

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**PROCESSAMENTO DE PRESUNTO CRU COM CARNE
DESOSSADA, CURADA, E MOLDADA COM TRANSGLUTAMINASE
(ACTIVA TG-B®). DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES FÍSICO-
QUÍMICAS.**

Walter Bergamin Filho
Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Orientador

Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
Co-orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

Campinas – São Paulo
2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

B452p Bergamin Filho, Walter
Processamento de presunto cru com carne desossada,
curada, e moldada com transglutaminases (Activa TG-B®).
Desenvolvimento e análises físico-químicas / Walter
Bergamin Filho. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Pedro Eduardo de Felício
Co-orientador: Expedito Tadeu Facco Silveira
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Presunto cru. 2. Transglutaminase. 3. Moldagem.
4. Secagem. 5. Maturação. I.Felício, Pedro Eduardo de.
II. Silveira, Expedito Tadeu Facco. III. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. IV. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Dry-cured ham processing using boneless, pre-cured and molded pork with
transglutaminase (Activa TG-B®).Development and physicochemical analyses.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Dry-cured ham, Transglutaminase, Molding, Drying,
Maturation

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Pedro Eduardo de Felício

Bento da Costa Carvalho Júnior

Neliane Ferraz de Arruda Silveira

Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
(Orientador)

Prof. Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior
(Membro)

Prof^a. Dr^a. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
(Membro)

Dr^a. Neliane Ferraz de Arruda Silveira
(Membro)

Campinas, ____ de _____ de 2005.

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio durante todo este período de realização do Mestrado.

Ao Professor Dr. Pedro Eduardo de Felício pela orientação e pelas agradáveis conversas.

Ao Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira pela coordenação e pela ajuda durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Professor Dr. Bento da Costa Carvalho Júnior pela ajuda, pela participação na Banca examinadora e pelos conselhos.

À Dra. Neliane Ferraz de Arruda Silveira pela colaboração.

À amiga Marcela Rezende da Costa pela ajuda durante todo o projeto e pelo companheirismo em todas as horas.

À amiga Karina Bachion pelo companheirismo.

À jovem Juliana Cunha de Andrade pela colaboração.

À Pesquisadora Márcia Mayumi Harada pela ajuda.

Ao amigo André Afaz pela ajuda.

Ao Sr. José Aparecido de Oliveira (o “Muzambinho”) pela sua exímia habilidade e pela colaboração.

Ao querido amigo Prof. Dr. José Luis Sanfelice, pelo incentivo e pela amizade.

Ao Dr. Jacint Arnau do Instituto de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries pelo auxílio.

À Ajinomoto Interamericana Indústria e Comércio Ltda. pela doação da Transglutaminase.

Ao Mário Ceratti Benedetti pela doação da passagem aérea para Espanha.

À Maria Tereza Bernardo Chumah e Sandra Lúcia Dias Bernardo, proprietárias da Jamones Salamanca Indústria de Conservas Ltda, pelo patrocínio da viagem.

À Sadia S.A. pela doação da matéria-prima.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, que permitiu a realização deste projeto.

À Palmali Industrial de Alimentos Ltda pelo empréstimo das fôrmas.

“Uma jornada de mil milhas começa sempre com um simples passo” .

Lao Tse

SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	89
Lista de figuras.....	89
Lista de quadros.....	89
RESUMO.....	89
1. INTRODUÇÃO.....	89
2. OBJETIVOS.....	89
3. REVISÃO DE LITERATURA	89
3.1. Origem dos presuntos crus.....	89
3.2. Descrição das etapas fundamentais da elaboração de presuntos crus.....	89
3.2.1. Seleção da Matéria-Prima.....	89
3.2.2. Salga.....	89
3.2.2.1. Salga, agentes nitrificantes e suas transformações.....	89
3.2.3. Repouso (ou Equalização).....	89
3.2.4. Secagem/Maturação.....	89
3.2.4.1. Secagem.....	89
3.2.4.2. Maturação.....	89
3.2.4.2.1. Formação de Sabor e Aroma.....	89
3.2.4.2.2. Reações Enzimáticas.....	89
3.2.4.2.3. Proteólise.....	89
3.2.4.2.4. Lipólise.....	89
3.3. Microbiota do Presunto Cru.....	89
3.3.1. Microorganismos halotolerantes e cocos gram+ catalase+	89
3.3.2. Bactérias Lácticas.....	89
3.3.3. Fungos.....	89
3.3.3.1. Leveduras.....	89
3.3.3.2. Mofos.....	89
3.4. Transglutaminase.....	89
3.5. Metodologias tradicionais de elaboração de presuntos crus em diferentes países.....	89
3.5.1. Presunto Espanhol Serrano.....	89

3.5.2. Presunto Espanhol Ibérico.....	89
3.5.3. Presunto Cru Italiano.....	89
3.5.4. Presunto Parma.....	89
3.5.5. Presunto Cru Francês.....	89
3.5.6. Jambom Bayonne.....	89
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	89
4.1. Matéria-Prima.....	89
4.2. Descrição do Processo.....	89
4.3. Descrição da Câmara Frigorífica e Equipamentos Instalados.....	89
4.4. Valores de temperatura e umidade relativa durante o processo.....	89
4.5. Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.....	89
4.5.1. Físico-Químicas.....	89
4.5.1.1. Matéria-Prima.....	89
4.5.1.2. Durante o processo.....	89
4.5.1.3. Produto Final.....	89
4.5.1.4. Metodologia.....	89
4.5.1.4.1. Composição centesimal.....	89
4.5.1.4.2. Teor de cloretos.....	89
4.5.1.4.3. Teor de nitrito.....	89
4.5.1.4.4. Teor de nitrato.....	89
4.5.1.4.5. pH.....	00
4.5.1.4.6. Atividade de água (Aw).....	00
4.5.2. Análises Microbiológicas.....	00
4.5.2.1. Matéria-Prima.....	00
4.5.2.2. Durante o processo.....	00
4.5.2.3. Produto final.....	00
4.5.2.4. Metodologias.....	88
4.5.2.4.1. Bolores e leveduras.....	44
4.5.2.4.2. Contagem total de mesófilos aeróbios.....	76
4.5.2.4.3. Bactérias Lácticas.....	87
4.5.2.4.4. <i>Salmonella</i> sp.....	99
4.5.2.4.5. <i>Staphylococcus aureus</i>	98

4.5.2.4.6. Clostrídios sulfito-redutores.....	98
4.5.2.4.7. Coliformes totais.....	00
4.5.2.4.8. <i>Listeria monocytogenes</i>	65
4.5.2.4.9. Psicrotróficos.....	88
4.5.2.4.10. <i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	00
4.6. Amostragem.....	99
4.6.1. Matéria-Prima.....	99
4.6.2. Durante o Processo e Produto Final.....	99
4.7. Análise Sensorial.....	87
4.8. Análise Estatística.....	98
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
5.1. Parâmetros Físico-Químicos.....	89
5.1.1. Matéria-Prima.....	00
5.1.2. Resultados das análises físico-químicas dos presuntos maturados.....	00
5.1.3. Perda de Peso.....	00
5.1.4. Teores de Umidade, Cloretos, Aw e pH.....	00
5.1.4.1. Umidade.....	89
5.1.4.2. Aw.....	89
5.1.4.3. Teor de Cloretos.....	89
5.1.4.4. pH.....	89
5.2. Análises Microbiológicas.....	89
5.2.1. Resultados Microbiológicos da Matéria-Prima.....	89
5.2.2. Produto Final.....	89
5.3. Análise Sensorial.....	89
6. CONCLUSÕES.....	89
7. BIBLIOGRAFIA.....	89
8. APÊNDICE.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Etapas do processo e respectivas condições de umidade relativa e temperatura.....	43
Tabela 2. Médias e desvios-padrão das análises físico-químicas da matéria-prima.....	54
Tabela 3. Médias e desvios-padrão das análises físico-químicas dos presuntos maturados, ao final do processo.....	55
Tabela 4. Médias e desvios-padrão dos pesos dos presuntos ao longo do processo....	57
Tabela 5. Médias e desvios-padrão das perdas de peso dos tratamentos entre os pontos de pesagem.....	58
Tabela 6. Comparações entre as perdas de peso acumuladas durante os pontos de pesagem.....	59
Tabela 7. Médias e desvios-padrão dos teores de umidade no decorrer do processo.....	69
Tabela 8. Comparação das médias dos valores de A_w por zonas e por pontos de amostragem.....	64
Tabela 9. Evolução dos teores de cloreto no decorrer do processo.....	67
Tabela 10. Evolução do pH no decorrer do processo.....	70
Tabela 11. Perfil microbiológico da matéria prima.....	72
Tabela 12. Perfil microbiológico do produto final.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Causas e reações envolvidas no processo de carne PSE.....	09
Figura 2. Formação de sabor/aroma e textura nos presuntos crus.....	25
Figura 3. Fluxograma de elaboração presunto cru desossado e moldado.....	41
Figura 4. Representação da divisão do presunto para análises microbiológicas e físico-químicas, com a designação das fatias.....	50
Figura 5. Zoneamento nas fatias para determinação dos valores de A_w	50
Figura 6. Partes do presunto a serem retiradas para análises microbiológicas.....	51
Figura 7. Perda de peso dos presuntos crus ao longo do processo.....	60
Figura 8. Evolução dos teores de umidade dos presuntos crus ao longo do processo.....	62
Figura 9. Queda da A_w na zona central dos presuntos crus ao longo do tempo.....	65
Figura 10. Evolução dos teores de NaCl% dos presuntos crus ao longo do processo.....	68
Figura 11. Comportamento do pH ao longo do processo.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Análises físico-químicas realizadas durante o processamento de presunto cru acelerado.....

Quadro 2. Análises microbiológicas realizadas durante o processamento de presunto cru acelerado.....

Quadro 3. Distribuição dos pernis por tratamentos.....

RESUMO

A metodologia de elaboração de presunto cru proposta neste trabalho foi planejada com base na combinação de desossa, adição de transglutaminase, massageamento e moldagem das peças previamente à secagem e maturação. Analisaram-se os efeitos de dois teores de NaCl adicionado (3,5% e 5% do peso da carne) nas propriedades físico-químicas do produto final, como A_w , teor de cloretos (NaCl%) e de umidade, e perda de peso. Como nos processos tradicionais, fez-se a salga seca utilizando nitrato de sódio, nitrito de sódio e sal grosso comercial tipo I. As médias de temperatura (T) e umidade relativa (UR) desta etapa ficaram em torno de $2,5 \pm 1,31^\circ\text{C}$ e $83 \pm 2,75\%$, respectivamente. Já na etapa de secagem, houve redução da UR média para $71,62 \pm 1,75\%$ e aumento da T média para $4,5 \pm 0,85^\circ\text{C}$. Na maturação, as temperaturas foram acrescidas de 1°C a cada nove (ou sete) dias, até atingir 16°C , enquanto a UR foi mantida em $\pm 70\%$. Ao final do processo, os presuntos crus apresentaram as seguintes características físico-químicas: A_w no centro da peça de 0,900 e 0,905, para os tratamentos 3,5% e 5% de sal, respectivamente; para os teores de umidade, não houve diferença significativa, porém, o tratamento 5% apresentou um valor de $53,04 \pm 2,37\%$, superior ao do tratamento 3,5%, que foi de $48,65 \pm 2,76\%$. Este último parâmetro é consequência da perda de peso dos presuntos durante todo o processo, que foi significativamente maior no tratamento 3,5%, atingindo $39,74 \pm 4,02\%$, contra os $37,22 \pm 2,96\%$ do tratamento 5%. O curto período de maturação e as temperaturas amenas durante esta fase, retardaram a ação enzimática responsável pela hidrólise de aminoácidos, provocando a queda do pH final, que atingiu valores de 5,60 e 5,56 para os tratamentos 3,5 e 5% de sal, respectivamente. Quanto às características microbiológicas, ambos os tratamentos estavam de acordo com a legislação vigente no país. Os presuntos crus obtidos no término do processo apresentaram formato e espessura apropriados para o fatiamento, excelente aparência, aroma característico e principalmente, um sabor muito próximo ao dos presuntos crus tradicionais encontrados no mercado brasileiro.

SUMMARY

The methodology proposed to produce the dry-cured ham in this work was based on a technology combining bonning, transglutaminase application, tumbling and molding. It was evaluated the effects of two levels of NaCl added for fresh meat (3.5 and 5%) on the physicochemical characteristics of the final products such as water activity (A_w), chloride content (NaCl%) and weight loss. Similar to the traditional processing of dry cured hams, salting was carried out using dry cure, combining NaCl, sodium nitrate and sodium nitrite. The average temperature (T) and relative humidity (RH) in this phase were $2,5 \pm 1,31^\circ\text{C}$ and $83 \pm 2,75\%$, respectively. In the drying period, the average RH was reduced to $71,62 \pm 1,75\%$ and average T was increased up to $4,5 \pm 0,85^\circ\text{C}$. During the ageing, the T was increased gradually 1°C each nine (or seven) days up to 16°C , while the RH was fixed to $\pm 70\%$. At the end of the processing time, the dry cured hams presented: A_w values 0.900 and 0.905, measured in the inner part of the product for the treatments 3.5% and 5%, respectively. Treatment 5% presented higher values ($53.04 \pm 2.37\%$) of moisture than the 3.5% ($48.65 \pm 2.76\%$). This last parameter was a consequence of the weight loss during the processing time, that where higher in the treatment 3.5% ($39.74 \pm 4.02\%$) than the 5% ($37.22 \pm 2.96\%$). The mild temperatures during the short ageing time have possibly decreased the amino acids hydrolysis, and this the probable cause of the final pH, which were 5.60 and 5.56 for the treatments 3.5 and 5%, respectively. In the microbiological counts, both treatments satisfy the Brazilian current legislation requirement. The dry cured hams at the end of the processing presented shape and thickness appropriate to slicing, excellent appearance, characteristic aroma, and mainly, similar flavor to the traditional dry cured hams found in the Brazilian market.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Instrução Normativa nº 22 de 31 de julho de 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000), presunto cru é um produto cárneo maturado que pode ser elaborado com pernil suíno inteiro ou com cortes do mesmo, e que pode ou não ser curado. Existem distintas tecnologias de elaboração deste tipo de produto, sendo que todas objetivam a estabilidade da carne do produto, principalmente à temperatura ambiente, permitindo o consumo sem riscos à saúde dos consumidores.

Os principais fatores responsáveis pela estabilidade dos diversos tipos de presunto cru são o valor final de atividade de água ($A_w \leq 0,9$) e as baixas temperaturas na fase de salga e equalização (ou repouso). Outro fator que contribui para a conservação é o crescimento de bactérias lácticas, que inibem, por competição, o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

Os principais países produtores de presuntos crus são Espanha, Itália e França, e todos têm suas metodologias específicas, com padrões definidos, por exemplo, entidades associativas, como o “Consorcio del Jamón Serrano Español” e o “Consorzio del Prosciutto di Parma”. Nas metodologias tradicionais, o tempo de processo varia entre 12 e 24 meses, e são utilizados pernis com couro, com osso e com ou sem pata.

No mercado brasileiro existem apenas algumas empresas que produzem este tipo de presunto, sendo mais comum o tipo Parma, e em menor volume o tipo Serrano. Tanto os nacionais quanto os importados são vendidos em peças inteiras, metades ou quartos. Podem ainda ser fatiados no local de comercialização conforme solicitação dos consumidores, ou ainda, fatiados e embalados a vácuo pelos fabricantes.

Por se tratar de produto caro, destina-se a um público-alvo específico, com poder aquisitivo maior e que procura a qualidade, independente do preço final. No entanto, qualquer alternativa tecnológica para diminuir o custo de produção e

manter as características sensoriais específicas, pode colaborar com o aumento do consumo e ainda conquistar novos apreciadores.

Neste contexto, a metodologia de elaboração acelerada de presuntos crus proposta nesta tese proporciona a redução do tempo total de processo, produzindo um alimento seguro, estável e com as características de sabor e aroma similares aos produtos tradicionais.

2. OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho foi testar uma metodologia de elaboração de presunto cru com base na combinação de desossa, adição de transglutaminase, massageamento e moldagem das peças previamente à secagem e maturação.

Objetivos específicos:

1. Avaliar os efeitos de dois níveis (3,5 e 5%) de NaCl adicionados à matéria-prima nas perdas de peso durante as fases do processamento dos presuntos crus, processados a partir de pernis sem couro, com a gordura subcutânea parcialmente removida, desossados, com adição de Transglutaminase-B® e moldados;
2. Avaliar os efeitos dos dois teores de sal adicionados à matéria-prima nas seguintes características físico-químicas dos respectivos presuntos crus: Atividade de água, teores de cloreto e umidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem dos Presuntos Crus

O presunto cru é um alimento cárneo cujo processo de fabricação é milenar, porém as referências históricas de seu processamento são pouco precisas. Os gregos conheciam as técnicas de salga e faziam misturas de sais impuros de colorações vermelha e rósea provenientes do Oriente e do Egito, mais NaCl proveniente da Espanha. Dentre as citações gregas, destacam-se as de Aristófanes (445-385 a.C.), onde em sua comédia “Platão” destaca que o deus Hermes lamenta a comida que não mais recebia nos sacrifícios, antes constituídos de presuntos crus; Teopompo (em “La Paz”), Amipsias (em “Connos”) e Platão Cômico (em “Os Grifos” e “Batracomiomaquia”, sendo esta atribuída a Homero) aludem ao presunto. Estas referências seriam suficientes para justificar que a invenção dos presuntos crus curados se deve aos gregos (BLASCO, 1998).

Os inventores dos presuntos poderiam também ser os egípcios, já que conheciam bem as técnicas de preservação de carnes, e também salgavam mocotós de vitela e talvez pernis suínos, já que este animal já era considerado doméstico na terceira dinastia (2682 - 2613 a.C.). Existem vários textos que mostram a importância destes animais na vida egípcia. Nos tempos de Heródoto (484 – 425 a.C.), o suíno passou a ser considerado um animal impuro e os sacerdotes egípcios impugnavam sua carne.

Com o Império Romano, as salgas atingiram seu auge e os presuntos eram considerados um manjar. Nos encontros entre amigos, assim como nos grandes banquetes e dias de festa, era comum a presença destes nas refeições, segundo o poeta satírico Juvenal (60 –140 d.C.) (BLASCO, 1998).

3.2. Descrição das Etapas Fundamentais da Elaboração de Presuntos Crus.

De acordo com a Instrução Normativa nº 22 de 31 de julho de 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, o presunto cru é um produto cárneo maturado elaborado com pernil suíno inteiro ou com cortes do mesmo, que pode ou não ser curado e que pode ou não ser adicionado de condimentos (BRASIL, 2000).

Existem distintas tecnologias de elaboração deste tipo de produto, no entanto, todas têm como objetivo a estabilidade do produto, principalmente à temperatura ambiente, permitindo o consumo sem riscos à saúde dos consumidores (ARNAU, 1998a). Os principais fatores responsáveis pela estabilidade dos diversos tipos de presunto cru são: a baixa atividade de água ($A_w \leq 0,9$) e as baixas temperaturas na fase de salga (entre 0 e 4°C).

Os principais países produtores de presuntos crus são a Espanha, a Itália e a França, todos têm suas metodologias específicas, com padrões definidos, por exemplo, por entidades associativas, como os Consorcio del Jamón Serrano Español e o Consorzio del Prosciutto di Parma. Nestas metodologias tradicionais, o tempo de processo varia entre 12 e 24 meses.

3.2.1. Seleção da Matéria-Prima

Na seleção da matéria-prima leva-se em conta fatores como:

a) Alimentação do animal: influi sobre diversas características, como quantidade e composição de sua gordura, sua suscetibilidade à oxidação e aparecimento de odores estranhos, no caso de uma dieta inadequada (VIRGILI et al., 1998; ARMERO et al. 1999). A quantidade de gordura determinará juntamente com o

tamanho da peça, a duração da fase de secagem, além das características de sabor e textura do produto final (ARNAU, 1998a).

b) Raça: as raças mais utilizadas nos cruzamentos industriais para elaboração de presuntos crus são Large White, Landrace e Duroc . Existem ainda outras menos freqüentes como Landrace Belga e Pietrain. No caso dos suínos Ibéricos, existem várias linhagens que podem ser ou não cruzadas com a raça Duroc (máximo de 50%) para produção de presuntos Ibéricos.

c) Idade: de acordo com TOLDRÁ et al. (1996) há importantes variações entre pernis de animais leves (7 a 8 meses de idade, com 10,5 kg de peso médio) e animais pesados (11 meses de idade e 12,5 kg de peso médio). Nos animais mais jovens, as atividades das catepsinas B e B+L são maiores, enquanto as das dipetidil peptidase IV e piroglutamil aminopeptidase são menores. SÁRRAGA et al. (1993) verificaram que suínos pesados da raça Large White, apresentam menores atividades de catepsinas e calpaínas. Há variações quanto ao peso dos pernis para cada processo, sendo que o Consorcio del Jamón Serrano Español determina que os pernis devem ter entre 10 e 12 kg. Já o Consorzio del Prosciutto di Parma exige animais com idade mínima de 9 meses e peso mínimo de 150 kg. Para a produção de presuntos Ibéricos, os animais devem pesar entre 150 e 170kg (LÓPEZ & ANDRÉS NIETO, 2001).

d) pH: o pH final influi na conservação e nas propriedades tecnológicas da carne. Uma adequada acidificação da carne 24 horas após o abate requer valores de pH entre 5,4 e 5,8. Neste intervalo, os microrganismos acidofóbicos são inibidos, em particular os proteolíticos. A carne bem acidificada apresenta maior condutividade e uma estrutura mais relaxada, o que permite melhor difusão de substâncias e como conseqüência, a salga torna-se mais eficaz. Ainda com pHs baixos, a redução de nitrato a nitrito transcorre mais rapidamente, melhorando o desenvolvimento da coloração característica de produtos curados (PRÄNDL, 1994).

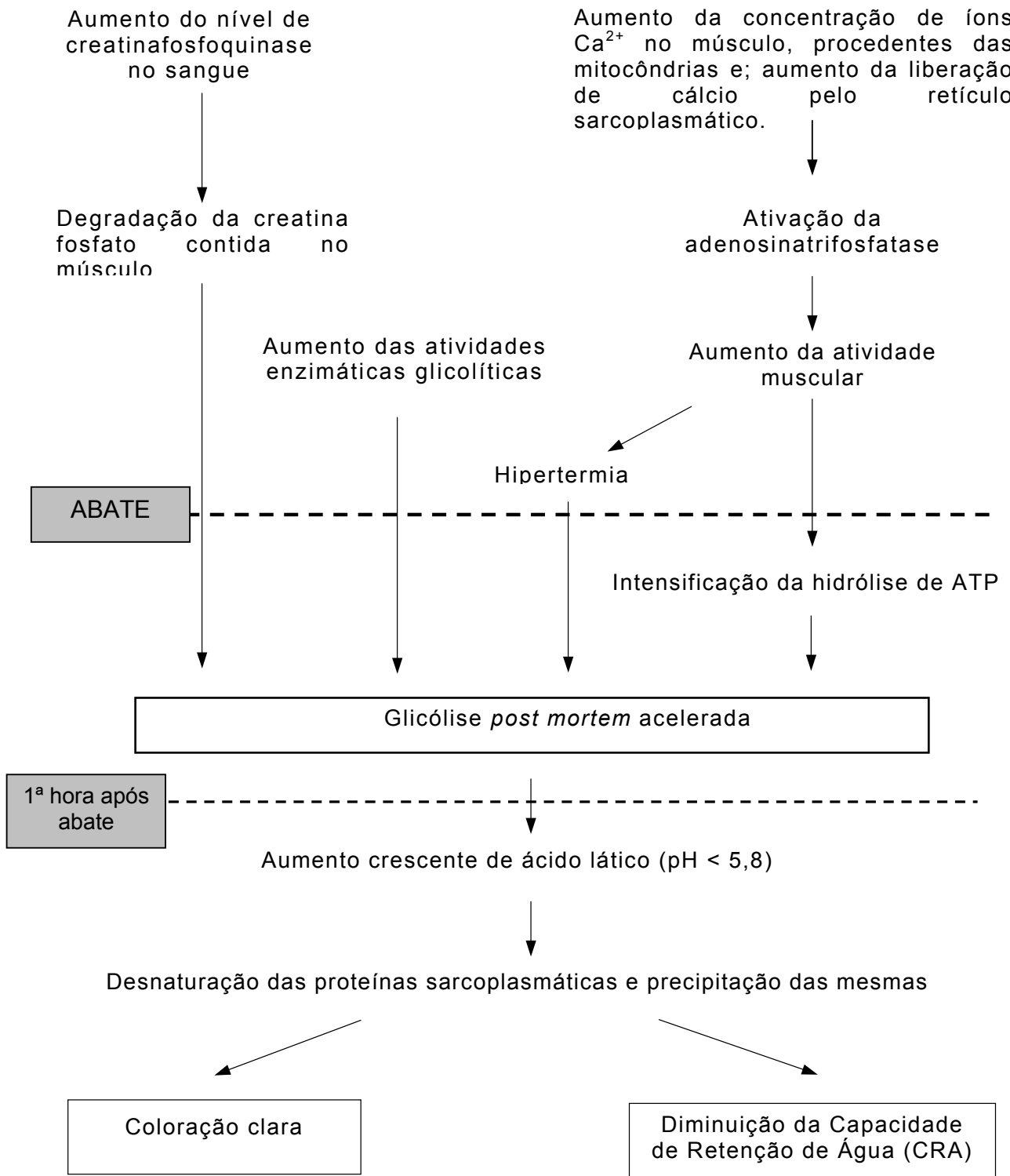
A medição do valor do pH pode ser aplicada na seleção de pernis utilizados na elaboração de presuntos curados. Neste sentido, GARCÍA-REY et al. (2004a) consideram o pH de $5,79 \pm 0,27$ como normal no músculo *Semimembranosus*. O desenvolvimento de características PSE (palidez, flacidez e exsudação) em um pernil é confirmado quando o pH na primeira hora após o abate descende a valores menores que 5,8. Neste tipo de carne, ocorre a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas, como consequência da combinação de pH baixo e temperatura elevada. Estas proteínas precipitam sobre as miofibrilares reduzindo sua estabilidade e sua capacidade de retenção de água. Este precipitado pode prejudicar a formação da coloração típica de produtos curados, como os presuntos crus. De acordo com KEMP et al. (1974), presuntos crus produzidos a partir de pernis PSE (pálidos, flácidos e exsudativos) geralmente perdem mais peso em relação aos produzidos com pernis livres dessa anomalia e, segundo BUSCAILHON et al. (1994a), são mais duros e secos, e com aroma menos intenso. Na figura 1 encontra-se o esquema com as causas e processos envolvidos no desenvolvimento da anomalia denominada carne PSE.

Assim como a carne PSE, a carne DFD (escura, firme e seca) pode se apresentar em animais sensíveis a situações de estresse associadas a elevadas temperaturas ambientais ou a esforços físicos excessivos. Estes últimos quando realizados pelos animais suscetíveis, provocam redução dos níveis de glicogênio muscular a valores muito baixos, o que vai acelerar o consumo de ATP e de glicogênio na fase *ante mortem*.

Desse modo, as substâncias liberadas na degradação aeróbica ou anaeróbica do glicogênio (CO_2 e ácido láctico), são arrastadas para a circulação antes do abate. E logo após o abate, há escassez de glicogênio nos músculos, o que leva a uma situação *post mortem* onde a produção de ácido láctico é mínima, resultando numa acidificação deficiente (PRÄNDL, 1994). Segundo NEWTON & GILL (1981), $\text{pH}_{24\text{h}}$ *post mortem* maior que 6,2 no m.*Semimembranosus* caracteriza o pernil como DFD.

Presuntos crus elaborados com pernis DFD são mais pastosos, pegajosos e farelentos e apresentam maiores teores de umidade em relação aos normais

(GUERRERO et al., 1999). O elevado pH inicial oferece ainda condições para proliferação da microbiota, sendo assim um fator de risco (TOLDRÁ & FLORES, 1998).



Adaptado de (PRÄNDL, 1994).

Figura 1. Causas e reações envolvidas no processo de carne PSE.

3.2.2. Salga

O principal componente estrutural da carne é a miofibrila, que ocupa cerca de 70% do volume da carne magra e tem cerca de 20% de proteína. A água constitui o restante da miofibrila, localizando-se entre os filamentos grossos e finos de proteína. Além disso, o espaçamento entre os filamentos varia de acordo com pH, comprimento do sarcômero, força iônica, pressão osmótica e estado do músculo (relaxado ou contraído) (OFFER & TRINICK, 1983).

As miofibrilas são capazes de aumentar pelo menos duas vezes seus volumes nas concentrações de sal geralmente utilizadas no processamento de produtos cárneos (2%) e são capazes de reter água por capilaridade, sendo que a maior parte desta fica retida no espaçamento entre os filamentos e o restante fica no espaço extracelular e também nos espaços entre as miofibrilas (OFFER & TRINICK 1983).

A habilidade da carne de reter sua própria água é denominada capacidade de retenção de água (CRA) e relacionada a esta propriedade está a habilidade em absorver quantidade extra de água em presença de baixas concentrações de sal. De acordo com OFFER & TRINICK (1983), uma concentração final de 4,6 a 5,8% de sal, faz com que a carne retenha a maior quantidade de água.

Na tecnologia de elaboração de presuntos crus, os obstáculos mais importantes para obtenção de produtos estáveis e seguros são o pH da matéria-prima, a temperatura de salga/cura (a qual deve ser inferior a 5°C) e a duração do período de cura/salga, já que o sal penetra lentamente na peça, abaixando lentamente a atividade de água e estabilizando o produto (LEISTNER, 1989).

Em concentração elevada, o sal inibe o crescimento microbiano ao aumentar a pressão osmótica do meio com conseqüente redução da atividade de água. Pode ainda potencializar a ação de outras substâncias conservantes em concentrações maiores que 2% (LEISTNER, 1989).

A maior força iônica da salmoura formada na superfície provoca a entrada de solutos em direção às zonas menos concentradas (BARROSO & LÓPEZ, 2001). Sendo assim, o sal inicia a penetração na face cárnea do pernil e penetra

no interior da peça, circundando o osso até alcançar o outro lado da peça (LEISTNER, 1989), o que implica na maior concentração de sal na superfície das peças em relação ao interior das mesmas. À medida que o tempo passa, ocorre homogeneização da distribuição por toda a peça cárnea (GOU et al., 2003). Um presunto com osso exige um longo tempo para equilibrar o sal porque a distância de penetração é relativamente longa (LEISTNER, 1989).

A adição de sal promove ainda a solubilização das proteínas musculares, a qual por sua vez leva à formação de gel e da textura característica, além de contribuir para o sabor salgado do produto (ANDRÉS et al., 2004a). ANDRÉS et al. (2004b) avaliaram dois teores de sal (3% e 6%) na elaboração de presunto Ibérico e observaram que o teor de sal afeta características de textura, como dureza, secura e fibrosidade do *Biceps femoris*, enquanto suculência e pastosidade não são significativamente afetadas pelos teores de sal estudados. O *Biceps femoris* dos pernis com maiores teores de sal ficam mais duros, secos e mais fibrosos do que os menos salgados.

3.2.2.1. Salga, Agentes Nitrificantes e suas Transformações

O nitrato não possui nenhum efeito inibidor sobre os microrganismos e alguns podem utilizá-lo como fonte de oxigênio, reduzindo-o a nitrito. Esta redução é feita por microrganismos específicos, denominados nitrato-redutores que se constituem principalmente por bactérias do gênero *Micrococcus*. O nitrito, por sua vez, exerce função bactericida dependente do pH, e quanto mais baixo for o valor do pH, maior será o efeito inibidor do nitrito.

PRÄNDL (1994) relatou que a formação da cor característica da carne curada se deve a um processo enzimático, que se desenvolve por etapas:

1^a: a oximioglobina se oxida a metamioglobina e o nitrato sofre redução a nitrito;

2^a: o nitrito oxida o ferrocitocromo C a ferrocitocromo C nitroso;

3ª: o grupo nitroso do ferrocitocromo C nitroso se transfere para a metamioglobina, formando nitrosometamioglobina;

4ª: enzimas mitocondriais reduzem esta última a nitrosomioglobina. A produção de nitrosomioglobina é dependente do pH, sendo maior em pH baixo.

A finalidade da salga é incorporar o sal comum (NaCl), nitrato, nitrito e coadjuvantes dos sais de cura (ascorbato, isoascorbato e açúcares) ao pernil. Esta prática contribui para a inibição de microrganismos deteriorantes, assim como de patógenos. Além disso, o nitrito auxilia na formação da coloração avermelhada característica de carne curada.

A salga dos pernis pode ser feita utilizando duas metodologias:

1ª: empilhando os pernis cobertos de sal. Neste caso, é comum a aplicação sobre os pernis de uma primeira camada de sal comum adicionado de nitrificantes, açúcares e ascorbato. Depois, os pernis são separados de acordo com o peso, e colocados em câmaras de salga, intercalando camadas de pernil e sal. Nos sistemas tradicionais, a altura das pilhas varia entre cinco e oito pernis. Posteriormente, os pernis são virados com a intenção de distribuir melhor o sal. Atualmente, existe tendência em usar tanques de aço inoxidável ou plástico que possam ser empilhados, aproveitando melhor o espaço físico das câmaras de salga. O tempo de permanência no sal é, geralmente, de 1 a 1,5 dia por quilograma de pernil, quando a matéria-prima é refrigerada, e de 2 a 3 dias por quilograma quando os pernis são congelados (ARNAU, 1993).

2ª: aplicando-se uma quantidade fixa de sal e outros componentes de cura por quilograma de pernil mediante o uso de massageadores. Neste método, o processo se estende até que cada pernil retenha o teor adequado de sal. Em geral, a duração varia de 2 a 4 semanas (ARNAU, 1993).

As condições termohigrométricas das salas destinadas a etapas de salga devem proporcionar certa inibição ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, além de evitar ressecamento superficial dos pernis, o qual impediria

a penetração de sal até o interior da peça. Neste contexto, as temperaturas devem variar entre 1 e 3°C e a umidade deve ser superior a 75% (até 90%), principalmente para promover a formação de uma solução sobre a superfície dos pernis, a qual facilita a absorção de sal. Nesta etapa, as perdas de água podem variar entre 6 e 10% (ARNAU et al., 2003).

3.2.3. Repouso (ou Pós-Salga ou Estabilização)

Depois do período de salga, os pernis são lavados para remoção do excesso de sal e em seguida pendurados. A principal finalidade desta etapa é equalizar a distribuição do sal por toda a peça, além de promover uma suave desidratação. A umidade relativa é variável em função do equipamento de secagem, da velocidade do ar e da carga de pernis. Seus valores devem ser suficientemente baixos para eliminar a umidade superficial dos pernis e evitar a proliferação microbiana na superfície do pernil, porém sem atingir valores que levem à formação da crosta superficial, que impede a continuidade da secagem. E por isso, podem variar entre 75 e 90% (SÁNCHEZ, 2003). A temperatura deve ser inferior a 5°C até que todos os pontos do pernil atinjam valores de A_w inferiores a 0,96 (LEISTNER, 1985).

Esta etapa pode variar entre 1 e 3 meses, sendo que quanto mais longa, menos freqüentes serão os defeitos de putrefação (ou “cala”) profunda causada por microrganismos. Nos casos dos presuntos de Parma e do Ibérico, o repouso é demorado, podendo atingir três meses. Nos primeiros, o tamanho dos pernis e o baixo conteúdo de sal são os responsáveis pela extensão desta fase e no segundo, os responsáveis são os elevados conteúdos de gordura intra e intermusculares, que retardam a difusão do sal. Após o final desta etapa, as perdas acumuladas podem atingir 10 a 15% (ARNAU, 1998b).

3.2.4. Secagem / Maturação

3.2.4.1. Secagem

Além da absorção de sal, a desidratação é o outro componente da redução de A_w , contribuindo para a estabilidade dos presuntos crus (GOU et al. 2003). Durante a etapa de secagem, ocorrem a evaporação superficial e a transferência de água do interior para a superfície do produto, concomitantemente. De acordo com GOU (1998), a fase em que a água livre evapora da superfície praticamente não existe, já que esta é eliminada pela etapa de salga. Sendo assim, a água a ser evaporada provém do interior da peça.

A secagem por arrasto de vapor baseia-se na evaporação de água de um corpo úmido que se situa em uma corrente de ar cuja UR é inferior a A_w do alimento na mesma temperatura. Nestas condições, é estabelecida transferência de massa (água em forma de vapor) da superfície do produto (BARROSO & LÓPEZ, 2001).

O conteúdo de água na superfície é o resultado de dois processos simultâneos: a difusão de água do interior do produto para a superfície e evaporação de água para atmosfera. A evaporação superficial é controlada pela difusão de vapor de água da superfície para atmosfera através de uma fina camada de ar em contato com a superfície, denominada camada limite. O fluxo de vapor que atravessa a camada limite depende do coeficiente de difusividade do vapor de água no ar, da espessura da camada limite e do gradiente de umidades relativas existentes (GOU, 1998).

A transferência de água livre para a atmosfera é regulada pela UR do ar que envolve os presuntos, já que existe uma tendência ao equilíbrio (definido pelas isotermas de sorção) entre esta e o conteúdo de água na superfície do produto. Quando a temperatura é aumentada, para um mesmo valor de A_w , diminui-se o conteúdo de água em equilíbrio. No entanto, para uma UR fixa, o conteúdo de água da superfície do presunto diminui com o aumento da

temperatura. Com isso, consegue-se aumentar o gradiente do conteúdo de água entre o interior e o exterior do produto, acelerando a saída de água. As Leis de Fick podem ser utilizadas para explicar a transferência de água do interior dos produtos cárneos:

$$1^{\text{a}} \text{ lei de Fick: } \Phi = D_a \cdot \frac{dC}{dz}$$

$$2^{\text{a}} \text{ lei de Fick: } \frac{dC}{dt} = D_a \cdot \frac{d^2 C}{dz^2},$$

onde: Φ é o fluxo de água (kg/seg \times m²), C é a concentração de água (kg água/m³), t é o tempo (s), D_a é o coeficiente de difusividade aparente (m²/s) e z é a dimensão na direção em que a água se difunde (m).

O coeficiente de difusividade é um parâmetro que depende das características intrínsecas do produto, como composição, estrutura e temperatura (GOU, 1998). GOU et al. (2003) observaram que com aumento da temperatura, há aumento no valor do coeficiente efetivo de difusividade de umidade (D_e) nas carnes não salgadas. E à medida que a concentração de sal aumenta até 5kg de NaCl/100kgH₂O, há diminuição do valor de D_e . Após a salga, os componentes que podem afetar D_e são a gordura, água e o sal. Na secagem, a UR não pode ser muito baixa, porque o valor de D_e na superfície do presunto pode ser reduzido significativamente.

PALMIA (1989) obteve coeficiente de difusividade efetivo de sal (D_e) no m.*Longissimus dorsi* de suíno a 2°C igual a $0,204 \times 10^{-9}$ m²/s e PALMIA et al. (1993) obtiveram um coeficiente de difusividade aparente de cloreto para o m.*Semimembranosus* suíno igual a $0,225 \times 10^{-9}$ m²/s.

A segunda lei de Fick indica que existe uma relação positiva entre a profundidade (espessura) e o tempo necessário para o produto atingir um determinado nível de secagem. A espessura é, portanto, um parâmetro importante na hora de determinar a duração da etapa de secagem e a redução de espessura que o presunto sofre durante a secagem acelera a desidratação e favorece a homogeneidade de secagem no interior do produto (GOU, 1998).

De acordo com ARNAU et al. (1995), existe um gradiente de conteúdo de sal no produto que diminui ao longo do processo devido à tendência de equilibrar o conteúdo de sal em toda a fase aquosa do produto, diminuindo assim, o teor de sal na superfície. Portanto, com a UR do ar sendo constante, o conteúdo de água da superfície em equilíbrio com o ar diminui à medida que se reduz o teor de sal (GOU, 1998).

ARNAU et al. (2003) estudaram os efeitos da UR em vários parâmetros físico-químicos na superfície do músculo *Semimembranosus* de presuntos crus que durante o repouso haviam sido submetidos a diferentes umidades relativas: $52 \pm 3 \%$ (baixa), $78 \pm 3 \%$ (intermediária) e $85 \pm 3 \%$ (elevada). Os autores observaram que os presuntos dos tratamentos com baixas e elevadas UR apresentaram as maiores e as menores perdas de peso após o término do período de repouso, respectivamente. Em compensação, as perdas de peso médias nos três tratamentos ao final do processo praticamente iguais, aproximadamente 39%. Os autores verificaram que em valores de UR intermediária, a A_w de equilíbrio foi superior a 0,75 e que o NaCl não cristalizou na superfície.

Na maturação, as temperaturas variam entre 10 e 25°C, e nestas condições, se a UR for inferior a 75%, a A_w pode atingir valores menores que 0,75, o que pode facilitar a exsudação de gordura para a superfície dos presuntos, afetando a secagem e a formação de sabor. Esta gordura exsudada na superfície forma uma barreira à difusão de água, e com maior UR há menos exsudação, o que segundo os autores poderia explicar o menor valor de A_w após o término do período de maturação. Esta menor quantidade de gordura exsudada pode ser devido ao maior pH que pode causar o aumento da estabilidade da membrana e aumentar a resistência contra a exsudação, provocada por uma camada formada pelos microrganismos na superfície ARNAU & GOU (2001).

A existência de uma camada de tecido adiposo, com difusividade de água menor que a do músculo, modifica o conteúdo de água na superfície do músculo em contato com esta camada, equilibrando o conteúdo de água em ambos os tecidos, igualando assim, seus valores de A_w . Sendo assim, a aplicação de uma capa de gordura sobre a superfície magra do presunto quando esta está muito

seca, permitirá o aumento do conteúdo de água na superfície ao desacelerar a perda de água para a atmosfera (GOU, 1998).

3.2.4.2. Maturação

A função desta etapa é promover a **desidratação** e a **intensificação** das reações enzimáticas e não enzimáticas. As reações proteolíticas e lipolíticas nesta etapa são importantes, já que influem diretamente na textura, no aroma e no sabor do produto final (ARNAU, 1998a).

As temperaturas são relativamente mais elevadas em relação às etapas anteriores, iniciando com valores abaixo de 15°C, podendo ser aumentadas até os 28 a 30°C, no caso dos presuntos espanhóis. Nestes produtos, uma prática muito comum é elevar a temperatura para valores próximos de 35°C (fase denominada **estufagem**), com intenção de acelerar a formação de compostos voláteis responsáveis pelo *flavor* característico do presunto cru (ARNAU, 1998a).

Durante este longo período há o desenvolvimento de processos oxidativos dos lipídios, e posterior formação de compostos de condensação com os aminoácidos, liberados pela atividade proteolítica durante a secagem (TOLDRÁ, 1998a).

3.2.4.2.1. Formação de Sabor e Aroma

A qualidade do presunto curado depende de múltiplos fatores entre os quais destacam-se os *ante mortem* (genótipo do suíno, idade do animal, nutrição e técnicas de abate) e os *post mortem* (condições de refrigeração; preparo dos pernis para os processos de salga, cura e maturação). Todos estes fatores afetam em maior ou menor grau as características sensoriais do presunto curado (TOLDRÁ et al., 1997).

As principais reações bioquímicas que ocorrem na fase *post mortem* são do tipo enzimático, destacando as proteolíticas e as lipolíticas. Também existem as reações químicas (reações de Maillard, degradações de Strecker, decomposição térmica, oxidações etc) que mesmo sendo menos importantes, contribuem com sabor e aroma (TOLDRÁ, 1998a).

No processo de elaboração, é importante o aumento da temperatura durante a secagem, pois é nesta fase que ocorre aumento das concentrações de aminoácidos livres e peptídeos responsáveis pelo desenvolvimento de sabor e aroma, juntamente com os compostos de oxidação dos ácidos graxos que funcionam como substratos para formação de compostos de condensação durante a etapa de maturação (TOLDRÁ, 1998b).

3.2.4.2.2. Reações Enzimáticas

As enzimas endógenas são as principais responsáveis pelas mudanças nas proteínas e lipídios musculares, gerando componentes e pré-cursos de sabor; compostos voláteis e não voláteis, responsáveis pelas características sensoriais típicas de produtos cárneos (TOLDRÁ & FLORES, 1998).

Proteólise

As proteólises contribuem para a textura pela quebra das proteínas e para o sabor, pela geração de compostos de sabor como aminoácidos e peptídeos, os quais também podem reagir com outros componentes formando novos compostos de sabor e aroma (TOLDRÁ & FLORES, 1998).

As reações proteolíticas progridem seqüencialmente iniciando com a hidrólise das principais proteínas miofibrilares pelas catepsinas e calpaínas (SENTANDREU & TOLDRÁ, 2001), resultando na formação de polipeptídeos de tamanhos intermediários, que subseqüentemente são degradados em pequenos

peptídeos pela ação das exopeptidases. As aminopeptidases, di e tripeptidilpeptidases geram, respectivamente aminoácidos e pequenos peptídeos TOLDRÁ et al. (1997).

RODRÍGUEZ-NÚÑEZ et al. (1995) concluíram que há aumento de peptídeos com pesos moleculares menores que 2700 Da, resultantes de proteólises intensivas, principalmente durante os primeiros 3,5 meses de processo, onde as temperaturas de secagem são aumentadas gradativamente e a atividade de água ainda não diminuiu excessivamente. Estes peptídeos, por terem baixo peso molecular, enquadram-se na categoria de supostos formadores de sabor.

Os dipeptídeos liberados pelas dipeptidilpeptidases (DPP I, II, III e IV), juntamente com os compostos voláteis contribuem para o desenvolvimento do sabor em produtos cárneos curados (SENTANDREU & TOLDRÁ, 2001). As aminopeptidases estão diretamente relacionadas à geração de aminoácidos livres e de acordo com FLORES et al. (1996), a alanil aminopeptidase tem maior atividade e é a principal responsável pela elevada liberação de aminoácidos terminais até os 240 dias de processo, podendo ter sua atividade inibida pelo sal.

Em todos os tipos de presuntos crus a liberação de aminoácidos essenciais e não essenciais é alta. Em geral, leucina, valina, lisina, alanina, ácidos glutâmico e aspártico são os gerados em maior quantidade (TOLDRÁ & FLORES, 1998). Deste grupo, valina, isoleucina e leucina sofrem degradações de Strecker e formam seus respectivos aldeídos, 2-metil-propanal, 2-metil-propanal e 3-metil-butanal, que são compostos aromáticos (TOLDRÁ et al., 2000).

BUSCAILHON et al. (1994) concluíram que entre 179 e 273 dias de processo do presunto francês, os níveis de aminoácidos ácidos livres diminuem, enquanto os níveis de nitrogênio não protéico aumentam, provavelmente devido ao acúmulo de peptídeos. Os autores sugerem duas hipóteses para estes fatos: **(i)** queda das atividades das exopeptidases, as quais resultariam na elevação das atividades das endopeptidases (produzindo peptídeos) e **(ii)** degradação de aminoácidos ácidos livres.

As catepsinas B, D, H e L são proteases (endopeptidases) lisossômicas de tamanho pequeno, que têm suas atividades inibidas por altas concentrações de sal e favorecidas por pH ácido. Durante os estágios iniciais de salga e cura podem gerar peptídeos que servem de substrato para as dipeptidilpeptidases e outras exopeptidases, assim como durante todo o processo, devido à estabilidade e pH ácido ótimo. Deste grupo, somente a catepsina D perde atividade após seis meses de processo, enquanto as outras permanecem estáveis durante todo o processo. *In vitro*, as catepsinas D e L mostram habilidade de hidrolisar diferentes proteínas miofibrilares como miosina, titina, proteínas M e C, tropomiosina e troponinas (T e I) (TOLDRÁ & FLORES, 1998).

Presuntos pastosos apresentam maiores atividades de catepsina B no músculo *Biceps femoris* e de catepsina B+L nos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, assim como têm maiores teores de nitrogênio não-protéico, menores teores de sal e de proteína, em relação aos presuntos normais, segundo GARCÍA-GARRIDO et al. (2000). Os autores diagnosticaram ainda, uma alta correlação entre conteúdo de nitrogênio não-protéico e atividade da catepsina B+L em ambos os músculos (0,888 e 0,840). A inibição provocada pelo sal pode prevenir defeitos de textura em presuntos que apresentem elevada atividade de catepsina TOLDRÁ & FLORES (1998).

SENTANDREU & TOLDRÁ (2001) estudaram os efeitos do sal, do pH e da temperatura nas atividades das dipeptidilpeptidases (DPP's I, II, III e IV) e verificaram que as DPP I e II apresentam máxima atividade em pH entre 5,5 e 6,0, enquanto as DPP III e IV em pH 8,0. Quanto ao efeito da temperatura, durante a etapa de salga, onde as mesmas devem ficar próximas de 4,5°C, verificou-se que as DPP I e IV mantêm suas atividades em valores satisfatórios, o que não acontece com as DPP II e III. Das quatro enzimas, a DPP I é a que mostra maior atividade, inclusive na faixa de pH comum nos presuntos crus (entre 5,7 e 6,4) e apresenta boa atividade em baixas temperaturas e mostra-se estável durante os 15 meses de processo.

A idade dos animais também influi na atividade enzimática, já que pernis provenientes de animais jovens apresentam maiores atividades de catepsina B e

B + L e menores atividades de piroglutamil aminopeptidase e dipeptidilpeptidase IV (TOLDRÁ et al., 1996).

Durante a etapa de **estufagem** são expostos a temperaturas variando entre 22 e 34°C e tem como finalidade realçar sabor e aroma (PÉREZ ALVAREZ et al. 1998), já que as altas temperaturas provocam aumento da velocidade das reações proteolíticas, com conseqüente aumento da concentração de aminoácidos livres (CÓRDOBA et al., 1994b).

Lipólise

As enzimas lipolíticas desempenham importante função em todo período de processamento de presuntos crus, e nos primeiros cinco meses ocorre a máxima atividade lipolítica (MOTILVA-CASADO, 1993). As fosfolipases são apontadas como as enzimas mais importantes envolvidas nas lipólises musculares (TOLDRÁ & FLORES, 1998).

Os três principais fatores que regulam a atividade lipolítica, segundo (MOTILVA-CASADO, 1993) são:

- (1) **Temperatura:** o principal fator regulador da atividade enzimática. Se houver elevação da mesma, há aumento da atividade das enzimas, principalmente no tecido adiposo;
- (2) **Aw:** reduzida no decorrer do processo, principalmente durante a secagem. Esta queda faz diminuir as atividades das enzimas básicas e neutras, favorecendo a ação das ácidas;
- (3) **Teor de sal:** na concentração encontrada na cura, ativa as lipases ácidas e inibe as básicas e as neutras, além de não afetar a atividade enzimática no tecido adiposo subcutâneo.

As lipases básicas e neutras têm máxima atividade no começo do processo (salga e pós-salga) e apenas as neutras permanecem como as principais responsáveis pela lipólise (mesmo em baixos níveis) durante as etapas de

secagem e maturação. Nesta última, as temperaturas atingem 15°C ou mais, provocando aumento de suas atividades, principalmente das neutras, que gerarão ácidos graxos livres (oléico, linoléico, linolênico, esteárico, palmítico e palmitoléico), que se concentrarão principalmente no tecido adiposo subcutâneo até os dez meses de processo, permanecendo quase constantes até o final do processo MOTILVA-CASADO et al. (1993).

No entanto, pode haver redução nas concentrações dos mesmos, devido as posteriores reações oxidativas (TOLDRÁ & FLORES, 1998). Na figura 2, segue esquema resumido de formação de aroma e sabor dos presuntos crus.

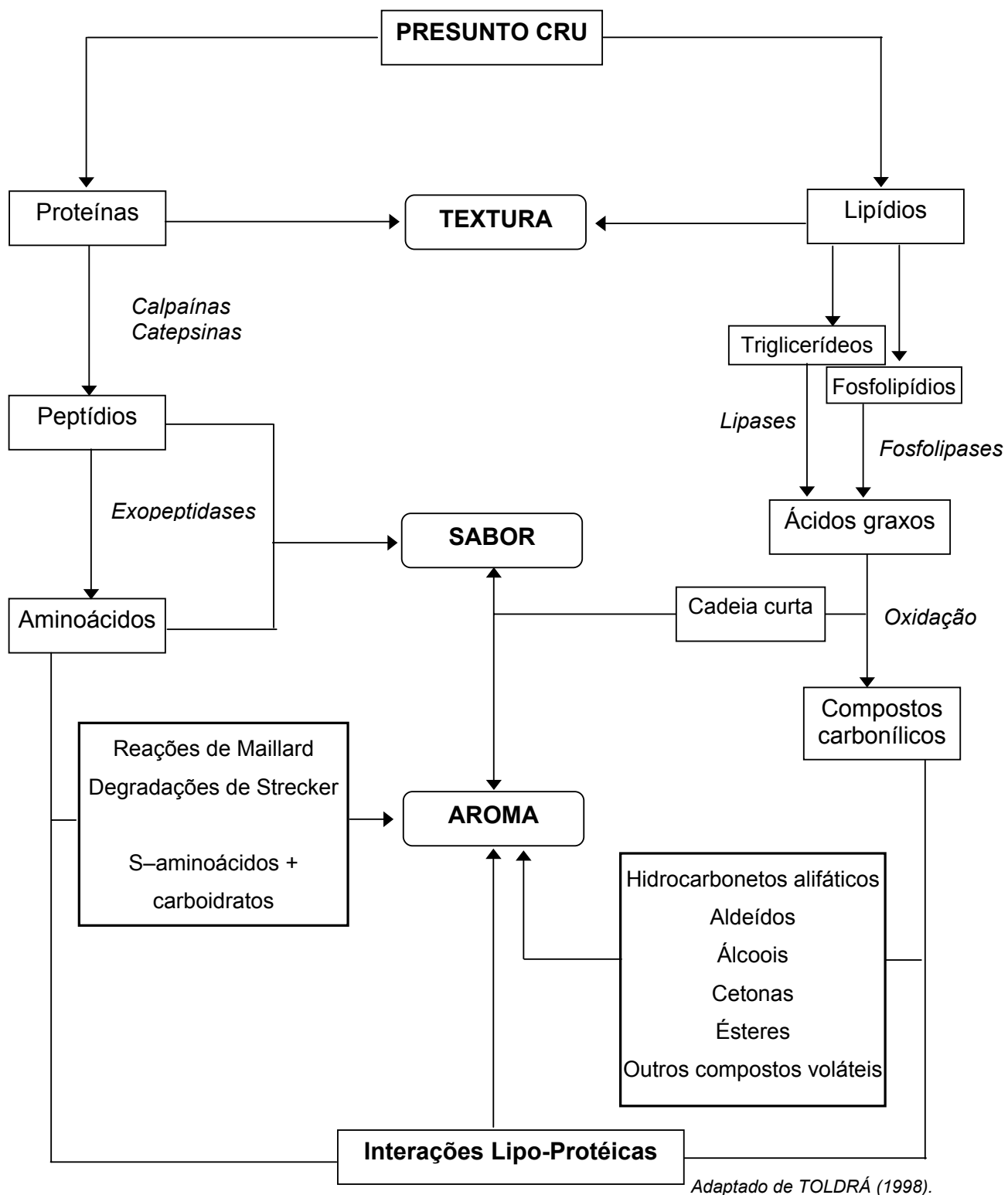


Figura 2. Formação de sabor, aroma e textura nos presuntos crus.

3.3. Microbiota do Presunto Cru

CORNEJO et al. (1992) sugerem que os microrganismos isolados encontrados nos músculos *Semimembranosus*, *Gracilis*, *Sartorius*, *Vastus medialis* e *Vastus lateralis* têm origem fundamentalmente extrínseca, enquanto os encontrados no *Biceps femoris* têm origem intrínseca, já que a capa de gordura que o envolve serve como escudo protetor à contaminação. As possíveis vias de entrada para os microrganismos são a artéria femoral, fissuras produzidas durante a secagem, poros produzidos durante o *rigor mortis* ou por cristais de gelo formados durante o congelamento.

Os principais grupos de microrganismos existentes nos presuntos são os mesófilos, halotolerantes, cocos gram-positivos catalase positivos, bactérias lácticas, mofos e leveduras (SÁNCHEZ, 2003).

3.3.1. Microorganismos Halotolerantes e Cocos Gram-Positivos Catalase Positivos

O grupo dos cocos gram+ catalases+ inclui bactérias gram+, anaeróbias facultativas, catalase + e com atividade nitrato redutora, sendo que alguns podem crescer em concentrações elevadas de sal.

Os cocos GC+ pertenciam à família denominada *Micrococcaceae* (STACKEBRANDT et al., 1995), dividida em quatro gêneros: *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Stomatococcus* e *Planococcus*. Com o avanço das técnicas taxonômicas moleculares, comprovou-se que tal família não existe e as espécies deste gênero foram reclassificadas em 5 gêneros: *Kytococcus*, *Nesteronkonnia*, *Dermacoccus*, *Kocuria* y *Micrococcus* (STACKEBRANDT et al., 1995).

Os gêneros de interesse para as carnes são *Staphylococcus* e *Kocuria*, sendo que os primeiros são anaeróbios facultativos, com metabolismo respiratório e fermentativo. Normalmente crescem em meios com 10% de NaCl (*S. carnosus* pode crescer em meios com até 15% de sal) e sua temperatura ótima de

crescimento está entre 30 e 37° C. As bactérias do gênero *Kocuria* são aeróbias, ainda que existam cepas *K. kristinae* que podem ser ligeiramente anaeróbicas facultativas. São mesófilas e normalmente crescem em meios com 10% de NaCl, ainda que *K. varians* cresça melhor com 7,5% de sal (STACKEBRANDT et al. 1995).

As características da matéria-prima, a salga e a evolução da temperatura e da umidade relativa durante o processo criam condições favoráveis ao desenvolvimento majoritário de Cocos GC+, cuja capacidade halotolerante é conhecida (CARRASCOSA et al., 1988). Neste grupo, o gênero mais frequente é o *Staphylococcus* e a espécie *Staphylococcus xylosus* é a mais numerosa (RODRÍGUEZ et al., 1994).

3.3.2. Bactérias Lácticas

As bactérias lácticas são microrganismos que produzem o ácido láctico como principal produto da fermentação de carboidratos. As principais pertencem às famílias *Streptococcaceae* (principalmente *Lactococcus*, *Leuconostoc* e *Pediococcus*) e *Lactobacillaceae* (*Lactobacillus*) (LÜCKE, 1986).

São bactérias gram-positivas, não esporuladas, em forma de coco, cocobacilo ou bacilo e normalmente imóveis. São anaeróbias aerotolerantes catalase negativas (algumas cepas apresentam pseudo-catalase), que fermentam carboidratos para formar principalmente ácido láctico (LÜCKE, 1986).

MOLINA et al. (1989) diagnosticaram as espécies *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus alimentarius*, *L. curvatus* e *L. casei* subsp. *rhamnosus* como sendo as predominantes nos presuntos crus, enquanto GARCÍA et al. (2001) encontraram *Leuconostoc mesenteroides* e *P. Pentosaceus*.

3.3.2. Fungos

3.3.3.1. Leveduras

As leveduras são microrganismos eucarióticos heterotróficos unicelulares, aeróbios facultativos, com temperatura ótima de crescimento em torno de 25°C, conseguindo ainda se desenvolver sob temperaturas de refrigeração (JOVITA et al., 2001). Podem ainda crescer em ambientes com A_w intermediária ($0,60 < A_w < 0,90$, LEISTNER, 1981)

Assim como outros produtos cárneos, o presunto cru sofre uma secagem, permitindo desenvolvimento de grupos de mofos e leveduras na superfície, já que existem A_w e temperaturas adequadas para seus crescimentos (MOTILVA et al., 1991).

Antes da salga, as leveduras podem atingir até 10^4 ufc/g. O aumento da temperatura no final do repouso e durante a secagem favorecem a multiplicação das leveduras, que atingem valores em torno de 10^6 a 10^7 ufc/g. A posterior redução da A_w dos presuntos durante a maturação provoca decréscimo até valores entre 10^4 e 10^6 ufc/g (NÚNEZ et al. 1996b).

A menor velocidade de crescimento das leveduras é a causa de suas baixas concentrações, competindo desfavoravelmente com grupos majoritários, principalmente no interior dos presuntos (JOVITA et al., 2001).

3.3.2.2. Mofos

Os mofos são organismos eucarióticos, aeróbios, heterotróficos, pluricelulares e que se organizam em hifas e micélios. A temperatura ótima de crescimento deste grupo se situa entre 20 e 25°C e são os microrganismos mais resistentes a baixos valores de A_w (JOVITA et al., 2001).

Depois da salga, as condições tornam-se favoráveis para seu desenvolvimento. Desta forma, atingem contagens elevadas durante o repouso, diminuindo na maturação (JOVITA et al., 2001). Segundo os autores, as espécies dominantes pertencem aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus/Eurotium* (JOVITA et al., 2001).

Há variação de gêneros predominantes de acordo com as condições de *Aw* e temperatura do presunto. Durante o repouso, quando a umidade do presunto é alta e as temperaturas são baixas, os *Penicillium* se desenvolvem rapidamente, dominando a microflora até metade da maturação. Com a redução da *Aw*, há predominância de *Aspergillus* (JOVITA et al., 2001).

RODRÍGUEZ et al. (1998) estudaram a evolução da atividade proteolítica de microrganismos isolados de presuntos crus e verificaram que o *Penicillium chrysogenum* foi o que provocou maior grau de hidrólise nas proteínas miofibrilares e maior aumento da concentração de aminoácidos. Os autores sugerem que este microrganismo pode ser o principal constituinte de culturas *starters*, contribuindo para a formação de sabor e aroma dos presuntos crus.

3.4. Transglutaminase

A transglutaminase (glutaminil-peptídeo: amina γ -glutamiltransferase) é uma enzima encontrada em vários tecidos animais, peixes, plantas e microrganismos (KURAISHI et al., 2001). É um tipo de transferase que catalisa a reação de acil-transferência.

Esta enzima pode atuar de três maneiras diferentes: (1) acelerando a reação de acil-transferência entre os grupos γ -carboxiamida dos resíduos glutamínicos ligados em proteínas ou peptídeos e aminas primárias; (2) formando ligações cruzadas entre moléculas de proteína. Quando a TG usa grupos ϵ -amínicos dos resíduos de lisina ligados em proteínas como receptores de acil, formam-se as ligações cruzadas ϵ -(γ -glutamil) lisina intermoleculares e intramoleculares e (3) catalisando a deamidação de resíduos glutamínicos, na

ausência de aminas primárias e tendo a água como acil receptor (MOTOKI & KUMAZAWA, 2000).

A transglutaminase pode ser de origem endógena (KURASHI et al., 2001), ou produzida pelo microorganismo *Streptovorticillium mobaraense*. Neste caso, é denominada transglutaminase microbiana (MTGase).

O pH ótimo da enzima varia entre 5 e 8 e a temperatura ótima de atuação é de 50°C. No entanto, consegue atuar em temperaturas abaixo de 10°C, desde que o período seja superior a 12 horas. A ação da MTGase é independente do Ca^{2+} , e esta propriedade é importante para modificação das proteínas alimentares, porque muitas proteínas, como as do leite, as globulinas da soja e a miosina são sensíveis e podem se precipitar na presença deste íon (MOTOKI & KUMAZAWA, 2000).

Na carne, a grande reatividade entre a transglutaminase e a molécula de miosina leva à formação de ligações covalentes intermoleculares e intramoleculares entre a glutamina e os resíduos de lisina. Esta ligação torna a estrutura mais resistente ao aquecimento e ao congelamento. Devido a esta capacidade de reação entre as moléculas protéicas e os resíduos de aminoácidos, é possível elaborar uma variedade de produtos reestruturados, utilizando carnes de várias espécies e também misturas de carnes com proteínas vegetais em suas formulações.

3.5. Metodologias Tradicionais de Elaboração de Presuntos Crus em Diferentes Países.

3.5.1. Presunto Espanhol Serrano

De acordo com TOLDRÁ & FLORES (1998), o processo de elaboração do presunto Serrano envolve as seguintes etapas:

Salga: os pernis são encobertos de sal por um período de 10 a 12 dias, obedecendo ao critério de 1 dia por kg de pernil. A temperatura varia entre 0 e 4°C e a UR entre 75 e 95%;

Pós-salga: depois da retirada dos excessos superficiais de sal dos pernis, os mesmos são pendurados. Nesta fase, que tem duração de 60 dias, as temperaturas variam entre 0 e 6°C, e a UR entre 70 e 95%;

Secagem / Maturação: em toda esta etapa, a UR varia entre 70 e 95%, só havendo diferenças nos valores de temperatura, de acordo com os tempos de processo, abaixo determinados:

1º período: mínimo de 45 dias com temperaturas sendo aumentadas gradativamente de 6 a 16°C;

2º período: mínimo de 35 dias com temperaturas sendo aumentadas gradativamente de 16 a 24°C;

3º período: mínimo de 30 dias com temperaturas sendo aumentadas gradativamente de 24 a 34°C;

4º período: mínimo de 35 dias, com temperaturas variando entre 12 e 20°C.

No entanto, ARNAU & GOU (2001) descrevem o processo de elaboração do presunto Serrano com algumas diferenças em relação ao processo descrito pelos autores acima mencionados:

Salga: Faz-se a cura dos pernis utilizando uma mistura de NaCl, KNO₃ e NaNO₂. Após aplicação desta mistura, os pernis são cobertos com sal, seguindo o critério de 1 dia por cada quilograma de pernil, e mantidos sob temperatura de 3°C;

Lavagem / secagem: Terminada a salga, os pernis são lavados e pendurados para secagem sob temperatura média de 4°C e UR de 80%, por 40 dias;

Maturação: oito meses de duração, sendo que a UR é ajustada para valores entre 60 e 70% e a temperatura entre 12 e 16°C.

3.5.2. Presunto Espanhol Ibérico

A metodologia de elaboração do presunto cru Ibérico descrito por CÓRDOBA et al. (1994a) envolve as seguintes etapas:

Presunto “verde”: os pernis permanecem pendurados por 48 horas sob temperatura variando entre 0 e 4°C, para equalizar a temperatura em toda a peça;

Salga: os pernis são envoltos por sal durante 15 dias em pilhas mantidas à 4°C e 90% de UR;

Pós-salga primeira etapa: os pernis são esfregados para retirada do excesso de sal da superfície e mantidos em temperatura na faixa de 0 e 4°C, 90% de UR por 60 dias;

Pós-salga segunda etapa: os pernis são levados para câmaras onde ficam por 45 dias com a UR média sendo reduzida para 80%, e com temperatura sendo aumentada até atingir 18°C. Ambos reajustes são feitos progressivamente;

Secagem: os pernis são pendurados dentro das câmaras de secagem por 45 dias sob as condições ambientais, com temperaturas podendo superar os 30°C e com UR variando entre 45 e 70%;

Maturação: os pernis são transferidos para câmaras com temperatura controlada por 12 meses, sendo que nos 6 meses iniciais as temperaturas variam de 12 a 16°C e nos 6 meses finais de 16 a 20°C. A UR não é controlada nesta fase.

Já ANDRÉS et al. (2004b) descreve o processo de elaboração de presunto espanhol Ibérico com algumas diferenças, principalmente quanto à etapa de salga, que é feita com teor de sal pré-determinado, conforme descrito abaixo:

Salga: feita com teor de sal pré-determinado, sendo que os pernis são colocados em prateleiras (e não empilhados como no outro processo) sob temperaturas variando entre 1 e 3°C e coloca-se a quantidade de sal pré-determinada sobre a superfície cárnea das peças. Esta etapa se finaliza quando não há mais sal visível na superfície dos pernis;

1º período de pós-salga: as peças são mantidas a temperaturas variando entre 2 e 5°C e UR entre 75 e 85% por 60 dias;

2º período de pós-salga: a temperatura vai sendo aumentada até atingir 20°C (sendo o ajuste de 0,25°C por dia durante os sessenta dias) e a UR vai sendo reduzida até atingir 65%;

Secagem: os pernis são mantidos a 28±2°C por 77 dias, seguido de uma fase de estocagem a 15,5±0,5°C por 212 ou mais dias.

3.5.3. Presunto Cru Italiano

No processo italiano descrito por PALMIA et al. (1992), os pernis têm peso médio de 13 kg e tem como etapas:

Salga: realizada em câmaras com condições controladas, sendo que as temperaturas variam entre 0 e 4°C, e UR entre 70 e 85%; o teor de sal varia entre 6 e 10% da massa do pernil e é distribuído na superfície cárnea da peça em três porções. A duração desta etapa varia entre 3 e 4 semanas, dependendo da massa e do volume da peça;

Repouso: após o término da salga, todo o excesso sal é removido da superfície e os pernis são colocados na posição horizontal em prateleiras dentro das câmaras, onde permanecem por tempo que varia entre 8 e 12 semanas, sob temperaturas variando entre 1 e 5°C e a UR entre 60 e 80%. Nesta fase do processo, as perdas podem atingir 18% da massa inicial;

Maturação: após o repouso, os pernis são colocados nas câmaras de maturação, onde permanecem por um período de 30 a 40 semanas, com temperaturas variando entre 15 e 20°C e UR variável entre 70 e 90%.

3.5.4. Presunto Parma

Segundo PAROLARI (1996), os pernis destinados à fabricação de presuntos de Parma devem ter peso entre 11 e 13 kg. O autor descreve o processo de elaboração do presunto de Parma do seguinte modo:

Salga: adição de quantidade pré-definida de sal, sob temperaturas entre 1 e 4°C, com UR entre 75 e 90%;

Ressalga: Após 5 a 6 dias, coloca-se nova quantidade de sal, com teor 1% menor que a primeira. Em seguida, os pernis são mantidos por três semanas sob as mesmas temperaturas da Salga, e com UR entre 70 e 80%, para acelerar a secagem da umidade superficial dos pernis. Terminada a ressalga, retira-se o resto de sal e se apara o excesso de carne ao redor da cabeça do fêmur. As pontas do púbis são retiradas, formando assim uma superfície mais regular;

Equalização do sal: os pernis são pendurados e mantidos sob temperaturas entre 1 e 4°C por 2 a 3 meses, para favorecer a equalização do sal e a redução da Aw. Assim como a salga, esta etapa tem duas fases, sendo a primeira denominado repouso 1 (duas semanas), e a segunda, repouso 2 (restante do período). A diferença está nos valores de UR, onde no repouso 1 a mesma varia entre 50 e 60%, e no repouso 2 entre 70 e 90%;

Lavagem e Secagem: Faz-se a lavagem superficial dos pernis utilizando jato de água morna para retirar o excesso de sal e também retirar impurezas. Os pernis são levados para sala de secagem por 12 horas a 20°C, e após este período, a temperatura é diminuída para 15°C e os pernis permanecem nesta condição por seis dias;

Maturação: é a fase mais longa do processo, variando entre 10 e 12 meses. A temperatura média é de 15°C e a UR média é de 75%. Após 6 ou 7 meses do início desta fase, costuma-se aplicar uma pasta constituída de gordura suína e pó-de-arroz para evitar secagem excessiva e, também, para equalizar a umidade em todo o presunto.

3.5.5. Presunto Cru Francês

O processo francês descrito por BUSCAILHON et al. (1993) envolve as seguintes etapas:

Salga: o sal de cura, contendo sal comum e nitrato de potássio é distribuído sobre o pernil (com peso variando entre 9 e 10 Kg) e esfregado na superfície cárnea. As peças são acomodadas em bancadas por uma semana a 4°C;

Ressalga: o excesso de sal é retirado da superfície e os pernis são novamente salgados e permanecem por duas semanas a 4°C;

Repouso: os pernis são lavados para retirada do sal e novamente acomodados em plataformas a 4°C e UR variando entre 65 e 85% por oito semanas;

Estufagem: os pernis são pendurados e por 4 dias as temperaturas variam entre 20 e 25°C;

Maturação: a temperatura passa a variar entre 12 e 15°C e a UR entre 75 a 80% por mais sete meses.

3.5.6. Jambom Bayonne

FRENTZ & ZERT (1990), citados por TOLDRÁ e FLORES (1998) descrevem o processo do presunto Bayonne do seguinte modo:

Salga: tem duração entre 14 e 21 dias, sob temperaturas variando entre 1 e 3°C e UR entre 85 e 95%;

Repouso: tem duração entre 21 e 28 dias, sob temperaturas variando entre 1 e 3°C e UR entre 70 e 85%;

Secagem/maturação (1ª fase): tem duração entre 2 e 4 dias, com temperaturas entre 20 e 25°C e UR entre 75 e 85%;

Maturação (2ª fase): a temperatura é fixada em 14°C, a UR varia entre 70 e 80% e tem duração de 90 a 215 dias.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Matéria-Prima

Para elaboração dos presuntos foram utilizados os pernis de 32 animais provenientes de cruzamento industrial com três raças, Landrace, Large White e Duroc. A matéria-prima era semelhante à utilizada para elaboração de presuntos tipo Parma. A média dos pesos dos pernis foi $14,23 \pm 0,97$ kg.

Após a separação do couro e desossa dos pernis, fez-se a separação dos cinco principais cortes, que foram utilizados para elaboração dos presuntos: **(1) patinho** (*Quadriceps femoris*, que é formado por quatro músculos: *Vastus medialis*, *V. lateralis*, *V. intermedius* e *Rectus femoris*); **(2) lagarto** (*Semitendinosus*); **(3) coxão duro** (formado pelos músculos *Biceps femoris* e *Gastrocnemius*); **(4) coxão mole** (formado pelos músculos *Semimembranosus*, *Adductor femoris* e *Gracilis*) e **(5) alcatra** (formado pelos músculos *Gluteus medius*, *G. accessorius* e *G. profundus*).

Foram realizados dois tratamentos variando os teores de cloreto de sódio (3,5 e 5%). Além do NaCl, foram utilizados 400 mg de nitrato de sódio e 200 de nitrito de sódio por quilograma de pernil desossado.

4.2. Descrição do Processo

Etapas:

- 1ª. Remoção do couro dos pernis e retirada parcial da gordura subcutânea;
- 2ª. Desossa;
- 3ª. Separação dos principais cortes (patinho, lagarto, alcatra, coxão duro e coxão mole) e remoção parcial da gordura intermuscular e do tecido conectivo visível por se constituírem em barreiras à penetração do sal;

- 4ª. Salga seca usando sal grosso tipo I e nitrificantes: fez-se uma mistura homogênea com cloreto de sódio (3,5 e 5%), 400 mg de nitrato de sódio e 200 de nitrito de sódio por quilograma de pernil desossado. Esta mistura foi distribuída sobre os cortes e, em seguida, fez-se esfregação manual. Os cortes salgados foram transferidos para a câmara frigorífica;
- 5ª. Pós-salga (ou Repouso): os cortes salgados permaneceram sob temperaturas médias de 2,5°C durante sete dias, até todo sal superficial ser absorvido;
- 6ª. Remoção dos excessos de carne dos cortes: a remoção dos excessos foi necessária para acomodação das peças nos moldes;
- 7ª. Aplicação superficial de Transglutaminase (Activa TG-B®) em solução: a enzima é apresentada na forma de pó e a recomendação do fabricante é utilizar 1% do peso da carne. A TG precisa ser dissolvida em água fria (< 3°C) para evitar coagulação instantânea. Fez-se uma solução 4:1 (4 partes de água para 1 parte de TG) que, foi distribuída na superfície dos cortes;
- 8ª. *Tumbling* por 3' a 7,5 rpm com a finalidade de homogeneizar a distribuição da enzima nos cortes;
- 9ª. Primeira moldagem: acomodação dos cortes em fôrma oval para presunto cozido com capacidade para 5 kg por 24 horas;
- 10ª. Remoção do presunto da fôrma e embalagem das peças a vácuo;
- 11ª. Segunda moldagem por 24 horas com a finalidade de diminuir a espessura das peças para facilitar a equalização do sal e acelerar a secagem, além de melhorar o aspecto da peça, fechando os espaços deixados nas zonas externas das peças;
- 12ª. Remoção da embalagem e colocação da peça em câmara frigorífica sobre chapa vazada (chapa "moeda") de aço inoxidável para **Secagem** durante 21 dias;
- 13ª. Maturação por 95 dias. No 8º dia de maturação foi adicionada uma pasta constituída de gordura subcutânea do pernil moída, com 2% de sal, na superfície dos pernis para evitar a formação da crosta superficial.

Na Figura 3 encontra-se o fluxograma com as etapas do processo, com os valores médios de temperatura e umidade relativa de cada etapa.

4.3. Descrição da Câmara Frigorífica e Equipamentos Instalados.

A câmara frigorífica utilizada no projeto foi revestida internamente com chapas de aço inoxidável e tem as seguintes dimensões: 4,5m de comprimento; 1,9m de largura e 2,5m de altura. Foi instalado um evaporador para aumentar a umidade relativa quando necessário, além do equipamento de refrigeração convencional. O evaporador é constituído por um reservatório de água com resistência elétrica interna e é acionado quando o valor desejado de umidade relativa ultrapassa o limite inferior estabelecido pelo termohigrômetro. O vapor formado é lançado no ventilador, que distribui o ar úmido para o ambiente, elevando a UR. Quando o limite superior é estabelecido, há desligamento automático da resistência. Para monitoramento da umidade relativa e da temperatura foi instalado 1 termohigrômetro METALTEX modelo MC 2538 e 2 da marca NOVUS modelo RHT-WM para coleta de dados. Os sensores foram instalados próximos aos presuntos e ao equipamento de refrigeração. A regulagem dos aparelhos permitiu ajustar a variação da temperatura em até 0,1°C e da UR em até 0,1%. Para evitar a formação de gelo na parede do condensador, foi instalado um controlador digital de temperatura FULL GAUGE modelo TIC-17CM que acionava automaticamente o aquecimento.

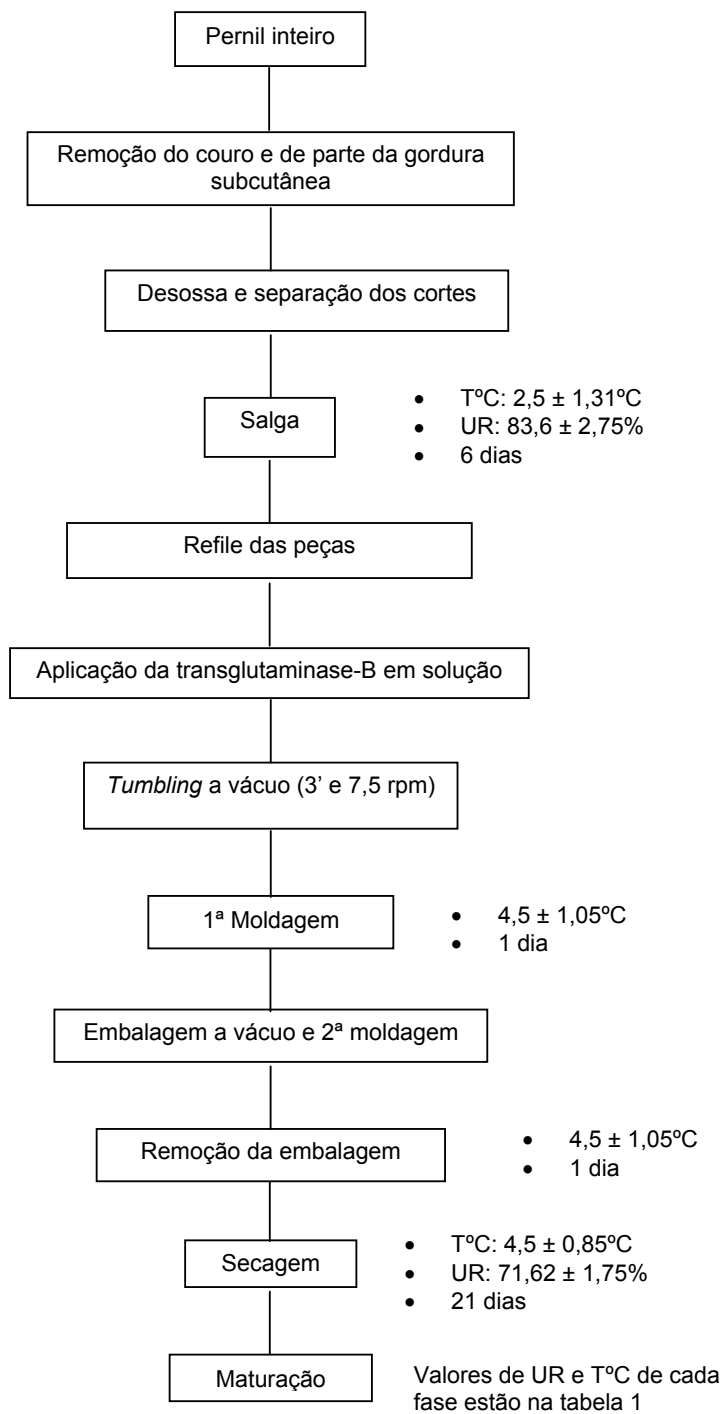


Figura 3. Fluxograma de elaboração presunto cru desossado e moldado.

4.4. Valores de Temperatura e Umidade Relativa Durante o Processo.

Na tabela 1 encontram-se os valores médios coletados de temperatura e umidade relativa no decorrer do processo. Conforme podemos observar na tabela 1, no ponto 6 houve uma redução nos valores de UR, cuja finalidade foi acelerar a secagem das peças para diminuir a A_w dos presuntos. Ao final do 6º dia deste intervalo, a UR voltou a ser ajustada para valor médio de 70%.

Tabela 1. Etapas do processamento de presunto cru acelerado e condições de umidade relativa e temperatura.

ETAPA	CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES
Salga/Equalização	UR: $83,6 \pm 2,75\%$ T°C: $2,5 \pm 1,31^\circ\text{C}$ por 6 dias	
Moldagem	UR: $70,3 \pm 1,36\%$ T°C: $4,5 \pm 1,05^\circ\text{C}$ por 2 dias	
Secagem	UR: $71,62 \pm 1,75\%$ T°C: $4,5 \pm 0,85^\circ\text{C}$ por 21 dias	Pontos de amostragem 2, 3 e 4
Maturação	UR: $69,65 \pm 2,04\%$ e T°C: $6,0 \pm 1,15^\circ\text{C}$ por 8 dias	7º dia de maturação: colocação da gordura moída
	UR: $70,05 \pm 1,73\%$ T°C: $6,9 \pm 1,25^\circ\text{C}$ por 9 dias	
	UR: $69,95 \pm 2,47\%$ T°C: $7,86 \pm 2,05^\circ\text{C}$ por 9 dias	
	UR: $71,12 \pm 2,13\%$ T°C: $9,03 \pm 1,19^\circ\text{C}$ por 9 dias	
	UR: $70,03 \pm 1,65\%$ T°C: $10,19 \pm 1,21^\circ\text{C}$ por 9 dias	Ponto 5 : 51º dia de maturação
	UR: $71,15 \pm 2,37\%$ T°C: $11,07 \pm 1,11^\circ\text{C}$ por 9 dias	
	UR: $70,07 \pm 1,84\%$ T°C: $12,25 \pm 1,26^\circ\text{C}$ por 9 dias	
	UR: $69,97 \pm 1,97\%$ T°C: $13,09 \pm 1,38^\circ\text{C}$ por 7 dias	
	UR ₁ : $70,23 \pm 2,41\%$ UR ₂ : $65,36 \pm 2,27\%$ T°C: $14,03 \pm 1,41^\circ\text{C}$ Por 7 dias	Ponto 6
	UR ₁ : $65,84 \pm 1,94\%$ UR ₂ : $71,13 \pm 1,89\%$ T°C: $15,5 \pm 1,37^\circ\text{C}$ por 7 dias	
	UR: $70,28 \pm 1,74\%$ T°C: $17,5 \pm 2,03^\circ\text{C}$ por 3 dias	Embalagem a vácuo
	UR: $75,34 \pm 3,65\%$ T°C: $27,5 \pm 1,27^\circ\text{C}$	Retirada do vácuo; 2 dias
	Redução da T°C para 15°C	1 dia
Embalagem a vácuo e final do processo;	Ponto 7 Final do processo	

4.5. Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

4.5.1. Físico-Químicas

No Quadro 1 encontram-se os pontos de amostragem e as análises físico-químicas realizadas.

Quadro 1. Análises físico-químicas realizadas durante o processamento de presunto cru acelerado.

Ponto de Amostragem	Etapa do processo	Análises
1º	Preparação da matéria-prima	Composição centesimal Teor de cloretos pH
2º	Início da secagem	Aw pH Teor de cloretos Teor de umidade
3º	10º dia de secagem	
4º	20º dia de secagem	
5º	30º dia de maturação	
6º	60º dia de maturação	
7º	Produto final	Composição centesimal Teor de cloretos Teor de nitrato e nitrito pH e Aw

4.5.1.1. Metodologia

4.5.1.1.1. Composição centesimal (teores de umidade, proteína, lipídios e resíduo mineral fixo)

4.5.1.1.2. Teor de cloretos

4.5.1.1.3. Teor de nitrito

4.5.1.1.4. Teor de nitrato

As metodologias acima foram realizadas de acordo com Instrução Normativa nº 20 de 21 de julho de 1999 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1999).

4.5.1.4.5. pH

Fez-se medida direta nos presuntos utilizando pHmetro DIGIMED modelo DM-21 acoplado com eletrodo tipo penetração DIGIMED modelo DME-CF1, calibrado com soluções pH 4,0 e 7,0.

4.5.1.4.6. Atividade de água (A_w)

Utilizou-se um analisador de atividade de água AQUALAB modelo CX-2T, com temperatura de leitura de $25 \pm 0,3^\circ\text{C}$, calibrado com soluções-padrão de cloreto de sódio 6,0 molal ($A_w = 0,760$), cloreto de lítio saturada ($A_w = 0,113$) e água destilada ($A_w = 1,000$).

4.5.2. Análises Microbiológicas

No Quadro 2 encontram-se as análises microbiológicas realizadas durante o processo.

Quadro 2. Análises microbiológicas realizadas durante o processamento de presunto cru acelerado.

Ponto de amostragem	Etapa do processo	Contagens
1º	Preparação da matéria-prima	Bolores e leveduras Mesófilos aeróbios totais Bactérias Lácticas <i>Salmonella</i> sp. <i>S. aureus</i> Clostrídios sulfito-redutores Coliformes totais <i>Escherichia coli</i> O157:H77 <i>Listeria monocytogenes</i>
2º	Início da secagem	Bolores e leveduras Psicrotróficos Bactérias Lácticas
3º	20º dia de secagem	
4º	30º dia de maturação	
5º	60º dia de maturação	
6º	Produto final	

4.5.2.1. Durante o Processo

Durante o processo foram realizadas contagens de bolores e leveduras, psicrotróficos e bactérias lácticas no início da secagem aos 20 dias de secagem a aos 30 e 60 dias de maturação. Conforme figura 5, as zonas de amostragem foram homogeneizadas para realização das análises.

4.5.2.2. Metodologia

As determinações microbiológicas realizadas para **Bolores e leveduras; Contagem total de mesófilos aeróbios; Bactérias Lácticas; *S. aureus*; Clostrídios sulfito-redutores; Coliformes totais e Psicotróficos** seguiram as metodologias descritas no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (DOWNES & ITO, 2001). E as determinações de ***Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.* e *Escherichia coli* O157:H7** seguiram as respectivas metodologias: AOAC RI (2000); AOAC RI (2002) e AOAC RI (1999). As pesquisas para estes três últimos microrganismos foram feitas pelo método Polimerase Chain Reaction (PCR), utilizando sistema BAX da Dupont/Qualicon.

4.6. Amostragem

4.6.1. Matéria-Prima

Para as análises físico-químicas e microbiológicas da matéria-prima foram coletadas partes dos principais músculos (coxão mole, patinho e coxão duro) de seis pernis.

4.6.2. Durante o Processo e Produto Final

Em cada ponto de amostragem foram coletados três pares de presunto. Cada peça foi dividida em duas partes (figura 4), sendo uma destinada às análises físico-químicas e outra às microbiológicas.

Para evitar perda de umidade, realizaram-se primeiramente as análises de atividade de água (Aw). O zoneamento das fatias para a amostragem foi feito de acordo com a figura 5. O material restante foi homogeneizado e destinado às outras análises físico-químicas.

A figura 4 ilustra o esquema de divisão dos presuntos com as respectivas áreas de amostragem utilizadas para as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas no decorrer do processo.

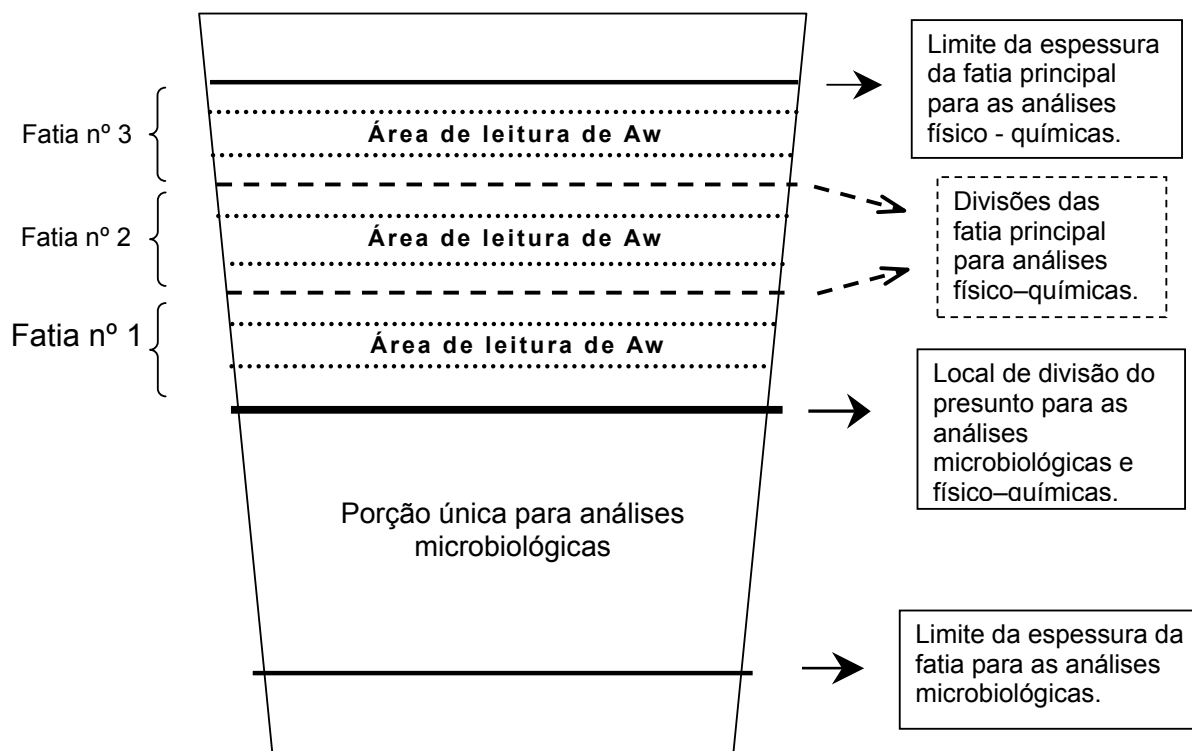


Figura 4. Representação da divisão do presunto para análises microbiológicas e físico-químicas, com a designação das fatias.

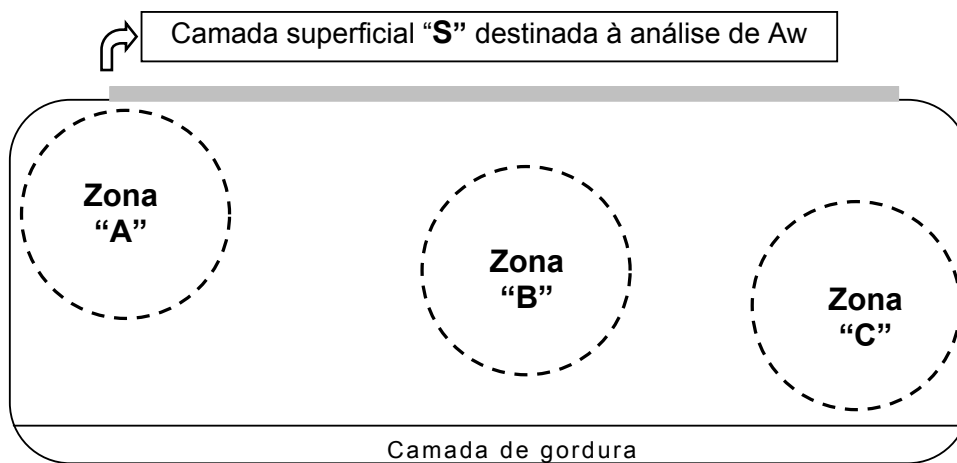


Figura 5: Zoneamento nas fatias para determinação dos valores de atividade de água (Aw).

Na figura 6 está descrito esquema de amostragem para análises microbiológicas. A parte destinada às contagens da microbiota interna foi homogeneizada.

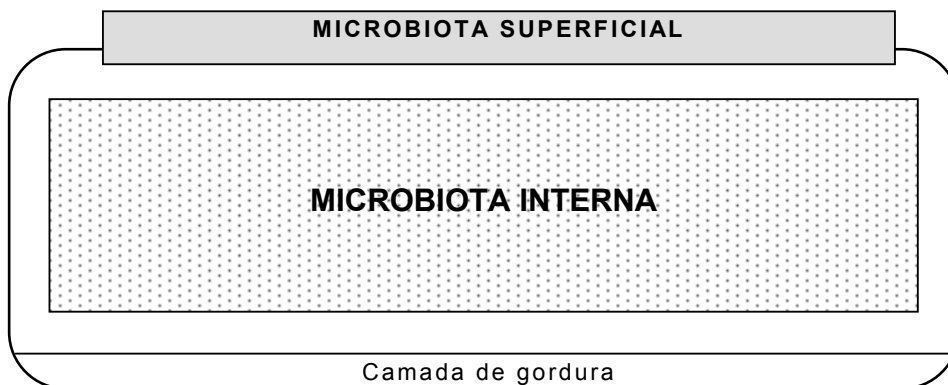


Figura 6. Partes do presunto a serem retiradas para análises microbiológicas.

4.7. Análise Sensorial

Um teste de localização central foi realizado com consumidores de presunto cru em um supermercado de Campinas - SP para avaliar aceitação, preferência e intenção de compra em relação aos dois produtos elaborados. Optou-se por um local de vendas na região de Campinas-SP que inclui clientes de maior poder aquisitivo, com alta incidência de brasileiros com vivência no exterior e de estrangeiros que estudam ou trabalham na região. Vários dos entrevistados já tinham consumido o produto anteriormente em países europeus.

O teste foi realizado num sábado, das 9:30 às 19:30 horas e os consumidores registraram suas notas de aceitação em relação à impressão global, aparência, aroma, sabor e textura em uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos, para cada aspecto avaliado (MEILGAARD *et al.*, 1999). Para intenção de compra foi utilizada uma escala estruturada verbal de 5 pontos, variando de certamente compraria a certamente não compraria. Além dos testes de aceitação e de intenção de compra, foi realizado um teste de preferência dos consumidores em relação aos dois produtos avaliados.

4.8. Análise Estatística

Para elaboração dos presuntos crus foram utilizados 64 pernis provenientes de 32 animais, aos pares, sendo cada tratamento constituído por 32 pernis. A distribuição dos pernis por tratamento está ilustrada no Quadro 3.

Em cada ponto de amostragem, foram retirados, aleatoriamente, **três pares** de pernis (N = 3) para serem analisados em **triplicata** (r = 3). Os dados obtidos foram submetidos ao Teste-*t* de Student, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa SAS (SAS INSTITUTE, 1993).

Quadro 3. Distribuição dos pernis por tratamentos.

Tratamento 3,5%	Tratamento 5%	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
Pernil 1 D *	Pernil 1 E	Pernil 17 D	Pernil 17 E
Pernil 2 E	Pernil 2 D	Pernil 18 E	Pernil 18 D
Pernil 3 D	Pernil 3 E	Pernil 19 D	Pernil 19 E
Pernil 4 E	Pernil 4 D	Pernil 20 E	Pernil 20 D
Pernil 5 D	Pernil 5 E	Pernil 21 D	Pernil 21 E
Pernil 6 E	Pernil 6 D	Pernil 22 E	Pernil 22 D
Pernil 7 D	Pernil 7 E	Pernil 23 D	Pernil 23 E
Pernil 8 E	Pernil 8 D	Pernil 24 E	Pernil 24 D
Pernil 9 D	Pernil 9 E	Pernil 25 D	Pernil 25 E
Pernil 10 E	Pernil 10 D	Pernil 26 E	Pernil 26 D
Pernil 11 D	Pernil 11 E	Pernil 27 D	Pernil 27 E
Pernil 12 E	Pernil 12 D	Pernil 28 E	Pernil 28 D
Pernil 13 D	Pernil 13 E	Pernil 29 D	Pernil 29 E
Pernil 14 E	Pernil 14 D	Pernil 30 E	Pernil 30 D
Pernil 15 D	Pernil 15 E	Pernil 31 D	Pernil 31 E
Pernil 16 E	Pernil 16 D	Pernil 32 E	Pernil 32 D

* D: pernil direito; E: pernil esquerdo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros Físico-Químicos

5.1.1. Matéria-Prima

Os resultados das análises físico-químicas da porção muscular dos pernis destinados a elaboração dos presuntos crus estão contidos na Tabela 2.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão das análises físico-químicas da matéria-prima.

Parâmetros	Médias e desvios-padrão (%)
Umidade (%)	73,48 ± 0,954
Gordura (%)	3,49 ± 1,017
Proteína (%)	21,93 ± 0,878
Cinzas (%)	1,18 ± 0,025
Cloretos (%NaCl)	0,13 ± 0,016
pH	5,81 ± 0,056

* Foram retiradas amostras do coxão mole, do coxão duro e do patinho. N = 6; r = 3.

Os valores médios de proteína, umidade e gordura apresentados na referida tabela são semelhantes aos obtidos por VIRGILI et al. (1998), que encontraram os seguintes valores médios na composição dos pernis utilizados para elaboração de presuntos Parma: proteína, 22,3%; umidade, 73,7% e gordura, 3,89%.

GARCÍA-REY et al. (2004a) estudaram a relação entre o pH antes da salga e qualidade do presunto cru espanhol, e classificaram como sendo pH baixo da matéria-prima os valores inferiores a 5,5, obtendo um valor médio (para os pernis com pH baixo) de 5,41 ± 0,06; e pH normal os valores de 5,79 ± 0,27, como a média verificada nesta pesquisa. De acordo com a Tabela 2, observa-se que os pernis apresentaram pH considerado normal.

5.1.2. Resultados das Análises Físico-Químicas dos Presuntos Maturados.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados nas análises físico-químicas dos presuntos crus maturados, ao final do processo.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão das análises físico-químicas dos presuntos maturados, ao final do processo ^a.

Parâmetro	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
Umidade (%)	48,65 ± 2,76	53,04 ± 2,37
Gordura (%)	6,73 ± 3,45	4,70 ± 1,44
Proteína (%)	36,66 ± 2,24	34,58 ± 1,84
Cinzas (%)	7,14 ± 0,79	7,83 ± 0,75
Cloretos (%NaCl)	5,53 ± 1,03	6,26 ± 0,82
Nitrito de sódio (mg/kg)	15,07 ± 4,44	21,85 ± 8,51
Nitrato de sódio (mg/kg)	258,70 ± 15,35	224,60 ± 28,76
pH	5,60 ± 0,12	5,56 ± 0,08

^a Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as médias dos tratamentos. N = 3; r = 3.

Constatou-se que a adição dos diferentes teores de sal (3,5 e 5%), no pernil, não resultou em diferenças significativas ($p > 0,05$) nos valores das características físico-químicas avaliadas no produto final. Os valores de proteína, umidade, gordura, cinzas e cloretos dos presuntos crus relatados no levantamento bibliográfico variam em função das diferentes metodologias e dos músculos avaliados.

TOSCANI et al. (2000) estudaram os efeitos de três diferentes processos de fabricação nas composições de presuntos Parma e obtiveram diferenças entre os frigoríficos nos parâmetros avaliados. Os resultados médios, em percentual, variaram de 24,7 a 26,8 para proteína (significativa); de 5,3 a 6,9 para gordura (não significativa); de 59,5 a 62,9 para umidade (significativa).

PALMIA et al. (1992) analisando as características físico-químicas de presuntos de Parma obtiveram valores diferentes de teores de proteína e umidade em todos os pontos de amostragem nos músculos *Semimembranosus*. e *Biceps femoris*. No primeiro, os valores de proteína, em percentual, variaram de 29,17 a 33,58; entre 5,57 e 6,41 para cloretos e entre 48,64 e 51,54 para umidade. Já no *Biceps femoris*, os valores de proteína variaram entre 28,40 e 31,95; entre 6,65 e 7,62 para cloretos e entre 53,15 e 55,95 para umidade.

Os resultados obtidos para os teores de nitrato e nitrito atendem aos limites estipulados pela legislação brasileira, cuja soma dos dois deve ser inferior a 300 mg/kg de produto. Nos processos em que se usam somente nitratos, os teores de nitritos aumentam somente durante a fase de repouso e no início da secagem, especialmente nas zonas superficiais e praticamente desaparecem até o final desta última (ARNAU et al., 1995).

GARCÍA REY et al. (2004) verificaram que o pH do presunto se relaciona com o pH da matéria-prima e pernis com pH baixo (5,41) dão origem a presuntos com pH baixo (5,86) e que pernis com pH normal (5,79) originam produtos com pH normal (6,04). Essa tendência não foi constatada no presente estudo onde a partir de pernis com pH normal foram obtidos produtos com médias de pH mais baixas. O curto período de maturação neste novo processo pode não ter sido suficiente para uma proteólise capaz de causar elevação de pH.

5.1.3. Perda de Peso

A absorção de sal e a desidratação são consideradas as principais responsáveis pela estabilidade dos presuntos crus (GOU et al., 2003), pois ambas contribuem para a A_w final do produto. Durante todo o processo, ocorre perda de umidade e, como conseqüência, há aumento da concentração dos outros compostos, alterando as características físico-químicas e a composição centesimal dos produtos.

Conforme tabela 4, podemos verificar a evolução na queda de peso dos presuntos durante o tempo de processo.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão dos pesos dos presuntos ao longo do processo.

Pontos de pesagem	Peso médio dos presuntos(kg)	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
10º dia (início da secagem)	3,89 ± 0,29 ^a	4,00 ± 0,27
17º dia (7º dia de secagem)	3,70 ± 0,30	3,82 ± 0,27
24º dia (14º dia de secagem)	3,37 ± 0,30	3,52 ± 0,24
31º dia (21º dia de secagem)	3,15 ± 0,30	3,29 ± 0,22
38º dia (7º dia de maturação)	2,97 ± 0,30	3,11 ± 0,22
125º dia (final da maturação)	2,35 ± 0,30	2,51 ± 0,20

^a Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as médias dos tratamentos.

Na tabela 5 encontram-se as perdas de peso de cada tratamento entre os pontos de pesagens. É importante lembrar que cada valor de pesagem fora comparado com o seu antecessor.

Tabela 5. Médias e desvios-padrão das perdas de peso dos tratamentos entre os pontos de pesagem.

Relação entre as pesagens	Perdas de peso médias e desvios-padrão (%)	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
2 ^a /1 ^a	4,90 ± 1,21 ^a	4,60 ± 0,96
3 ^a /2 ^a	8,67 ± 1,58	7,83 ± 1,48
4 ^a /3 ^a	6,93 ± 1,05	6,41 ± 1,00
5 ^a /4 ^a	5,63 ± 0,91	5,56 ± 0,85
6 ^a /5 ^a	21,10 ± 2,95	19,22 ± 2,51

^a Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as médias dos tratamentos.

Na Tabela 4, onde se encontram os valores médios das pesagens, pode-se observar que o intervalo entre a 5ª e a 6ª pesagens foi de 87 dias (ente os 7º e 125º dias da maturação), o que justifica o valor elevado nesse período em comparação às etapas anteriores.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto às perdas de peso entre as pesagens (Tabela 5). No entanto, quando se analisaram as perdas acumuladas (Tabela 6), houve diferença entre os dois tratamentos no 14º dia e na perda final acumulada. As perdas foram menores no tratamento 5%, possivelmente devido ao maior teor de sal adicionado, já que este, em concentrações entre 4,6 e 5,8%, auxilia a carne na retenção de quantidades adicionais de água (OFFER & TRINICK, 1983), diminuindo assim, a perda por evaporação.

Na Tabela 6 encontram-se as médias de perdas de peso acumuladas dos dois tratamentos durante todos os pontos de pesagem.

Tabela 6. Comparações entre as perdas de peso acumuladas durante os pontos de pesagem.

Dias de processo	Perdas de peso acumuladas (%)	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
17º (7º dia de secagem)	4,900 ± 1,207 ^a	4,602 ± 0,964 ^a
24º (14º dia de secagem)	13,150 ± 1,563 ^a	12,074 ± 1,398 ^b
31º (21º dia de secagem)	19,153 ± 2,230 ^a	17,703 ± 1,910 ^a
38º (7º dia de maturação)	23,693 ± 2,700 ^a	22,306 ± 1,986 ^a
125º (final da maturação)	39,739 ± 4,021 ^a	37,217 ± 2,963 ^b

^{a b} Médias com letras iguais na mesma linha não diferem ao nível de 5% de significância. $N=3; r = 3$.

PALMIA et al. (1992) avaliaram as perdas de peso durante o processamento de presuntos crus e obtiveram os seguintes resultados: 4,82% aos 27 dias; 9,44% aos 55 dias; 14,89% aos 96 dias e ao final do processo (após 392 dias) 28,38%. De acordo com BARROSO & LÓPEZ (2001), a perda de peso média do presunto Ibérico ao final do processo é de 32%. SÁNCHEZ (2003)

obteve valores finais de perdas de peso de 36,7% em presuntos Serranos elaborados com cultura iniciadora.

Nos processos tradicionais de fabricação de presunto Serrano, somente partes do couro e da gordura subcutânea são removidas do pernil (ARNAU & GOU, 2001), o que não aconteceu no processo acelerado utilizado neste trabalho, onde todo o couro e parte da gordura subcutânea foram retirados. A ausência destes favoreceu a secagem com valores de UR próximos dos 70%, o que acelera a redução da Aw para os valores finais desejados.

No apêndice encontra-se o quadro com os pesos dos presuntos no decorrer do processo e na figura 7 encontra-se a queda de peso dos presuntos crus durante o processo.

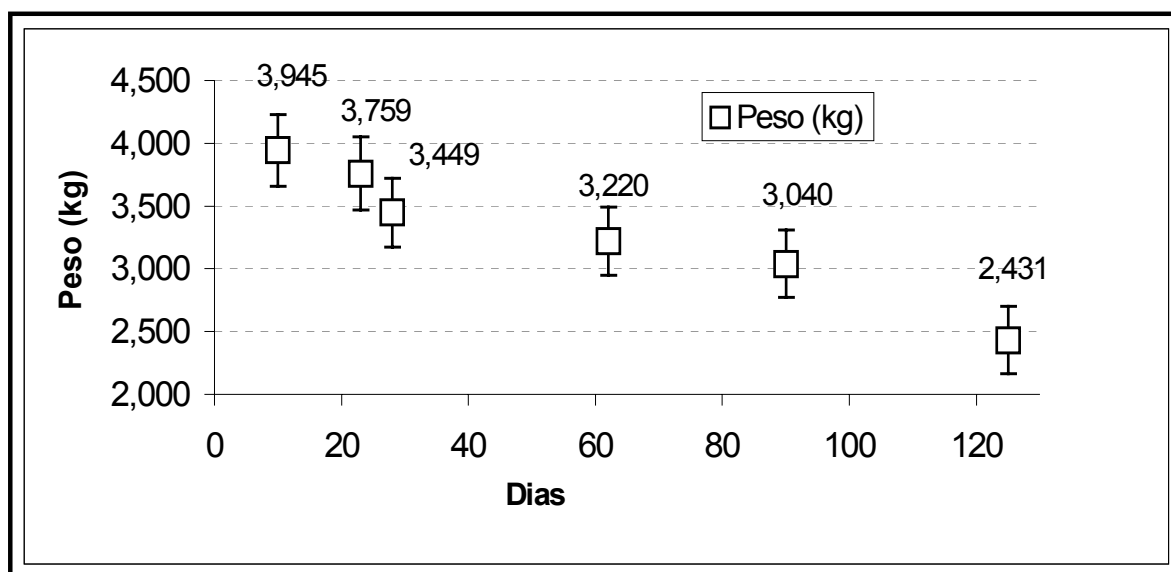


Figura 7. Perda de peso dos presuntos crus ao longo do processo.

5.1.4. Teores de Umidade, Cloreto, Aw e pH

5.1.4.1. Umidade

Entre os tratamentos, não houve diferença ($p>0,05$) quanto ao teor de umidade que foi de 48,65% para o tratamento 3,5% e 53,04% para o tratamento 5% de sal. Os valores de umidade obtidos são inferiores aos obtidos por TOSCANI et al. (2000), o que poderia ser explicado pela ausência do couro e da gordura subcutânea, que serviriam de barreiras para perda de água por evaporação. Contudo, quando os dados são comparados aos obtidos por PALMIA et al. (1992), vê-se que os valores são similares.

Os presuntos do tratamento 5% apresentaram maiores teores de umidade (apesar de estatisticamente iguais), devido à maior concentração de sal incorporada, o qual promove maior solubilização protéica capaz de fixar água, diminuindo a desidratação. Além disso, o sal adicionado retarda a difusão de água e o aumento acelerado da concentração de sal no interior do produto dificulta a extração de água desta zona. Na Tabela 7, encontram-se os teores de umidade dos presuntos crus durante o processo e, na Figura 8 observa-se a evolução da umidade dos presuntos crus ao longo do processo, quando foram agrupados os presuntos dos dois tratamentos.

Tabela 7. Médias e desvios-padrão dos teores de umidade no decorrer do processo.

Ponto de amostragem	Umidade (%)	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
Início da secagem (10º dia de processo)	70,278 ± 0,711 ^a	71,715 ± 1,548
10º dia de secagem (20º dia)	67,419 ± 0,560	66,710 ± 0,896
20º dia de secagem (30º dia)	62,741 ± 2,785	63,886 ± 2,957
30º dia de maturação (61º dia)	59,692 ± 0,876	59,194 ± 2,242
60º dia de maturação (91º dia)	52,287 ± 3,468	53,267 ± 1,795
Fina da maturação (125º dia)	48,654 ± 2,764	53,046 ± 2,378

^a Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as médias dos tratamentos.. N = 3; r = 3.

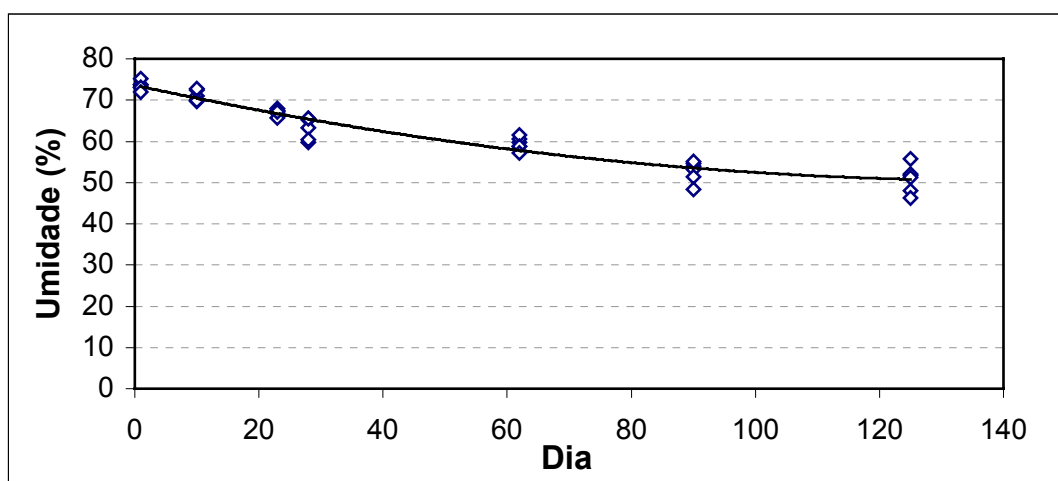


Figura 8. Evolução dos teores de umidade dos presuntos crus ao longo do processo.

A equação que da curva que melhor explica a evolução do teor de umidade neste processo é:

$$\% \text{ umidade} = 73,617 - 0,327 \times N + 0,0012 N^2, \text{ com } R^2 = 0,9305, \text{ onde:}$$

N = número de dias

5.1.4.2. Aw

No decorrer do processo há concentração do teor de NaCl no produto devido à redução do teor de umidade decorrente das perdas por evaporação. Com o aumento da concentração salina há redução dos valores de atividade de água, obtendo-se assim valores finais de Aw de 0,900 e 0,905 para os tratamentos 3,5 e 5% de sal, inferiores ao determinado pela legislação vigente, que é 0,92 (BRASIL, 2001). Na Tabela 9 vê-se que não houve diferença ($p > 0,05$) entre os valores de Aw na zona central dos presuntos (zona "B") determinados nos pontos de amostragem.

GOU et al. (2004) relatam que no processo de elaboração do presunto Serrano é freqüente a colocação de uma pasta de gordura no final da etapa de secagem para evitar superfície excessivamente seca. A consequência final é que estes presuntos têm um conteúdo de umidade mais homogêneo em relação aos que não têm a capa de gordura.

No processo acelerado estudado neste trabalho, foi adicionada uma pasta de gordura subcutânea do pernil, moída com 2% de sal, com a intenção de auxiliar na redução das perdas de água para atmosfera, e também de ajudar na homogeneização da umidade em toda a peça.

No final do processo de maturação, os presuntos foram embalados a vácuo, objetivando uniformizar ao máximo a umidade e os valores de Aw em toda a peça. E, como se vê Tabela 8, no ponto de amostragem 7, este objetivo foi atingido, pois a atividades de água nas diversas zonas da peça não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$).

Tabela 8. Comparação das médias dos valores de Aw por zonas e por pontos de amostragem.

Tratamento	Zona de Amostragem			
	S	A	B	C
Ponto 2 – início da secagem				
3,5%	0,973 ^a	0,970 ^a	0,976 ^a	0,975 ^a
5%	0,975 ^{ab}	0,971 ^b	0,978 ^a	0,969 ^b
Ponto 3 – 10º dia de secagem				
3,5%	0,957 ^b	0,963 ^{ab}	0,971 ^a	0,964 ^{ab}
5%	0,948 ^c	0,955 ^{bc}	0,966 ^a	0,960 ^{ab}
Ponto 4 – 20º dia de secagem				
3,5%	0,941 ^c	0,957 ^b	0,964 ^a	0,959 ^{ab}
5%	0,931 ^b	0,951 ^a	0,960 ^a	0,956 ^a
Ponto 5 – 30º dia de maturação				
3,5%	0,941 ^c	0,947 ^b	0,954 ^a	0,943 ^{bc}
5%	0,939 ^b	0,945 ^{ab}	0,950 ^a	0,940 ^b
Ponto 6 – 60º dia de maturação				
3,5%	0,912 ^b	0,929 ^{ab}	0,937 ^a	0,930 ^{ab}
5%	0,904 ^b	0,921 ^a	0,926 ^a	0,920 ^a
Ponto 7 – 125º dia				
3,5%	0,888 ^a	0,887 ^a	0,900 ^a	0,887 ^a
5%	0,899 ^a	0,893 ^a	0,905 ^a	0,897 ^a

^{abc} Médias com letras iguais na mesma linha não diferem ao nível de 5% de significância. N = 3; r = 3.

A figura 9 ilustra a queda da Aw na zona central dos presuntos (zona “B”) durante todo o processo.

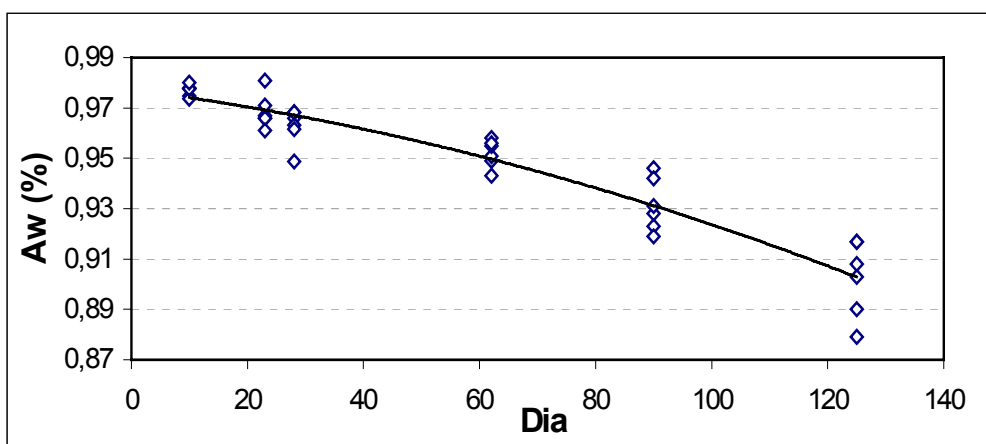


Figura 9. Queda da Aw na zona central dos presuntos crus ao longo do tempo.

A equação da curva que melhor explica a evolução da Aw neste processo é:

$$Aw = 0,9773 - 0,0003 \times N - 2 \times 10^{-6} \times N^2, \quad \text{com } R^2 = 0,8978, \text{ onde:}$$

N = número de dias

5.1.4.3. Teor de Cloreto

O sal de cura continha cloreto de sódio (sal grosso tipo I), nitrato e nitrito de sódio e foi distribuído e esfregado nas superfícies dos cortes. Observou-se que parte do sal de cura ficou depositada nas bandejas onde se fez a salga e uma pequena parte caiu no piso da câmara frigorífica após a colocação das peças sobre as chapas vazadas de aço, principalmente no tratamento 5%, já que as quantidades adicionadas foram superiores ao tratamento 3,5%.

Conforme mencionado no item 12.1., houve diferenças nos tamanhos dos cortes. Sendo assim, um corte pequeno, como o patinho (*Quadriceps femoris*), tem o sal difundido mais rapidamente na peça do que o coxão duro (*Biceps femoris*), por exemplo. De acordo com fluxograma da Figura 3, após a salga, fez-

se o refil dos cortes para que estes pudessem ser colocados nas fôrmas para presunto. Com isso, parte da carne já salgada foi removida, sem distinção entre os cortes, já que o importante era a acomodação das peças nas formas.

As perdas gravimétricas somadas às perdas pela retirada dos excessos são partes das causas das diferenças não significativas encontradas para os teores de sal nos tratamentos.

ARNAU et al. (1995) concluíram que a distribuição de sal no pernil parece depender principalmente da distribuição de água, e que a concentração de salmoura tende a se equalizar nos músculos mais importantes. De acordo com os autores, a concentração de sal do m.*Semimembranosus* diminui durante a maturação, já que este segue em direção aos músculos mais úmidos, localizados mais internamente. Ainda neste contexto, MONIN et al. (1997) observaram que há diminuição da concentração salina no m.*Semimembranosus*, e aumento no m.*Semitendinosus*, assim como no m.*Rectus femoris*. É importante lembrar que a velocidade desta equalização pode ser reduzida pela presença de gordura, ou tecido conjuntivo ou ossos, que podem atuar como barreiras físicas (ARNAU et al., 1995). Na Tabela 10 vê-se a evolução dos teores de NaCl durante o processo.

Tabela 10. Evolução dos teores de cloreto no decorrer do processo.

Dias de Processo	Cloreto (NaCl%)	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
10	3,07 ± 0,23 ^a	3,21 ± 0,354
20	3,46 ± 0,54	4,02 ± 0,24
30	3,99 ± 0,30	3,98 ± 1,00
61	4,15 ± 0,55	4,33 ± 0,77
91	4,51 ± 0,34	5,62 ± 0,54
125	5,53 ± 1,03	6,26 ± 0,82

^a Não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as médias dos tratamentos.. N = 3; r = 3.

SÁNCHEZ (2003) obteve teores de sal de 6,09% e 6,03% em presuntos crus elaborados sem e com cultura starter, respectivamente. Já ARNAU et al. (1995) analisando pernis não desossados, obtiveram aos 122 dias de processo os seguintes valores de NaCl nos respectivos músculos: Semimembranosus, 6,9%; Gracilis, 2,9%; Biceps femoris, 5,9%; Semitendinosus, 4,2%; Gastrocnemius, 4%.

Na figura 10, observa-se o aumento da concentração salina dos presuntos crus no decorrer do processo, provocada pela redução do conteúdo de umidade dos mesmos.

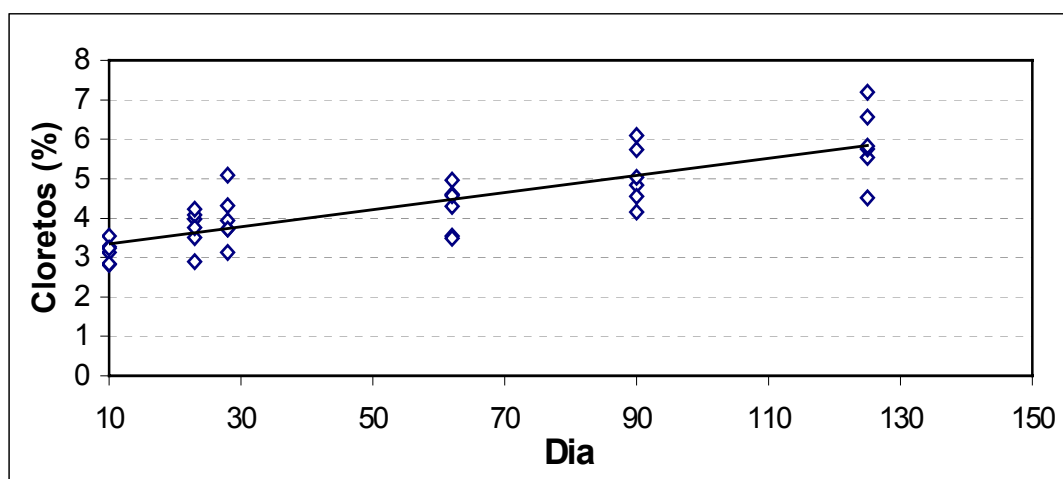


Figura 10. Evolução do teor de cloretos (NaCl%) dos presuntos crus ao longo do processo.

A equação da curva que melhor explica a evolução da concentração de NaCl neste processo é:

$$\% \text{ NaCl} = 3,1184 + 0,0218 \times N, \quad \text{com } R^2 = 0,6771, \text{ onde:}$$

N = número de dias

5.1.4.4. pH

Os pHs finais dos presuntos dos tratamentos 3,5% e 5% de sal foram $5,60 \pm 0,12$ e $5,56 \pm 0,08$, respectivamente. ARNAU et al. (1995) estudaram mudanças no pH, teor de cloretos e de umidade em diferentes músculos de presuntos normais e PSE durante o processamento, como *Vastus medialis*, *V. lateralis*, *V. intermedius*, *Rectus femoris*, *Gastrocnemius*, *Semitendinosus*, *Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Gracilis* e *Gluteus (medius, accessorius e profundus)*. De todos os valores finais de pH destes músculos, o menor foi 6,2 nos músculos *Semitendinosus*, *Semimembranosus* e *Biceps femoris*, ou seja, valores mais elevados em relação aos encontrados em ambos tratamentos do presente estudo.

GARCÍA REY et al. (2004) verificaram que o pH do presunto se relaciona com o pH da matéria-prima e pernis com pH baixo (5,41) dão origem a presuntos com pH baixo (5,86) e que pernis com pH normal (5,79) originam produtos com pH normal (6,04). Essa tendência não foi constatada no presente estudo onde a partir de pernis com pH normal obteve-se produtos com pH mais baixos de acordo com a classificação proposta pelos autores acima mencionados.

SÁNCHEZ (2003) obteve pH interno de 5,72 no m.*Semimembranosus* em presuntos elaborados com cultura iniciadora e de 5,95 no *Biceps femoris*. No mesmo trabalho, o autor analisou o efeito da aplicação de uma camada de gordura fundida e obteve no m.*Semimembranosus*, pH interno de 5,70 e superficial de 5,67. Este último foi atribuído ao menor grau de proteólise, causado pela secagem excessiva nesta área.

No presente estudo, as temperaturas permaneceram abaixo dos 16°C durante quase todo o processo, e este fato pode ter contribuído para a desaceleração das reações de proteólise. A redução da atividade de água foi acelerada em relação aos processos tradicionais, e sua redução prejudica a ação enzimática. Por sua vez, o sal, em elevadas concentrações, tem efeito prejudicial sobre as proteases, principalmente as catepsinas e as aminopeptidases. A exposição ao sal foi mais intensa neste processo, já que os cortes foram separados e salgados individualmente, para depois serem unidos.

O pH final dos presuntos crus nos processos tradicionais (maior que 6,0) é atribuído às reações proteolíticas, como consequência da hidrólise de aminoácidos e da exposição de grupos básicos. Assim, os valores finais de pH de ambos os tratamentos desta pesquisa podem ser explicados principalmente pelo curto período de maturação e pelas temperaturas amenas durante esta fase, que retardaram a ação enzimática. Na Tabela 11 encontram-se os resultados do pH dos presuntos crus ao longo do processo.

Tabela 11. Evolução do pH no decorrer do processo.

Ponto de amostragem	pH	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
Início da secagem	5,92 ± 0,20 ^a	5,69 ± 0,05
10º dia de secagem	6,07 ± 0,08	6,02 ± 0,07
20º dia de secagem	5,92 ± 0,16	5,88 ± 0,14
30º dia de maturação	5,98 ± 0,09	5,92 ± 0,08
60º dia de maturação	5,59 ± 0,17	5,51 ± 0,04
125º dia	5,60 ± 0,12	5,56 ± 0,08

^a Não foram encontradas diferenças significativas de pH entre os tratamentos ao nível de 5% de significância. N = 3; r = 3.

5.2. Análises Microbiológicas

5.2.1. Resultados Microbiológicos da Matéria-Prima

Conforme pode ser visto na Tabela 12, os resultados obtidos quanto ao perfil microbiológico da matéria-prima utilizada para elaboração de presunto cru maturado, mostram que a mesma se encontrava de acordo com os padrões

microbiológicos para o produto estudado, segundo RDC nº12 de 2001 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

Observa-se também que não há presença de patógenos importantes para a saúde pública, como as bactérias *Clostridium perfringens*; *E. coli* O157:H7 e de *Listeria monocytogenes*, sendo esta última, relevante em produtos mantidos sob refrigeração. Os resultados das contagens de bactérias do grupo coliformes fecais indicam que houve boas práticas de manipulação e higiene do produto no momento anterior ao processamento.

Tabela 12. Perfil microbiológico da matéria prima.

Determinações *	Amostras	
	Lote 1	Lote 2
Bactérias Lácticas	$1,0 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$
Fungos	$1,8 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$
<i>C. perfringens</i>	$< 10^2$	$< 10^2$
Coliformes fecais	< 10	< 10
<i>Listeria monocytogenes</i> (em 25g)	ausência	ausência
<i>Salmonella</i> sp (em 25g)	ausência	ausência
Contagem total de Mesófilas	$1,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^5$
Contagem total de Psicrotróficos	< 10	< 10
<i>E. coli</i> O 157:H7 (em 25g)	ausência	ausência

* Unidades formadoras de colônias por grama, ou conforme assinalado entre parênteses.

5.2.2. Produto Final

Os principais obstáculos para o desenvolvimento de microrganismos nos presuntos crus geralmente são A_w reduzida ($\leq 0,90$), uso de conservantes (nitrificantes) e baixas temperaturas ($\leq 4,5^\circ\text{C}$) durante as fases iniciais do processo. A A_w mínima para multiplicação de bactérias do gênero *Micrococcus* varia entre 0,86 a 0,93, dependendo da espécie e das cepas. A tolerância dos microrganismos à A_w diminui, se outros obstáculos, como temperaturas inferiores

às ótimas para o crescimento, pH, preservantes e espécies competitivas estiverem atuando (LEISTNER, 1981).

No produto final, os resultados das contagens de bactérias psicrotróficas foram baixos. Este grupo pode abrigar microorganismos deteriorantes que se multiplicam em alimentos mantidos sob temperatura de refrigeração, como por exemplo, algumas leveduras que podem se desenvolver, alterando as propriedades organoléticas.

Tabela 13. Perfil microbiológico do produto final.

Determinações	Valores	
	Tratamento 3,5%	Tratamento 5%
Bactérias Lácticas *	1,13 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁶
Fungos *	3,8 x 10 ⁵	2,42 x 10 ⁵
<i>C. perfringens</i> *	< 10	< 10
Coliformes Fecais	< 10	< 10
<i>Listeria monocytogenes</i> (em 25g)	ausência	ausência
<i>Salmonella</i> sp. (em 25g)	ausência	ausência
Contagem total de Mesófilas *	2,69 x 10 ⁵	1,91 x 10 ⁵
Contagem total de Psicrotróficos*	1,3 x 10 ³	3,00 x 10 ³
<i>S. aureus</i> *	< 10 ²	< 10 ²
<i>E. coli</i> O157:H7 (em 25g)	ausência	ausência

* Unidades Formadoras de Colônias por grama

Conforme pode ser observado na tabela 13, o perfil microbiológico do produto final se manteve em um nível satisfatório de higiene durante todas as etapas do processamento, uma vez que não apresentou contagens acima dos limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001) para os microrganismos indicadores de higiene e manipulação de alimentos, isto é, os coliformes fecais e *S. aureus*, sendo este último indicador de manipulação durante o processo.

Os resultados mostraram ausência de patógenos relevantes em saúde pública, levando a concluir que as principais barreiras utilizadas no processamento

(Aw e temperatura) foram eficazes no auxílio da manutenção da segurança microbiológica para o consumidor. Neste contexto, a contagem de psicrotróficos, que incluem microrganismos deteriorantes de alimentos refrigerados, que ficou no nível de 10^3 UFC/g, considerado baixo.

A população de fungos encontrada constitui-se basicamente de leveduras. Estas têm temperatura ótima de crescimento em torno de 25°C, podendo se desenvolver sob temperaturas de refrigeração. Nos pernis, antes da etapa de salga, é comum contagens em torno de 10^4 UFC/g. O aumento da temperatura no final da fase de repouso e durante a secagem favorecem a multiplicação das mesmas, obtendo-se níveis mais elevados. No entanto, com a redução da Aw durante as etapas de secagem e maturação, há redução da contagem para valores entre 10^4 e 10^5 UFC/g (NÚÑEZ et al., 1996). Conforme esperado, a contagem final de fungos ficou no nível de 10^4 a 10^5 UFC/g.

Os parâmetros físico-químicos finais do produto (Aw, teor de umidade e de cloretos) não permitem o crescimento da maioria dos microrganismos que podem ser encontrados na carne. Desenvolvem-se unicamente grupos microbianos melhores adaptados a estas condições, especialmente de Aw reduzida. Esta população é constituída fundamentalmente por micrococáceas, mofos e leveduras. Na etapa de salga e em parte da fase de repouso, as temperaturas são baixas, inibindo assim, muitos patógenos e deteriorantes. Já durante a secagem e a maturação, as temperaturas permitem um rápido desenvolvimento microbiano, que é controlado principalmente pela queda da Aw ocasionada pela perda de água e pela difusão do sal (JOVITA et al., 2001).

Os altos teores de sal, geralmente usados na cura de produtos curados selecionam bactérias micrococáceas e outros microrganismos halotolerantes (KRÖCKEL, 1995). As micrococáceas são cocos gram positivos, catalase positivas, aeróbios ou anaeróbios facultativos, halotolerantes e com temperatura ótima de crescimento entre 25 e 30°C, ainda que alguns sejam capazes de crescer a temperaturas em torno de 10°C (JOVITA et al., 2001). Estas características lhes permitem desenvolver nos presuntos, especialmente a partir da pós-salga (JOVITA et al., 2001).

As micrococáceas são mais resistentes aos baixos valores de A_w . Cepas de *Micrococcus* e *Staphylococcus* são capazes de se multiplicar e de manter alta contagem de células durante a maturação de alguns produtos cárneos (KRÖCKEL, 1995).

5.3. Análise Sensorial

O teste de localização central foi realizado no supermercado e contou com a participação de 110 pessoas. Comparando os dois produtos avaliados com relação à aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura, verifica-se que não houve diferença estatística ao nível de 5% de significância entre os tratamentos em nenhum dos aspectos questionados.

O teste de preferência dos consumidores não detectou diferença significativa ao nível de 5% de significância entre os dois produtos elaborados, confirmando a boa aceitação de ambos. A intenção de compra dos dois presuntos crus refletiu os resultados dos testes de aceitação e de preferência dos produtos. A maioria dos consumidores provavelmente ou certamente compraria os dois produtos. Os resultados mais detalhados dessas análises deram origem à outra tese de mestrado (COSTA, 2005).

6. CONCLUSÕES

- O novo processo acelerado de elaboração de presunto cru desenvolvido nesta pesquisa atendeu às expectativas quanto à redução do tempo de processo, resultando em um produto microbiologicamente estável, com características físico-químicas desejáveis;
- Apesar do curto tempo de maturação (cerca de 95 dias), os presuntos apresentaram sabor e aroma característicos de presunto cru;
- A remoção das barreiras físicas à distribuição do sal acarretou na redução do tempo das etapas de salga e equalização dos presuntos, diminuindo assim o tempo total do processo para 5 meses;
- O uso da enzima transglutaminase é indispensável para este processo, já que promove a ligação das peças cárneas, garantindo a obtenção do formato desejado e a adequada fatiabilidade;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉS, A.I.; CAVA, R.; VENTANAS, J.; THOVAR, V.; RUIZ, J. Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*, London, v.68, p.45-51, 2004b.

AOAC-RI (AOAC RESEARCH INSTITUTE), 1999. Performance Tested Methods Report. Qualicon TM BAX for Screening E.coli O157:7. July 28, 1999. Disponível no site <<http://www.aoac.org?RI/DATABASE/990701.PDF>. Acessado em 01/03/2005.

AOAC-RI (AOAC RESEARCH INSTITUTE), 2000. *BAX for screening/Listeria monocytogenes*. Certification Report of AOAC Research Institute – Performance tested method 000702. Disponível em <http://aoac.org/RI/000702.htm>. Acessado em 20/08/03.

AOAC-RI (AOAC RESEARCH INSTITUTE), 2002. *Qualicon Bax System for Salmonella*. Certification Report of AOAC Research Institute – Performance tested method 100201. Disponível em <http://www.aoac.org/testkits/100201Salmonella%20Report.pdf>. Acessado em 28/04/03.

ARMERO, E.; FLORES, M.; TOLDRÁ, F. BARBOSA, J.A.; OLIVET, J.; PLA, M.; BASELGA, M. Effects of pig sire type and sex on carcass traits meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.79, p.1147-1154, 1999.

ARNAU, J. Tecnología de elaboración del jamón curado. *Microbiología, SEM*, v.9, p.3-9, 1993.

ARNAU, J. Tecnología del jamón curado en distintos países. In: Simposio especial - International Congress of Meat Science and Technology, 44. Barcelona, Estrategias Alimentaris S.L.- EUROCARNE, 1998a, p.10-21.

ARNAU, J. Principales problemas tecnológicos en la elaboración del jamón curado. In: Simposio especial - 44th International Congress of Meat Science and Technology. Barcelona, Estrategias Alimentaris S.L.- EUROCARNE, 1998b. p.72-86.

ARNAU, J.; GOU, P. Effect of air relative humidity on ham rind and subcutaneous salted fat during the resting period. *Meat Science*, London, v.58, p.65-68, 2001.

ARNAU, J.; GOU, P. COMAPOSADA, J. Effect of the relative humidity of drying air during the resting period on the composition and appearance of dry-cured ham surface. *Meat Science*, London, v.65, p.1275-1280, 2003.

ARNAU, J.; GUERRERO, L.; GOU, P. Effect of meat pH and the amount of added nitrite and nitrate on color uniformity of dry-cured hams. In: International Congress of Meat Science and Technology, 44, 1998, Barcelona. Proceedings... Barcelona: Estrategias Alimentaris S.L.- EUROCARNE, 1998, p.986-987.

ARNAU, J.; GUERRERO, L.; CASADEMONT, G.; GOU, P. Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry-cured ham during processing. *Food Chemistry*, Barking, v.52, p.63-69, 1995.

BARROSO, J.V.; LÓPEZ, R.C. Dinámica y control del proceso de secado del jamón Ibérico en secaderos y bodegas naturales y en cámaras climatizadas. In: BARROSO, J.V (Ed.), *Tecnología del Jamón Ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madri: Ed. Mundi Prensa, 2001. p.255-292.

BLASCO, J.G. Importancia del jamón a lo largo de la historia. In: SIMPOSIO ESPECIAL - INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. Anais... Barcelona: Eurocarne, 1998, p.112-124.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=144>. Acessado em 17/09/2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n.20 de 21 de julho de 1999. Oficializa os métodos analíticos físico-químicos, para controle de produtos cárneos e seus ingredientes - sal e salmoura. www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/legislacaoprodutocarneos.htm. Acessado em 19/08/2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº22 de 31 de julho de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de copa, de jerked beef, de presunto tipo Parma, de presunto cru, de salame, de salaminho, de salame tipo alemão, de salame tipo calabrés, de salame tipo friolano, de salame tipo napolitano, de salame tipo hamburguês, de salame tipo italiano, de salame tipo milano, de lingüiça colonial e pepperoni. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, DF*, 03 ago 2000, Seção 1, p.17-18.

BUSCAILHON S.; GANDEMER, G.; MONIN, G. Time-related changes in intramuscular lipids of French dry-cured ham. *Meat Science*, London, v.37, p.245-255, 1994.

BUSCAILHON, S.; BERDAGUÉ, J.L.; BOUSSET, J.; CORNET, M.; GANDEMER, G.; TOURAILLE, C.; MONIN, G. Relations between compositional traits and sensory qualities of French dry-cured ham. *Meat Science*, London, v.37, p.229-243, 1994a.

BUSCAILHON, S.; BERDAGUÉ, J.L, MONIN, G. Time-related changes in volatile compounds of lean tissue during processing of French dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.63, p.69-75, 1993.

CARRASCOSA, A.V.; MARIN, M.E.; AVENDANO, M.C.; CORNEJO, I. Serrano ham. Microbiological and physicochemical changes during rapid curing. *Alimentaria*, Madrid, v.194, p.9-12, 1998.

CÓRDOBA, J.J.; ANTEQUERA, T.; GARCÍA, C.; VENTANAS, J.; LÓPEZ-BOTE, C.; ASENSIO, M.A. Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.42, p.2296-2301, 1994a.

CÓRDOBA, J.J.; ANTEQUERA, T.; VENTANAS, J.; LÓPEZ-BOTE, C.; GARCÍA, C.; ASENSIO, M.A. Hydrolysis and loss of extractability of proteins during ripening of Iberian ham. *Meat Science*, London, v.37, p.217-227, 1994.

CORNEJO, I.; CARRASCOSA, A.V.; MARIN, M.E.; MARTIN, P.J. Considerations about the origin of microorganisms that grow on the deep muscular tissues of dry-cured spanish hams during processing. *Fleischwirtschaft*, Valencia, v.72, n.10, p. 1405-1407, 1992.

COSTA, M.R. *Processamento acelerado de presunto cru com uso de transglutaminase em carne desossada: perfis sensorial, colorimétrico e de textura em comparação com produtos tradicionais*. 2005. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

DOWNES, F. P.; ITO, K. (ed.). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, 4th ed. American Public Health Association, Washington, D.C., 2001.

FLORES, M.; ARISTOY, M.C.; TOLDRÁ, F. HPCL purification and characterization of soluble alanyl aminopeptidase from porcine skeletal muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.44, p.2578-2583, 1996.

FRENTZ, J-C.; ZERT, P. L'encyclopédie de la charcuterie. Dictionnaire encyclopédique de la charcuterie. 3ed., Soussana, Orly, Paris, 1990, p.435.

GARCÍA-REY, R.M.; GARCÍA-GARRIDO, J.A.; QUILES-ZAFRA, R.; TAPIADOR, J.; LUQUE DE CASTRO, M.D. Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Science*, London, v.67, p.625-632, 2004a.

GARCÍA-GARRIDO, J.A.; QUILES-ZAFRA, R.; TAPIADOR, J.; LUQUE DE CASTRO, M.D. Activity of cathepsins B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and defective texture. *Meat Science*, London, v.56, n.1, p.1-6, 2000.

GARCÍA, A., NÚÑEZ, M.D.; CABEZUDO, M.D. Evaluation of enzymatic activities of microorganisms isolated from Spanish dry-cured hams during the commercial shelf-life. *Sciences des Aliments*, Paris, v.21, n.2, p.161-176, 2001.

GOU, P. Dinámica del secado del jamón curado. In: SIMPOSIO ESPECIAL - INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. Anais... Barcelona: Eurocarne, 1998, p.90-106.

GOU, P.; COMAPOSADA, J.; ARNAU, J. NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the *Gluteus medius* muscle of pork ham. *Meat Science*, London, v.63, p.29-34, 2003.

GOU, P.; COMAPOSADA, J.; ARNAU, J. Moisture diffusivity in the lean tissue of dry-cured ham at different process times. *Meat Science*, London, v.67, p.203-209, 2004.

GUERRERO, L. GOU, P.; ARNAU, J. The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science*, London, v.52, p.267-273, 1999.

HERNÁNDEZ, E.; HUERTA, T. Evolución de los parámetros microbiológicos del jamón curado. *Microbiología SEM* 9, p. 10-19, 1993.

JOVITA, M.R.; GONZÁLEZ, A.M.; BREÑA, F.N. Población microbiana del jamón Ibérico y su contribución en la maduración. Cultivos iniciadores. In: BARROSO, J.V. (Ed.), *Tecnología del Jamón Ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madrid: Mundi Prensa, 2001. p.343-366.

KEMP, J.D.; FOX, J.D.; MOODY, W.G. Cured ham properties as affected by nitrate and nitrite and fresh pork quality. *Journal of Food Science*, v.39, p.972, 1974.

KRÖCKEL, L. BACTERIAL FERMENTATION OF MEATS. IN: CAMPBELL-PLATT, G.; COOK, P.E. (ED.) *Fermented meats*. Blackie Academic & professional, 1995, 250p.

KURAISHI, C.; YAMAZAKI, K.; SUSU, Y. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Reviews International*, New York, v.17, n.2, p.221-246, 2001.

LEISTNER, L. Allgemeines über Rohwurst und Rohschinken. In: Mikrobiologie und Qualität von Rohwurst und Rohschinken. *Bundesanstalt für Fleischforschung*. Kulmbach, v.90, p.6606-6611, 1985.

LEISTNER, L.; RÖDEL, W.; KRISPIEN, K. Microbiology of meat and meat products in high and intermediate moisture ranges. In: ROCKLAND, L.B.; STEWART, G.F. (Ed.), *Water activity: influences on food quality*. New York, Academic Press, 1981. p.855-916.

LEISTNER, L. Presuntos crus. In: SILVA, R.Z.M. (Ed.) *Aplicação da biotecnologia em produtos cárneos*. Campinas, ITAL, 1989, p.59-83.

LÓPEZ, R.C.; ANDRÉS NIETO, A. La obtención de materia prima de una adecuada aptitud tecnológica. Características de la grasa determinantes de la calidad del jamón: influencia de los factores genéticos y ambientales. In: BARROSO, J.V. (Ed.), *Tecnología del Jamón Ibérico: de los sistemas tradicionales a la explotación racional del sabor y el aroma*. Madrid: Mundi Prensa, 2001. p.99-129.

LÜCKE, F.K. Microbiological processes in the manufacture of dry sausage and raw ham. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt, v.66, p.115-119, 1986.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. 3ed., Boca Raton: CRC Press Inc., 1999. 387p.

MELO, T.S.; BLUMER, T.N.; SWAISGOOG, H.E. Catheptic enzyme activity in aged Country-Style hams as influenced by pre-curing treatment. *Journal of Food Science*, v.39, p.511-515, 1974.

MOLINA, I.; SILLA, H.; FLORES, J. Y MONZO, J.L. Study of the microbial flora in dry-cured ham. II. *Micrococcaceae*. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt, v.69, n.9, p.1433-1434, 1989.

MONIN, G.; MARINOVA, P.; TALMANT, A.; MARTIN, J.F.; CORNET, M.; LANORE, D.; GRASSO, F. Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne Hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*, London, v.47, p.29-47, 1997.

- MOTILVA CASADO, M.J. *Enzimas lipolíticos de la carne y su importancia en el curado del jamon*. Valencia, Universidade de Valencia, 1993. 187 p.
- MOTILVA, M.J.; DÍAZ BORRÁS, M.A.; AGUILAR, R.V. Fungal flora presence on the surface of cured Spanish ham. *Fleischwirtschaft*, Valencia, v.71, n.11, p.1300-1302, 1991.
- MOTOKI, M. KUMAZAWA, Y. Review: Recent research trends in transglutaminase technology for food processing. *Food Science and Technology Research*, Tokyo, v.6, n.3, p.151-160, 2000.
- NEWTON, K.G.; GILL, C.O. The microbiology of DFD fresh meat: a review. *Meat Science*, London, v.5, n.3, p.223-232, 1981.
- NÚÑEZ, F.; RODRÍGUEZ, M.M.; CÓRDOBA, J.J.; BERMÚDEZ, M.E.; ASENSIO, M.A. Yeast population during ripening of dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, v.29, p.185-197, 1996.
- NÚÑEZ, F. et. al. Composition and toxigenic potential of the mould population on dry-cured Iberian ham. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, v.32, p.185-197, 1996b.
- OFFER, G.; TRINICK, J. On the Mechanism of Water Holding in Meat: The Swelling and Shrinking of Myofibrils. *Meat Science*, London, v.8, p.245-281, 1983.
- PALMIA, F. La diffusione del sale nella carne: aspetti generale e calcolo del coefficiente di diffusione. *Industria Conserve*, Parma, v.64, p.309-312, 1989.
- PALMIA, F.; MAZOYER, C.; DIAFERIA, C.; BALDINI, P.; PORRETTA, A. Salt and water distribution in typical Italian hams. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, v.32, n.1, p.71-83, 1992.
- PALMIA, F.; RIVALDI, P.; FORTINI, G. Dry curing of raw ham: evaluation of the salt uptake by a method based on the theory of diffusion. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, v.33, n.5, p.548-553, 1993.

PAROLARI, G. Review: Achievements, needs and perspectives in dry-cured ham technology: the example of Parma ham. *Food Science and Technology International*, London, v.2, n.2, p.69-78, 1996.

PÉREZ ALVAREZ, J.A.; SAYAS BARBERÁ, M.E.; FERNÁNDEZ LÓPEZ, J.; GAGO, M.A.; PAGÁN MORENO, M.J.; ARANDA CATALÁ, V. Spanish dry-cured ham ageing process: colour characteristics. In: International Congress of Meat Science and Technology, 44, 1998, Barcelona. Proceedings... Barcelona: Estrategias Alimentaris S.L.- EUROCARNE, 1998, p.984-985.

PRÄNDL, O. Estructura y propiedades tecnológicas de la carne. In: PRÄNDL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T; SINELL, H-J. (Ed.) Tecnología y Higiene de la Carne. Zaragoza, Editorial Acribia, 1994, p.108-140.

RODRÍGUEZ, M.; NÚÑEZ, F.; CÓRDOBA, J.J.; SANABRIA, C.; BERMÚDEZ, E.; ASENSIO, M.A. Characterization of *Staphylococcus* spp. and *Micrococcus* spp. isolated from Iberian ham throughout the ripening process. *International Journal of Food Microbiology*, v.24, p.329-335, 1994.

RODRÍGUEZ, M.; NÚÑEZ, F.; CÓRDOBA, J.J.; BERMÚDEZ, M.E. ASENSIO, M.A. Evaluation of proteolytic activity of micro-organisms isolated from dry cured ham. *Journal of Applied Microbiology*, v.85, p.905-912, 1998.

RODRÍGUEZ-NUÑEZ, E.; ARISTOY, M.C.; TOLDRÁ, F. Peptide generation in the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry*, Valencia, v. 53, p.187-190, 1995.

SÁNCHEZ, F. Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado. 2003. Tese (Doutorado) - Universitat de Girona. España.

SÁRRAGA, C. In. NEW TECHNOLOGIES FOR MEAT AND MEAT PRODUCTS (SMULDERS, F.J.M. et. al.) Audet, Nigmejen, p. 233, 1992.

SÁRRAGA, C.; GIL, M.; GARCÍA REGUEIRO, J.A. Comparison of calpain and cathepsin (B, D and L) activities during dry-cured ham processing from heavy and light Large White pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.62, p.71-77, 1993.

SAS Institute. *SAS User's Guide*: Statistics Cary, USA: SAS Inst., 1993.

SENTANDREU, M.A.; TOLDRÁ, F. Dipeptidyl peptidase activities along the processing of Serrano dry-cured ham. *European Food Research Technology*, Berlin, v. 213, n.2, p.83-87, 2001.

STACKEBRANDT, E.; KOCH, C.; GVOZDIK, O.; SCHUMANN, P. Taxonomic dissection of the genus *Micrococcus*: *Kocuria* gen. nov., *Nesteronkonina* gen. nov., *Kytococcus*, gen. nov., *Dermacoccus*, gen. nov., *Micrococcus* gen. Cohn 1872 gen. emend. *International Journal of Systematic Bacteriology*, n.45, p.682-692, 1995.

TOLDRÁ, F.; FLORES, M.; ARISTOY, M.C.; VIRGILI, R.; PAROLARI, G. Pattern of muscle proteolytic and lipolytic enzymes from light and heavy pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.71, p.124-129, 1996.

TOLDRÁ, F. Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-cured Meat Products. *Meat Science*, London, v.49, n.1, p.101-110, 1998.

TOLDRÁ, F.; ARISTOY, M.C.; FLORES, M. Contribution of muscle aminopeptidases to flavour development in dry-cured ham. *Food Research International*, v.33, p.181-185, 2000.

TOLDRÁ, F.; FLORES, M.; SANZ, Y. Dry-cured ham flavor: enzymatic generation and process influence. *Food Chemistry*, Barking, v.59, p.523-530, 1997.

TOLDRÁ, F.; FLORES, M. The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science*, Boca Raton, v.38, n.4, p.331-352, 1998.

TOLDRÁ, F. Desarrollo de las características de textura y flavor: contribución enzimática. In: Simposio especial - International Congress of Meat Science and Technology, 44. Barcelona, Estrategias Alimentaris S.L.- EUROCARNE, Barcelona, 1998a. p. 42-54.

TOSCANI, T.; VIRGILI, R.; CORBARI, G.; CALZOLARI, L. Effects of different processing plants on proximate composition, proteolysis and hardness of Parma ham. *Industria Conserve*, Parma, v. 75, p.259-270, 2000.

VIRGILI, R.; PAROLARI, G; SCHIVAZAPPA, C.; BORDINI, C.; VOLTA, R. Effects of raw material on proteolysis and texture of typical Parma ham. *Industria Conserve*, Parma, v.70, p.21-29, 1995.

VIRGILI, R; SCHIVAZAPPA, C; PAROLARI, G; BORDINI, C.S.; DEGNI, M. Proteases in fresh pork muscle and their influence on bitter taste formation in dry-cured ham. *Journal of Food Biochemistry*, v.22, p.53-63, 1998.

7. APÊNDICE

Valores de peso (kg) dos presuntos ao longo do tempo de processo e suas respectivas perdas de peso acumuladas.

Presunto	IS	S (dia 7)	S (dia 14)	S (dia 21)	M (dia 7)	M (final)	Perdas acumuladas (%)
Tratamento 3,5%							
1	4,365	4,191	3,855	3,626	3,473	2,895	33,677
2	3,380	3,194	2,863	2,618	2,439	1,840	45,562
3	3,655	3,474	3,078	2,799	2,607	1,960	46,375
4	4,050	3,862	3,474	3,209	3,006	2,380	41,235
5	3,795	3,613	3,239	2,989	2,838	2,250	40,711
6	3,750	3,473	3,167	2,932	2,742	2,090	44,267
7	3,960	3,751	3,457	3,260	3,103	2,600	34,343
8	3,905	3,794	3,431	3,163	2,961	2,245	42,510
9	4,485	4,324	3,957	3,707	3,543	2,820	37,124
10	3,800	3,661	3,274	3,068	2,915	2,380	37,368
11	4,005	3,859	3,502	3,290	3,132	2,605	34,956
12	4,185	3,947	3,662	3,413	3,204	2,540	39,307
13	3,800	3,563	3,285	3,052	2,858	2,195	42,237
14	3,605	3,411	3,196	3,003	2,843	2,235	38,003
15	4,130	3,928	3,699	3,508	3,353	2,700	34,625
16	3,550	3,311	3,075	2,870	2,698	2,130	40,000
17	3,640	3,491	3,198	2,959	2,771	2,065	43,269
Tratamento 5%							
1	3,945	3,792	3,497	3,279	3,130	2,700	31,559
2	3,905	3,741	3,454	3,249	3,078	2,550	34,699
3	3,920	3,756	3,335	3,063	2,869	2,290	41,582
4	4,495	4,308	3,910	3,625	3,400	2,650	41,046
5	4,250	4,062	3,658	3,369	3,195	2,535	40,353
6	4,410	4,145	3,862	3,639	3,441	2,855	35,261
7	3,640	3,417	3,130	2,930	2,776	2,235	38,599
8	3,950	3,748	3,401	3,141	2,937	2,340	40,759
9	4,365	4,212	3,886	3,639	3,465	2,825	35,281
10	4,190	4,061	3,701	3,467	3,302	2,700	35,561
11	3,945	3,817	3,532	3,284	3,116	2,650	32,826
12	4,040	3,816	3,554	3,413	3,140	2,480	38,614
13	4,100	3,869	3,624	3,416	3,232	2,610	36,341
14	3,700	3,524	3,314	3,114	2,935	2,365	36,081
15	3,845	3,662	3,418	3,215	3,050	2,440	36,541
16	3,495	3,294	3,097	2,921	2,763	2,195	37,196
17	3,875	3,725	3,469	3,241	3,044	2,310	40,387

IS: início da secagem – peso inicial (kg) dos presuntos crus;

S (dia 7): 7º dia de secagem;

S (dia 14): 14º dia de secagem;

S (dia 21): 21º dia de secagem;

M (dia 7): 7º dia de maturação;

M (final): final da maturação.