

**Giovanna Dotta Cervo**

Métodos de castração associados à adição de ractopamina em dieta suína e  
seus efeitos no processamento e qualidade de salame tipo italiano

São José do Rio Preto  
2012

Giovanna Dotta Cervo

Métodos de castração associados à adição de ractopamina em dieta suína e seus efeitos no processamento e qualidade de salame tipo italiano

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Dr. Javier Telis Romero

Co-orientador: Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira

São José do Rio Preto  
2012

Cervo, Giovanna Dotta.

Métodos de castração associados à adição de ractopamina em dieta suína e seus efeitos no processamento e qualidade de salame tipo italiano / Giovanna Dotta Cervo. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2012.

72 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Javier Telis Romero

Co-orientador: Expedito Tadeu Facco Silveira

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biotecnologia, Letras e Ciências Exatas

1. Suíno. 2. Salame. 3. Imunocastração. 4. Ractopamina. I. Telis Romero, Javier. II. Silveira, Expedito Tadeu Facco. III. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biotecnologia, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 637.5'64

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE

Campus de São José do Rio Preto - UNESP

Giovanna Dotta Cervo

Métodos de castração associados à adição de ractopamina em dieta suína e seus efeitos no processamento e qualidade de salame tipo italiano

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Javier Telis Romero  
UNESP – São José do Rio Preto  
Orientador

Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira  
ITAL – Campinas  
Co-orientador

Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho  
UNESP – São José do Rio Preto

Prof<sup>ª</sup> Dra. Patricia de Carvalho Damy Benedetti  
Unilago – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto  
03/agosto/2012

*Aos meus pais, Anisio e Estefani, às minhas mães, Maria Helena e Josiane, ao meu  
companheiro, Humberto e aos meus irmãos, Tiago e Giuseppe, dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pela vida e por iluminar o meu caminho.

A conclusão deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas, a quem sou muito grata.

Aos meus pais, Maria Helena e Estefani, Anísio e Josiane, pelo amor, dedicação e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, meus grandes amores, Tiago e Giuseppe, pelo carinho e amor.

Ao meu querido Humberto, companheiro e incentivador, pela paciência, amor e carinho dedicados.

À toda minha família, que mesmo longe, sempre se fez presente.

Agradeço especialmente ao meu querido professor Dr. Pedro Fernando Romanelli, pela oportunidade e confiança em mim depositadas. Ao meu orientador, Professor Dr. Javier Telis Romero, pela paciência, compreensão e pelo enorme apoio. Ao meu co-orientador, Professor Dr. Exedito Tadeu Facco da Silveira, pela oportunidade, incentivo, orientação, paciência e apoio.

À Banca Examinadora e aos Suplentes pela enorme contribuição através das opiniões e valiosas correções.

À todos do ITAL, pela imprescindível participação, apoio e paciência para a concretização deste trabalho:

À Coordenadora do CTC-ITAL- Luciana Miyagusku; à Coordenadora do Laboratório de Análises Físicas e Químicas - CTC: Eunice A. Yamada, que facilitaram o uso de instalações, materiais, horas trabalhadas dos técnicos.

Aos pesquisadores e técnicos do Laboratório de Físico-Química do CTC: Márcia, Eduardo, Rodrigo, pelo auxílio na realização de análises.

Às pesquisadoras da área de Microbiologia Neliane Silvieira e Renata Bromberg, pelo apoio e realização das análises.

À equipe de avaliação sensorial do LAFISE-CCQA, pelo auxílio na realização das análises.

Aos assistentes e técnicos do CTC: Larissa, Claudia, Célia Lira, pelas programações de atividades laboratoriais e manutenção do sistema da qualidade.

Aos parceiros de projeto: Adrieli, Raquel, Daniel, Andréia, pela amizade e organização e obtenção conjunta de amostras.

À pesquisadora Dra. Katia Cipolli, pela incansável ajuda.

À minha eterna amiga Letícia “passarito”, pela amizade, companheirismo e enorme ajuda na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Métodos de castração.....	16
2.1.1 Castração física.....	16
2.1.2 Imunocastração.....	17
2.1.2.1 Maturidade sexual.....	17
2.1.2.2 Compostos responsáveis pelo odor sexual.....	18
2.1.2.3 Imunização contra GnRH.....	20
2.1.2.4 Qualidade da carne.....	22
2.2 Repartidores de energia – Ractopamina.....	24
2.2.1 Qualidade da carne.....	26
2.3 Influência da imunocastração e ractopamina em produtos cárneos.....	26
2.4 Salame.....	27
2.4.1 Fermentação.....	28
2.4.2 Matéria-prima carne.....	28
2.4.3 Cultura iniciadora.....	29
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>32</b>
3.1 Geral.....	32
3.2 Específicos.....	32
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
4.1 Animais.....	33
4.2 Processamento do salame.....	37
4.3 Análises na matéria-prima.....	39
4.3.1 Composição centesimal.....	39
4.3.2 Determinação de pH.....	40
4.3.3 Avaliação da cor objetiva.....	40
4.4 Análises realizadas durante o processamento.....	40
4.4.1 Determinação da perda de peso.....	40
4.4.2 Determinação de pH.....	41
4.4.3 Avaliação da cor objetiva.....	41



4.4.4	Determinação de atividade de água.....	42
4.5	Análises realizadas no produto pronto.....	43
4.5.1	Análise microbiológica.....	43
4.5.2	Análise sensorial.....	43
4.6	Delineamento experimental e análise estatística.....	45
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
5.1	Análises realizadas na matéria-prima.....	46
5.1.1	Composição centesimal.....	46
5.1.2	Determinação de pH.....	47
5.1.3	Avaliação de cor objetiva.....	48
5.2	Análises realizadas durante o processamento.....	49
5.2.1	Determinação da perda de peso.....	49
5.2.2	Determinação de pH.....	51
5.2.3	Avaliação de cor objetiva.....	53
5.2.4	Determinação da atividade de água.....	55
5.3	Análises realizadas no produto pronto.....	58
5.3.1	Análises microbiológicas.....	58
5.3.2	Análise sensorial.....	59
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Componentes das culturas iniciadoras para a fermentação cárnea.....	31
<b>Tabela 2</b> - Resumo das análises de variância para as características da composição centesimal da paleta suína.....	47
<b>Tabela 3</b> – Resumo das análises de variância para as características de pH da paleta suína.....	47
<b>Tabela 4</b> - Características médias do pH da paleta em função do sexo.....	48
<b>Tabela 5</b> - Resumo das análises de variância para as características de cor objetiva da paleta suína.....	49
<b>Tabela 6</b> - Resumo das análises de variância para as características de perda de peso do salame tipo italiano ao longo do período de processamento.....	50
<b>Tabela 7</b> - Resumo das análises de variância para as características de pH do salame tipo italiano durante o período de processamento.....	51
<b>Tabela 8</b> - Características médias do dia 1 de processamento do salame em função da ractopamina.....	52
<b>Tabela 9</b> - Características médias do pH nos dias de processamento do salame tipo italiano em função do sexo.....	52
<b>Tabela 10</b> - Resumo das análises de variância para as características de cor objetiva do salame tipo italiano durante o período de processamento.....	54
<b>Tabela 11</b> - Resumo das análises de variância para atividade de água do salame tipo italiano durante o processamento.....	57
<b>Tabela 12</b> - Características médias da atividade de água do salame tipo italiano nos dias de processamento em função do sexo.....	57
<b>Tabela 13</b> - Características médias da atividade de água do salame tipo italiano nos dias de processamento em função da ractopamina.....	58
<b>Tabela 14</b> - Resultados das análises microbiológicas dos seis tratamentos de salame tipo italiano ao final do processamento.....	59
<b>Tabela 15</b> – Médias de aceitação da aparência, aroma, sabor, textura, qualidade global e intenção de compra.....	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Aspectos principais da produção de hormônio sexual do macho inteiro (EFSA, 2003).....	18
<b>Figura 2</b> - Esquema do processo de distribuição do escatol (FURNOLS, 2002).....	19
<b>Figura 3</b> - Diagrama do processo de síntese distribuição e eliminação da androstenona (FURNOLS, 2002).....	19
<b>Figura 4</b> - Representação esquemática do GnRF natural e de seu análogo sintético na VIVAX® (PFIZER, 2010).....	20
<b>Figura 5</b> - Representação gráfica dos níveis de imunidade e odor ao longo das aplicações da vacina Vivax® (PFIZER, 2010).....	21
<b>Figura 6</b> - Estrutura química do Cloridrato de Ractopamina (SMITH, 1998).....	24
<b>Figura 7</b> - Ativação adrenérgica da lipólise em tecido adiposo (MERSMANN, 1989).....	25
<b>Figura 8</b> - Linhagem genética Topigs (TOPIGS, 2011).....	33
<b>Figura 9</b> - Pesagem e identificação dos leitões durante a seleção.....	34
<b>Figura 10</b> - Baía da fase de terminação.....	34
<b>Figura 11</b> - Vacinação com Vivax® (Pfizer Saúde Animal).....	35
<b>Figura 12</b> - Embarque e transporte dos animais para o abate.....	36
<b>Figura 13</b> - Condução dos animais e insensibilização.....	36
<b>Figura 14</b> - Tipificação eletrônica e desossa anatômica.....	37
<b>Figura 15</b> - Limpeza dos cortes, moagem, mistura e pendura das peças.....	38
<b>Figura 16</b> - Leitura dos valores de pH.....	41
<b>Figura 17</b> - Análise de cor objetiva: valores de L*, a* e b*.....	42
<b>Figura 18</b> - Análise de atividade de água.....	42
<b>Figura 19</b> - Cabines individuais do LAFISE utilizadas para a análise sensorial do salame tipo italiano.....	44
<b>Figura 20</b> - Evolução da perda de peso ao longo do período de processamento do salame.....	50
<b>Figura 21</b> - Evolução do pH dos salames produzidos com diferentes matérias-primas cárneas.....	53
<b>Figura 22</b> - Evolução da atividade de água dos salames produzidos com diferentes matérias-primas cárneas.....	56
<b>Figura 23</b> – Distribuição da faixa de idade dos consumidores.....	60

<b>Figura 24</b> – Distribuição de frequência de consumo de salame pelos consumidores....	61
<b>Figura 25</b> – Histograma de frequência dos dados de aceitação da aparência.....	62
<b>Figura 26</b> - Histograma de frequência dos dados de aceitação do aroma.....	63
<b>Figura 27</b> - Histograma de frequência dos dados de aceitação do sabor.....	63
<b>Figura 28</b> - Histograma de frequência dos dados de aceitação da textura.....	64
<b>Figura 29</b> - Histograma de frequência dos dados de aceitação da qualidade global.....	64

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar a matéria-prima (paleta suína) e o produto salame tipo italiano, obtidos através de suínos provenientes da linhagem genética Topigs (Tempo, macho x Topigs 40, fêmea). A primeira etapa deste experimento foi desenvolvida em uma granja comercial envolvendo um total de 450 suínos, submetidos à imunocastração e à inclusão de ractopamina (RAC) no plano nutricional dos suínos na fase de terminação (21 dias antes do abate), tendo assim 6 tratamentos: fêmeas com adição de ractopamina (FR), fêmeas sem ractopamina (F), machos castrados fisicamente com ractopamina (CR), machos castrados fisicamente sem ractopamina (C), machos imunocastrados com ractopamina (IR) e machos imunocastrados sem ractopamina (I). Foi aplicado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 (castração física, imunocastração e fêmeas) x 2 (com e sem ractopamina). Foram abatidos sessenta animais selecionados com 163 dias de idade. Após a desossa, a matéria-prima cárnea (paleta e toucinho costo-lombar) foi utilizada na fabricação de salame. Foi analisada a composição centesimal, pH e cor da paleta. Durante o período de processamento do salame, foram avaliados pH, atividade de água, cor e perda de peso. No produto final, foi realizada análise microbiológica e sensorial. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey. A adição da ractopamina na dieta não mostrou influência ( $p > 0,05$ ) sobre os teores de proteína, gordura, umidade e cor das paletas. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para os valores de pH e atividade de água ao longo do processamento do salame, porém, apresentaram resultados dentro de faixas encontrados em outros estudos na literatura. Pela análise sensorial foi observada uma boa aceitação do produto pelos consumidores, tendo apresentado nota 7 que indica que os consumidores gostaram moderadamente do salame. Pelos presentes resultados sugere-se que as tecnologias estudadas, imunocastração e adição de ractopamina na dieta suína, podem ser aplicadas com sucesso na produção de salame tipo italiano.

**Palavras chave:** salame, imunocastração, ractopamina.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the raw material and Italian salami products obtained through pork from TOPIGS (Tempo, macho x Topigs 40, fêmea). The first step of this experiment was developed on a commercial farm involving a total of 450 pigs submitted to immunocastration and the inclusion of ractopamine (RAC) in the plane of nutrition of pigs in the finishing phase (21 days before slaughter), and thus six treatments: females with the addition of ractopamine (FR), females without ractopamine (F), castrated males physically with ractopamine (CR), castrated males physically without ractopamine (C), males immunocastrated with ractopamine (IR) and males immunocastrated without ractopamine (I) . It was applied a completely randomized design, factorial scheme 3 (physical castration immunocastration and female) x 2 (with and without ractopamine). Sixty animals were slaughtered selected with 163 days of age. After boning, the raw material was used in the manufacture of salami. It was analyzed the chemical composition, pH and color palette. During the processing of the sausage it were measured pH, water activity, color, and weight loss. In the final products was carried out microbiological and sensory analysis. The results were submitted to ANOVA and Tukey's test. The addition of ractopamine in the diet showed no influence ( $p > 0.05$ ) on the levels of protein, fat, moisture and color palettes. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) for pH and water activity during the processing of the sausage, however, showed results within ranges found in other studies in the literature. The sensory evaluation showed a good acceptance by consumers of the product, presenting 7 note that indicates that consumers liked moderately salami. he present results suggest that the technologies studied, immunocastration addition of ractopamine in swine diets, can be successfully applied in the production of Italian salami.

**Keywords:** salami, immunocastration, ractopamine.

## 1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína animal de maior consumo mundial (ABIPECS, 2010).

O complexo agroindustrial de suínos e a comunidade agrocientífica trabalham incessantemente para melhorar a eficiência na produção de carne e atender as exigências crescentes do mercado consumidor. Tal desafio consiste em combinar, adequadamente, o binômio qualidade e quantidade de carne, objetivando garantir a viabilidade econômica da indústria da carne (SILVEIRA, 2011).

Dentro deste cenário, os suínos machos inteiros apresentam maior desempenho de crescimento e rendimento de carcaça do que animais castrados cirurgicamente. Porém, a carne destes animais pode conferir odores estranhos, conhecidos como “boar taint” ou odor sexual, desagradáveis ao consumidor (BONNEAU et al., 1994).

A castração cirúrgica de leitões é uma prática comumente realizada com o principal objetivo de prevenir a ocorrência de odor sexual na carne de suínos machos (ANABEL, 2006). Países como a Austrália e Nova Zelândia, durante muitos anos abateram animais antes da maturidade sexual, a fim de evitar a deposição dos compostos responsáveis pelo odor sexual na carne (DUNSHEA et al., 2001). No Brasil, o Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1952), determina no artigo 121 “é proibido a matança de suínos não castrados ou que mostrem sinais de castração recente” e no artigo 172 do mesmo regulamento define carnes repugnantes “são assim consideradas e condenadas as carcaças que apresentarem mau aspecto, coloração anormal ou que exalem odores medicamentosos, excrementícias, sexuais e outros considerados anormais”.

A suinocultura brasileira vem, nos últimos anos, investindo na aplicação de inovações tecnológicas associadas ao bem estar e na questão do odor sexual, em particular com a utilização de novos métodos de castração (imunocastração). Esta castração é realizada numa fase mais tardia da vida do suíno (4 e 8 semanas antes do abate) aproveitando-se dos efeitos dos anabolizantes naturais produzidos nos testículos dos machos inteiros (BONNEAU, 1982).

A imunocastração vem se tornando uma opção cada vez mais utilizada na produção mundial de suínos em substituição ao método tradicional de castração

cirúrgica dos machos, sendo definida como um método de castração por meio de vacina anti-GnRF (fator liberador de gonadotrofinas), que inibe o início da puberdade, evita o odor e o sabor característico de macho inteiro na carne, melhora o desempenho, realça as características de carcaça (DUNSHEA et al., 2001; JAROS et al., 2005), além de respeitar o bem estar dos animais.

A ractopamina, um agonista  $\beta$ -adrenérgico, composto sintético de estrutura análoga às catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), foi aprovada pelos Estados Unidos (FDA, 2008) e em diversos outros países para uso em dietas de suínos em terminação a fim de aumentar a taxa de ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de carne magra na carcaça (MARCHANT-FORDE et al., 2003; WRAY-CAHEN, 2001). No Brasil, uma Resolução do Ministro de Estado da Saúde, no uso de suas atribuições legais, resolve: “Aprovar as Denominações Comuns Brasileiras DCB, na conformidade do anexo desta Portaria”, na qual consta a ractopamina (BRASIL, 1996) A partir dessa data, há registros de produtos comerciais no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a base deste aditivo para adição em rações comerciais de suínos em terminação (Ractop®, Ractosuin®, Transuin®).

Quanto à industrialização de carne suína, são escassas informações científicas que reportam a influência dessas tecnologias no processo industrial de produtos fermentados que utilizem carne proveniente de animais imunocastrados suplementados ou não com ractopamina. O uso destas tecnologias pode afetar o tempo de secagem de alguns produtos, como o salame, conforme relato de algumas indústrias. Contudo, não foram encontrados registros na literatura científica consultada a respeito do assunto. Diante do exposto, faz-se necessário empreender estudos científicos que avaliem as características destes produtos, como composição centesimal, pH, cor, atividade de água, tempo de secagem e análise sensorial do salame processado com carne suína oriunda das tecnologias em questão para gerar informações científicas que possam contribuir para o entendimento dos efeitos da imunocastração e ractopamina no processo de industrialização de salame tipo italiano.

Este estudo permitiu caracterizar o produto salame tipo italiano, a partir de suínos imunocastrados suplementados com ractopamina, através de análises de composição centesimal da carne (umidade, proteína e gordura), análises físico-químicas da carne, durante o período de processamento (pH, cor, perda de peso e atividade de água) e da análise sensorial do produto final.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Métodos de castração

A utilização de suínos machos inteiros na produção de carne tem sido objeto de várias pesquisas, principalmente pelos benefícios zootécnicos constatados na produção desses animais como ganho de peso rápido e melhor conversão alimentar (BONNEAU et al., 2000). Porém, devido à incidência de odor sexual em algumas carcaças, a utilização desses animais sofreu fortes restrições pelo mercado consumidor. Como alternativas para solucionar a incidência de odor sexual na carne suína, hoje são utilizadas técnicas como a castração física (utilizada já há muitos anos) e a imunocastração (técnica recente e ainda assunto de muitas pesquisas).

#### 2.1.1 Castração física

A castração física de suínos machos é compulsória pela legislação brasileira. A castração constitui um procedimento rotineiro em programas de manejo. Tem por finalidade a extirpação dos testículos devido à potencial presença de substâncias responsáveis pelo odor repugnante da carne, conhecido como “odor sexual” ou “de cachaço” (*boar taint*), além de facilitar o manejo dos animais, por reduzir comportamentos agressivos (HAFEZ; JAINUDEEN & ROSNINA, 2004).

O processo de castração física sem anestesia ou analgesia, em animais jovens é considerado procedimento cruel e doloroso. Mesmo com aplicação de anestesia local ou geral, este processo está associado à dor e estresse (EINARSSON, 2006).

Além disso, a castração física de leitões causa um impacto na qualidade de vida e nos rendimentos como produto final, pois podem ocorrer perdas de animais e inflamações crônicas ou infecções (POLEZE, 2007). Também ocasiona alterações no metabolismo, como diminuição da eficiência alimentar, desenvolvimento muscular mais lento e maior deposição de gordura em comparação com machos inteiros (BONNEAU, 1998; OLIVER et al., 2003).

Prunier et al. (2006), revisando as conseqüências do bem estar animal, na Europa, citam que para identificar todas as vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de castração, é necessário avaliar a dor associada, além dos efeitos fisiológicos, comportamentais e conseqüências para a saúde que podem resultar deste processo. A utilização de anestésico para a castração como um método que favorece o bem estar animal, reduzindo a incidência de carne com odores desagradáveis, porém encarece o processo e não é permitida sua utilização em granjas por razões de ordem prática e/ou legais.

## 2.1.2 Imunocastração

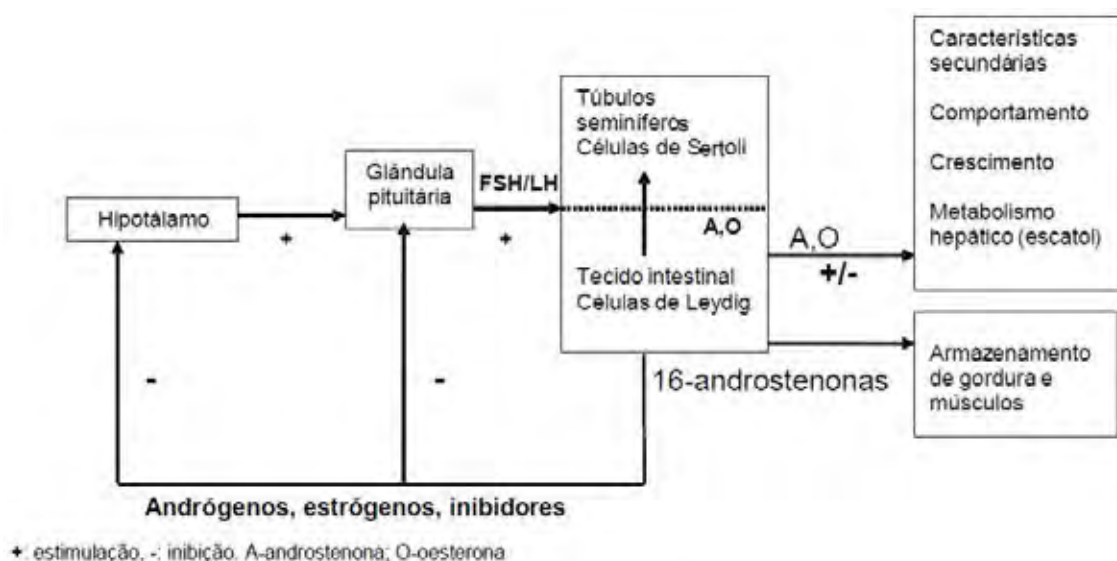
### 2.1.2.1 Maturidade sexual

O odor sexual está ligado ao desenvolvimento fisiológico que leva à maturidade sexual dos suínos machos inteiros e que tem efeito significativo na qualidade da carne suína.

A partir do início da puberdade (cinco meses de idade) ocorre um aumento na produção de hormônios que definem as características reprodutivas secundárias, sendo o principal responsável, o hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH).

O GnRH é um decapeptídeo produzido no hipotálamo, que fornece uma ligação humoral entre os sistemas endócrino e nervoso, agindo na hipófise anterior e induzindo a secreção de hormônios gonadotróficos (hormônio luteinizante – LH e hormônio folículo-estimulante – FSH). Estas duas gonadotrofinas agem nas gônadas, estimulando o crescimento testicular, a espermatogênese e a esteroidogênese. O FSH apóia diversas fases críticas da maturação dos espermócitos, enquanto o LH estimula o crescimento testicular e a secreção de testosterona e outros hormônios esteróides nas células de Leydig. A testosterona, bem como estes outros esteróides testiculares, são subsequentemente liberados na circulação e transportados a vários tecidos, servindo a diversas funções, incluindo *feedback* de regulação da secreção de GnRH, LH e FSH, e desenvolvendo as características sexuais masculinas, causando elevação dos níveis de esteróides testiculares (HAFEZ & HAFEZ, 2004; JAROS et al., 2005; METZ et al.,

2002). A Figura 1 ilustra o processo de produção de androstenona (+) e a imunocastração (-) (EFSA, 2003).



**Figura 1** - Aspectos principais da produção de hormônio sexual do macho inteiro (EFSA, 2003).

#### 2.1.2.2 Compostos responsáveis pelo odor sexual

O odor sexual ocorre em machos inteiros durante o período de maturidade sexual. Os compostos responsáveis por esse odor incluem a androstenona (5-androst-16-ene-3-one) e o escatol (3-metil-indol), sendo esses compostos lipossolúveis, tendem a se acumular no tecido adiposo e serem liberados na cocção da carne, podendo afetar além do odor, e o sabor em menor intensidade (BONNEAU; SQUIRES, 2004) causando rejeição pelo consumidor (BABOL et al., 2004). Altos níveis de escatol associados à androstenona caracterizam suínos com maior odor perceptível (DORAN et al., 2002).

O escatol é produto da degradação anaeróbica do triptofano proveniente da dieta pelas bactérias intestinais na porção final do intestino grosso (FURNOLS, 2002). Uma vez formado, o escatol se distribui através do sangue, como mostra a Figura 2.

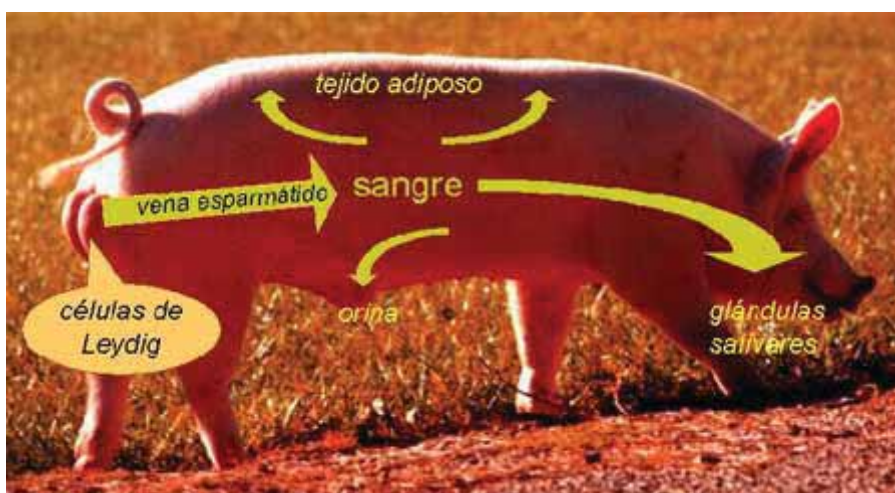
A correlação entre os níveis de escatol e os níveis de androstenona no tecido adiposo de machos inteiros pode ser explicada pela inibição do catabolismo do escatol provocado pelos andrógenos. Concentrações excessivas de androstenona impedem o

metabolismo hepático do escatol, provocando a redução da degradação deste composto, e conseqüentemente, o seu acúmulo no tecido adiposo (DORAN et al., 2004).



**Figura 2** - Esquema do processo de distribuição do escatol (FURNOLS, 2002).

A androstenona é um feromônio sexual (estimula funções reprodutivas nas fêmeas) sintetizado nas células de Leydig, nos testículos, e através do sangue, é depositado de maneira reversível no tecido adiposo. Uma parte da androstenona, porém, é eliminada pela saliva, urina e catabolizada pelo fígado, de acordo com o que se pode observar na Figura 3. Este composto começa a ser produzido quando o animal é ainda jovem e seu nível máximo é atingido na maturidade sexual (FURNOLS, 2002).



**Figura 3** - Diagrama do processo de síntese, distribuição e eliminação da androstenona (FURNOLS, 2002).

A androstenona apresenta odor de urina, enquanto que o escatol apresenta intenso odor fecal na carne em conformidade com o julgamento de alguns consumidores (DIJKSTERHUIS et al., 2000).

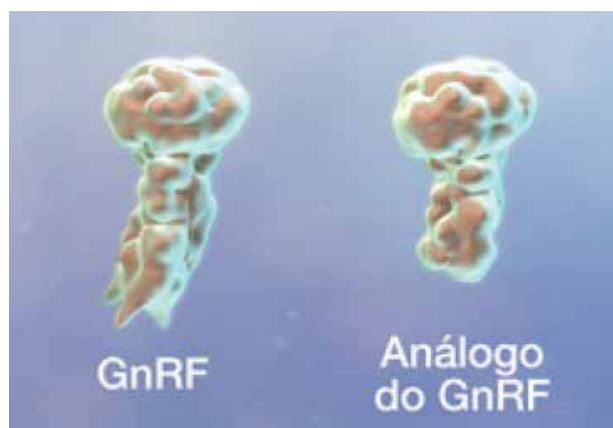
Portanto, preocupações com o bem estar animal e maior rendimento de carne magra, bem como carne livre de odor sexual, pressionam a cadeia de produção de suínos a abandonar a castração cirúrgica (BONNEAU & LEBRET, 2009).

### 2.1.2.3 Imunização contra GnRH

A imunização contra a GnRH rompe a linha central hipotálamo-pituitária-gônada, dessa forma inibindo o crescimento dos testículos e a síntese de esteróide que finalmente irá reduzir a ocorrência de odor sexual (JAROS et al., 2005).

A vacina utilizada, Vivax ®, contém uma forma modificada de GnRH (200 µg GnRH-conjugado de proteína/ml) em um sistema adjuvante aquoso (sistema que reforça a ação da proteína) (Figura 4). O análogo do GnRH, utilizado nesta vacina não tem efeitos hormonais ou atividade química.

A primeira dose da vacina não tem efeito fisiológico sobre o funcionamento testicular. Após a segunda dose, o comportamento sócio-sexual e de alimentação é semelhante ao dos animais castrados duas semanas antes do abate. Os operadores da vacina devem ser treinados. Os testes realizados produziram, em alguns animais, ligeira inflamação no local de aplicação e foi bem tolerada pelos animais (EINARSSON, 2006).



**Figura 4** - Representação esquemática do GnRF natural e de seu análogo sintético na VIVAX® (PFIZER, 2010).

A imunocastração é um método que suprime temporariamente a produção de esteróides pelos testículos antes do abate. Funciona estimulando o próprio sistema imunológico dos suínos a produzir anticorpos naturais contra o fator de liberação de gonadotrofinas (GnRF) (JAROS et al., 2005). Ao aplicar duas doses dessa vacina, oito e quatro semanas antes do abate, os anticorpos neutralizam o GnRF natural do suíno e bloqueiam a liberação de hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo-estimulante (FSH) da hipófise, que estimulam o desenvolvimento dos testículos e produção de esteróides (Figura 5). Ao cessar o desenvolvimento dos testículos, estes aparecem menos proeminentes, e conseqüentemente a produção de esteróides é suprimida e o acúmulo dos compostos responsáveis pelo odor sexual na gordura não ocorre (ANABEL, 2006).



**Figura 5** - Representação gráfica dos níveis de imunidade e odor ao longo das aplicações da vacina Vivax® (PFIZER, 2010).

Dunshen et al. (2001), observaram a eficiência da imunocastração, com produção reduzida e menor acúmulo dos compostos sexuais (androsteno e escatol) em carcaças suínas. Tais compostos já presentes nos animais são metabolizados, fato que

permite assim abater os suínos mais pesados aproveitando os benefícios da presença da testosterona testicular no crescimento e composição da carcaça.

A vacina utilizada para a imunocastração foi desenvolvida na Austrália e comercializada desde 1998 no mesmo país e também na Nova Zelândia. Já foi aprovada em mais de 60 países. No Brasil, a vacina está registrada desde 2005, mas apenas em 2007 foi lançada em nível nacional e é comercializada sob o nome de Vivax® (PFIZER, 2010). Dessa forma a vacina VIVAX® tem seu uso permitido de acordo com o Regulamento de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos – Decreto 5053, de 22 de Abril de 2004 (BRASIL, 2004).

#### 2.1.2.4 Qualidade da carne

Em alguns estudos, animais imunocastrados apresentaram superior desempenho de crescimento, maior ganho de peso diário, melhor eficiência alimentar e maior quantidade de carne magra em alguns cortes comerciais em relação a animais castrados fisicamente (SILVEIRA et al., 2006; CRANE, 2006). Zamaratskaia et al. (2007) relataram que suínos imunocastrados demonstraram maior ganho de peso diário e maior quantidade de carne magra em relação a animais castrados fisicamente, porém mais baixo que animais inteiros. Além disso, a carne de animais imunocastrados foi bem aceita sensorialmente pelos consumidores, observada pela preferência e intenção de compra (SILVEIRA, 2007).

O pH é um parâmetro utilizado para determinar o nível de acidificação e alcalinidade da carne, sendo uma das formas mais utilizadas pelas indústrias para auxiliar na avaliação da qualidade da carne, por fornecer resultados rápidos. Cor, firmeza e capacidade de retenção de água são afetados pelo pH do músculo e podem interferir no processamento e qualidade de produtos, como o salame.

A cor da carne é característica fundamental para a escolha do consumidor no momento da compra. O consumidor aprende a associar a boa qualidade de um alimento com uma determinada cor que lhe é característica (SAEG, 1999). A coloração indica a concentração de mioglobina e seu estado de oxigenação ou oxidação na superfície do músculo. A mioglobina é formada por uma porção protéica, denominada globina, e uma porção não protéica, denominada anel ou grupo heme. No centro de cada grupo heme há

um átomo de ferro. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo, atividade física, pelo tipo de fibra muscular bem como pelo nível de sangria do animal no abate (CORNFORTH, 1994). A mioglobina reduzida na presença de oxigênio é convertida a oximioglobina, reação favorecida por altas pressões de O<sub>2</sub>. A oximioglobina se forma em 30-40 minutos de exposição ao ar e esta reação é denominada oxigenação.

No Brasil, diversos autores utilizam análise instrumental de cor da carne na determinação de luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) operando no sistema Commission Internationale de l'Éclairage - CIE (L\*, a\*, b\*) em amostras de carne de diferentes espécies de açogue (MARCHIORI; FELICIO, 2003; PUGA; CONTRERAS; TURNBULL, 1999).

Os resultados da análise instrumental de cor foram valorados para os parâmetros de cor: valor L que representa a luminosidade da cor, variando de zero a 100 onde zero seria preto e 100 seria branco; o valor a variando de -80 até zero (verde) e de zero até 100 (vermelho) e o valor b que varia de -100 a zero (azul) e até +70 (amarelo).

Gispert et al. (2010), ao analisarem a qualidade da carne em suínos machos imunocastrados, castrados fisicamente, machos inteiros e fêmeas, não encontraram diferenças significativas de pH. Neste mesmo trabalho, encontraram diferenças para as variáveis de cor L\* e a\*.

FUCHS et al. (2009) analisaram a presença de odor sexual por teste de cozimento da carne, com 98% de resultados negativos para amostras de carne suína proveniente de animais imunocastrados e 94 % positivos para machos inteiros.

Ao realizar estudo de aceitabilidade com consumidores, FURNOLS et al. (2008), não encontraram diferenças significativas entre carnes de suínos imunocastrados, castrados cirurgicamente e fêmeas. Entretanto, carnes de machos inteiros foram menos aceitas que as carnes citadas anteriormente, independente do nível de androstenona encontrado.

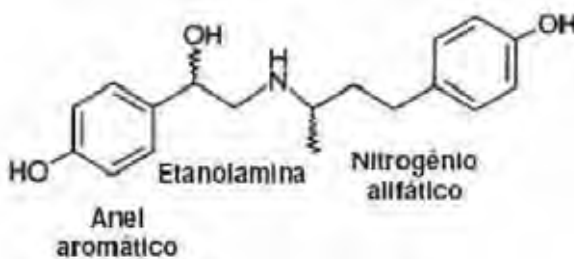
A imunocastração demonstrou sua eficiência na eliminação do odor sexual, bem como contribuiu para melhorar as características sensoriais da carne. Em relação à qualidade tecnológica para processamento da carne proveniente do suíno imunocastrado em relação ao cirurgicamente castrado, os resultados ainda não são consistentes.



## 2.2 Repartidores de energia – Ractopamina

O complexo agroindustrial de suínos tem enfatizado maximizar a deposição protéica no músculo por meio de seleção genética e pesquisas em nutrição. O objetivo é diminuir a deposição de gordura e aumentar a deposição de músculo nas carcaças de suínos melhorados geneticamente, como forma de atender o mercado consumidor e abater animais mais pesados (MARINHO et al., 2007). Assim, a utilização de hidrocloreto de ractopamina (Ractosui®, Ourofino Agronegócio) ou ractopamina (RAC), um agonista  $\beta$ -adrenérgico, tem proporcionado melhora significativa no desempenho e características de carcaça de suínos na fase de terminação, por aumentar a taxa de deposição e eficiência do tecido muscular (MOODY; HANCOK & ANDERSON, 2000).

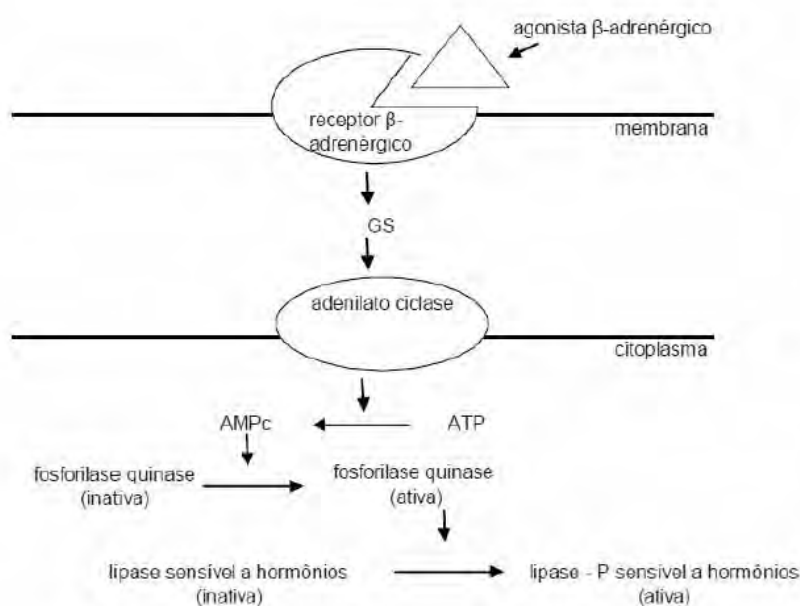
Os agonistas  $\beta$ -adrenérgicos são compostos sintéticos de estrutura análoga às catecolaminas, como a adrenalina e noradrenalina (BRIDI et al., 2006). A estrutura da ractopamina (Figura 6) é caracterizada pela presença de anel aromático, cadeia lateral da etanolamina e o nitrogênio alifático (SMITH, 1998). É muito utilizada na produção animal como agentes repartidores, devido à sua capacidade de redirecionar a distribuição normal de nutrientes em função da alteração do metabolismo da célula, e por modificar as taxas de deposição de gordura e proteína do corpo animal (SILVEIRA, 2007; AGOSTINI et al., 2008).



**Figura 6** - Estrutura química do cloridrato de ractopamina (SMITH, 1998).

A ractopamina foi aprovada pelos Estados Unidos (FDA, 2008) e em diversos outros países para uso em dietas de suínos em terminação a fim de aumentar a taxa de ganho de peso, eficiência alimentar e deposição de carne magra na carcaça (MARCHANT-FORDE et al., 2003; WRAY-CAHEN, 2001).

Na membrana dos adipócitos existem receptores  $\alpha$ - e  $\beta$ , onde os  $\beta$ -receptores serão ativados pelos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos (Figura 7), desencadeando uma série de eventos e levando à maior taxa de quebra dos triglicerídeos a ácidos graxos livres e glicerol (ZAGURY, 2002).



**Figura 7** - Ativação adrenérgica da lipólise em tecido adiposo (MERSMANN, 1989).

Efeitos no músculo, como hipertrofia da célula muscular e aumento de carne magra resultam da ativação dos  $\beta$ -receptores pelos  $\beta$ -agonistas, sendo que a maioria dos tecidos musculares contém primariamente, receptores  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ . No metabolismo protéico há um aumento da síntese protéica, principalmente da actina e miosina, levando a um aumento no diâmetro das fibras musculares, em específico nas fibras brancas e intermediárias (AALHUS et al., 1992; SILVA et al., 2008) e como consequência, há um aumento no rendimento das carcaças dos animais submetidos à ação da ractopamina (BELLAYER et al., 1991). Além disso, ocorre uma eficiência no crescimento do animal,

com conseqüente aumento na quantidade de tecido magro na carcaça e diminuição na deposição de tecido adiposo (McKEITH et al., 1988).

Além dos benefícios na eficiência alimentar, na taxa de crescimento e na produção de carne magra, estudos conduzidos por Stites et al., 1991 demonstraram um maior rendimento para os cortes lombo e pernil com a utilização de ractopamina.

### 2.2.1 Qualidade da carne

O efeito da ractopamina na qualidade da carne é controverso. Moller; Bertelsen; Olsen (1992), Wood, Wiseman; Cole (1994) e Ferreira; Bastos (1994) encontraram redução dos níveis de glicogênio muscular, elevação do pH final e carne com tonalidade levemente mais escura em animais tratados com ractopamina quando comparados à animais que não receberam o mesmo tratamento na dieta. Zagury (2002) e Carr et al. (2009), entretanto, não encontraram diferenças significativas na coloração da carne de suínos suplementados com ractopamina.

Quanto ao grau de maciez Aalhus et al. (1992), Uttaro et al. (1993), Carr et al. (2005) e Xiong et al. (2006) observaram significativo aumento na força de cisalhamento na carne suína proveniente de animais tratados com ractopamina, enquanto Merkel et al. (1990) e Stoller et al. (2002) não identificaram nenhuma diferença na maciez sensorial de carne suína de animais alimentados com ractopamina em comparação com o controle.

## 2.3 Influência da imunocastração e ractopamina em produtos cárneos

No Brasil, aproximadamente 70 % da carne suína é industrializada e consumida na forma de produtos curados, fermentados, defumados, marinados e cozidos. O processamento dessas carnes permite agregar valor e aumentar sua vida útil (TERRA; BRUM, 1988). A aplicação da tecnologia ractopamina tem sido estudada ao longo dos anos, mas sua influência na qualidade e aceitabilidade dos produtos industrializados foi pouco elucidada, enquanto que a aplicação da imunocastração ainda não foi pesquisada em produtos cárneos processados. Por este motivo, se faz necessário

investigar mais sobre estas tecnologias e suas influências no processamento dos produtos cárneos.

Os efeitos da imunocastração na qualidade da carne destinada aos mercados de carne fresca e produtos cárneos industrializados devem ser esclarecidos adequadamente. As possíveis alterações de pH, incidência de cor mais escura e perda de maciez da carne de animais com dieta contendo ractopamina (MØLLER; BERTELSEN; OLSEN, 1992; WOOD; WISEMAN; COLE, 1994; AALHUS et al., 1992; UTTARO et al., 1993 e CARR et al., 2009) podem resultar implicações relevantes e que impactam no mercado.

#### 2.4 Salame

Os procedimentos tradicionais para a preservação da carne são a secagem, a salga e a fermentação. Este último procedimento remonta aos babilônios e chega até nós através dos salames. Ricos em variedades, atingem na Alemanha 330 tipos diferentes e na Itália englobam quase mil variedades. Estes produtos são estáveis devido à fermentação e desidratação, que permitem a conservação em temperatura ambiente, sem necessidade de frio (TERRA, 1998).

No Brasil a produção de salames compõe uma fatia significativa do mercado de produtos cárneos. Mudanças na busca de melhor qualidade, redução de custos e investimentos na tecnologia de produção foram percebidas pelo mercado consumidor brasileiro, que responde pela produção de 110 a 120 toneladas/dia de salames (TERRA ; FRIES; TERRA, 2004).

Os alimentos fermentados são produtos preparados a partir da matéria-prima crua ou aquecida, os quais adquirem suas propriedades características através de um processo no qual micro-organismos estão envolvidos. Em certos casos, as enzimas endógenas da matéria-prima desempenham função decisiva na obtenção de tais produtos. A acidificação da carne moída durante a produção de embutidos secos é alcançada pela fermentação, que confere ao embutido a fatiabilidade, segurança, vida útil, aroma e gosto característicos (TERRA; FRIES; TERRA, 2004).

O salame é um embutido cru, fermentado, maturado e dessecado que poderá ou não ser submetido à defumação. No Brasil, as características de identidade e qualidade

de oito diferentes tipos de salame estão definidas, sendo que a diferenciação entre elas está na granulometria da carne e do toucinho, com ênfase na condimentação (BRASIL, 2000).

A produção de salame envolve basicamente a cominuição da carne e da gordura com sal, nitrato e/ou nitrito, pimentas, açúcar, cultura iniciadora e outros aditivos. Após, esta mistura é embutida e passa por processo de fermentação e secagem, frequentemente em duas etapas consecutivas. A presença de sal, a baixa atividade de água e a exclusão de oxigênio selecionam as bactérias lácticas tolerantes ao sal (halotolerantes), produzindo ácido láctico a partir dos carboidratos presentes e/ou adicionados. Os baixos valores de pH final, entre 4,5 e 5,5, levam à desnaturação protéica e formação do estado “gel”, que permite o fatiamento do salame. A adequada redução do pH e a baixa atividade de água dão estabilidade e segurança ao produto (KERRY; KERRY; LEDWARD, 2005).

#### 2.4.1 Fermentação

A fermentação é a fase crucial do processo de cura dos embutidos, pois é o estágio em que ocorre a maioria das transformações físicas, bioquímicas e microbiológicas. Estas mudanças são influenciadas pelas características da matéria-prima e do processo, e estará presente em propriedades sensoriais do produto final como sabor, aroma, cor e textura (TERRA; FRIES; TERRA, 2004).

As bactérias lácticas, ao utilizarem os carboidratos existentes na formulação cárnea, determinam a formação de ácido láctico. Este ácido láctico é o mais importante produto metabólico gerado no processo fermentativo e responsável pela segurança e qualidade dos produtos cárneos curados fermentados e a consequente queda de pH irá refletir-se no efeito protetor contra os micro-organismos indesejáveis, bem como na textura, desidratação e coloração do embutido fermentado. Entre os micro-organismos indesejáveis, salienta-se o *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* e *Listeria monocytogenes*. Além do ácido láctico, as bactérias lácticas produzem outros metabólitos dotados de ação antibacteriana, como água oxigenada, ácido acético, diacetil, gás carbônico, reuterina, bacteriocinas e antibióticos (TERRA, 1998).

#### 2.4.2 Matéria-prima cárnea

Somente carnes em bom estado de preservação devem ser utilizadas no processamento de salames, como carnes frescas sem deterioração química ou microbiológica, livres de tendões, coágulos sanguíneos e glândulas (TERRA, 1998).

As proteínas miofibrilares são responsáveis pela liga da massa cárnea. Interações água-proteína e proteína-proteína determinam o tamanho dos espaços em que as moléculas de água estão situadas na rede protéica. A quantidade de água imobilizada depende do espaço disponível entre a rede tridimensional de fibras. Na carne fresca, a menor capacidade de retenção de água é observada na faixa de pH 5,0-5,1 que corresponde aproximadamente ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. No ponto isoelétrico, as proteínas apresentam o máximo de grupos carregados na sua superfície e assim apresentam o máximo de hidrofília. Esta condição isoelétrica existe quando o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas. Quando o pH está acima do ponto isoelétrico, algumas das cargas positivas são removidas, então existe excesso de cargas negativas. Esta condição resulta na repulsão das fibras, restando mais espaço para as moléculas de água. Na carne fresca, o mesmo resultado é observado com o pH abaixo do ponto isoelétrico. O pH desejado é 5,8 para carne bovina e 6,0 para carne suína. Carnes com pH alto tendem a aumentar o tempo de fermentação e a umidade do produto (BACUS, 1986).

#### 2.4.3 Cultura iniciadora

Antigamente, a queda do pH ocorria pela fermentação realizada pelos microorganismos que acidentalmente contaminavam a carne ou os equipamentos utilizados na produção dos salames. Como resultado, bons produtos eram obtidos, porém não tinham o mesmo padrão, embora fossem produzidos aparentemente sob os mesmos procedimentos. Hoje, a maioria dos salames secos e semi-secos são produzidos com cultura iniciadora, ou culturas iniciadoras, que são bactérias produtoras de ácido láctico inoculadas no salame. A função destas bactérias é abaixar o pH do salame (pela produção de ácido láctico), dando ao produto seu sabor característico. Além disso, reduzem o pH do salame até o ponto isoelétrico das proteínas, que é o ponto onde as

proteínas facilmente perdem água. O aumento do efeito de secagem, juntamente com a acidificação, cria um ambiente desfavorável aos micro-organismos, auxiliando na conservação deste produto (ROMANS et al., 2001).

Culturas iniciadoras são culturas puras de micro-organismos que asseguram a qualidade e a segurança de produtos cárneos fermentados, possuindo propriedades que visam a inocuidade do produto final, tais como não produzirem toxinas, não serem patogênicos, serem competitivos frente a micro-organismos indesejáveis e possuírem atividade enzimática condizente com o produto final. Portanto, a aplicação destas culturas torna-se essencial para o controle de micro-organismos deteriorantes e patogênicos, auxiliando ainda na formação de propriedades sensoriais, tais como cor e textura (TERRA; FRIES; TERRA, 2004).

Conforme a fermentação ocorre, as bactérias necessitam de condições específicas do ambiente, para que se obtenha melhor qualidade do produto. As bactérias lácticas requerem açúcares simples para seu ótimo crescimento. O açúcar mais utilizado na formulação de salames é a dextrose. Sua quantidade na formulação pode alterar o ponto final, ou seja, mais dextrose é utilizada para produtos com pH final menor. Normalmente, salames secos e semi-secos contêm de 0,5 a 2% de dextrose (ROMANS et al., 2001).

Atualmente, essas culturas fazem parte indissociável da moderna tecnologia de fabricação dos produtos cárneos fermentados, sendo constituídos por numerosas espécies de micro-organismos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Componentes das culturas iniciadoras para a fermentação cárnea.

<b>Grupo</b>	<b>Microrganismo</b>
Bactérias láticas	<i>Pediococcus pentosaceus</i> <i>Pediococcus acidilacti</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus sake</i> <i>Lactobacillus curvatus</i> <i>Lactobacillus pentosus</i>
<i>Micrococcaceae</i>	<i>Micrococcus varians</i> <i>Staphylococcus carnosus</i> <i>Staphylococcus xylosum</i>
<i>Streptomyces</i>	<i>Streptomyces griseus</i>
Leveduras	<i>Debaromyces hansenii</i> <i>Candida famata</i>
Bolores	<i>Penicillium nalgiovense</i> <i>Penicillium crisogenum</i>

Fonte: Terra, 1998.

As culturas iniciadoras comercializadas em nosso meio estão sob a forma liofilizada (lactose como veículo) e podem constar de mais de um micro-organismo, pois cada micro-organismo desempenha certas ações plenamente definidas. Os lactobacilos e pediococos são essencialmente acidificantes, pois, a partir de açúcares, produzem ácido lático. Essa acidificação não somente impede o desenvolvimento de bactérias indesejáveis, como melhora a coloração, acelera a desidratação e comunica o



típico sabor ácido característico. Os micrococcos e estafilococos atuam na coloração, sabor e aroma dos salames. Na coloração, a atuação se dá em duas formas distintas: reduz o nitrato a nitrito aumentando a disponibilidade de NO para reagir com a mioglobina e destrói a água oxigenada através da enzima catalase. A permanência de água oxigenada no meio cárneo provocaria o aparecimento da coloração verde, altamente indesejável. A melhoria do sabor e aroma é conseguida pelo fato de possuírem enzimas proteolíticas e lipolíticas que, ao agirem sobre as proteínas e gorduras, geram peptídeos, aminoácidos e ácidos graxos (TERRA, 1998).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Determinar o impacto da combinação da imunocastração e dieta com ractopamina nas características físicas, químicas e sensoriais de salame tipo italiano processado com matéria-prima cárnea proveniente dessas tecnologias.

#### **3.2 Específicos**

a) Avaliar a influência da imunocastração e da ractopamina na matéria-prima cárnea através da determinação total de proteínas, lipídios, umidade; características físicas como pH e cor;

b) Avaliar a influência dessas tecnologias durante o processamento de salame: perda de peso, pH, cor, atividade de água;

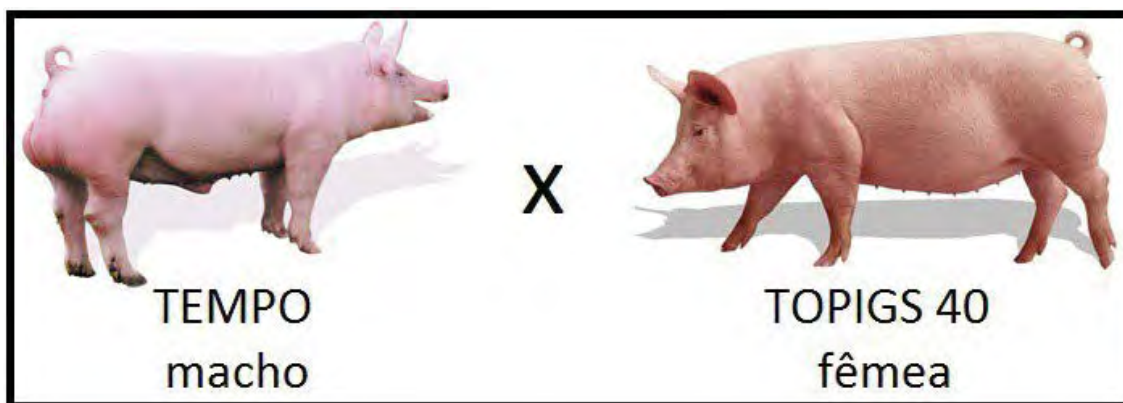
c) Avaliar sensorialmente o salame produzido com matérias-primas provenientes destes diferentes tratamentos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Animais

O projeto foi desenvolvido primeiramente na granja comercial Água Branca, na cidade de Itu/SP. Foram utilizados suínos provenientes da linhagem genética Topigs (Tempo, macho x Topigs 40, fêmea) (Figura 8).

Os animais foram alojados em baias contendo comedouros semi-automáticos e manuais, bebedouros tipo chupeta. As baias com piso de concreto estavam alocadas em galpões de alvenaria cobertos com telhas de barro.



**Figura 8** - Linhagem genética Topigs (TOPIGS, 2011).

Os leitões foram selecionados pelo peso ao nascer (1,5 a 2,0 kg). Assim, na fase de maternidade (0 a 21 dias) 450 leitões foram selecionados (Figura 9). O número de animais foi determinado de acordo com o tamanho das baias disponíveis na granja.



**Figura 9** - Pesagem e identificação dos leitões durante a seleção.

Após o desmame, os leitões foram levados para outro galpão, na fase de creche. Nesta etapa, os leitões foram divididos em três grupos: machos castrados fisicamente (castrados aos cinco dias de vida); machos inteiros e fêmeas (150 leitões para cada tratamento). Os animais foram alojados em três baias distintas com fornecimento de água e ração à vontade.

Ao atingirem 70 dias de vida, foram transferidos para uma granja parceira localizada no município de Fartura-SP e foram aleatoriamente distribuídos em 12 baias de 17 a 20 leitões/ baia, com um total de 6 tratamentos e duas repetições. Os galpões apresentavam ventilação natural, baias com piso de concreto, um único comedouro e dois bebedouros. Durante esta fase, os animais foram identificados, com brincos em ambas as orelhas, com coloração e centenas diferentes para cada tratamento (Figura 10).



**Figura 10** - Baia da fase de terminação.

Nesta fase, os machos designados a serem imunocastrados receberam a primeira dose de vacina (2 ml) com Vivax<sup>®</sup> a oito semanas antes do abate, e a segunda dose a quatro semanas da data programada para o abate, conforme recomendação do fabricante (Pfizer Saúde Animal), observado na Figura 11.



**Figura 11** - Vacinação com Vivax<sup>®</sup> (Pfizer Saúde Animal).

A ractopamina foi incluída (RAC, 7,5 mg/kg, Ractosuin<sup>®</sup>, Ourofino Agronegócio) na ração durante 21 dias ( $\pm$  2 dias) antes do abate, na dieta convencional à base de milho e soja, para a metade dos animais de cada tratamento (6 baias). Assim, totalizaram seis tratamentos: fêmeas com ractopamina (FR), fêmeas sem ractopamina (F), machos castrados fisicamente com ractopamina (CFR), machos castrados fisicamente sem ractopamina (CF), machos imunocastrados com ractopamina (IMR) e machos imunocastrados sem ractopamina (IM).

No fim do período de terminação, os animais foram transportados da granja para um abatedouro comercial (Frigorífico Mondelli em Bauru/SP) (Figura 12). Durante o transporte, animais do mesmo tratamento, mas de diferentes baias foram misturados, e após o descarregamento eles foram alojados por tratamento em baias com capacidade para 15-20 animais, com água potável disponível durante todo o período.



**Figura 12** - Embarque e transporte dos animais para o abate.

Após 8 horas de período de descanso, os animais foram conduzidos ao abate por atordoamento elétrico (350-450 V, 1,2 A) seguido de sangria (Figura 13). O abate foi realizado de forma humanitária e conduzido conforme o Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1997). Todos os animais foram abatidos com peso aproximado de 108–129 kg.



**Figura 13** – Condução dos animais e insensibilização.

O critério de seleção das carcaças foi realizado com base no peso de carcaça quente e profundidade de músculo e gordura pela tipificação eletrônica (*Hennessy*

*Grading Probe* - HGP) (Figura 14). Foram selecionados dez suínos de cada combinação ractopamina e sexo de cada granja, pertencentes ao intervalo médio de  $\pm 2$  desvios padrões, totalizando 120 suínos. O número de observações por tratamento para ambas as granjas foi estabelecido em 10 devido ao custo e disponibilidade de tempo para realização da desossa anatômica.

Após 24 horas no resfriamento a 2 °C, as meias carcaças esquerdas foram transportadas para o Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL, Campinas/SP), para avaliação de qualidade das carcaças e realização de desossa dos 11 cortes anatômicos seguindo a metodologia preconizada pela União Européia (UE) (WALSTRA; MERKUS, 1996) (Figura 14).



**Figura 14** - Tipificação eletrônica e desossa anatômica.

Os cortes utilizados para a fabricação de salame – paleta (*Triceps brachii*) e toucinho costolombar – foram embalados à vácuo, acondicionados em caixas de papelão, identificados e transportados até a empresa Logimasters, em Indaiatuba/SP, onde permaneceram congelados à temperatura na faixa de -25 a -30 °C até a data do processamento.

#### 4.2 Processamento do salame

A paleta suína e o toucinho costolombar proveniente dos seis tratamentos foram utilizados para a fabricação de seis bateladas de salame tipo italiano.

A carne suína foi transportada para o Frigorífico Frigor Hans Indústria e Comércio de Carnes Ltda. (SIF 004), localizado na cidade de Jundiaí/SP, onde foi fabricado o salame, de acordo com a formulação e processamento utilizados por essa indústria.

A carne suína resfriada sofreu processo de recorte (limpeza das peças) e após, juntamente com o toucinho congelado, foram moídos (Figura 15) e a eles foram adicionados ingredientes como cloreto de sódio (NaCl), nitrito de sódio (NaNO<sub>2</sub>), nitrato de sódio (NaNO<sub>3</sub>), dextrina e pimenta do reino (conforme quantidades utilizadas por esta indústria). Estes foram misturados em misturadeira (Figura 15) e acrescentou-se, por último, a cultura iniciadora comercial *Lyocarni SXH-01* (Sacco). A massa cárnea foi embutida em tripas artificiais de colágeno, com 50 mm de diâmetro e cortadas em peças de aproximadamente 30 cm de comprimento. Após o embutimento, os salames foram devidamente identificados com etiquetas de diferentes cores para cada tratamento, penduradas em gaiolas e encaminhadas para a câmara climatizada (Figura 15), com temperatura e umidade relativa controlada, onde permaneceram até atingir uma atividade de água de aproximadamente 0,87 (BRASIL, 2000). A programação de temperatura e umidade relativa (T°C/UR%) foram as seguintes: primeiro ao quinto dia, temperatura 25-18 °C e UR 95-85 %; sexto ao 22 ° dia, 17 °C e UR 85-75 %. Concluída a fabricação, as peças dos embutidos fermentados foram embaladas à vácuo, devidamente identificadas e armazenadas a temperatura de 15 °C.





**Figura 15** - Limpeza dos cortes, moagem, mistura e pendura das peças.

### 4.3 Análises na matéria-prima

O corte cárneo utilizado para as avaliações foi a paleta (Triceps brachii). As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

#### 4.3.1 Composição centesimal

Foram determinados os teores de proteína, gorduras totais e umidade, de acordo com a metodologia descrita por Horwitz (2005). Para estas análises, foram moídas e homogeneizadas amostras de cinco paletas por tratamento, analisadas em duplicata.

Para a determinação de proteína, foi pesado 1,5 g da amostra sobre papel filtro, que juntamente com 1 g de catalisador e 25 ml de ácido sulfúrico concentrado foram transferidos para tubo de digestão, permanecendo no bloco digestor a 400 °C até que a amostra estivesse transparente. Após esfriar, foram adicionados 50 ml de água destilada, transferindo a amostra para um balão volumétrico de 250 ml, completando o volume



com água. Este destilado foi titulado com solução de HCl 0,1 N até a viragem da cor verde para lilás. O resultado foi expresso em quantidade de proteína (g)/ 100 g amostra.

Para determinação do teor de umidade, foi colocada uma porção de areia tratada juntamente com uma bagueta de vidro sobre a placa de Petri, que seguiu para estufa a  $105 \pm 3$  °C por aproximadamente 1 hora. Após, a placa foi resfriada em dessecador e pesada em balança analítica. Aproximadamente 10 g de amostra foram distribuídas uniformemente na placa de Petri com auxílio da bagueta de vidro, seguindo para estufa a  $105 \pm 3$  °C por 16 a 18 horas. As amostras foram esfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica. A umidade (g)/ 100 g amostra foi calculada pela diferença de massa entre as respectivas pesagens.

As amostras oriundas da determinação de umidade foram utilizadas para a determinação de gordura. A amostra seca foi transferida para cartucho de papel com auxílio de espátula e éter de petróleo. A extração da gordura foi feita em equipamento Soxhlet com éter de petróleo (cerca de 50 ml) durante um período de 8 horas. O balão foi previamente seco na estufa a  $105 \pm 3$  °C por aproximadamente 30 minutos, resfriado em dessecador e pesado em balança analítica. O resultado foi expresso em quantidade de gordura (g)/ 100 g amostra.

#### 4.3.2 Determinação de pH

Foi realizada utilizando-se um peagâmetro de punção direta (marca Hanna Instruments, modelo HI99163, Romênia). Para esta análise, duas paletas de cada tratamento foram utilizadas e as leituras feitas com a introdução do eletrodo em três diferentes pontos de cada amostra. Este equipamento foi previamente calibrado com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0).

#### 4.3.3 Avaliação da cor objetiva

Duas amostras de cada tratamento foram submetidas à avaliação objetiva da cor utilizando-se o espectrofotômetro portátil Chroma Meter CR-200b da marca Minolta, sistema CIELab\*. Após exposição da carne ao ar durante 30 minutos, foram

realizadas 4 leituras, em diferentes pontos, para cálculo dos valores médios de L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b\* (intensidade de amarelo).

#### 4.4 Análises realizadas durante o processamento

##### 4.4.1 Determinação da perda de peso

A perda de peso foi determinada pela diferença de peso existente entre as peças de salame logo após o embutimento (dia 0) e nos dias 8, 15 e 28 (TERRA; BRUM, 1988). Para cada tratamento, foram feitas cinco medições (cinco peças de cada tratamento receberam numeração específica para que as mesmas fossem pesadas durante o período de cura).

##### 4.4.2 Determinação de pH

Foi realizada utilizando-se um peagâmetro de punção direta (marca Hanna Instruments, modelo HI99163, Romenia), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Esta análise foi realizada nos dias 1, 8, 15, 22 e 28 de fabricação. Para isto, duas peças de salame de cada tratamento foram utilizadas e as leituras feitas com a introdução do eletrodo em três pontos de cada um destes (Figura 16).



**Figura 16** - Leitura dos valores de pH.

## 4.4.3 Avaliação da cor objetiva

Duas amostras de cada tratamento foram submetidas à avaliação objetiva da cor utilizando-se o espectrofotômetro portátil Chroma Meter CR-200b, marca Minolta, sistema CIELab\*. Após o fatiamento de duas unidades de salame e exposição destas ao ar durante 30 minutos, foram realizadas as leituras em quatro fatias de cada amostra (Figura 17), para cálculo dos valores médios de L\*, a\* e b\*. Esta análise foi realizada nos dias 1, 15, 22 e 28.

**Figura 17** - Análise de cor objetiva: valores de L\*, a\* e b\*.

## 4.4.4 Determinação de atividade de água

Foi realizada utilizando-se o aparelho Aqualab (Water Activity Meter, modelo CX-2). A calibração do equipamento foi feita com água destilada e as leituras realizadas quando o aparelho encontrava-se na temperatura de  $25,0 \pm 0,3$  °C. Duas peças de salame de cada tratamento foram analisadas, em duplicata. Estas foram cortadas em pedaços que cobriram a totalidade da superfície da cápsula de análise para realização das leituras (Figura 18). Esta análise foi realizada nos dias 1, 8, 15, 22 e 28.



**Figura 18** - Análise de atividade de água.

#### 4.5 Análises realizadas no produto pronto

##### 4.5.1 Análise microbiológica

Quando pronto o produto, anteriormente à realização da análise sensorial, foi realizada análise microbiológica, através das análises de contagem de bactérias lácticas, bolores e leveduras, coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella ssp.*

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia (LMB) do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). As metodologias utilizadas foram as preconizadas pela Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

##### 4.5.2 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Referência em Análise Física, Sensorial e Estatística (LAFISE) do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Os consumidores convidados a participar deste teste receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), para conhecimento do tipo de produto a ser oferecido e o intuito da realização deste trabalho. Este termo foi assinado pelo responsável pelo projeto e pelos consumidores.

Para avaliação das amostras foram recrutados 54 consumidores (provadores não treinados). Os atributos avaliados foram: aparência, aroma, sabor, textura e qualidade global, através do uso de uma escala hedônica estruturada de nove pontos (desgostei muitíssimo = 1, desgostei bastante = 2, desgostei moderadamente = 3, desgostei pouco = 4, nem gostei nem desgostei = 5, gostei pouco = 6, gostei moderadamente = 7, gostei bastante = 8, gostei muitíssimo = 9). Também foi avaliada a intenção de compra de cada amostra em uma escala de cinco pontos (certamente compraria = 1, provavelmente compraria = 2, talvez compraria/talvez não compraria = 3, provavelmente não compraria = 4, certamente não compraria = 5).

Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábito de consumo de salame (frequência e marca consumida) e características pessoais relativas à idade.

Para a realização das análises, as amostras foram apresentadas de forma monádica, servidas em pratos descartáveis brancos codificados com número de três dígitos, em fatias finas a temperatura ambiente. Juntamente com as amostras, foram entregues a cada consumidor um copo de água (200 ml) para ser utilizados entre as avaliações das amostras, para limpar o palato.

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five, versão 4.8 para coleta e análise dos dados (Figura 19). Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ao nível de erro de 5% para comparação das médias.



**Figura 19** – Cabines individuais do LAFISE utilizadas para a análise sensorial do salame tipo italiano.

#### 4.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento aplicado foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 3x2, o primeiro fator com três níveis (condição sexual: fêmea, castrado fisicamente, imunocastrado), o segundo fator com dois níveis (dieta com e sem ractopamina), totalizando seis tratamentos: fêmeas com ractopamina (FR), fêmeas sem ractopamina (F), machos castrados fisicamente com ractopamina (CR), machos castrados fisicamente sem ractopamina (C), machos imunocastrados com ractopamina (IR) e machos imunocastrados sem ractopamina (I). Para cada tratamento de salame, foi utilizada matéria-prima cárnea de dez animais.

Os resultados obtidos a partir das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância por meio do teste F ao nível de 0,05 de probabilidade para verificar se houve efeito entre os fatores especificados. No caso de haver efeito entre os níveis

desses fatores ou da interação entre eles, foi realizado o teste de Tukey para comparação das médias ( $p < 0,05$ ).

Todas as análises foram avaliadas através do software Statistical Analysis System (SAS, 2003), bem como os pressupostos associados aos modelos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Análises realizadas na matéria-prima**

#### **5.1.1 Composição centesimal**

A Tabela 2 mostra um resumo das análises de variância para as características da composição centesimal da paleta.

Observa-se que a análise estatística evidencia que não ocorreu interação entre os sexos e a ractopamina para as variáveis analisadas (umidade, gordura e proteína).

Para os teores de umidade, os valores variaram de 70,67 g/ 100 g de amostra (fêmea com ractopamina) a 73,35 g/ 100 g de amostra (macho imunocastrado com ractopamina), sem diferença significativa entre os tratamentos.

Na análise do teor de gordura, também não foram encontradas diferenças significativas e os valores obtidos variaram entre 5,59 g/ 100 g de amostra (macho imunocastrado com ractopamina) e 9,58 g/ 100 g de amostra (macho imunocastrado).

Analisando o teor de proteína, foram encontrados valores entre 17,99 g/ 100 g de amostra (fêmeas sem ractopamina) e 20,08 g/ 100 g de amostra (macho imunocastrado com ractopamina), porém não foram detectadas diferenças significativas entre todos os tratamentos.

Como pode ser observado, o macho imunocastrado com adição de ractopamina na dieta apresentou, embora sem diferença significativa, os menores valores para o teor de gordura e os maiores valores para o teor de proteína. Tais resultados demonstram a maior produção de proteína e menor de gordura, resultando em carne mais magra por parte dos suínos provenientes destas tecnologias. Tais resultados concordam com outros estudos em relação à ractopamina, onde foram encontrados melhores resultados para deposição de gordura e produção de carne magra (BELLAYER et al., 1991; McKEITH et al., 1988).

**Tabela 2** - Resumo das análises de variância para as características da composição centesimal da paleta suína.

	Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
Proteína	ns	ns	ns	10,84
Umidade	ns	ns	ns	0,689
Gordura	ns	ns	ns	6,556

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

### 5.1.2 Determinação de pH



Na Tabela 3, apresenta-se o resumo das análises de variância para as características do pH da paleta suína, onde observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sexos.

**Tabela 3** - Resumo das análises de variância para as características de pH da paleta suína.

	Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
pH	**	ns	ns	2,644

Valores de  $p < 0,01$  deferem entre si ao nível de 1% de significância, sendo representados com dois asteriscos (\*\*).

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

Na Tabela 4, estão demonstradas as médias dos valores de pH da paleta em função do sexo, onde observa-se que houve, significativamente ( $p < 0,05$ ) valores menores para imunocastrado (6,05) em relação ao castrado fisicamente (6,34) e fêmea (6,32). Gispert et al. (2010) não encontraram diferenças significativas para valores de pH ao avaliarem lombo de machos castrados fisicamente, imunocastrados e fêmeas. Do mesmo modo, Pauly et al. (2009) também não relataram diferenças significativas ao analisarem o mesmo corte de machos castrados fisicamente, imunocastrados e machos inteiros. A ractopamina não influenciou nos valores de pH neste estudo, ficando os valores entre 6,21 (com RAC) e 6,26 (sem RAC).

**Tabela 4** - Características médias do pH da paleta em função do sexo.

	pH
Castrado	6,34 <sup>A</sup>
Fêmea	6,32 <sup>A</sup>
Imunocastrado	6,05 <sup>B</sup>

<sup>AB</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.3 Avaliação de cor objetiva

Na Tabela 5, apresenta-se o resumo das análises de variância para o atributo cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), onde observa-se que não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos ( $p > 0,05$ ). Os resultados referentes aos valores de  $L^*$  (luminosidade) variam de 39,63 (fêmea) a 42,27 (imunocastrado), menores que os encontrados por Gispert et al. (2010) e Pauly et al. (2009), evidenciando cor mais escura que estes estudos. Para os valores de  $a^*$  (intensidade de vermelho), os valores encontrados variaram de 12,76 (imunocastrado) a 13,48 (fêmea), mais altos que os encontrados pelos autores citados acima. Os valores de  $b^*$  variaram de 0,36 (fêmea) a 0,92 (imunocastrado), mais baixos que os valores encontrados por estes autores. As diferenças nos valores encontrados neste estudo em relação a outros autores podem ser atribuídas aos diferentes músculos analisados.

**Tabela 5** - Resumo das análises de variância para as características de cor objetiva da paleta suína.

		Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
Cor	$L^*$	ns	ns	ns	13,72
	$a^*$	ns	ns	ns	15,19
	$b^*$	ns	ns	ns	38,36

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

## 5.2 Análises realizadas durante o processamento

### 5.2.1 Determinação da perda de peso

A determinação da perda de peso é uma medida que mostra indiretamente a quantidade de água eliminada pelo embutido durante o período de secagem e depende, além das características da carne, da temperatura, da umidade relativa do ar no interior da câmara de maturação e do tempo de processamento (GARCIA; GAGLEAZZI; SOBRAL, 2000).

Coelho (2000) cita que o salame tipo italiano pode perder até 40 % de seu peso durante o processamento. A perda de peso final (28 dias) encontrada para os embutidos dos tratamentos FR, F, CR, C, IR, e I foi de 34,6, 34,5, 34,3, 34,7, 35,6 e 35,2 %, respectivamente. O tratamento IR apresentou a maior perda de peso, embora não significativa, que pode ser atribuído aos valores de umidade (maior) e gordura (menor) na carne, em relação aos outros tratamentos.

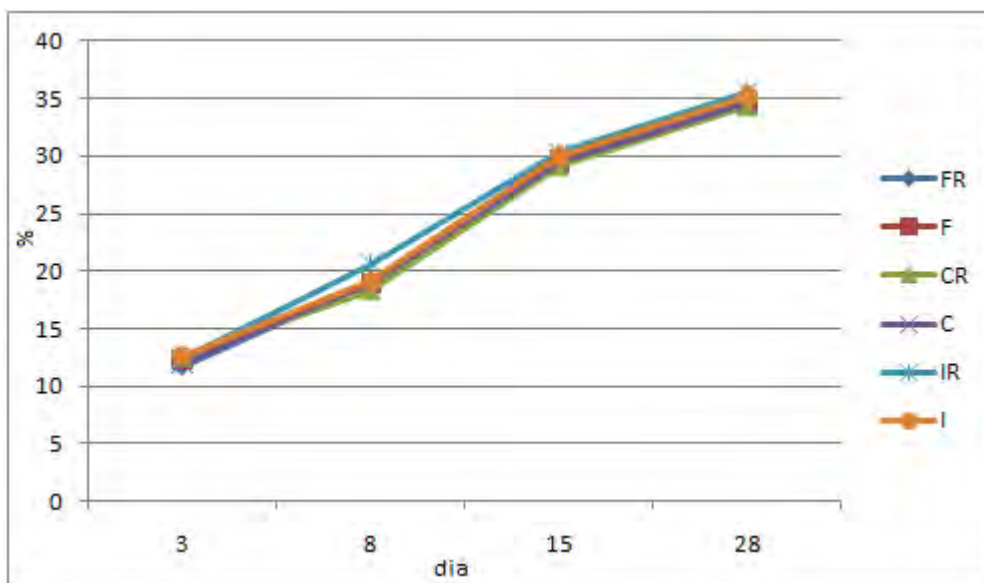
**Tabela 6** - Resumo das análises de variância para as características de perda de peso do salame tipo italiano ao longo do período de processamento.

		Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
dia 8		ns	ns	ns	1,551
dia 15	Perda de peso	ns	ns	ns	1,418
dia 28		ns	ns	ns	1,397

Valores de  $p > 0.05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

Como pode ser observado na Figura 20, a perda de peso ficou em torno de 35 %, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0.01$  e  $p > 0.05$ ), como mostra a Tabela 6, concluindo que o uso destas tecnologias não altera o tempo de secagem do salame tipo italiano.



FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 20** - Evolução da perda de peso ao longo do período de processamento do salame.

### 5.2.2 Determinação de pH

O comportamento do pH durante o período de processamento pode ser observado na Figura 21. Nota-se que em todos os tratamentos os valores de pH declinam bastante até o oitavo dia. Este fato ocorre visto que há intensa produção de ácido lático, através do metabolismo das bactérias lácticas sobre os carboidratos presentes na carne (TERRA, 1998). O declínio no valor de pH durante os primeiros dias de fermentação é muito importante para a produção de salames de alta qualidade e segurança devido à inibição de micro-organismos indesejáveis, conversão e estabilização da cor e formação de compostos desejáveis de sabor e aroma (LÜCKE, 1994). Após o vigésimo segundo dia, foi observado um aumento dos valores de pH em todos os lotes, possivelmente devido à produção de amônia (proteólise), em decorrência da atividade enzimática durante a maturação (LÜCKE, 1998).

A Tabela 7 mostra o resumo das análises de variância para o pH encontrados neste estudo. Verifica-se que em todos os dias durante o período de processamento, houve diferença significativa para o efeito principal sexo e no dia 1 também houve diferença para o efeito principal ractopamina.

**Tabela 7** - Resumo das análises de variância para as características de pH do salame tipo italiano durante o período de processamento.

	Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
dia 1	**	**	ns	0,396
dia 8	**	ns	ns	1,057
dia 15	**	ns	ns	0,485
dia 22	**	ns	ns	0,648
dia 28	**	ns	ns	0,657

Valores de  $p < 0,01$  diferem entre si ao nível de 1% de significância, sendo representados com dois asteriscos (\*\*).

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

Como pode ser observado na Tabela 8, os valores de pH diferiram no dia 1 de processamento, apresentando valores menores (5,97) para o salame proveniente de carne suína sem adição de ractopamina em relação ao salame obtido com carne suína com adição de ractopamina (6,04).

**Tabela 8** - Características médias do dia 1 de processamento do salame tipo italiano em função da ractopamina.

		Níveis de Ractopamina (ppm)	
		0,0	7,5
dia 1	pH	5,973 <sup>B</sup>	6,045 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

Ao final do processamento (dia 28) verifica-se diferença significativa para o sexo, onde os valores encontrados foram 4,93 para imunocastrado, 4,97 para castrado

fisicamente e 5,04 para fêmea (valores que podem ser observados na Tabela 9). Embora significativamente diferentes, todos estes valores encontram-se de acordo com resultados encontrados em outros estudos, onde foram obtidos valores de pH final na mesma faixa que os obtidos neste estudo (BRUNA et al., 2001; MACEDO et al., 2008).

**Tabela 9** - Características médias do pH nos dias de processamento do salame tipo italiano em função do sexo.

	pH				
	dia 1	dia 8	dia 15	dia 22	dia 28
Castrado	6,043 <sup>A</sup>	5,069 <sup>A</sup>	4,996 <sup>B</sup>	4,8992 <sup>B</sup>	4,978 <sup>B</sup>
Fêmea	5,962 <sup>B</sup>	4,980 <sup>B</sup>	4,982 <sup>B</sup>	4,9141 <sup>B</sup>	4,932 <sup>C</sup>
Imunocastrado	6,022 <sup>A</sup>	4,957 <sup>B</sup>	5,052 <sup>A</sup>	4,9542 <sup>A</sup>	5,044 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina. Eixo X: dias de processamento; Eixo Y: valores de pH.

**Figura 21** - Evolução do pH dos salames produzidos com diferentes matérias-primas cárneas.

### 5.2.3 Avaliação de cor objetiva

A Tabela 10 mostra o resumo das análises de variância para os valores de cor do salame, as quais mostram que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para os valores de L\*, a\* e b\* durante o processamento.

**Tabela 10** - Resumo das análises de variância para as características do salame tipo italiano durante o período de processamento.

			Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
dia 1	Cor	L*	ns	ns	ns	9,292
		a*	ns	ns	ns	18,06
		b*	ns	ns	ns	32,78
dia 15	Cor	L*	ns	ns	ns	9,299
		a*	ns	ns	ns	18,26
		b*	ns	ns	ns	43,10
dia 22	Cor	L*	ns	ns	ns	10,39
		a*	ns	ns	ns	19,22
		b*	ns	ns	ns	45,29
dia 28	Cor	L*	ns	ns	ns	9,284
		a*	ns	ns	ns	21,47
		b*	ns	ns	ns	48,23

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

Os valores de L\* (luminosidade) diminuíram em todos os tratamentos ao longo do período de maturação. De acordo com Bozkurt & Bayram (2006) este decréscimo representa a formação de cor escura em decorrência das reações de escurecimento. Do mesmo modo, Kayaardi & Gök (2003) verificaram que os valores de L\* de salames

geralmente decrescem durante o período de maturação. Casaburi et al. (2007) analisaram a cor de salames artesanais e os valores também diminuíram ao longo de 38 dias de análise.

Os valores de  $a^*$  (índice de vermelho) aumentaram durante os primeiros quinze dias de maturação e então diminuíram no final do período de fabricação. Durante os primeiros dias, o óxido nítrico já presente na carne combina-se com a mioglobina produzindo a nitrosomioglobina (LÜCKE, 1994). Como este pigmento tem a coloração vermelha, os valores de  $a^*$  aumentaram durante a elaboração do salame. De acordo com Terra (1998), a acidificação causada por bactérias lácticas acelera a formação de cor e a redução de nitrato a nitrito, aumentando a disponibilidade de NO para reagir com a mioglobina. A possível razão para a diminuição dos valores de  $a^*$  ao final da maturação pode ser a parcial ou total desnaturação do pigmento nitrosomioglobina devido à produção de ácido láctico (PEREZ-ALVAREZ et al., 1999). Concordando com estes resultados, Kayaardi & Gök (2003) observaram que os valores de  $a^*$  de salames aumentaram durante o período de fermentação e então diminuíram em decorrência da desidratação.

Os valores de  $b^*$  (índice de amarelo) diminuíram em todos os tratamentos durante a fabricação, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos. Estes resultados concordam com os encontrados por Perez-Alvarez et al. (1999), que observaram a diminuição dos valores de  $b^*$  de salames durante a fermentação e maturação, atribuindo este decréscimo ao consumo de oxigênio pelos microrganismos e a conseqüente diminuição da oximioglobina, a qual contribui para a coloração amarela.

#### 5.2.4 Determinação da atividade de água

O parâmetro de atividade de água em um alimento é definido como a razão entre a pressão parcial do vapor d'água contida no alimento e a pressão de vapor da água pura a uma determinada temperatura (JAY, 2005).

A atividade de água diminuiu em todos os lotes durante o processamento (Figura 22). Esta redução pode ser atribuída ao decréscimo nos valores de pH, pois a capacidade de retenção de água das proteínas da carne é diminuída quando o pH se



aproxima do seu ponto isoelétrico, acelerando a desidratação e conseqüentemente reduzindo a atividade de água (HUGAS; MONFORT, 1997).

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina. Eixo X: dias de processamento; Eixo Y: valores de atividade de água.

**Figura 22** - Evolução da atividade de água dos salames produzidos com diferentes matérias-primas cárneas.

No resumo das análises de variância (Tabela 11) verifica-se que houve diferença significativa para atividade de água em relação ao sexo e ractopamina em alguns pontos.

**Tabela 11** - Resumo das análises de variância para atividade de água do salame tipo italiano durante o processamento.

		Sexo	Ractopamina	Sexo x Ractopamina	CV (%) <sup>1</sup>
dia 1		ns	ns	ns	0,214
dia 8	Aw	**	ns	ns	0,289
dia 15		**	ns	ns	0,483
dia 22		ns	ns	ns	0,754

dia 28	*	*	ns	0,670
--------	---	---	----	-------

Valores de  $p < 0,01$  deferem entre si ao nível de 1% de significância, sendo representados com dois asteriscos (\*\*).

Valores de  $p < 0,05$  diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com um asterisco (\*).

Valores de  $p > 0,05$  não diferem entre si ao nível de 5% de significância, sendo representados com a sigla ns (não significativo).

<sup>1</sup> Coeficiente de Variação.

Como pode ser observado na Tabela 12, no dia 8, os valores de atividade de água dos salames provenientes de carne de suínos imunocastrados (0,9361) diferiram significativamente dos castrados (0,9409), porém ambos não diferiram significativamente das fêmeas (0,9392). No dia 15, a atividade de água dos salames provenientes de carne de fêmeas (0,9184) foi significativamente maior que imunocastrados e castrados fisicamente (0,9065 e 0,9106, respectivamente). No dia 28, a atividade de água dos salames provenientes de fêmeas (0,8867) foi significativamente maior que castrados e imunocastrados (0,8791 e 0,8809, respectivamente).

**Tabela 12** - Características médias da atividade de água do salame tipo italiano nos dias de processamento em função do sexo.

	Aw		
	dia 8	dia 15	dia 28
Castrado	0,9409 <sup>A</sup>	0,9106 <sup>B</sup>	0,8791 <sup>B</sup>
Fêmea	0,9392 <sup>AB</sup>	0,9184 <sup>A</sup>	0,8867 <sup>A</sup>
Imunocastrado	0,9361 <sup>B</sup>	0,9065 <sup>B</sup>	0,8809 <sup>AB</sup>

<sup>AB</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0,05$ ).

No 28º dia de processamento, o efeito ractopamina foi significativo (Tabela 13), com valores maiores para os salames obtidos com carne suína com ractopamina.

**Tabela 13** - Características médias da atividade de água do salame tipo italiano nos dias de processamento em função da ractopamina.

	Níveis de Ractopamina (ppm)	
	0,0	7,5
dia 28	0,879 <sup>B</sup>	0,885 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de tukey ( $p < 0.05$ ).

Todos os tratamentos, ao final do processamento, mostraram pequenas diferenças nos valores de atividade de água, porém encontram-se dentro do limite preconizado pela legislação (menor que 0,900) (BRASIL, 2000). Isto permite concluir que os diferentes métodos de castração e a ractopamina não prejudicam a atividade de água do salame tipo italiano.

### 5.3 Análises realizadas no produto pronto

#### 5.3.1 Análises microbiológicas

Os resultados obtidos através das análises microbiológicas no salame estão demonstrados na Tabela 14.

A contagem total de bactérias lácticas (UFC/ g) foi de  $10^7$  a  $10^8$  e a contagem de bolores e leveduras (UFC/ g) foi de  $10^5$  a  $10^7$  para todos os tratamentos. Não houve presença de bactérias patogênicas de acordo com a legislação brasileira vigente (BRASIL, 2001).

**Tabela 14** - Resultados das análises microbiológicas dos seis tratamentos de salame tipo italiano ao final do processamento.

	Bactérias lácticas (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Coliformes fecais (NMP/g)	Coliformes totais (NMP/g)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	<i>Salmonella ssp</i> (em 25g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)
FR	$10^8$	$10^7$	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x $10^2$
F	$10^8$	$10^5$	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x $10^2$
CR	$10^8$	$10^5$	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x $10^2$
C	$10^8$	$10^6$	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x $10^2$

IR	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x 10 <sup>2</sup>
I	10 <sup>8</sup>	10 <sup>6</sup>	<3,0	<3,0	<3,0	Ausente	<1,0 x 10 <sup>2</sup>

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

Os valores de coliformes encontrados foram inexpressivos, evidenciando a boa qualidade higiênico-sanitária da matéria-prima e do processamento. A grande e rápida queda de pH ocorrida nos salames pode, também, parcialmente explicar a eliminação desses microrganismos, como observado por Campagnol, 2007.

### 5.3.2 Análise sensorial

O perfil do consumidor em relação à idade está apresentado na Figura 23, as quais as faixas foram distribuídas da seguinte forma: A - idade entre 21 – 25 anos, constando 44 % dos consumidores; B - idade entre 26 – 30 anos, 30 % dos consumidores; C - idade entre 31 – 35 anos, 5 % dos consumidores; D - idade entre 36 – 40 anos, 6 % dos consumidores; E – idade entre 41 – 45 anos, 2 % dos consumidores; F – idade entre 46 – 50, 6 % dos consumidores e G – idade entre 51 – 55, 7 % dos consumidores.

A: idade entre 21-25 anos; B: idade entre 26-30 anos; C: idade entre 31-35 anos; D: idade entre 36-40 anos; E: idade entre 41-45 anos; F: idade entre 46-50; G: idade entre 51-57 anos.

**Figura 23** - Distribuição da faixa de idades dos consumidores.

Em relação à frequência de consumo, 28 % consomem salame três ou mais vezes ao mês, 13 % consomem duas vezes ao mês, 22 % consomem uma vez ao mês, 9 % consomem uma vez a cada dois meses e 28 % consomem de vez em quando, como mostra a Figura 24. No quesito marcas consumidas, a maioria, 76 %, consome salame

da marca Sadia, 67 % da marca Perdigão, 22 % da marca Aurora, 15 % da marca Rezende, 11 % da marca Hans e 7 % consomem também outras marcas.

1: consomem três ou mais vezes ao mês; 2: consomem duas ou mais vezes ao mês; 3: consomem uma vez ao mês; 4: consomem uma vez a cada dois meses; 5: consomem de vez em quando.

**Figura 24** - Distribuição da frequência de consumo de salame pelos consumidores.

Através da análise de variância dos resultados dos seis tratamentos de salame, não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0.05$ ) nas médias de aceitação dos atributos avaliados. Na Tabela 15, observa-se as médias de aceitação para todos os atributos avaliados.

**Tabela 15** - Médias de aceitação da aparência, aroma, sabor, textura, qualidade global e intenção de compra.

	Avaliação sensorial					
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Qualidade global	Intenção de compra
FR	6.91	7.09	7.24	7.13	7.07	2.30
F	6.81	7.11	7.02	6.91	6.91	2.44
CR	6.83	7.00	6.98	6.96	6.98	2.37
C	7.04	7.07	7.11	7.09	7.02	2.22
IR	6.74	6.94	6.65	6.81	6.70	2.59
I	7.06	7.07	6.91	6.87	6.76	2.33

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

Nas médias dos valores dos atributos avaliados, observou-se uma aceitação média próxima de 7 (gostei moderadamente) na escala hedônica de 9 pontos, mostrando que os salames produzidos a partir destas tecnologias tiveram boa aceitação pelos consumidores que avaliaram os produtos, mostrados nas Figuras 25, 26, 27, 28 e 29. Os valores dados pelos consumidores para a intenção de compra estão entre 2.30 e 2.59 indicando que os consumidores provavelmente comprariam estes produtos numa escala de 5 pontos.

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 25** - Histograma de frequência dos dados de aceitação da aparência.

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 26** - Histograma de frequência dos dados de aceitação do aroma.

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 27** - Histograma de frequência dos dados de aceitação do sabor.

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 28** - Histograma de frequência dos dados de aceitação da textura.

FR: fêmea com ractopamina; F: fêmea sem ractopamina; CR: macho castrado cirurgicamente com ractopamina; C: macho castrado cirurgicamente sem ractopamina; IR: macho imunocastrado com ractopamina; I: macho imunocastrado sem ractopamina.

**Figura 29** - Histograma de frequência dos dados de aceitação da qualidade global.

## **6 CONCLUSÃO**

Para os parâmetros avaliados na matéria-prima (paleta suína), em relação a teores de gordura, umidade e proteína, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Para valores de pH, o tratamento imunocastrado apresentou valores significativamente menores, porém não afetou a qualidade do produto final. Em relação a avaliação de cor objetiva, não foram encontradas diferenças significativas.

O tempo de secagem do salame tipo italiano, avaliado através da perda de peso durante o processamento, que seria na indústria o maior questionamento quanto ao uso destas tecnologias, não sofreu qualquer influência dos fatores sexo e ractopamina.

Os valores obtidos pela análise de cor objetiva também não foram significativamente distintos.

Os valores de pH e atividade de água durante o processamento mostraram pequenas diferenças significativas em alguns pontos, porém não afetaram parâmetros de qualidade do produto final.

As análises microbiológicas indicaram excelente qualidade higiênico-sanitária da matéria-prima e do processamento na indústria.

Através dos resultados da análise sensorial pelos consumidores do produto, percebe-se que a aceitação do salame produzido com o uso destas tecnologias foi muito boa e, aliado a todos os resultados obtidos, sugere que matérias-primas cárneas provenientes de imunocastração e adição de ractopamina à dieta suína podem ser utilizadas com sucesso pela indústria na fabricação de salame tipo italiano.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ABIPECS. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Nutrientes da carne suína – Padrões de Consumo. Carne Suína Brasileira**. São

Paulo, 2010. Disponível em: <<http://carnesuinabrasileira.org.br/nutrientes.html>> Acesso em: 21 nov. 2011.

AGOSTINI, P. S.; PACHECO, G. D.; SILVA, R. A. M.; YWAZAKI, M. S.; LOZANO, A. P.; VINOKUROVAS, S. L.; DALTO, D. B.; TARSITANO, M. A.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M. Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. In: PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.104-105, 2008.

ANABEL, E. Global Control of boar taint Part 3. Immunological castration. **Pig Progress**, v.22, n.5, p. 6-9, 2006.

BABOL, J.; ZAMARATSKAIA, G.; JUNEJA, R. K.; LUNDSTRÖM. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. **Meat Science**, v. 67, p.351-358, 2004.

BACUS, J. **Utilization of microorganisms in meat processing. A handbook for meat plant operators**. New York: Research Studies Press, 1986. 170 p.

BELLAVER, C., FIALHO, E. T., FÁVERO, J., AJALA, L. C., MENDES, J. 1991. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF., v.26, p.1795-1802, 1991.

BONNEAU, M. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. 257-272, 1998.

BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVERT, C.; ROULET, C.; MEADUS, W.; SQUIRES, E.J. The effect of immunization against Luteinizing Hormone-Releasing Hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.14-20, 1994.

BONNEAU, M.; KEMPSTER, A. J.; CLAUS, R.; MAGNUSSEN-CLAUDI, C.; DIESTRE, A.; TORNBERG, E.; WALSTRA, P.; CHEVILLON, P.; WEILER, U.; COOK, G.L. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. **Meat Science**, v.54, p.251-259, 2000.

BONNEAU, M.; LEBRET, B. Production systems and influence on eating quality of pork. **Meat Science**, v. 84, p. 293–300, 2009.

BONNEAU, M.; SQUIRES, E. J. Boar Taint – Causes and Measurement. In: JENSEN, W. K.; DEVINE, C.; DIKEMAN, M. **Encyclopedia of Meat Sciences**. 1.ed., p. 91-97 Elsevier, 2004.

BONNEAU, M. Compounds responsible for boar taint, with especial emphasis on androstenone: a review. **Livestock Production Science**, v.9, p.687-705, 1982.

BOZKURT, H.; BAYRAM, M. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. **Meat Science**, v. 73, n.2, p.344-350, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa n. 22, de 31 de julho de 2000. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Salames**. Publicada no Diário Oficial da União de 03/08/2000.



BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 30.691**. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, p. 10.785. Seção 1, 1952.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamentos de fiscalização de produtos de uso veterinário e dos estabelecimentos que os fabriquem ou comerciem (Aprovado pelo decreto nº 5053, 22 abr. 2004. Brasília, 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5053.htm)  
Acesso em: 01 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 1179 de 17 de junho de 1996**.

BRASIL. RESOLUÇÃO DC/ANVISA nº 12, de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 2001.

BRIDI, M. A.; OLIVEIRA, R. A.; FONSECA, N. A. N.; MASSAMI, S.; COUTINHO, L. L.; SILVA, A. C. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

BRUNA, J., ORDÓÑEZ, J. A., FERNANDEZ, M., HERRANZ, B., & DE LA HOZ, L. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. **Meat Science**, v.59, p.87-96, 2001.

CAMPAGNOL, P. C. **Cultura starter produzida em meio de cultura de plasma suíno e antioxidante natural na elaboração de salame**. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

CARR, S. N.; IVERS, D. J.; ANDERSON, D. B.; JONES, D. J.; MOWREY, D. H., ENGLAND, M. B., et al. 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**, v.81, p.533-539, 2009.

CASABURI, A.; ARISTOY, M. C.; CAVELLA, S.; DI MONACO, R.; ERCOLINI, D.; TOLDRÁ, F.; VILLANI, F. Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. **Meat Science**, v.76, p.295-307, 2007.

COELHO, H. S. características físico-químicas do salame tipo italiano contendo couro suíno cozido. **Revista Nacional da carne**, n. 278, p. 84-96, 2000.

CORNFORTH, D. **Colour meat – its basis and importance**. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. (ed) – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and

fish product – Advances in meat research series, vol.9, Black Academic & Professional, cap.2, p. 34 –78, 1994.

CRANE, J. Improvac. A new way to control boar taint in male pigs. **Pfizer Symposium**. Copenhagen, Denmark, 2006.

DIJKSTERHUIS, G. B.; ENGEL, B.; WALSTRA, P.; FONT-I-FURNOLS, M.; AGERHEM, H.; FISCHER, K.; OLIVER, M. A.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; SIRET, F.; BEAGUE, M. P.; HOMER, D.B.; BONNEAU, M. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint. II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. **Meat Science**, v.54, p.261-269, 2000.

DORAN, E.; WHITTINGTON, F. M.; WOOD, J. D.; MCGIVAN, J. D. characterization of androstenone metabolism in pig liver microsomes. **Chemico-biological Interactions**, v. 147, p. 141-149, 2004.

DORAN, E.; WHITTINGTON, F. W.; WOOD, J. D.; MCGIVAN, J. D. Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. **Chemico-Biological Interactions**, v. 140, n. 8, p. 81-92, 2002.

DUNSHEA, F.R., COLANTONI, C., HOWARD, K., MCCAULLEY, L., JACKSON, P., LONG, K.S. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2524–2535, 2001.

EFSA. **European Food Safety Authority** – Welfare-Scientific opinion, 2003. <[http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific\\_Opinion/report\\_ahaw03\\_pigcast\\_v2\\_en1.pdf](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/report_ahaw03_pigcast_v2_en1.pdf)>. Acesso em 20 out. 2011.

EINARSSON, S. Vaccination against GnRH: pros and cons. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 48, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.actavetscand.com/content/48/S1/S10>>. Acesso em: 17 out. 2011.

FDA. **Approved Animal Drug Products**, 2008. Disponível em: <http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/UCM042860.pdf>. Acessado em: Abr. 20, 2010.

FERREIRA, M., BASTOS, M. L. Os agonistas  $\beta_2$  na produção de carne. **Farm. Port.**, v. 87, p. 61-67, 1994.

FUCHS, R., THUN, R., NATHUES, H., KOEHRMANN, S., ANDREWS, S., BROCK, F., KLEIN, N., SUDHAUS, N., BEILAGE, E.G. Effect of a gonadotropin-releasing factor vaccine on follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone concentrations and on the development of testicles and the expression of boar taint in male pigs. **Theriogenology**, v.72, p.672-680, 2009.

FURNOLS, M. F. **El Escatol: compuesto responsable del mal olor de la carne** (29-05-2002). IRTA-Centro de Tecnología de la Carne. Monells. Girona. España. Disponível em: <http://www.3tres3.com/>. Acesso em 01 dez 2009.

FURNOLS, M. F., GISPERT, M., GUERRERO, L., VELARDE, A., TIBAU, J., SOLER, J., HORTÓS, M., GARCÍA-REGUEIRO, J. A., PÉREZ, J., SUAREZ, P.,

- OLIVER, M. A. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. **Meat Science**, v.80, p.1013-1018, 2008.
- GARCIA, F. T.; GAGLEAZZI, U. A.; SOBRAL, P. J. A. Variação das propriedades físicas e químicas do salame tipo italiano durante secagem e fermentação. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 3, n. 48, p. 151-158, 2000.
- GISPERT, M.; OLIVER, M. A.; VELARDE, A.; SUAREZ, P.; PÉREZ, J.; FURNOLS, M. F. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. **Meat Science**, v. 85, p. 664-670, 2010.
- HAFEZ, E. S. E.; JAINUDEEN, M. R.; ROSNINA, Y. Hormônios, Fatores de Crescimento e Reprodução. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7ª ed. São Paulo, SP: Manole, 2004, 513 p.
- HORWITZ, W. **Official methods of analysis of AOAC international**. Gaithersburg, MD, USA, AOAC Internacional. 18 ed., 2005.
- HUGAS, M.; MONFORT, J. M. Bacterial starter cultures for meat fermentation. **Food Chemistry**, v. 59, n. 4, p. 547-554, 1997.
- JAROS, P., BURGI, E.; STARK, K. D. C; CLAUS, R.; HENESSY, D.; THUN, R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v.92, p.31-38, 2005.
- JAY, M. J. **Microbiologia de Alimentos**. 6ª Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 411. 2005.
- KAYAARDI, S.; GÖK, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk). **Meat Science**, v. 66, n.1, p.249-257, 2003.
- KERRY, J.; LEDWARD, D. **Meat processing. Improving quality**. Boca Raton: CRC Press., 2005. 464p.
- LÜCKE, F. K. Fermented meat products. **Food Research International**, v. 27, n. 3, p. 299-307, 1994.
- LÜCKE, F. K. Fermented sausages. In: WOOD, B. J. B (Ed.) **Microbiology of fermented foods**. 2nd ed., London: Blackie Academy Professional, v. 2, p. 441-483, 1998.
- MACEDO, R. E. F.; PFLANZER, S. B.; TERRA, N. N.; FREITAS, R. J. S. Desenvolvimento de embutido fermentado por *Lactobacillus* probióticos: características de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28 n. 3, 2008.
- MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY, Jr. D. C.; PAJOR, A. E.; RICHERT, B. T.; SCHINCKEL, A. P. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.416-422, 2003.
- MARCHIORI, A. F.; FELICIO, P. E. **Qualidade da carne de suíno e de javali comercial**. Scientia Agrícola, v. 60, n. 1, 2003. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162003000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162003000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=en) Acesso em : 09/12/2006.

MARINHO, P. C. et al. 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**, Minas Gerais, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007.

McKEITH, F. K.; STITES, C. R.; SINGH, S. D.; BETCHEL, P. J.; JONES, D. J. Palatability and visual characteristics of hams and loin chops from swine fed ractopamine hydrochloride. **Journal Animal Science**, v. 66 (suppl. 1), p. 306 (Abstracts 212), 1988.

MERKEL, R. A.; BABIKER, A. S.; SCHROEDER, A. L.; BURNETT, R. J.; BERGEN, W. G. The effect of ractopamine on qualitative properties of porcine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.336, 1990.

MERSMANN, H. J. Potential mechanisms for repartition of growth b-adrenergic agonists. In: CAMPION, D. R.; HAUSMANN, G. J.; MARTIN, R. J. (Org.). **Current concepts of animal growth regulation**. Plenum Publishing Corp., p. 337-357, 1989.

METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S.; DROCHNER, W.; CLAUS, R. Active immunization of boars against 43 GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation 44 and n-retention. **Livestock Production Science**, v. 74, p. 147-157, 2002.

MØLLER, A. J.; BERTELSEN, G.; OLSEN, A. Processed pork-technological parameters related to type of raw material – review. In: PUOLANNE, E.; DEMEYER, D.I.; RUUSUNEN, M. et. al. (Eds.) **Pork quality: genetic and metabolic factors**. Wallingford: Redwood Books, p. 225, 1992.

MOODY, D. E.; HANCOK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J. P. F. D. **Farm animal metabolism and nutrition**. CAB, E.U.A.: Ed. New York, p.65-95, 2000.

OLIVER, W. T., MCCAULEY, I., HARRELL, R. J., SUSTER, D., KERTON, D. J., & DUNSHEA, F. R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1959-1966, 2003.

PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J. V.; KRAGTEN, A. S.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, v. 3, p. 1057-1066, 2009.

PEREZ-ALVAREZ, J. A.; SAYES-BARBARE, M. E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; ARANDA-CATALA, V. Physicochemical characteristics of Spanish type dry-cured sausage. **Food Research International**, v. 32, n. 9, p. 599–607, 1999.

PFIZER Inc, 2010. **VIVAX® é a primeira vacina comercial contra o odor de macho inteiro**. Disponível em: <<http://improvac.com/sites/improvac/ptbr/pages/productoverview.aspx>> Acesso em: 24 nov. 2011.

POLEZE, E. Odor de macho inteiro e impacto do método de castração cirúrgica – Intervenção de controle do risco do odor contem uma perda oculta para os produtos. **Revista Porkworld**, Paulínia, n. 38, p. 44-49, mai-jun, 2007.

PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; VON BORELI, E. H.; CINOTTI, S.; GUNN, M. FREDRIKSEN, B.; GIERSING, M.; MORTON, D. B.; TUYTTENS, F. A. M.; VELARDE, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. **Animal Welfare**, v. 15, p. 277-289, 2006.

PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C.; TURNBULL, M. R. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (Tríceps brachii) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 19, n. 1, 1999.

ROMANS, J. R.; COSTELLO, W. J.; CARLSON, C. W.; GREASER, M. L.; JONES, K. W. **The meat we eat**. Danville: Interstate Publishers Inc., 2001. 1112p.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Universidade Federal de Viçosa-MG, 1999, 69p.

SAS Institute. **SAS Users Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Institute, 2003.

SILVA, M. L. F.; WOLP, R. C; AMARAL, N. O.; CARVALHO JÚNIOR, F. M.; PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, V. V.; FIALHO, E. T. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. **PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura**. Anais. p.111-113, 2008.

SILVEIRA, E. T. F. Inovações tecnológicas aplicadas na suinocultura e suas implicações na industrialização da carne. I. Ractopamina e imunocastração e seus efeitos na qualidade de carcaça e carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 6, 2011, São Pedro, **Anais...**Campinas: CTC-ITAL, p. 131-143, 2011.

SILVEIRA, E.T.F. Inovações tecnológicas aplicadas na suinocultura e suas implicações na industrialização da carne. **IV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**, Anais, 2007.

SILVEIRA, E. T. F .; POLEZE, E.; UMEHARA, O.; TONIETTI, A. P.; BUZELLI, M. L. T.; HAGUIWARA, M. M. H.; MIYAGUSKUL.; HENNESSY, D. Improvac® Immunized boars compared to surgical castrates: control of boar taint and growth performance. In: **52 nd ICOMST**, p. 211-213, 2006.

SMITH, D. J. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of  $\beta$ adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 173- 194, 1998.

STITES, C. R.; MCKEITH, F. K.; SINGH, S. D.; BECHTEL, P. J.; MOWREY, D. H.; JONES, D. J. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3094-3101, 1991.

STOLLER, G. M.; ZERBY, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C. D.; WATKINS, L. E. The effect of feeding ractopamine (Paylean®) on loin quality and sensory characteristics in three genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, v.88, p.79, 2002.

TERRA, A. B. M.; FRIES, L. L. M.; TERRA, N. N. **Particularidades na fabricação de salame**. 1ª ed. São Paulo: Ed. Varela. 2004. 152p.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. 1ª ed. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1998. 216p.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados – Técnicas de controle de qualidade**, 1ª edição. São Paulo: NOBEL, 1988. 121 p.

TOPIGS. Disponível em: <<http://www.topigs.com.br/>> Acesso em: 02 jun. 2011.

UTTARO, B.E.; BALL, R.O.; DICK, P. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.71, n.9, p.2439-2449, 1993.

WALSTRA, P.; MERKUS, G. S. M. Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. **Report ID-DLO 96 014**. DLO-Institute for Animal Science and Health: ed. Lelystad, The Netherlands, 1996, 22 p.

WOOD, J. D.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Control and manipulation of meat quality. In: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. **Principles of pig science**. London: Nottingham University Press, p.446-448, 1994.

WRAY-CAHEN, D. Performance-Enhancing Substances. In LEWIS, J. A.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**. Louisiana, EUA, ed. 2 CRC Press, cap. 19, 2001.

XIONG, Y. L.; GOWER, M. J.; LI, C.; ELMORE, C. A.; CROMWELL, G. L.; LINDEMANN, M. D. Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, p.600-604, 2006.

ZAGURY, R. T. F. **Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos**. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2002.

ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H. K.; CHEN, G.; ANDERSSON, K.; MADEJ, A.; LUNDSTRÖM, K. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac®) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, p. 1439-1531, 2007.

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 03 de agosto de 2012.

Giovanna Dotta Cervo