que acarretam o consumo das reservas de glicogênio, levando à lentidão da glicólise com relativa diminuição da formação de ácido lático muscular. O pH reduz ligeiramente nas primeiras horas e depois se estabiliza, permanecendo em geral em níveis superiores a 6,0. Em decorrência do pH alto, as proteínas musculares conservam uma grande capacidade para reter água no interior das células e, como consequência, a superfície de corte do músculo permanece pegajosa e escura e as condições são favoráveis ao desenvolvimento de micro-organismos, reduzindo a vida útil da carne (MAGANHINI et al., 2007; FAO, 2001; SARCINELLI et al., 2007).

3.3.1.4 Cor e marmoreio de gordura

Grunert et al. (2004) estudando a forma e relações que levam o consumidor a perceberem a qualidade da carne, observaram uma relação muito forte entre a aparência visual e qualidade esperada. A qualidade do produto percebida pelos consumidores foi, em grande parte, inferida a partir dos sinais intrínsecos de cor, quantidade de gordura, marmoreio da gordura e exsudado da carne. O consumidor considera a cor clara na carne suína como indesejável (BATISTA et al., 2010).

A cor da carne é determinada pela proporção relativa de três formas de mioglobina: Mioglobina reduzida (Mb), também chamada de Desoximioglobina (dMb), de coloração púrpura, Oximioglobina (O_2Mb) de coloração vermelho brilhante e Metamioglobina (MetMb) de coloração marrom (ZHU & BREWER, 2003; SABADINI, et al. 2001; TERRA, 1998; ABIPECS, 2013).

Os estados Oximioglobina e Desoximioglobina são temporários e mudam de um para o outro conforme a presença ou ausência de oxigênio. A taxa relativa de oxidação de mioglobina e redução de metamioglobina influencia no acúmulo desta última e mudança na cor da carne, tornando-a com coloração pálida (TERRA, 1998; ZHU & BREWER, 2003; ALLEN, 2009; ABIPECS, 2013).

As reações que desencadeiam as diferentes formas da Mioglobina são diretamente influenciados pelo pH e pela temperatura. Com temperaturas acima de 55°C ocorre um aumento significativo na desnaturação de metamioglobina. Temperaturas entre 25-55°C por si só não desnaturam a metamioglobina, porém se

houver um pH desfavorável, a desnaturação vai ocorrer (ALLEN, 2009; ZHU & BREWER, 2002).

A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada, possuindo uma pequena camada de gordura branca. A quantidade de mioglobina existente nos músculos varia de acordo com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física exercida pelo animal. (SARCINELLI et al., 2007; BATISTA et al., 2010).

A oxidação da mioglobina (metamioglobina) é responsável pela cor amarronzada, que apesar de não ser interessante do ponto de vista sensorial, não significa necessariamente carne imprópria para consumo.

A análise da cor associada com o pH pode indicar se ocorreu alguma anomalia na carne como PSE, DFD ou carne ácida.

O marmoreio está relacionado com as características sensoriais da carne, que podem ser percebidas pelo consumidor. Isso porque garantem a sensação de suculência da carne durante a mastigação (SARCINELLI et al., 2007).

A avaliação do marmoreio, ou seja, da gordura intramuscular, é uma medida muito utilizada para estimar a qualidade da carne, pois a taxa de marmoreio tem alta correlação com a maciez e o sabor da carne (BRIDI, 2002).

Conforme o local de deposição de gordura na carcaça, esta se classifica em: gordura externa (subcutânea), interna (envolta em órgão e vísceras), intermuscular (ao redor dos músculos) e intramuscular (entremeada às fibras musculares). Essa gordura entremeada, que não pode ser separada da carne, é o que chamamos de marmoreio. Vários fatores influenciam o grau de marmoreio da carne: idade, sexo, raça, alimentação, sendo que animais mais velhos e mais pesados tendem a apresentar maior grau de marmoreio.

3.4 RENDIMENTO DE CARCAÇA

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), carcaça é o suíno morto, despojado de vísceras, inclusive rins e gordura dos rins, cerdas e

unhas, permanecendo a cabeça, extremidade dos membros, couro e cauda (BRIDI & SILVA, 2009).

As características da carcaça são muito importantes na indústria suinícola, principalmente àquelas relacionadas ao maior rendimento de carne e menor deposição de gordura (BARBOSA et al., 2005; GINÉ et al., 2004).

A classificação (agrupamento em classes de semelhantes) e tipificação (diferenciação de classes em tipos hierarquizados) das carcaças são importantes para organizar e facilitar o sistema de compra e venda (comercialização do produto), além de auxiliar na padronização dos produtos visto que através da classificação e da tipificação se pode definir o valor de determinada carcaça, forçando toda a cadeia produtiva a adaptar-se para produzir uma carcaça que irá resultar numa melhor remuneração (BRIDI, 2002; GUIDONI, 2001). As indústrias suinícolas estão procurando abater animais mais pesados, buscando reduzir custos e aumentar a escala de produção. A evolução genética experimentada pela maioria das linhagens comerciais, disponíveis hoje no mercado, pode contribuir para que os animais sejam abatidos mais jovens e com maior peso (DUTRA et al., 2001; MAPA, 2012; PORTO et al., 2007).

A qualidade da carcaça de um animal é determinada principalmente pelo seu rendimento de carne, gordura e osso. Essas avaliações podem ser realizadas por separação física dos tecidos (dissecação), ou seu equivalente do ponto de vista comercial (desossa e elaboração dos cortes cárneos). As carcaças também diferem quanto à qualidade visual (cor, textura e firmeza), seus atributos organolépticos (maciez, sabor e suculência) e tecnológicos (cor, capacidade de retenção de água e pH). Como não é possível analisar estas características de qualidade da carcaça e da carne na rotina da indústria frigorífica, a classificação da carcaça tenta de forma indireta estimar esta qualidade (BRIDI, 2002; GINÉ et al., 2004).

O rendimento de carne na carcaça depende do seu conteúdo de músculo esquelético e de sua relação com a ossatura e a gordura. De acordo com as curvas de crescimento alométrico (em que as partes do corpo não crescem à mesma taxa), o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura e finalmente o tecido adiposo. Desta maneira, a proporção de músculo na carcaça aumenta com o incremento de peso do animal durante o período antes do acúmulo rápido de gordura, no entanto, à medida que se aumenta o peso de abate dos animais, reduz-

se a eficiência no ganho proteico, em função da queda na taxa de deposição diária de proteína na carcaça na fase de terminação (BRIDI, 2002; PORTO et al., 2007).

Assim, os fatores que interferem no crescimento e no desenvolvimento dos animais como o genótipo, o sexo, o estado hormonal (uso de anabólicos), nutrição e ambiente (clima, manejo e instalações) interferem também no rendimento de carne na carcaça e irá alterar as proporções dos componentes da carcaça (BRIDI, 2002; GINÉ et al., 2004).

Neste sentido, aumentar a quantidade de carne na carcaça de suíno é objetivo não somente da indústria como também do produtor de suínos, pois melhora a rentabilidade e diminui os custos de produção, diluindo os custos fixos da indústria (BARBOSA et al., 2005; GINÉ et al., 2004; DUTRA et al., 2001).

São considerados indicadores da composição quantitativa, geralmente utilizados individualmente ou combinados, em índices ou equações, as medidas ou avaliações seguintes: peso da carcaça; avaliação subjetiva da conformação (relação carne/osso), onde carne equivale à soma de músculo e gordura ou da musculosidade (relação músculo/osso); avaliação subjetiva do acabamento ou cobertura da carcaça, atribuindo escores segundo uma escala pré-definida; medida de espessura de gordura que recobre a carcaça em pontos específicos; medida da área de olho de lombo, seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* (BRIDI, 2002).

3.5 ADITIVOS MODIFICADORES DO METABOLISMO ANIMAL

Os aditivos modificadores do metabolismo animal agem alterando as taxas de deposição proteica, modificando a proporção da proteína em relação à gordura, alterando o perfil de ácidos graxos na carne ou alterando o metabolismo *post mortem*. Alguns modificadores metabólicos são compostos por vitaminas, metabólitos vitamínicos e compostos semelhantes à vitamina, que fornecem benefícios adicionais à carcaça quando adicionados além das exigências dos animais (HEO et al., 2000).Também têm sido utilizados como aditivos modificadores do metabolismo animal, os agonistas beta-adrenérgicos, com destaque para a ractopamina. Este aditivo redireciona os nutrientes para o anabolismo proteico em

detrimento do lipídico, contribuindo para melhorar as características da carcaça (SCHINCKEL et al., 2003).

3.5.1 Ractopamina (RAC)

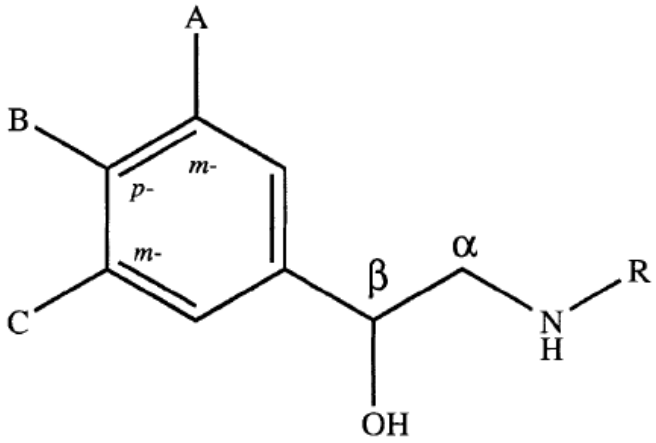
A ractopamina foi aprovada para uso no Brasil em 1996 e desde então seu efeito vem sendo amplamente estudado e seu uso disseminado para melhorar a qualidade da carne suína, especificamente a redução do conteúdo lipídico da carcaça (SANCHES, 2009).

Estudos apontam que animais tratados com ractopamina apresentam melhora em torno de 12% na conversão alimentar, o que proporciona também aumento no ganho de peso diário, bem como aumento no peso final (MARINHO et al., 2007, SANCHES, 2009). Xiao et al. (1999) observaram peso final 3,5 Kg superior em animais tratados com 20 ppm de ractopamina frente ao tratamento sem ractopamina. Na prática, este ganho representa maior peso de carcaça na plataforma com o mesmo tempo de alojamento, ou possibilidade de antecipar em pelo menos 5 dias o período de abate dos animais tratados com ractopamina. De forma geral, o tempo de alojamento (fase terminação) é de 115 dias, podendo ser antecipado para 110 dias para os animais tratados com ractopamina.

A ractopamina é uma substância sintética usada como aditivo em alimentação animal para favorecer o crescimento muscular em espécies de animais aprovadas como alimento (suínos, gado e para uma extensão limitada de perus) (CODEX-JECFA, 2012).

A ractopamina (RAC) é classificada como um agonista beta-adrenérgico do grupo das fenetanolaminas, com estrutura análoga às catecolaminas constituída em sua estrutura por um anel aromático substituível, uma cadeia lateral com o grupo etanolamina e um nitrogênio alifático (Figura 5) (SMITH, 1998; MILLS et al., 2003).

Figura 5: Estrutura geral das fenetanolaminas beta-adrenérgico agonistas e modelos comuns de substituição dos anéis aromáticos presentes nos beta-agonistas.



Substituição no anel benzênico			*Categoria*	*Agonista β-adrenérgico*
A	B	C		
-H	-OH	-H	Fenol	Ractopamina, Ritodrina
-OH	-H	-OH	Resorcinol	Fenoterol, Terbutalina
-OH	-OH	-H	Catecol	Isoproterenol, Dobutamina
$-CH_2OH$	-OH	-H	Saligenina	Salbutamol, Salmeterol

Notas: Os rótulos no anel aromático de m- e p-, indica meta- e para- posições, respectivamente, em relação ao carbono beta.

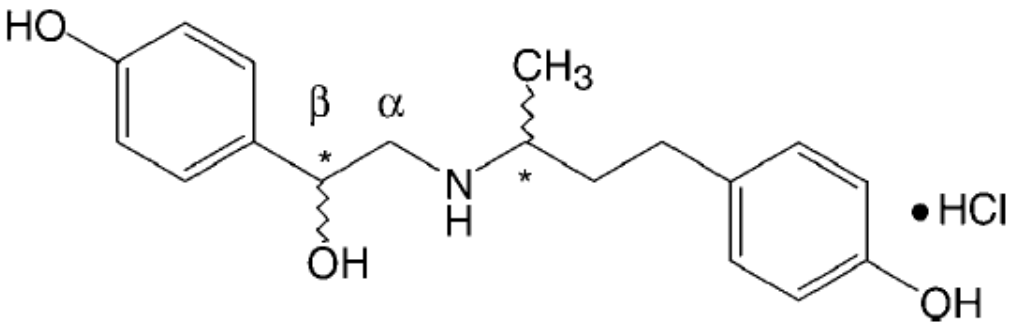
Para um beta-agonista ter atividade biológica, deve haver um anel aromático com seis membros substituíveis, grupo hidroxila ligado ao carbono β na configuração R e nitrogênio positivamente carregado na cadeia etilamina, e plenamente substituível no nitrogênio alifático para conferir especificidade para o beta-receptor. Estes elementos são comuns a todas fenetanolaminas beta-agonistas e, com exceção do grupo do nitrogênio alifático, são também comum a neurotransmissores adrenérgicos naturais epinefrina e norepinefrina (RICKE et al., 1999; RUFFOLO, 1991; SMITH, 1998).

As atribuições primárias das ações dos agonistas beta-adrenérgicos são conferidas ao anel aromático, enquanto à cadeia lateral é imputada a seletividade. A atividade biológica de um agonista beta-adrenérgico é dependente do anel

aromático com, pelo menos, uma substituição nas posições em A/B e/ou C indicadas na Figura 5 (SMITH, 1998).

A ractopamina por ser constituída por dois centros quirais (Figura 6) pode ser encontrada na forma quatro estereoisômeros. Estereoisômeros são isômeros que diferem entre si apenas pelo arranjo de sua estrutura, ou seja, os radicais ligantes aos carbonos quirais são exatamente iguais em todos os isômeros. A nomenclatura utilizada para diferenciar estereoisômeros é S e R, e é observada seguindo os seguintes passos: 1º - numerar os ligantes ao carbono quiral na ordem de número atômico, sendo 1 o maior e 4 o menor (caso haja 2 elementos iguais como ligantes, observar o elemento subsequente), 2º - observar a estrutura com o elemento 4 (de menor número atômico) em segundo plano (mais afastado), 3º - observar a ordem crescente de número atômico e se esta ocorrer em sentido horário, a denominação é R e se ocorrer em sentido anti-horário, a denominação é S (ESALQ, 2013; INFOESCOLA, 2010). Como exemplo, a Figura 6 representa o estereoisômero SS. A preparação comercial da Ractopamina é uma mistura equimolar dos quatro estereoisômero: RR, RS, SR, SS (MILLS et al., 2003a; RICKE et al., 1999).

Figura 6: Estrutura da Ractopamina-HCl.



Notas: Os carbonos quirais estão marcados com asterisco*. A substituição do grupo hidroxil do carbono β pelo nitrogênio alifático é comum nas catecolaminas naturais.

3.5.1.1 Efeito da Ractopamina sobre o tecido muscular, adiposo e sobre a qualidade da carne

Um dos efeitos mais conhecidos da ractopamina em suínos é o incremento da musculatura esquelética pela hipertrofia das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992). Este efeito está relacionado à maior síntese de proteína e/ou diminuição da degradação proteica. Em contrapartida, estudos demonstraram que as atividades de enzimas associadas com a degradação proteica, catepsina e proteases dependentes de cálcio, não são alteradas quando suínos são suplementados com ractopamina (BEERMANN, 2002).

É um efeito bastante conhecido o fato de que, no final da engorda, os animais tendem a aumentar a gordura da carcaça com uma diminuição simultânea da capacidade de acumular proteína. Com restrições de alimentação planejadas, se pode obter uma resposta compensatória durante a fase final de engorda, ou seja, se pode trabalhar para prolongar, de forma natural, o rápido crescimento dos suínos até o abate (WEREMKO et al., 2013).

A ractopamina tem efeito na diminuição da deposição de gordura na carcaça e esta eficiência na redução do tecido adiposo do animal esta mais relacionada ao bloqueio da lipogênese do que da capacidade de estimular a lipólise (MILLS et al., 2003b).

Em geral, a inclusão de ractopamina na dieta de suínos castrados cirurgicamente e fêmeas resulta num maior crescimento para o mesmo consumo de ração (LANFERDINI, et al., 2013), no entanto, quando se relaciona o desempenho de machos inteiros e castrados cirurgicamente, observa-se que a ractopamina aumenta o ganho de peso em castrados cirurgicamente, mas não na totalidade em machos inteiros, o que também pode indicar que o desempenho em crescimento de suínos imunocastrados pode não ser influenciado pela adição de ractopamina na fase de terminação (LANFERDINI, et al., 2013).

Os efeitos da ractopamina sobre a qualidade da carne suína são controversos, pois alguns trabalhos indicam que não há impacto significativo na cor, marmorização, firmeza e valores de pH final (AALHUS et al., 1990; KUTZLER et al.,

2011) e outros indicam efeito da ractopamina sobre a cor da carne (HINSON et al., 2011), que é atribuído a mudanças na composição das fibras musculares (ROSSI, 2010).

3.5.1.2 Efeitos adversos do uso de Ractopamina

São controversos os resultados para efeitos do uso de Ractopamina, pois 27 países no mundo, como Estados Unidos, Japão, Canadá e Hong Kong, que defendem o uso de ractopamina, afirmam que não há estudos clínicos que comprovem danos à saúde do consumidor final, tanto que foram publicados no *Codex Alimentarius*, em julho de 2013, os limites seguros de ractopamina residual em carnes, em contrapartida, os países que não aprovam o uso do aditivo - União Européia, Rússia e China - questionam não haver estudos clínicos que comprovem que não há efeitos nocivos sobre a saúde (CODEX-JECFA, 2013; EFSA, 2009).

Segundo a EFSA – autoridade Européia de Segurança Alimentar – o efeito metabólico da ractopamina é similar em porcos, gado bovino, animais de laboratório e seres humanos: é um estimulante cardíaco, com efeito de restringir os vasos sanguíneos e acelerar o coração (ESFA, 2009).

Ractopamina foi originalmente utilizada como tocolíticos (suprimir contrações uterinas em partos prematuros), broncodilatadores e tônicos cardíacos em medicina humana e veterinária (LU et al., 2012), resíduos desta droga acumulado nos tecidos animais poderia representar um risco para a saúde do consumidor, como tremores musculares, vômitos, nervosismo e palpitações cardíacas (BOLERA et al, 2012; YANG et al., 2014; HALSEY et al, 2011).

Poletto et al. (2010) estudando os efeitos da administração de 5 a 10 ppm de ractopamina em suínos na concentração de aminas cerebrais, neurotransmissores essenciais para controlar a agressividade, em suínos em terminação avaliando também sexo e posição social, observou que que fêmeas em terminação, e também machos castrados dominantes, são mais agressivos quando alimentados com RAC.

Em estudo publicado pela EFSA (2009), Marchant-Forde et al. (2003) estudando os efeitos da administração de 10 ppm de ractopamina em suínos ao longo de um período de quatro semanas, descobriram que os suínos tiveram

batimentos cardíacos mais altos, maior quantidade de catecolaminas (substâncias produzidas durante os períodos de stress e agitação) no sangue e eram mais difíceis de manusear do que o grupo de animais controle.

ESFA descreve em documento sobre a segurança do uso Ractopamina, que estudos de mutação em procariontes e eucariontes mostraram que a ractopamina não é mutagênico, mas obtiveram resultados positivos em estudos in vitro (EFSA; 2009).

Estudos publicados pelo JECFA (1993) avaliando a administração de Ractopamina em várias espécies de animais indicam uma absorção rápida após a administração oral. O pico de concentração plasmática e os níveis totais no sangue ocorreram em ratos 0,5-2,0 h após a dosagem. Tanto pico de concentração plasmática quanto os níveis totais no sangue foram semelhantes em machos e fêmeas (doses de 0,5 a 2 mg/Kg de peso corporal), no entanto, utilizando uma dose de 20 mg/Kg de peso corporal, os níveis foram cerca de 2,5 vezes maior em fêmeas do que em machos. O tempo de meia-vida até a eliminação foi de aproximadamente 7 h para os machos e fêmeas. Os machos que receberam 20 mg / kg de peso corporal tinham uma eliminação mais longa meia-vida de aproximadamente 15h (JECFA, 1993).

A excreção de Ractopamina após administração por via oral foi mensurada em suínos alimentados com ração contendo 20 ppm de Ractopamina combinada com a administração de uma dose única de 40 ppm de C14-Ractopamina na alimentação controle, foi de aproximadamente 88% na urina, e 9% nas fezes no período de análise (7 dias). A maior parte da ractopamina radiomarcada (C14) foi excretada nos primeiros três dias (95%), sendo que 85% foi eliminada durante o primeiro dia após a dosagem (JECFA, 1993).

Neste sentido se pode observar que os estudos para avaliar a segurança do uso de Ractopamina foram primeiramente publicados pelo JECFA-CODEX na década de 90 (estudos realizados na década de 80) e indicavam a segurança do aditivo (JECFA, 1993), enquanto os estudos sobre os riscos da administração de Ractopamina iniciaram posteriormente, principalmente após o ano 2000 (ESFA, 2009), sendo que atualmente não há um consenso entre os dois órgãos: WHO e ESFA, sobre a utilização do aditivo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

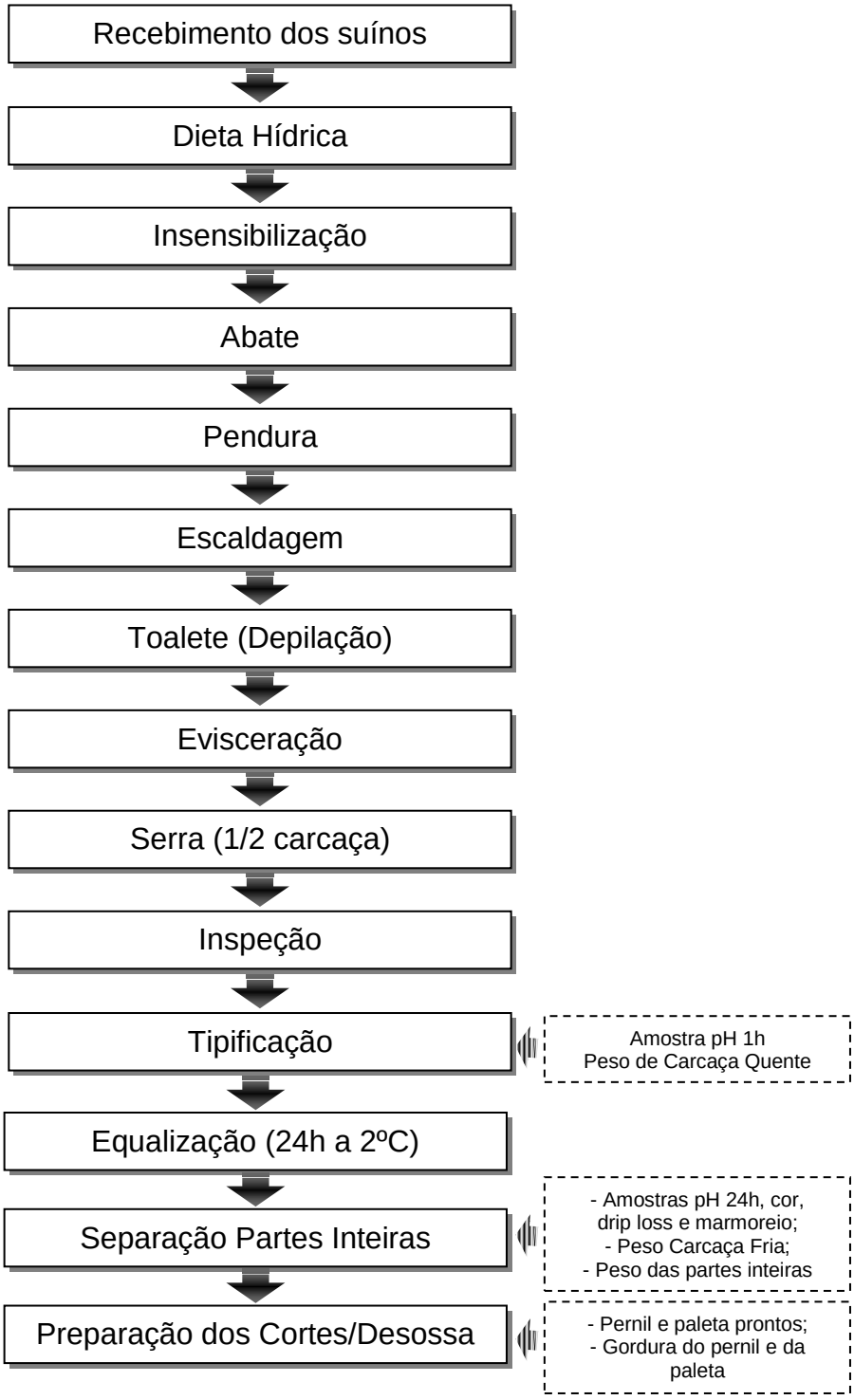
Os experimentos foram conduzidos em um frigorífico abatedouro de suínos localizado na cidade de Chapecó, Santa Catarina.

Foram utilizados suínos machos castrados mestiços das raças Large White, Landrace e Agroceres PIC 337, tratados com diferentes tipos de ração na fase de terminação, sendo chamado de Tratamento 1 para os suínos que receberam Ractopamina na dieta (7,5 ppm por 25 dias) e Tratamento 2 para os suínos que não receberam Ractopamina.

Os animais foram transportados conforme normas de bem estar animal, respeitando-se o espaço mínimo de 0,42 m^2 por animal no veículo (animais de peso vivo inferior à 120 Kg), e acompanhados desde o recebimento no abatedouro. Após a descarga, os animais foram mantidos sob dieta hídrica por 6 horas, tempo após o qual foram conduzidos à linha de abate e insensibilizados via corrente elétrica (equipamento marca Sulmaq, Eletronarcose com 3 pontos de insensibilização) por aproximadamente 5 segundos (400 Volts, 1,4 Amperes). Os animais foram abatidos pelo corte da veia jugular, sendo mantidos na posição horizontal para a sangria e logo após, suspensos pelas patas traseiras em nórea de pendura. As carcaças foram conduzidas posteriormente para as etapas de escaldagem, toalete e evisceração, serradas longitudinalmente em duas partes, tipificadas (Type - GP4 Hennessy Grading System), resfriadas em câmara de equalização de carcaças, com temperatura de aproximadamente 2±2ºC por 24 horas e posteriormente as carcaças foram conduzidas para a etapa de desossa. A sequência das etapas é apresentada no fluxograma da Figura 7.

O peso da carcaça pode ser obtido ao término imediato do abate, definindo-se o peso da carcaça quente, ou após o resfriamento por 24 horas a 2±1ºC, representando o peso da carcaça resfriada. A medida do peso da carcaça quente e resfriada permite estimar o rendimento da carcaça e as perdas ocorridas durante o período de resfriamento (BRIDI & SILVA, 2009).

Figura 7: Fluxograma do processo de abate com indicação dos momentos de coleta de amostras para análise.



Foram realizadas medidas de perda de peso no resfriamento (rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente); rendimento das partes principais inteiras,

componentes da carcaça (pernil, paleta, sobrepaleta, barriga com costela, e carré) sobre a carcaça quente; rendimento de cortes padrão exportação (pernil e paleta).

Em seguida foi medido o pH de amostras de pernil, assim como cor, marmoreio e capacidade de retenção de água (expressa em perda de água por gotejamento) medidos nas amostras de lombo.

As medidas de rendimento e de qualidade foram realizadas em etapas diferentes (com diferentes animais) do abate, pois era necessário realizar as análises físico-químicas e físicas no exato momento do abate e da desossa, não havendo tempo hábil para a preparação dos cortes a partir das mesmas carcaças. Para os testes de rendimento, foram utilizados animais de 115±2 dias de alojamento e para os testes de qualidade, foram utilizados animais de 112 dias de alojamento (Tratamento sem Ractopamina) e 111 dias de alojamento (Tratamento com Ractopamina).

4.1 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A PERDA DE PESO DA CARCAÇA DURANTE O RESFRIAMENTO

A perda de peso durante o resfriamento é um fator de preocupação econômica, e deve ser mensurado de forma que atenda a qualidade de carcaça com o melhor custo-benefício. Este indicador pode ser expresso pela medida do rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente.

No presente estudo, foram utilizadas 50 carcaças (25 de cada tratamento) para os testes de rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente, sendo obtidos os resultados pela pesagem da carcaça quente (PQ): no momento da tipificação e pesagem da carcaça fria (PF): no momento da desossa, 24 horas após o abate. O rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente ($R_{PF/PQ}$) pode ser expresso pela Equação (1), e na Figura 8 é possível visualizar as carcaças no interior da câmara de resfriamento.

$$R_{PF/PQ} = (PF / PQ)*100 \quad (1)$$

Figura 8: Carcaças em câmara de resfriamento.

4.2 RENDIMENTO DAS PARTES COMPONENTES DA CARCAÇA

Para os testes de rendimento das partes principais inteiras (com osso e com pele) da carcaça, foram utilizadas 50 carcaças (25 de cada tratamento).

Os cortes foram obtidos através do fracionamento da carcaça nas partes brutas, sendo elas: pernil, paleta, sobrepaleta, barriga com costela e carré.

Os resultados foram expressos pela relação de peso da parte inteira obtida no momento que antecede a desossa, 24 horas após o abate, pelo peso da carcaça quente (PQ) obtido no momento da tipificação (KUTZLER et al., 2011).

O peso e o rendimento das partes principais foi descrito conforme apresentado nas Equações 2 a 10:

- Peso e Rendimento de Pernil: P_{PER} e R_{PER}

$$R_{PER} = (P_{PER} / PQ)*100 \quad (2)$$

- Peso e Rendimento de Paleta: P_{PAL} e R_{PAL}, que foi subdividido em paleta sem toucinho ($P_{PAL\ S/TOUC}$ e $R_{PAL\ S/TOUC}$) e do toucinho da paleta ($P_{TOUC.\ PAL}$ e $R_{TOUC.\ PAL}$)

$$R_{PAL} = (P_{PAL} / PQ)*100 \quad (3)$$

$$R_{PAL\ S/TOUC} = (P_{PAL\ S/TOUC} / PQ)*100 \quad (4)$$

$$R_{TOUC\ PAL} = (P_{TOUC\ PAL} / PQ)*100 \quad (5)$$

- Peso e Rendimento de Sobrepaleta: P_{SOBREP} e R_{SOBREP}

$$R_{SOBREP} = (P_{SOBREP} / PQ)*100 \quad (6)$$

- Peso e Rendimento de Barriga com costela: P_{BAR} e R_{BAR}

$$R_{BAR} = (P_{BAR} / PQ)*100 \quad (7)$$

- Peso e Rendimento de Carré (carré com suã): P_{CAR} e R_{CAR}, que foi subdividido em carré sem toucinho ($P_{CAR\ S/TOUC}$ e $R_{CAR\ S/TOUC}$) e toucinho do carré ($P_{TOUC.\ CAR}$ e $R_{TOUC.\ CAR}$)

$$R_{CAR} = (P_{CAR} / PQ)*100 \quad (8)$$

$$R_{CAR\ S/TOUC} = (P_{CAR\ S/TOUC} / PQ)*100 \quad (9)$$

$$R_{TOUC\ CAR} = (P_{TOUC\ CAR} / PQ)*100 \quad (10)$$

4.3 RENDIMENTO DOS CORTES PADRÃO EXPORTAÇÃO

Para os testes de rendimento de cortes padrão exportação foram utilizadas 30 carcaças, sendo 15 de cada tratamento. A preparação dos cortes foi realizada pela separação das porções de pele, gordura, músculo e ossos, até a obtenção do

padrão do corte comercial de Pernil e Paleta. Os resultados foram expressos pela relação de peso do corte preparado no padrão comercial com relação ao peso da parte inteira obtida no momento que antecede a desossa (desmembramento das partes: Paleta sem Toucinho, $P_{PALS/TOUC,}$ e Pernil sem pele, $P_{ER\ S/PELE}$) e estão representados nas Equações 11 a 14.

$$R_{PALETA} = (P_{PALETA} / P_{PALS/TOUC})*100 \quad (11)$$

$$R_{GORDURA\ PALETA} = (P_{GORDURA\ PALETA} / P_{PALS/TOUC})*100 \quad (12)$$

Onde: R_{PALETA} é o rendimento de paleta pronta, P_{PALETA} é o peso da paleta pronta e $P_{PALS/TOUC}$ é o peso da paleta inteira sem toucinho, $R_{GORDURA\ PALETA}$ e $P_{GORDURA\ PALETA}$ são o rendimento e peso da gordura proveniente da preparação da paleta, respectivamente.

$$R_{PERNIL} = (P_{PERNIL} / P_{ER})*100 \quad (13)$$

$$R_{GORDURA\ PERNIL} = (P_{GORDURA\ PERNIL} / P_{PER})*100 \quad (14)$$

Onde: R_{PERNIL} é o rendimento do pernil pronto, P_{PERNIL} é o peso do pernil pronto e P_{PER} é o peso do pernil sem pele, $R_{GORDURA\ PERNIL}$ e $P_{GORDURA\ PERNIL}$ representam o rendimento e peso da gordura proveniente da preparação do pernil, respectivamente.

4.4 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

A qualidade da carcaça pode ser avaliada através de análise dos parâmetros de pH, cor, marmoreio e capacidade de retenção de água, medidas em pontos específicos da carcaça, que são utilizados para estimar a qualidade da carcaça como um todo. Com exceção da análise do pH, que pode ser medida tanto no músculo *Semimembranosus* (pernil) quanto no *Longissimus dorsi* (lombo, na altura da última costela), todas as outras medidas para avaliar a qualidade da carcaça são realizadas em amostra do músculo *Longissimus dorsi* (BRIDI & SILVA, 2009).

4.4.1.1 Análise de pH

As medidas de pH são comumente realizadas nos músculos *Semimembranosus* (pernil) ou no *Longissimus dorsi* (lombo, na altura da última costela) 45 minutos após o abate (pH inicial) e depois do período de 24 horas de resfriamento da carcaça a 2 ±1 ºC (pH final) (BRIDI & SILVA, 2009).

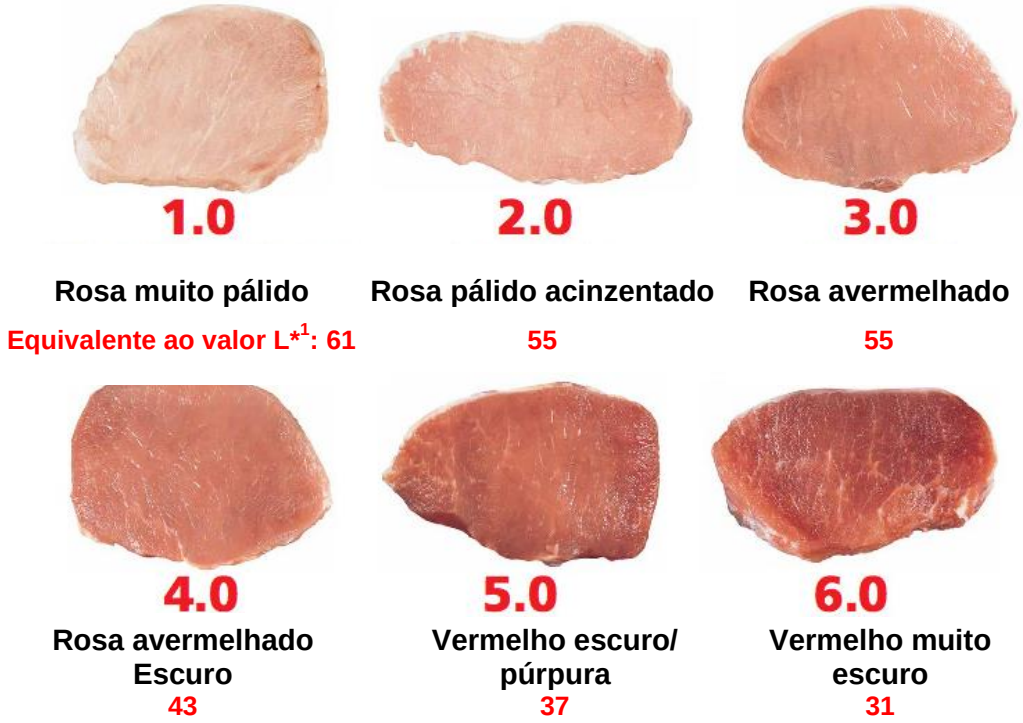
A medida do pH foi realizada 1 hora após abate e 24h após o abate (OLIVEIRA, 2006; BRIDI et al., 2003, HINSON et al., 2011) a partir de amostra de pernil (*Semimembranosus*), utilizando equipamento de pH com eletrodo de inserção (pH 320/Ste-1, WTW) em Laboratório de um frigorífico de Chapecó. Foram realizadas 5 coletas e a análise realizada em triplicata para cada tratamento.

4.4.1.2 Avaliação da Cor

Após 24 horas de resfriamento da carcaça na câmara frigorífica entre 0 e 2°C, foram coletadas cinco amostras de aproximadamente 1 cm de espessura do músculo lombo (*Longissimus dorsi*) a partir da articulação da última vértebra torácica com a primeira vértebra lombar (adaptado de BRIDI et al., 2003). As amostras permaneceram expostas ao ar por um período de aproximadamente 20 minutos, para permitir a oxigenação do músculo, antes da avaliação.

Com o auxílio de padrões fotográficos (National Pork Producers Council, 1989) atribuíram-se valores 1 = rosa muito pálido; 2 = rosa pálido acinzentado; 3 = rosa avermelhado; 4 = rosa avermelhado escuro; 5 = vermelho escuro/púrpura e 6 = vermelho muito escuro (BRIDI et al., 2003; TONIETI, 2008), como é possível observar na Figura 9.

Figura 9: Padrões de qualidade para avaliação de cor.



Fonte: National Pork Producers Council, 1989. [1]Valor Minolta L* usando fonte de luz natural D65.

4.4.1.3 Avaliação do marmoreio

Após 24 horas de resfriamento da carcaça foram coletadas cinco amostras de lombo de aproximadamente 1 cm de espessura (a partir da articulação da última vértebra torácica com a primeira vértebra lombar) (adaptação de BRIDI et al., 2003). As amostras permaneceram expostas ao ar por um período de aproximadamente 20 minutos, para permitir a oxigenação do músculo, antes da avaliação.

Com o auxílio de padrões fotográficos (National Pork Producers Council, 1989) atribuíram-se valores para o marmoreio (gordura intramuscular) de 1= sem gordura intramuscular a 10 = extrema gordura intramuscular (BRIDI et al., 2003; TONIETI, 2008) conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10: Padrões fotográficos para avaliação de marmoreio.

Fonte: National Pork Producers Council, 1989

4.4.1.4 Análise da Capacidade de Retenção de Água: Perda de água por gotejamento

Após 24 horas de resfriamento de carcaça em câmara frigorífica foram coletadas cinco amostras em triplicata de aproximadamente 1 cm de espessura do músculo lombo (*Longissimus dorsi*) a partir da articulação da última vértebra torácica com a primeira vértebra lombar (adaptado de BRIDI et al., 2003). Foram separadas amostras de aproximadamente 35 g de lombo que foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica e suspensas por ganchos metálicos e, individualmente, colocadas dentro de saco de polietileno que, por sua vez foi colocado dentro de outro, de tal modo que restassem paredes duplas de plástico. Os sacos foram fechados e amarrados com barbante. As amostras permaneceram penduradas por 60 horas (2,5 dias) refrigeradas a 3 ± 2°C. Ao final deste tempo, elas foram retiradas da embalagem plástica e, antes da pesagem final, foi removida a umidade superficial com auxílio de papel absorvente (adaptação de BRIDI et al., 2003; MOORE et al., 2012; WARRIS et al., 1990 e TONIETI, 2008).

A perda de água por gotejamento (*Drip loss*) foi expressa pela diferença entre o peso da amostra no final do processo pelo peso inicial, conforme Equação 15.

$$\textit{Drip loss} = (1 - \text{Peso final} / \text{Peso inicial}) * 100 \quad (15)$$

4.4.1.5 Análise Estatística dos Resultados

Os resultados foram analisados estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com 95% de confiança.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE A PERDA DE PESO DE CARCAÇA NO RESFRIAMENTO

A perda de peso durante o resfriamento, devido às perdas por evaporação na carcaça, representa um importante fator na medida do rendimento dos cortes, carne, gordura e ossos, pois quanto maior o percentual de peso perdido na etapa de resfriamento, menor será o rendimento dos produtos comercializáveis com relação ao peso da carcaça quente, base para o pagamento ao produtor.

Os resultados de rendimento de carcaça fria sobre a carcaça quente foram obtidos pela pesagem da carcaça quente (PQ), no momento da tipificação e pesagem da carcaça fria (PF), 24 horas após o abate. O rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente ($R_{PF/PQ}$) foi calculado conforme demonstrado na Equação (1), para os animais tratados com ractopamina (Tratamento 1) e sem ractopamina (Tratamento 2). Os resultados expressos na Tabela 8 demonstram as médias e desvios-padrão obtidos nos diferentes tratamentos, bem como o comparativo do rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente obtido em cada tratamento, onde se pode observar que não houve diferença significativa entre o rendimento de carcaça fria sobre a carcaça quente entre os dois tratamentos.

Tabela 8 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente.

Medida	1 - Com RAC		2 - Sem RAC	
	Média	Desvio Pad.	Média	Desvio Pad.
PQ (Kg)	86,82[a]	± 7,09	80,16[b]	± 7,07
PF (Kg)	85,16[c]	± 6,71	78,59[d]	± 6,60
$R_{PF/PQ}$	98,10%[e]	± 0,62%	98,08%[f]	± 0,89%

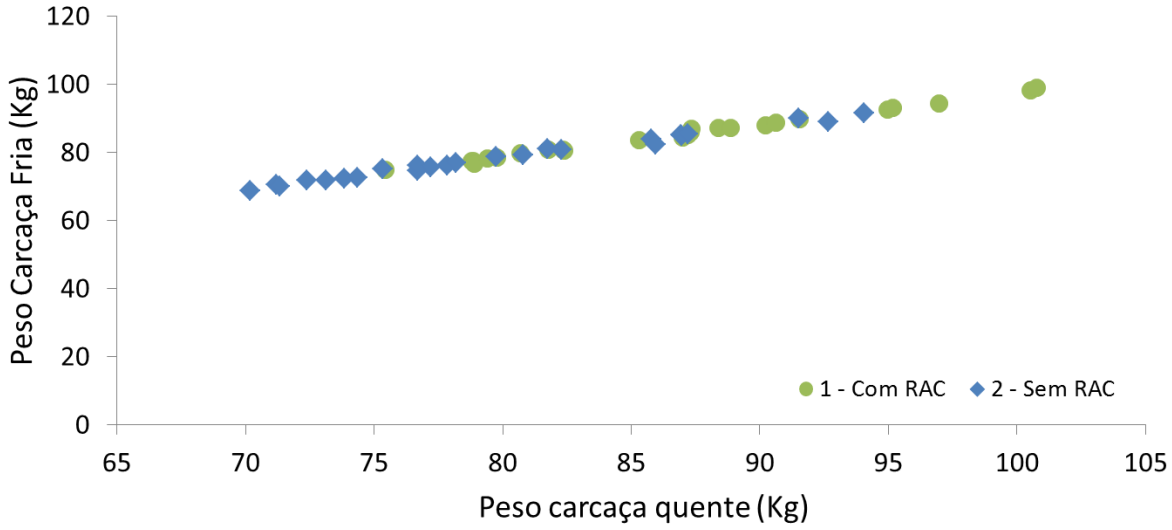
*Letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

A diferença observada no peso de carcaça entre os dois tratamentos, não foi abordado como resultado do presente trabalho, pois os lotes de animais foram obtidos em diferentes momentos e de diferentes produtores, não possibilitando

avaliar as causas desta diferença, embora estudos demonstrem que este resultado é esperado devido ao menor ganho de peso na engorda de animais que não utilizam ractopamina na ração. Carr et al. (2009), estudando o efeito da suplementação de aminoácidos e do uso de diferentes níveis de ractopamina na dieta de suínos, e Hinson et al. (2011), estudando o impacto do nível energético e uso de ractopamina na dieta sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de suínos em terminação, observaram que suínos tratados com ractopamina obtiveram maior peso de abate e de carcaça (quente e fria), porém não observaram diferença na perda de peso durante o resfriamento (relação entre peso de carcaça fria sobre peso de carcaça quente) nos diferentes tratamentos, o que está em acordo com os dados obtidos no presente estudo.

A Figura 11 mostra o comportamento do peso da carcaça fria versus peso da carcaça quente obtido nos dois tratamentos, em que se pode observar que os dados dos dois tratamentos visualmente não apresentam diferença na relação do peso de carcaça fria com a variação do peso de carcaça quente, o que foi comprovado estatisticamente pelos dados demonstrados na Tabela 8.

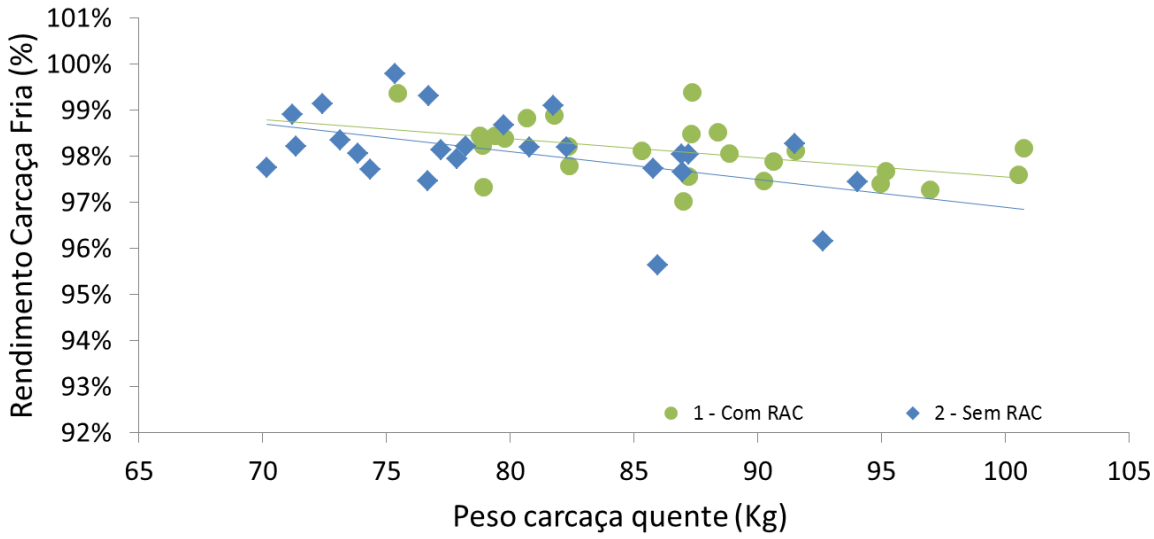
Figura 11: Comportamento de Peso de Carcaça Fria versus peso de carcaça quente obtidos nos dois tratamentos.



Na Figura 12 são mostrados os resultados do rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente versus o peso de carcaça quente. Observa-se que nos dois

tratamentos há uma tendência de redução no $R_{PF/PQ}$ conforme aumenta o peso da carcaça.

Figura 12: Dados de rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente versus peso de carcaça quente obtidos nos dois tratamentos.



A partir do comportamento observado na Figura 12, e com o objetivo de isolar a variável de peso inicial de carcaça para avaliar se há diferença entre os tratamentos na mesma faixa de peso de carcaça quente, foram selecionadas dentre todos os resultados, 10 faixas de peso para os dois tratamentos e realizou-se a análise de variância considerando as variáveis peso de carcaça quente e tratamento com e sem ractopamina. Os resultados podem ser observados nas Tabelas 9 e 10.

Conforme observado nas Tabelas 9 e 10, quanto maior o peso da carcaça quente, menor o rendimento de carcaça fria ($p<0,05$), que ocorre independentemente do tratamento aplicado. Vários fatores influenciam a taxa de troca térmica na carcaça, entre eles a temperatura da câmara de refrigeração, a velocidade de circulação de ar, o calor específico da carcaça, o peso, a quantidade de gordura externa e a condutividade térmica. O calor específico é diretamente proporcional à relação de carnes magra e gorda da carcaça, sendo que a gordura reduz a dissipação de calor, aumentando o tempo de resfriamento. Neste sentido, como as condições de temperatura e velocidade de circulação do ar nas câmaras de resfriamento foram equivalentes para todas as carcaças, se pode atribuir a maior perda de peso nas carcaças maiores, devido ao conteúdo de gordura, que tende a

ser maior com o aumento do tamanho da carcaça, causando aumento no tempo de resfriamento interno da carcaça e consequente maior gotejamento na câmara, e também à maior área de exposição à troca térmica, com maior redução da umidade superficial nas carcaças maiores.

Tabela 9 – Comparativo de rendimento entre carcaças na mesma faixa de peso (carcaça fria sobre carcaça quente).

Faixa de Peso Carcaça Quente[1]	Rendimento Carcaça Fria nos Tratamentos (%)	
	1 - Com RAC	2 - Sem RAC
75,0	99,36	99,79
78,5	98,45	98,21
79,5	98,38	98,68
80,5	98,82	98,19
81,5	98,89	99,10
82,5	98,21	98,18
85,5	98,11	97,74
87,0	97,02	98,04
91,5	98,11	98,27
94,5	97,40	97,44

[1]Seleção de carcaças com peso médio aproximados à faixa, uma carcaça de cada tratamento.

Tabela 10 – ANOVA: Efeito do peso de carcaça e tratamentos sobre e o rendimento de carcaça fria sobre carcaça quente.

Fonte da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F	F_{tab}	p-valor
Peso CQ	0,00074685	9	0,00008298	7,8839	3,18	0,0025
Tratamentos	0,00000385	1	0,00000385	0,3658	5,12	0,5602
Resíduos	0,00009473	9	0,00001053			
Total	0,00084543	19				

*p<0,05

5.2 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE O RENDIMENTO DAS PARTES COMPONENTES DA CARCAÇA

O rendimento das partes inteiras componentes da carcaça foi obtido através do fracionamento da carcaça nas partes brutas, sendo elas: pernil, paleta, sobrepaleta, barriga com costela, lombo e carré. Os resultados foram expressos

pela relação de peso da parte inteira obtida no momento que antecede a desossa, 24 horas após o abate, pelo peso da carcaça quente (PQ) obtido no momento da tipificação. O rendimento das partes principais inteiras está descrito como R_{PER} (Rendimento de Pernil), R_{PAL} (Rendimento de Paleta, subdividido em rendimento da paleta sem toucinho, $R_{PAL\ S/TOUC}$, e toucinho da paleta, $R_{TOUC.\ PAL}$), R_{SP} (Rendimento de Sobrepaleta), R_{BAR} (Rendimento de Barriga com Costela), R_{CAR} (Rendimento de Carré, subdividido em rendimento de Carré sem toucinho, $R_{CAR\ S/TOUC}$, e toucinho do carré, $R_{TOUC.\ CAR}$) e para cada um foi calculado conforme as Equações 2 a 10.

Os resultados de média de rendimento dos cortes nos diferentes tratamentos, desvio padrão e nível de significância (p-valor) estão mostrados na Tabela 11.

Tabela 11 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento dos Cortes inteiros sobre carcaça quente: média, desvio padrão e nível de significância.

Tipos de Cortes	1 - Com RAC (%)		2 - Sem RAC (%)	
	Média	**Desvio Pad.**	**Média**	**Desvio Pad.**
R_{PER}	$25,78^{a}$	±0,88	$25,81^{a}$	±1,12
R_{PAL}	$17,78^{b}$	±0,82	$17,96^{b}$	±0,67
$R_{PAL\ S/TOUC}$	$14,95^{c}$	±0,92	$14,91^{c}$	±0,77
$R_{TOUC.\ PAL}$	$2,83^{d}$	±0,47	$3,05^{e}$	±0,44
R_{SOBREP}	$8,61^{f}$	±0,77	$8,82^{f}$	±0,52
R_{BAR}	$18,93^{g}$	±0,80	$18,50^{h}$	±0,74
R_{CAR}	$22,47^{i}$	±0,83	$22,15^{i}$	±1,02
$R_{CAR\ S/\ TOUC.}$	$19,45^{j}$	±0,78	$18,72^{k}$	±0,95
$R_{TOUC.\ CAR}$	$3,02^{l}$	±0,29	$3,43^{m}$	±0,27

*Letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

Conforme observado na Tabela 11, não há interferência significativa do uso de Ractopamina (7,5 ppm) sobre o rendimento dos cortes inteiros de pernil, paleta inteira, paleta sem toucinho, sobrepaleta e carré inteiro, porém há redução no rendimento de toucinho da paleta ($p < 0,1$) e toucinho do carré ($p < 0,05$) no tratamento com ractopamina em comparação ao tratamento sem o aditivo e aumento no rendimento de barriga com costela ($p < 0,05$) e de carré sem toucinho ($p < 0,05$) no tratamento com ractopamina em comparação ao tratamento sem ractopamina.

Diferentemente do que foi observado no presente estudo, Amaral et al. (2009) estudando o desempenho, composição de carcaça e a viabilidade econômica da

utilização de Ractopamina durante 28 dias na terminação de suínos híbridos com alta deposição de carne magra, obtiveram um rendimento médio de pernil de 3,6% maior no tratamento com 5 ppm de ractopamina frente aos animais que não utilizaram o aditivo. O mesmo autor ainda observou aumento de 9,3% no rendimento do lombo e não observou diferença no rendimento de barriga sem costela, entre os dois tratamentos (0 ppm e 5 ppm de ractopamina), já Bellaver et al. (1991) estudando o efeito de diferentes níveis de ractopamina na dieta sobre o desempenho e características da carcaça, embora obtendo aumento de 1,6% na média de rendimento de pernil sobre carcaça fria utilizando 10 ppm de ractopamina comparando com o tratamento que não utilizou o aditivo, não observou diferença significativa entre estes tratamentos, da mesma forma em que não foi observada diferença significativa no presente estudo.

Carr, et al. (2009) estudando o efeito do uso de diferentes níveis de ractopamina na dieta de suínos (PIC 337 x PIC C22 abatidos com 136 Kg em média com variação na idade), com ou sem a suplementação de aminoácidos na dieta, sobre o rendimento de carcaça, observou uma diferença significativa ($P<0,05$) no incremento no rendimento de pernil, sobrepaleta, barriga e lombo nos tratamentos com 5 ppm de ractopamina e suplementados com aminoácidos (AA) em comparação ao tratamento de 0 ppm de ractopamina e com suplementação AA, porém não observou diferença no rendimento de paleta, sobrepaleta, barriga, lombo e costelas entre os tratamentos com 5 ppm de ractopamina com proteína bruta (sem suplementação de AA) frente ao tratamento de 0 ppm de ractopamina com proteína bruta. Kutzler et al. (2011) comparando o efeito de diferentes doses e tempos de aplicação da ractopamina em suínos em terminação sobre rendimento e qualidade da carcaça, não observou diferença significativa entre rendimento de cortes de suínos tratados com 6,2 ppm de ractopamina frente aos tratamentos controles sem ractopamina, embora tenha observado aumento no peso dos cortes do tratamento com ractopamina, devido ao fato de a carcaça ser mais pesada neste tratamento.

5.3 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE O RENDIMENTO DE CORTES PADRÃO EXPORTAÇÃO

O rendimento dos cortes padrão exportação foi obtido pela separação das porções de pele, gordura, músculo e ossos da porção do corte padrão comercial de Pernil e Paleta, e da relação entre o peso do produto pronto e o peso da parte inteira (com osso). Os resultados foram expressos como Rendimento de Pernil: R_{PERNIL}, Rendimento de Paleta: R_{PALETA} e Rendimento da Gordura do Pernil e da Paleta: $R_{GORDURA}$, calculados pelas Equações 11 a 14, e podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – Efeito do uso de Ractopamina sobre o rendimento de cortes padrão exportação e gordura.

Tipos de corte	1 - Com RAC		2 - Sem RAC	
	Média	**Desvio Pad.**	**Média**	**Desvio Pad.**
Paleta				
$R_{PALETA\ CORTE\ COMERCIAL}$	57,02%[a]	±3,92%	52,29%[b]	±3,87%
$R_{GORDURA\ DA\ PALETA}$	8,56%[c]	±1,90%	10,77%[d]	±3,54%
Pernil				
$R_{PERNIL\ CORTE\ COMERCIAL}$	64,67%[e]	±1,10%	60,18%[f]	±1,40%
$R_{GORDURA\ DO\ PERNIL}$	11,46%[g]	±1,53%	12,24%[g]	±1,96%

Rendimento % com base no peso de paleta em toucinho e peso de pernil sem pele; dados referentes às outras partes (pele, ossos, músculo) não estão mostrados.
*Letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

O rendimento da paleta padrão comercial foi em média 9,03% maior nas carcaças de suínos tratados com ractopamina, ao mesmo tempo em que o rendimento das gorduras foi em média 20,59% menor neste mesmo tratamento, o que indica que a utilização do aditivo interfere sobre a quantidade de carne no corte de paleta.

Aalhus et al. (1990) estudando o efeito do uso de ractopamina no desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne não observou aumento significativo do peso de carne da paleta (avaliado em Kg), porém observou redução significativa da quantidade de gordura da paleta comparando o tratamento que

recebeu 10 ppm de ractopamina frente ao tratamento que não teve consumo do aditivo, o que vem ao encontro dos resultados do presente estudo.

Carr et al. (2009) estudando o efeito do uso de diferentes níveis de ractopamina e suplementação de aminoácidos na dieta de suínos sobre o rendimento de carcaça, somente observou aumento de carne na paleta a partir do uso de 20 ppm de ractopamina com suplementação de aminoácidos, não sendo significativa a diferença nos tratamentos com 5 e 10 ppm de ractopamina na dieta, diferentemente do presente estudo em que com 7,5 ppm de ractopamina a diferença no aumento de rendimento de carne da paleta já foi significativa.

O rendimento do pernil padrão comercial foi 7,46% maior nas carcaças de suínos tratados com ractopamina, embora os rendimentos de gorduras não tenham obtido diferença significativa, o que pode ser atribuído ao aumento da espessura das fibras musculares (AALHUS et al., 1992). Resultados similares foram obtidos por Bellaver et al. (1991) que estudando o efeito de diferentes níveis de ractopamina na dieta sobre o desempenho e características de carcaça observou um aumento de 6% no rendimento de carne do pernil (58,8% de rendimento no tratamento sem aditivo e 62,5% de rendimento no tratamento com o aditivo) e 15% de redução no rendimento de gordura do pernil (22,5% de rendimento no tratamento sem aditivo e 19,1% de rendimento no tratamento com o aditivo) no tratamento com 10 ppm de ractopamina frente ao tratamento com 0 ppm do aditivo. Carr, et al. (2009) avaliando diferentes cortes de pernil (padrões USDA) observou aumento significativo no rendimento de pernil desossado nos tratamentos com 5 e 10 ppm de ractopamina frente ao tratamento sem o aditivo. Já Amaral et al. (2009) estudando o desempenho, composição de carcaça e a viabilidade econômica de utilizar ractopamina na terminação, obteve 5,6% a mais de rendimento de carne no pernil do tratamento com 5 ppm de ractopamina frente ao tratamento que não utilizou o aditivo. Aalhus et al. (1990) estudando o efeito do uso de ractopamina no desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne observou um aumento significativo na quantidade de carne magra de pernis nos tratamentos com 10 e 15 ppm de ractopamina frente ao tratamento sem o aditivo. Kutzler et al. (2011) comparando o efeito de diferentes doses e tempos de aplicação da ractopamina em suínos em terminação sobre rendimento e qualidade da carcaça, observou incremento de rendimento de pernil (% sobre carcaça quente) de 20,18% para

20,84% (P<0,05) porém não observou diferença significativa no rendimento de paleta entre suínos tratados com 6,2 ppm de ractopamina frente aos tratamentos controles sem o aditivo. Boler et al. (2011) estudando as características dos pernis e presuntos de animais alimentados com 7,4 ppm de ractopamina observou aumento de 1,45% no rendimento de pernil (P<0,01).

5.4 EFEITO DO USO DE RACTOPAMINA SOBRE QUALIDADE DA CARCAÇA

A análise dos parâmetros de qualidade da carne indicou não haver diferença na classificação da carne dos dois tratamentos, ficando ambos nos parâmetros de carne RFN (rosa avermelhado, firme e não exudativa).

O uso de ractopamina não apresentou efeito significativo sobre o pH inicial, *drip loss* e cor, porém o tratamento com o aditivo apresentou maior pH final e menor quantidade de gordura marmorizada (P<0,05) do que tratamento sem o uso RAC. Os resultados das análises de qualidade da carne (pH, cor, marmoreio e capacidade de retenção de água) estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Efeito do uso de Ractopamina sobre as características de qualidade da carne: média, desvio padrão e nível de significância.

Medida	**1 - Com RAC**		**2 - Sem RAC**	
	Média	**Desvio Pad.**	**Média**	**Desvio Pad.**
pH inicial[1]	6,38[a]	±0,23	6,33[a]	±0,20
pH final[2]	5,88[b]	±0,07	5,61[c]	±0,08
Drip loss (%)	4,59%[d]	±0,96%	3,82%[d]	±1,83%
Cor	3,17[e]	±0,41	3,33[e]	±0,52
Marmoreio	2,00[f]	±0,00	2,67[g]	±0,52

[1]pH inicial medido 1h após abate

[2]pH final 24h após abate

[*]Letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente ao nível de 5%.

O pH mais elevado da carcaça tratada com Ractopamina, obtido no presente estudo, pode estar relacionado à redução das reservas de glicogênio do animal devido à agitação e estresse dos suínos na propriedade em momento anterior ao

abate (visto que o transporte de todos os animais foi realizado sob as mesmas normas), estando de acordo com os dados publicados por Poletto et al. (2010), onde foi constatado que suínos alimentados com ractopamina se tornam mais agressivos, o que pode ser a causa de estresse na propriedade. Os repartidores de energia tem um histórico de deixar os animais mais agitados, pois são estimulantes cardíacos, o que faz com que as reservas de glicogênio sejam consumidas no período pré-abate, ocasionando a lentidão da glicólise e diminuição da formação de ácido láctico muscular durante o *rigor mortis*, com isto o pH final sofre apenas pequena redução em relação ao pH inicial.

Efeito semelhante no pH final foi observado por Warriss et al. (1990) que estudando o efeito do beta adrenérgico Salbutamol sobre a qualidade da carne, indicando que o uso de beta adrenérgico tendia a esgotar o glicogenio no fígado e músculos e com isto o pH final se eleva e reduz a saturação de cor do músculo. Da mesma forma Hinson et al. (2011), estudando o impacto do nível energético e o uso de ractopamina na dieta sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de suínos em terminação, observou diferença significativa no pH 24h, entre carcaças tratadas com 7,4 ppm de ractopamina (pH 5,88) frente aos animais tratados sem o aditivo (pH 5,74) ($p<0,05$). Em contrapartida, Kutzler et al. (2011), comparando o efeito de diferentes doses e tempos de aplicação da ractopamina em suínos em terminação sobre o rendimento e a qualidade da carcaça, não observou diferença significativa no pH 24h entre suínos tratados com 6,2 ppm de ractopamina frente aos tratamentos controles sem o aditivo, da mesma forma, Boler et al. (2011) estudando as características dos pernis e presuntos de animais alimentados com 7,4 ppm de ractopamina não observou diferença ($P<0,01$) no pH final medido no músculo *Semimembranosus*.

Em estudos anteriores, Aalhus et al. (1990) estudando o efeito do uso de ractopamina no desempenho, composição de carcaça e qualidade da carne não observou diferença nas atribuições de cor, marmoreio, pH 24 horas e *drip loss*, quando comparado o tratamento com 10 ppm de ractopamina frente ao tratamento sem o aditivo.

A cor obtida para ambos os tratamentos realizados neste estudo encontra-se dentro da faixa considerada normal na carne suína, que segundo Bridi et al. (2003) é igual a três, que corresponde à cor rosa acinzentado (NPPC, 1989). Hinson et al.

(2011) observou impacto significativo do uso de ractopamina ($p<0,05$) sobre a cor, em que o tratamento com 7,4 ppm de ractopamina apresentou escores menores para a cor (média 2,54 pontos em escala de 1 a 5) e o tratamento sem o aditivo apresentou média 2,89. Em contrapartida, Carr et al. (2009), Moore et al. (2012), Kutzler, et al. (2011), Gonzalez et al. (2010) e Fernandez-Duenas et al. (2008) não observaram diferença na cor da carne em animais tratados com ractopamina frente aos tratamentos controles. Os escores obtidos por Kutzler et al. (2011) ficaram em média de 2,9 para ambos os tratamentos e Fernandez-Duenas et al. (2008) obteve escores de cor entre 3,03 e 3,24. Ambos os autores usaram os padrões do NPPC para comparação, assim como no presente trabalho.

Similar ao observado na avaliação do marmoreio do presente trabalho, Gonzalez et al. (2010), Agostini (2008) e Armstrong et al. (2004) observaram redução significativa no marmoreio das carcaças tratadas com ractopamina frente ao controle sem o aditivo. Carr et al. (2009) observou redução no marmoreio apenas quando o nível de ractopamina aplicado foi de 10 ppm com suplementação de aminoácidos, nos tratamentos com 5 ppm e 20 ppm de ractopamina frente ao tratamento sem o aditivo não foi observado diferença significativa. Diferentemente ao observado no presente estudo, Kutzler et al. (2011) usando 6,2 ppm de ractopamina, Hinson et al. (2011) usando 7,4 ppm, Fernandez-Duenas et al. (2008) usando 5 e 7,4 ppm e Moore et al. (2012) usando 5 ppm não observaram diferença nas avaliações de marmoreio frente aos tratamentos sem o aditivo.

Com relação à perda de água por gotejamento, assim como o observado no presente estudo, Moore et al. (2012) e Hinson et al. (2011) não observaram diferença significativa na perda de água por gotejamento (*drip loss*) no tratamento com ractopamina frente ao controle, Moore et al. (2012) obteve médias de 3,26% e 3,58% e Hinson et al. (2011) obteve médias de 6,21% e 5,11% para os tratamentos controle e com ractopamina, respectivamente.

O efeito observado do pH final elevado, pode indicar aumento na tendência a se obter carne tipo DFD (escura, firme e seca), embora na prática esta tendência seja baixa e o efeito sobre a cor possa ser confundido com a concentração reduzida do pigmento heme nos músculos, por isso esta pode não aparecer mais escura. No presente estudo não foi caracterizado carne DFD no tratamento com Ractopamina, pois cor e perda por gotejamento não foram característicos deste tipo de carne, e o

pH final no tratamento com o aditivo, embora tenha valores superiores ao tratamento sem o aditivo, ainda estão abaixo de 6, o que é característico de carne normal, conforme observado na Tabela 14 (BRIDI & SILVA, 2009). Da mesma forma, Braña et al. (2013) não observaram efeito da administração de 5 ppm de ractopamina sobre a qualidade da carne, frente ao tratamento sem o aditivo.

Tabela 14 – Classificação da carne suína em Normal, PSE e DFD.

Medida	Normal	PSE	DFD
pH inicial[1]	≥ 5,8	< 5,8	> 6
pH final[2]	< 6,0	≤ 5,6	> 6
Drip loss (%)	< 5%	> 5%	< 5%
Cor	≥ 3 e ≤ 4	< 3	> 4

Fonte: Bridi & Silva (2009).

Segundo as análises realizadas para avaliar a qualidade da carne de carcaças com e sem a utilização de ractopamina na dieta dos suínos, foi possível observar que a ractopamina não tem influência sobre a classificação da qualidade da carne, pois os parâmetros observados nas análises de pH, cor e *drip loss*, classificaram ambas as carcaças no grupo de carne normal. O marmoreio que interfere na suculência da carne foi afetado, sendo que os animais que foram tratados com ractopamina apresentaram menor teor de gordura marmoreada, conforme análise realizada, o que indica que o uso de ractopamina diminui o conteúdo de gordura intramuscular da carne, tornando-a mais magra.

Em relação ao rendimento de cortes suínos, foi possível observar através dos resultados o rendimento de cortes é afetado pelo uso de ractopamina na dieta animal, pois o rendimento de pernil e paleta padrão comercial, toucinho da paleta, barriga com costela e carré sem toucinho foram influenciados significativamente, sendo que rendimento de carne foi maior nos suínos tratados com ractopamina na dieta (observado pelo aumento de rendimento de pernil e paleta padrão comercial e de carré sem toucinho).

6 CONCLUSÃO

A utilização de Ractopamina na dieta de suínos não teve influência sobre a perda de peso da carcaça durante o resfriamento, porém foi possível observar que esta perda de peso tem relação com o peso de carcaça quente, sendo que quanto maior o peso de carcaça, maior é a perda de peso durante o resfriamento.

A utilização de Ractopamina na dieta de suínos mostrou ter influência no rendimento de carne magra da carcaça, que foi observado pela redução no rendimento de toucinho de paleta (7,32%) e toucinho de carré (11,85%) dos animais tratados com ractopamina, sendo estes os locais de maior deposição de gordura na carcaça e também houve aumento no rendimento de carré sem toucinho (3,9%) no tratamento em que se fez utilização do aditivo. Em contrapartida, o rendimento dos cortes inteiros de pernil, paleta e sobrepaleta, não foram influenciados pelo uso de ractopamina na dieta animal.

Na avaliação dos cortes preparados com padrão comercial (com a separação de ossos e gorduras) foi observado maior rendimento de pernil (7,46%) e maior rendimento de paleta (9,03%) no tratamento com o uso do aditivo. Estes resultados demonstram que o uso do aditivo tem influência sobre a deposição de proteína na fase de terminação em detrimento da gordura, a ponto de afetar os volumes de carne e gordura produzidos na industrialização.

Em relação à qualidade da carne, observou-se que o uso de ractopamina na dieta não teve influência sobre a cor e capacidade de retenção de água (perda de água por gotejamento), e teve influência sobre a redução do marmoreio da carne, embora com diferença de apenas 0,67 pontos na escala, o que foi esperado, visto que o objetivo do aditivo é reduzir a deposição de gordura. O uso do aditivo também teve efeito significativo sobre o pH final da carne, que foi mais elevado para os animais que consumiram o aditivo, o que não caracterizou desvio de qualidade, pois mesmo o pH mais elevado ficou abaixo de 6,0, o que é caracterizado como carne normal.

Desta forma, se pode concluir que a utilização de ractopamina na dieta tem ação sobre o rendimento dos cortes padrão comercial e redução da gordura na carcaça, não exercendo influência negativa sobre a qualidade da carne suína.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É de extrema importância investigar as causas do aumento de pH na carne de animais tratados com ractopamina, o que pode ser abordado em um estudo com maior número de experimentos, e acompanhamento dos animais desde a propriedade, ou mesmo em experimento de alojamento, para acompanhar se o comportamento dos animais tratados com ractopamina é mais agressivo conforme consta na literatura.

Com a identificação da diferença no rendimento dos cortes, sugere-se às empresas realizarem experimentos de rendimento de cortes de todos os produtos resultantes das carcaças tratadas com e sem o aditivo, para cadastrar adequadamente a distribuição de custeio da indústria, pois a variação na quantidade de carne e gordura produzida influencia nos índices de custeio das empresas. No cenário atual, grande parte dos animais abatidos no Brasil, faz uso do aditivo na alimentação, porém, com a abertura de mercados que exigem a ausência deste aditivo, como China e Rússia, tornará necessário às empresas, ter parâmetros de cálculo diferenciado para o custeio dos animais de acordo com as características dos animais.

Os parâmetros oficiais atualmente utilizados para medida das características das carcaças são oriundos do sistema de tipificação de carcaças, deste modo, torna-se importante relacionar os parâmetros medidos durante a tipificação com o resultado real de rendimento dos cortes, de forma a obter uma correlação entre as características medidas em 100% das carcaças durante a tipificação, com as características de cortes obtidas experimentalmente, e assim poder predizer com maior precisão, os volumes de produção que serão obtidos com determinado lote de animais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALHUS, J. L.; JONES, S. D. M. ; SCHAEFER, A. L.; TONG, A. K. W. ; ROBERTSON, W. M.; MERRILL, J. K.; MURRAY, A. C. **The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs**. Canadian Journal of Animal Science, n.70, p.943-952, 1990.

AALHUS, J.L.; SCHAEFER, A. L.; MURRAY, A. C.; JONES, S. D. **The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine.** Meat Science, n.31, p.397-409, 1992.

ABCS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. <http://www.abcs.org.br> Acesso em 08/9/2013.

ABCS, **Manual Brasileiro de Cortes Suínos.** ABCS. 56p. Brasília. 2010.

ABIPECS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. 2012; 2013. Disponível em:<http://www.abipecs.org.br> Acesso em: 20/5/2012 e 08/9/2013.

AGOSTINI, P. S. **Ractopamina para suínos: efeitos no desempenho, qualidade de carcaça e carne, parâmetros sanguíneos e comportamento.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutourado em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2008.

ALLEN, K. **A Novel Role for Non-Heme Iron in Myoglobin Oxidation:** An Examination of the Antioxidant Effects of Iron Chelating Compounds in Meat and Myoglobin Model Systems. 2009. 158f. Tese (Doctor of Philosophy in Nutrition and Food Sciences) - Utah State University. Utah. 2009. Disponível em <http://digitalcommons.usu.edu/etd/374> Acesso em: 14/9/2013.

AMARAL, N. K.; FIALHO, E. T.; CANTARELLI, V. S.; ZANGERONIMO, M. G.; RODRIGUES, P. B.; GIRÃO, L. V. C. **Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 Kg**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.8, p.1494-1501. 2009.

ANDERSEN, H. J. **What is a pork qualit? In: EAAP Publication, 100. Quality of meat and fat in pigs affected by genetics and nutrition**. Wageningen Pers. Zurich. p.15-26. 2000.

ARMSTRONG, T. A.; IVERS, D. J.; WAGNER, J. R.; ANDERSON, D. B.; WELDON, W. C.; BERG, E. P. **The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs**. Journal of Animal Science, n.82, p. 3245-3253. 2004.

BARBOSA, L.; LOPES, P. S.; REGAZZI, A. J.; GUIMARÃES, S. E. F.; TORRES, R. A. **Avaliação de Características de Carcaça de Suínos Utilizando-se a Análise dos Componentes Principais**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2209-2217, 2005.

BATISTA, D. F. A.; ANTUNES, R. C.; SILVEIRA, A. C. P.; CESAR, A. S. M.; FREITAS, P. F. A.; TORINO, L. C.; OLIVEIRA, R. R.; PINTO, R. O. C. **Influência do pH 24 horas da carne suína sobre duas características de qualidade de carne: cor e drip loss**. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4362> Acesso em 08/11/2012.

BEERMANN, D. H. **Beta-Adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth**. Journal of Animal Science, n. 80, p.18-23, 2002.

BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; FÁVERO, J. A.; AJALA, L. C.; NETO, J. S. **Níveis de Ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.26, n.10, p.1795-1802. 1991.

BERTOLONI, W.; SILVEIRA, E. T. F.; LUDTKE, C. B.; COSTA, M. R. **Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (CO_2).** Parte 2 – mensurações objetivas de qualidade. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 26(2): 343-351. 2006.

BOLER, D. D.; HOLMER, S. F.; DUNCAN, D. A.; CARR, S. N.; RITTER, M. J.; STITES, C. R.; PETRY, D. B.; HINSON, R. B.; ALLEE, G. L.; MCKEITH, F. K.; KILLEFER, J. **Fresh meat and further processing characteristics of ham muscles from finishing pigs fed ractopamine hydrochloride**. Journal of Animal Science, n. 89, p.210-220, 2011.

BOLER, D. D.; SHRECK, A. L.; FAULKNER, D. B.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K.; HOMM, J. W.; SCANGA, J. A. **Effect of ractopamine hydrochloride (Optaflexx) dose on live animal performance, carcass characteristics and tenderness in early weaned beef steers**. Meat Science. n. 92. p.458-463. 2012.

BRAÑA, D. V.; ROJO GOMEZ, G. A.; ELLIS, M.; CUARON, J. A. **Effect of gender (gilt, surgically- and immuno-castrated male) and ractopamine hydrochloride supplementation on growth performance, carcass and pork quality characteristics of finishing pigs under commercial conditions.** Journal of Animal Science, n. 91, p.6546-6556. 2013.

BRIDI, A. M. **Normas de Avaliação, Classificação e Tipificação de Carnes e Carcaças**. Universidade Estadual de Londrina. 2002.

BRIDI A. M. RÜBENSAM, J. M.; NICOLAIEWSKY, S.; FELIX LOPES, R. F. F.; LOBATO, J. F. P. **Efeito do Genótipo Halotano e de Diferentes Sistemas de Produção na Qualidade da Carne Suína**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Avaliação da Carne Suína**. Midiograf, 1º ed. 120p. Londrina, 2009.

CARR, S. N.; HAMILTON, D. N.; MILLER, K. D.; SCHROEDER, A. L.; FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D.; KILLEFER, J.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K. **The effect of ractopamine hydrochloride (Paylean_) on lean carcass yields and pork quality characteristics of heavy pigs fed normal and amino acid fortified diets.** Meat Science, n.81, p. 533–539, 2009.

CODEX - JECFA. **Discussion on Ractopamine In Codex and in the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)**. 2012. Disponível em:< http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Ractopamine_info_sheet_Codex-JECFA_rev_26April2012__2_.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2012.

DOMENE, S. M. A. **Carne suína:** um parceiro do cardápio saudável. PUC. Campinas. Disponível em <http://www.carnesuinabrasileira.org.br/Carne%20suina%20um%20parceiro%20do%20cardapio%20saudavel.pdf> Acesso em 08/9/2013.

DUTRA, W. M. JR.**;** FERREIRA, A. S.; TAROUCO, J. U.; EUCLYDES, R. F.; DONZELE, J. L.; LOPES, P. S.; CARDOSO, L. L. **Estimativas de Rendimentos de Cortes Comerciais e de Tecidos de Suínos em Diferentes Pesos de Abate pela Técnica de Ultra-sonografia em Tempo Real.** Revista Brasileira de Zootecnia, n. 30. p.1243-1250, 2001.

EFSA, European Food Safety Authority. **Scientific Opinion**: Safety evaluation of ractopamine. The EFSA Journal, n. 1041, p.1-52, 2009.

ESALQ, **Estereoquímica**. Disponível em <http://www.lce.esalq.usp.br/ lqaa/slide4-qo-estereoquimica.pdf> Acesso em 06/10/2013.

FAO - **Guidelines for Humane Handling, Transport and Slaughter of Livestock**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Asia and the Pacific. 2001. Disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/x6909e> Acesso em 08/9/2013.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013
a. <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/AI407E02.htm>
b. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/pigs/home.html>

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030. Roma. 2011. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/014/i2425e/i2425e00.htm> Acesso em 08/9/2013.

FAVERO, J. A.; FIGUEIREDO, E. A. P. **Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil**. Revista Ceres. Viçosa. n.56. p.420-427. 2009. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V56N004_00609.pdf> Acesso em 28/6/2012.

FELICIO, P. E. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). Produção de Novilho de Corte. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/img/File/Fatores%20que%20influenciam%20a%20qualidade%20da%20carne%20bovina.pdf> Acesso em 04/9/2013.

FENNEMA, O. R. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1993. 1095p.

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

FERNANDEZ-DUENAS, D. M.; MYERS, A. J.; SCRAMLIN, S. M.; PARKS, C. W.; CARR, S. N.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K. **Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy body weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean).** Journal of Animal Science. n. 86, p.3544-3550, 2008.

FILHO, D. U. C.; COSTA, A. P. R.; MURATORI, M. C. S.; LOPES, J. B.; AZEVEDO, D. M. M. R. **Temperatura e pH de Carcaças de Bovinos Abatidos sob Inspeção Municipal em Teresina, Piauí**. Revista Ciência e Produção Animal. v.7. n.2. 2005.

FURLONG, E. B. **Bioquímica: um enfoque para "Alimentos"**. Edgraf. Rio Grande. 2000. 173p.

GINÉ, G. A. F.; FREITAS, R. T. F.; OLIVEIRA, A. I. G.; PEREIRA, I. G.; GONÇALVES, T. M. **Estimativa de Parâmetros Genéticos para Características de Carcaça em um Rebanho de Suínos Large White.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.2, p.337-343, 2004.

GONZALEZ, J. M.; JOHNSON, S. E.; STELZLENI, A. M.; THRIFT, T. A.; SAVELL, J. D.; WARNOCK, T. M.; JOHNSON, D. D. **Effect of ractopamine–HCl supplementation for 28 days on carcass characteristics, muscle fiber morphometrics, and whole muscle yields of six distinct muscles of the loin and round.** Meat Science, n.85, p.379-384, United States, 2010.

GRUNERT, K. G.; BREDAHL, L.; BRUNSØ, K. **Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review.** Meat Science n. 66, p. 259–272. Denmark. 2004.

GUIDONI, A. L. **Melhoria de processos para a tipificação e Valorização de carcaças suínas no brasil.** In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, I. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 253p. 2001. Anais... Concórdia. EMBRAPA. 2001. p.221-234. Disponível em <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_ publicacoes/anais00cv_portugues.pdf> Acesso em 08/9/2013.

HALSEY, C. H. C.; WEBER, P. S.; REITER, S. S.; STRONACH, B. N.; BARTOSH, J. L.; BERGEN, W. G. **The effect of ractopamine hydrochloride on gene expression in adipose tissues of finishing pigs.** Journal of Animal Science. n. 89, p.1011-1019, 2011.

HEO, K.; ODLE, J.; HAN, I. K.; CHO, W.; SEO, S.; HEUGTEN, E. V.; PILKINGTON, D. H. **Dietary l-carnitine improves nitrogen utilization in growing pigs fed low energy, fat-containing diets.** The Journal of Nutrition, Bethesda, E.U.A., v. 130, n. 7, p. 1809-1814, 2000.

HINSON, R. B.; WIEGAND, B. R.; RITTER, M. J.; ALLEE, G. L.; CARR, S. N. **Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs.** Journal of animal science. n. 89, p.3572-3579, 2011.

HOPKINS, D.L. e THOMPSON, J.M. **The degradation of myofibrillar proteins in beef and lamb meat using denaturing electrophoresis – an overview**. Journal of Muscle Foods n. 13, p. 81–102. 2002.

HUFF-LONERGAN, E; LONERGAN, S. M. **Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes**. Meat Science, Iowa State, E.U.A., n.71, p194–204, 2005a.

HUFF-LONERGAN, E. **Water-Holding Capacity of Fresh Meat**. PIG Factsheets 2005b. Disponível em <http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PIGFactsheets/ NEWfactSheets/12-04-05g.pdf> Acesso em 14/9/2013.

INFOESCOLA, **Estereoquímica**. 2010. Disponível em <http://www.infoescola.com/ quimica/estereoquimica/> Acesso em 06/10/2013.

IMPS, **Institutional Meat Purchase Specifications**: Fresh Pork. Series 400. AMS. 2010.

JECFA. **WHO Food Additives Series, No. 31, 1993 – N. 777 on INCHEM.** Disponível em < http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v31je09.htm> Acesso em 06/10/2013.

JOO, S. T.; KAUFFMAN, R. G.; WARNER, R. D.; BORGGAARD, C.; STEVENSON-BARRY, J. M.; RHEE, M. S.; PARK, G. B.; KIM, B. C. **Objectively predicting ultimate quality of post-rigor pork musculature:** I. Initial comparison of techniques. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences v.13, n.1, p.68-76. 2000a. Disponível em <http://www.cabdirect.org/ abstracts/ 20000103688.html> Acesso em 07/9/2013.

JOO, S. T.; KAUFFMAN, R. G.; WARNER, R. D.; BORGGAARD, C.; STEVENSON-BARRY, J. M.; RHEE, M. S.; PARK, G. B.; KIM, B. C. **Objectively predicting ultimate quality of post-rigor pork musculature:** II. Practical classification method on the cutting-line. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. v. 13, n. 1 p. 77-85. 2000b Disponível em <http://www.ajas.info/Editor/manuscript/upload/13-12.pdf> Acesso em 07/9/2013.

KUTZLER, L. W.; HOLMER, S. F.; BOLER, D. D.; CARR, S. N.; RITTER, M. J.; PARKS, C. W.; MCKEITH, F. K.; KILLEFER, J. **Comparison of varying doses and durations of ractopamina hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality.** Journal of Animal Sciences, n.89, p.2176-2188, 2011.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M. P.; SHACKELFORD, S. D.; VEISETH, E.; WHEELER, T. L. **Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?** Meat Science, E.U.A., n.62, p345-352, 2002.

LAGE, J. F.; OLIVEIRA, I. M.; PAULINO, P. V. R.; RIBEIRO, F. **Papel do sistema calpaína-calpastatina sobre a proteólise muscular e sua relação com a maciez da carne em bovinos de corte.** REDVET. Revista electrónica de Veterinária. ISSN: 1695-7504 Vol. 10, Nº 12. 2009.

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P. A.; MELCHIOR, R.; ORLANDO, U. A. D.; CECCANTINI, M.; POLEZE, E. **Feeding surgically castrated, entire male and immunocastrated pigs with different levels of amino acids and energy at constant protein to energy ratio with or without ractopamine**. Livestock Science, n.151 p.246–251, Santa Maria, 2013.

LU, X.; ZHENG, H.; LI, X.-Q.; YUAN, X.-X.; LI, H.; DENG, L.-G.; ZHANG, H.; WANG, W.-Z.; YANG, G.-S.; MENG, M.; XI, R.-M.; ABOUL-ENEIN, H. Y. **Detection of ractopamine residues in pork by surface plasmon resonance-based biosensor inhibition immunoassay**. Food Chemistry, n.130, p.1061-1065, China, 2012.

MAGANHINI, M. B.; MARIANO, B.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. **Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 27(supl.): 69-72. 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cta/ v27s1/a12v27s1.pdf> Acesso em 07/9/2013.

MAGNONI, D.; PIMENTEL, I. **A importância da carne suína na nutrição humana.** UNIFEST. São Paulo. 2007. Disponível em <http://www.abcs.org.br/attachments/ 099_4.pdf> Acesso em 08/9/2013.

MAPA: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em:< http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acesso em: 09 abr. 2012.

MARCHANT-FORD, J. N. ; Lay, D. C., PAJOR, E. A. Jr.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. 2003. **The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs.** Journal of Animal Science. n. 81. p. 416-422. 2003.

MARINHO, P. C.; FONTES, D. O.; SILVA, F. C. O; SILVA, M. A.; PEREIRA, F. A.; AROUCA, C. L. C. **Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007.

MILLS, S. E.; KISSEL, J.; BIDWELL, C. A.; SMITH, D. J **Stereoselectivity of porcine beta-adrenergic receptors for ractopamine stereoisomers**. Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 81, n. 1, p. 122-129, 2003a.

MILLS, S. E.; SPURLOCK, M. E.; SMITH, D. J. **Beta-adrenergic receptor subtypes that mediate ractopamine stimulation of lipolysis.** Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 81, n. 3, p. 662-668, 2003b.

MOORE, K. L.; MULLAN, B. P.; D'SOUZA, D. N. **The interaction between ractopamine supplementation, porcine somatotropin and moisture infusion on pork quality.** Meat Science, Austrália, n. 92, p. 125-131, 2012.

NOWAK, D. **Enzymes in Tenderization of Meat – The System of Calpains and Other Systems – a Review**. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences . v.61, n.4, p. 231-237, 2011.

NPPC. **Pork Quality Standards**. National Pork Producers Council in cooperation with National Pork Board 4/99.04037, 1989.

OLIVEIRA, A. R. **Efeito da Ractopamina na qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos halotano**. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutourado em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2006.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Volume 1. Ciência e higiene da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia: UFG. v. 1. 1993.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Volume 2. Tecnologia da carne e de subprodutos; Processamento tecnológico. Goiânia: UFG. v. 2, 1110 p. 1994.

PERES, L. M.; OLIVEIRA, E. R.; LUCIO, C. L.; GODRIM, J. S.; RICCI, J. M. B.; MORAIS, J. C. F.; BARROS, L. H. A.; BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Análise Comparativa de Metodologias de Determinação da Capacidade de Retenção de Água.** XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia Universidade Federal de Alagoas. 23 a 27 de maio de 2011, Maceió, 2011.

POLETTO, R.; CHENG, H. W.; MEISEL, R. L.; GARNER, J. P.; RICHERT, B. T.; MARCHANT- FORDE, J. N. **Aggressiveness and brain amine concentration in dominant and subordinate finishing pigs fed the β-adrenoreceptor agonist ractopamine.** Journal of Animal Science. v. 88 p.3107-3120. 2010.

PORTO J. C. A.; JARDIM, F. B. B.; RIGO, E. J.; BIZINOTO, A. L. **Rendimento de carcaça de suínos em diferentes idades.** FAZU em Revista, Uberaba, n. 4, p.54-57, 2007.

RICKE, E. A.; SMITH, D. J.; FEIL, V. J.; LARSEN, G. L.; CATON, J. S. **Effects of ractopamine HCl stereoisomers on growth, nitrogen retention, and carcass composition in rats**. Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 77, n. 3, p. 701-707, 1999.

ROQUE-SPECHT, V. F.; SIMONI, V.; PARISE, N.; CARDOSO, P. G. **Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final**. Revista Brasileira de Agrociência. Pelotas, v.15, n.1-4, p.77-81, 2009.

ROSSI, C. A. R. **Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo Ractopamina e extratos cítricos:** desempenho, características de carcaça, da carne e produto curado. 2010. 157 f. Tese (Doutourado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

RÜBENSAM, J. M. Transformações *post mortem* e qualidade da carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, I. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 253p. 2001. **Anais...** Concórdia. EMBRAPA. 2001. p.89-99. Disponível em <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_ publicacoes/anais00cv_portugues.pdf> Acesso em 08/9/2013.

RUFFULO, R. R. JR. **Chirality in α- and β- adrenoceptor agonists and antagonists**. Tetrahedron. V.47, n.48, p. 9953-9980. E.U.A. 1991.

SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. A.; CARVALHO, B. C. JR. **Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.21, n.1, p. 14-19. 2001.

SAMPAIO, G. S. L. **Avaliação da perda de peso, da condição higiênico-sanitária e tecnológica de meias carcaças e quartos bovinos revestidos com polietileno durante o resfriamento.** 2013. 153f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

SANCHES, J. F. **Níveis de Ractopamina nas dietas de suínos machos castrados na fase de terminação**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Mestrado em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Características da Carne Suína**. Boletim Técnico. PIE-UFES:00907. 2007. Disponível em < http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf> Acesso em 08/9/2013.

SCHINCKEL, A. P.; LI, N.; RICHERT, B. T.; PRECKEL, P. V.; EINSTEIN, M. E. **Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine.** Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 81, n. 5, p. 1106-1119, 2003.

SILVA, M. D. P.; CARVALHO, R. F. **Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 36. 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05/09/2013.

SMITH, D. J. **The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock**. Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 76, n. 1, p. 173-194, 1998.

TERRA, N. N. **Apontamentos sobre tecnologia de carnes.** Ed. UNISINOS, 216p.1998.

TONIETI, A. P. **Avaliações do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado.** 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Programa de Mestrado em Ciência, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, Piracicaba, 2008.

USDA, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2013. **USDA National Nutrient Database for Standard Reference,** Release 26. Nutrient Data Laboratory. Disponível em <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>. 2013. Acesso em 08/9/2013.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; ROLPH, T. P.; KESTIN, S. C. **Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs.** Journal of Animal Science, Philadelphia, E.U.A., v. 68, n. 11, p. 3669-3676, 1990.

WEREMKO, D.; SKIBA, G.; RAJ, ST. FANDREJEWSKI, H. **The effects of feed and protein restriction between 90 and 118 days of age on performance, bone growth and mineralization of pigs reared to 168 days of age**. Animal Feed Science and Technology, 182, p.53– 60, Polônia, 2013.

XIAO, R.-J.; XU, Z.-R.; CHEN, H.-L. **Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs.** Animal Feed Science and Technology, 79, p.119-127, China, 1999.

YANG, X.; FENG, B.; YANG, P.; DING, Y.; CHEN, Y.; FEI, J. **Electrochemical determination of toxic ractopamine at an ordered mesoporous carbon modified electrode.** Food Chemistry, n.145, p.619–624, 2014.

ZHU. L. G.; BREWER, M. S. **Effects of pH and temperature on metamyoglobin solubility in a model system**. Meat Science, v.61, p.419-424, 2002.

ZHU. L. G.; BREWER. M. S. **Effects of urea denatureation and pH on the ability of porcine myoglobin to undergo reduction.** Meat Science, n.63, p.427-432, 2003. Disponível em <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/effects-of-urea-denatureation-and-ph-on-the-ability-of-porcine-I1q6N3Ivjk/1> Acesso em 14/09/2013.