UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

Desenvolvimento de processo piloto para produção de dobradinha (rúmen e retículo bovinos) desidratada.

DÉBORA GOMIDE SANTIAGO

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2006

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Veterinária
Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal

Desenvolvimento de processo piloto para produção de dobradinha (rúmen e retículo bovinos) desidratada.

Dissertação apresentada à UFMG pela aluna Débora Gomide Santiago, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária, na área de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal sob orientação do Prof. Afonso de Liguori Oliveira

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2006

S633 Santiago, Débora Gomide, 1980-
Desenvolvimento de processo piloto para produção de dobradinha (rúmen e retículo bovinos) desidratada / Débora Gomide Santiago. - 2006.
32 p. : il.

Orientador: Afonso de Liguori Oliveira
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Carne bovina – Teses. 2. Carne bovina – Microbiologia – Teses. I. Oliveira, Afonso de Liguori. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 664.92

Dissertação defendida e aprovada em 20 de Abril de 2006, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dr. Afonso de Liguori Oliveira
(Orientador)

Prof^{a}. Dr^{a}. Silvana de Vasconcelos Cançado

Prof^{a}. Dr^{a}. Andréa Charbel

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.
Aos meus pais, José Carlos e Ericina, pelo apoio emocional e financeiro.
As minhas irmãs, Léa e Marcela, pelos laços de afeto.
Ao Lucas, pelo amor e companheirismo, e também à sua família pelo apoio incondicional.
Ao Afonso, verdadeiro orientador e amigo.
As amigas e companheiras de curso e percurso, Ana Cláudia, Denise, Gisele e Patrícia.
Aos amigos e "colaboradores", Moisa, Pedro e Ricardo.
Aos amigos do Departamento de Zootecnia, Professora Ângela e Danilo, Carlos, Luciano, Guilherme e Toninho.
Aos amigos do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, professores e funcionários. Em especial, Professor Leorges, Miltinho, Fatinha e Maura.
À Uni-BH, na figura da Professora Andréa Charbel, que nos auxiliou na realização deste trabalho.
Aos colegas e amigos de serviço, pela compreensão da importância deste trabalho.

SUMÁRIO

	RESUMO.....	9
1.	**INTRODUÇÃO**.....	11
2.	**BIBILOGRAFIA CONSULTADA**.....	12
2.1	DESIDRATAÇÃO.....	12
2.2	DESIDRATAÇÃO NATURAL.....	13
2.2.1	Desidratação natural de produtos cárneos.....	13
2.3	DESIDRATAÇÃO ARTIFICIAL.....	13
2.3.1	Desidratação por ar quente.....	14
2.4	CARNES DESIDRATADAS.....	14
2.4.1	Aspectos físicos e bioquímicos das carnes desidratadas.....	14
2.4.2	Problemas sensoriais das carnes desidratadas.....	16
2.4.3	Aspectos higiênico-sanitários ou fundamentos microbiológicos das carnes desidratadas.....	17
2.4.4	Vida de prateleira das carnes desidratadas.....	19
3.	**MATERIAL E MÉTODOS**.....	19
3.1	OBTENÇÃO E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	19
3.2	ANÁLISE DE MACIEZ OBJETIVA.....	21
3.3	DETERMINAÇÃO DAS ISOTERMAS DE ADSORÇÃO.....	22
3.4	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	23
3.5	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	23
3.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	23
4.	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**.....	24
4.1	AVALIAÇÃO DOS TIPOS DE COZIMENTO E MACIEZ OBJETIVA.....	24
4.2	DETERMINAÇÃO DAS ISOTERMAS DE ADSORÇÃO.....	24
4.3	AVALIAÇÃO DOS VALORES DE MACIEZ OBJETIVA E RENDIMENTO DAS AMOSTRAS PROCESSADAS.....	25
4.4	AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.....	27
4.5	AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA.....	28
5.	**CONCLUSÕES**.....	29
6.	**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atividade de água (a_w) mínima necessária para o crescimento de microrganismos em alimentos a 25°C..... 18

Tabela 2 - Atividade de água (a_w) mínima necessária para crescimento e para produção de toxinas de alguns microrganismos importantes para a saúde pública..... 18

Tabela 3 - Maciez objetiva das amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão por 30 minutos (PP30), ou em autoclave por 15 minutos (A15), por 30 minutos (A30) ou por 45 minutos (A45)..... 24

Tabela 4 - Valores de maciez objetiva (cisalhamento) para as amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos e reidratados em água em temperatura ambiente (H_2O TA) ou água quente a 50ºC (H_2O 50ºC)..... 26

Tabela 5 - Valores de rendimentos para as amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos e reidratados em água em temperatura ambiente (H_2O TA) ou água quente a 50ºC (H_2O 50ºC)..... 27

Tabela 6 - Composição centesimal de amostras de bucho bovino "in natura" e amostras cozidas em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos..... 28

Tabela 7 - Contagens bacterianas (Log UFC/g) em amostras de bucho bovino "in natura", amostras cozidas em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos e das amostras reidratadas..... 28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma mostrando os tratamentos utilizados em cada porção de amostra para comparação entre tipos de cozimento..... 20

Figura 2 - Fluxograma mostrando o processo utilizado para comparação entre os tratamentos de cozimento (PP30 e A30) e de reidratação (H_2O TA e H_2O 50ºC)..... 21

Figura 3 - Aparelho da marca Testo, modelo 650, utilizado na determinação dos valores de atividade de água das amostras..... 22

Figura 4 - Página inicial do programa Water Analyser Series, versão 97.4, utilizado para delineamento das isotermas de adsorção das amostras PP30 e A30..... 23

Figura 5 - Gráfico mostrando a isoterma delineada pelo Programa Water Analyser Series para a amostra PP30..... 25

Figura 6 - Gráfico mostrando a isoterma delineada pelo Programa Water Analyser Series para a amostra A30..... 26

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da desidratação e reidratação sobre o rúmen e retículo bovinos cozidos. Seis amostras de bucho foram submetidas a quatro tratamentos de cozimento: panela de pressão por 30 minutos (PP30), e autoclave por 15 (A15), 30 (A30) e 45 (A45) minutos. A análise dos resultados mostrou não haver diferença significativa entre PP30, A30 e A45 ($p>0,05$ teste Duncan), sendo escolhidos para continuação do estudo os tratamentos PP30 e A30. Foram construídas isotermas de sorção para essas amostras visando a obtenção de um ponto adequado de secagem. Para avaliação do processo de desidratação, cada amostra foi dividida em duas parcelas (tratamentos PP30 e A30) e duas subparcelas (reidratação com água a temperatura ambiente - H2O TA, e água a 50°C - H2O 50°C). Foram coletados dados de peso e maciez objetiva em todas as etapas e através da análise dos resultados observou-se que as amostras comportam-se de maneira semelhante durante a desidratação, indepentente do tipo de cozimento, sendo que a melhor reidratação foi em H2O TA ($p>0,05$ teste SNK). Neste trabalho também foram avaliadas a composição química e microbiológica do produto, sendo encontrados valores de umidade, proteína, lipídios e cinzas similares ao da carne bovina, mostrando a importância do aproveitamento do bucho como um alimento rico em nutrientes. Em relação à avaliação microbiológica, ficou demonstrado que o bucho "in natura" apresenta elevadas contagens de microrganismos, assim como o produto desidratado neste trabalho, mostrando a necessidade de um melhor acompanhamento nos processos tecnológicos aplicados à sua obtenção.

Palavras-chaves: desidratação, bucho, cozimento, isoterma, composição química, análises microbiológicas.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of dehydration and rehydration in bovine rumen and reticulum cooked. Six samples of "bucho" were submitted to four treatments of cooking: pressure pan for 30 minutes, and autoclave for 15 (A15), 30 (A30) and 45 (A45) minutes. The analysis of results showed no significant difference between PP30, A30 and A45 ($p>0,05$ Duncan test), being chosen to continue the study the treatments PP30 and A30. Sorption isoterms were built for these samples to get an adequate point of drying. For evaluation of dehydrated process each sample were divided in two groups (PP30 and A30 treatments) and two subgroups (rehydration with water at room temperature - H2O TA, and water at 50°C - H2O 50°C). In all the steps values of weight and objective tenderness were measured. After the analysis of results it was observed that the samples behave in a similar way during the dehydration process, independently of the type of cooking and the best rehydration was obtained with H2O TA ($p>0,05$ SNK test). In this work the chemical and microbiological composition of product and the values of moisture, protein, lipid and ash found were similar to bovine meat, showing the importance of using "bucho" as a nutritive food. In relation to microbiological evaluation of product, these research demonstrated that bovine rumen and reticulum “in natura” present high counting of microorganisms, as well as the products dehydrated in these study, showing the necessity of one better follow up in the technological process applied for the obtainment of the same ones.

Keywords: dehydration, "bucho", cooking, isotherm, chemical composition, microbiological analysis.

1. INTRODUÇÃO

Na indústria frigorífica brasileira de carne bovina, a carne constitui o item de maior valor econômico tendo assim incorporado várias tecnologias em seu processamento. No entanto um ponto chave para aumentar ou melhorar a lucratividade dessas empresas é o aproveitamento dos subprodutos do abate. Essa modificação permite aproveitarmos melhor as proteínas de alta qualidade, além de vitaminas e minerais e reduz o impacto ambiental causado pelo inadequado processamento desses subprodutos.

Segundo o RIISPOA (Brasil, 1997), os subprodutos cárneos são agrupados em dois importantes grupos: o dos comestíveis e o dos não comestíveis. Os subprodutos comestíveis são os órgãos e as vísceras dos animais de açougue, utilizados na alimentação humana (miolo, língua, coração, fígado, rins, rúmen, retículo, mocotós, rabada, etc.), enquanto que os subprodutos não comestíveis são todo e qualquer resíduo devidamente elaborado, a exemplo das farinhas usadas na alimentação animal (de carne, sangue, ossos, etc.), e demais subprodutos que possam ser utilizados como fertilizantes, alem da bile, do óleo de mocotó, cerdas, crinas e pêlos, chifres, cascos e tendões e vergas. Campbell & Kenney (1994), incluíram um terceiro grupo a estes, o grupo dos subprodutos opoterápicos cujos principais exemplos são o sangue (plasma) e algumas glândulas como o pâncreas, a tireóide, e as tonsilas.

O aproveitamento de vísceras animais para produção de diversos pratos típicos da culinária é comum em diversas partes do mundo, estando principalmente associado à cultura do país. No Brasil, a preparação do rúmen e retículo bovinos cozidos com feijão branco adicionado de condimentos e outros embutidos e derivados cárneos dão origem a um prato típico conhecido como dobradinha.

A dobradinha está presente também na culinária internacional em países como a África, México, Portugal, Espanha, Itália e Israel. Mesmo no Brasil ela é um prato típico em diversas regiões, sendo denominada de *mondongo* no sul do país e de dobradinha no sudeste, centro-oeste e nordeste. É um prato servido em diversos tipos de cozinhas, de diferentes padrões econômicos, desde as mais sofisticadas como a dos hotéis de luxo até mesmo em pequenos bares e restaurantes.

Na elaboração da dobradinha é necessário um preparo relativamente difícil e demorado, em relação à limpeza, porcionamento e cocção prévia do rúmen e retículo (bucho). Esses fatores tornam o prato pouco adequado à praticidade requerida pelos hábitos de vida modernos, onde o tempo de preparo é um fato de extrema importância. Desse modo, a possibilidade de oferecer às donas de casa e às empresas do ramo de alimentação um produto pré-preparado, de alta qualidade, tanto higiênica como sanitária, terá grande apelo comercial e gastronômico.

Utilizando técnicas de conservação de alimentos como, por exemplo, o processo de desidratação, é possível garantir maior aproveitamento dos subprodutos da indústria da carne ao mesmo tempo em que se pode agregar valor a estes.

A desidratação é um processo que promove a conservação dos alimentos, reduzindo sua umidade e a atividade de água (a_w), através da adição de solutos ou pela eliminação da água disponível, em processo de evaporação ou sublimação.

Essa redução da água livre ou disponível impede/retarda a multiplicação de microrganismos patogênicos e deterioradores, e reduz/paralisa reações bioquímicas no alimento responsáveis pela sua alteração/deterioração (Pardi et al., 1996b).

Historicamente, a desidratação é um método de conservação que já era utilizado pelo homem primitivo que, primeiramente, visava a preservação dos alimentos durante a época de abundância para consumo em épocas de escassez. Salaman (1940), citado por Van Arsdel (1973), acreditava que preparados de batata desidratada foram desenvolvidos pelos habitantes Andinos há

cerca de 3000 anos atrás, sendo estes, possivelmente, os primeiros produtos processados pelo homem utilizando esta técnica. Atualmente, a desidratação ainda é utilizada, sendo um processo amplo que pode ser aplicado em frutas, verduras, carnes, peixes, leite e outros alimentos.

A desidratação é, ainda, um processo importante, especialmente onde a refrigeração é limitada (Sulzbacher, 1973) e oferece propriedades inigualáveis em relação a outras tecnologias de preservação. Promove excelente estabilidade ao produto em temperatura ambiente, apresenta amplas maneiras de ser obtida, versatilidade de produtos, custos reduzidos e mínimo impacto ambiental (Aguilera et al., 2003).

Entre os processos de desidratação destacam-se os que empregam o uso de soluções hipertônicas (sal, acúcar, etc.); o uso de dispersão ou atomização do produto, muito utilizado em alimentos líquidos; os que usam a desidratação pelo ar quente, sob vácuo ou não e os que utilizam o congelamento sob alto vácuo ou liofilização para desidratar produtos. Vega-Mercado et al. (2001) citaram em seu trabalho que, além desses processos, outras técnicas mais modernas de desidratação de alimentos como as que utilizam microondas e radiofreqüência também têm sido propostas e estudadas.

Nos produtos cárneos, a desidratação promove a conservação dos nutrientes essenciais e permite que estes sejam armazenados em temperatura ambiente por longos períodos. Dependendo do processo utilizado, também promove redução de peso e volume, o que contribui para a redução de custos com armazenagem e transporte (Desrosier, 1977; Evangelista, 1994; Pardi et al., 1996b). Na desidratação de carnes, de acordo com Price & Schweigert (1976), as metodologias mais usadas são a desidratação com ar quente e a liofilização.

A literatura atual apresenta poucos trabalhos sobre produtos cárneos desidratados e, em especial em relação à desidratação de vísceras, nada foi encontrado. Além disso, poucas informações encontram-se disponíveis sobre a composição química e microbiológica de vísceras bovinas, principalmente rúmen e retículo, o que torna este trabalho inovador.

Com base nesses aspectos, este trabalho teve por objetivo desenvolver um processo piloto para produção de dobradinha desidratada, através da secagem por ar quente, utilizando como matéria-prima o rúmen e retículo bovinos.

2. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

2.1 Desidratação

A desidratação é considerada um procedimento que permite eliminar por aquecimento, vaporização ou sublimação a maior parte de água de um alimento líquido ou sólido. Certos métodos, apesar de também eliminarem água, diferenciam-se da desidratação por outras particularidades. A concentração, por exemplo, empregada especialmente em alimentos líquidos, apenas retira certa porção da água e, geralmente, não é suficiente para assegurar, por si só, a preservação do alimento, constituindo, na maioria das vezes, uma fase prévia ao processo de desidratação (Cheftel et al., 1983; Evangelista, 1994).

Segundo Brennân et al. (1970), existem quatro classes de desidratação, em cuja descrição serão empregados os termos originais emprestados a cada uma das classes:

- Secagem com ar quente: o alimento é posto em contato com ar quente, fazendo-se a transmissão do calor principalmente por convecção;
- Secagem por contato direto com uma superfície quente: o calor, transmitido por condução, tem contato com o alimento através de uma superfície aquecida;
- Secagem por aplicação de energia procedente de uma fonte radiante, de microondas ou dielétrica;
- Secagem por congelamento seguido de sublimação, normalmente mediante a aplicação de calor em condições de pressão muito baixas (liofilização).

Em relação aos tipos de secadores é possível dividi-los em quatro gerações, sendo elas:

- Primeira geração: engloba as desidratações realizadas com secadores de cabine, de túnel, fornos secadores, de coluna, rotatórios, de transportador contínuo, etc., utilizados em diversos tipos de alimentos através do método da desidratação por ar quente.
- Segunda geração: inclui os secadores destinados à desidratação de pastas e líquidos, como é o caso dos secadores de cilindro (*drum dryers*) e de pulverização (*spray dryers*).
- Terceira geração: apresentam os processos de desidratação por congelamento, seguido de sublimação, mais conhecido como liofilização; e de desidratação osmótica, muito utilizada em frutas e vegetais pela imersão destes em soluções hipertônicas (isto é, açúcar, sal, sorbitol ou glicerol).
- Quarta geração: englobam aqueles processos mais modernos de tecnologia que visam alterações mínimas nos produtos alimentícios, como é o caso do uso de alto vácuo, microondas, radiofreqüência, entre outros (Vega-Mercado et al., 2001).

Cada uma dessas tecnologias tem sua aplicação específica baseada em fatores econômicos e na qualidade final que se deseja ao produto, levando em consideração o seu tipo, sua composição e suas características físico-químicas enquanto matéria-prima a ser processada (Van Arsdel et al., 1973; Vega-Mercado et al., 2001; Aguilera et al., 2003).

2.2 Desidratação natural

A desidratação natural é o método de secagem realizado ao sol e correntes aéreas aquecidas, sem controle das condições de processamento. É empregado como atividade caseira e industrial na secagem de frutas, hortaliças, carnes e peixes (Evangelista, 1994).

A desidratação natural é um processo que pode ser realizado com baixo custo econômico e favorece algumas alterações sensoriais nos produtos como, por exemplo, favorecer a cor na secagem das frutas (Evangelista, 1994). Em relação à desidratação artificial, porém, apresenta algumas desvantagens. De acordo com Leistner (1987), citado por Chang & Huang, (1996), essas desvantagens seriam devidas, principalmente, à falta de controle do processo. Ele explica que o método de desidratação é dependente do clima; requer espaços consideráveis para a sua realização; o alimento fica exposto à contaminações e perdas devido a poeiras, bolores, insetos e roedores; e, os teores de umidade encontrados nesses produtos desidratados são considerados altos para certos padrões de qualidade.

2.2.1 Desidratação natural de produtos cárneos

O homem observou naturalmente grãos e frutas desidratados pelo sol antes de aprender a desidratar peixes e tiras de carne magra, mantendo-os ao ar e ao sol (Shin & Leistner, 1983, citados por Chang & Huang, 1996). Lawrie (1977) citou que os Egípcios, há 5000 anos, já sabiam que a desidratação possibilitava a conservação de tecido muscular e aplicavam o processo na preparação de múmias.

Ainda de acordo com Lawrie (1977), a desidratação natural de carnes era muito usada, antigamente, pelos índios norte-americanos, na preparação do *pemican*, tiras de carne magra de bisão secas ao sol.

Em nosso país, encontramos, como exemplo de produto cárneo desidratado naturalmente, o charque, que é um produto obtido de carne bovina salgada e dessecada (Brasil, 1997). O Jerked Beef, carne bovina salgada curada dessecada, é um produto cárneo também desidratado, porém obtido industrialmente, através da adição de cloreto de sódio e sais de cura, submetido a um processo de maturação e dessecação (Ministério da Agricultura, 2000).

2.3 Desidratação artificial

A desidratação artificial, ou apenas "desidratação", é o processo de secagem

obtido sob condições controladas (Evangelista, 1994).

Historicamente, foi por volta de 1795 que uma sala de desidratação artificial por ar quente foi inventada pela equipe de Masson & Challet, na França (Desrosier, 1977).

Como já foi descrito, existem diversas maneiras de desidratar os alimentos, seja utilizando vapor, vácuo, ou simplesmente ar. Urbain & Campbell (1994) citam que a maioria dos produtos cárneos dessecados produzidos e consumidos no mundo são produtos desidratados com ar. A utilização do ar como meio de desidratação pode ser explicada pelo fato de o ar ser abundante, conveniente e por ser possível controlar o superaquecimento dos alimentos durante o processamento (Desrosier, 1977).

Entretanto, para que um processo de desidratação seja eficiente, é preciso seguir certos requisitos. Um processo de desidratação adequado não deve interferir na estrutura molecular do alimento, decompor a molécula do hidrato de carbono, ou mesmo desnaturar proteínas. A desnaturação protéica promove características indesejáveis ao produto desidratado devido a alterações de estrutura, solubilidade e precipitação das moléculas. Além disso, a eficiência do processo está baseada na não destruição de vitaminas e enzimas e na manutenção das propriedades sensoriais, considerando que não promova alteração nos óleos essenciais aromáticos voláteis e permita reidratação adequada dos alimentos desidratados (Pardi et al. 1996b).

2.3.1 Desidratação por ar quente

Na desidratação por ar quente, o vapor de água formado se mistura com o ar, constituindo assim o meio de eliminar o vapor, sendo que o ar quente é também o responsável pela transferência de calor (Desrosier, 1977; Cheftel et al., 1983).

A desidratação com ar quente pode ser aplicada em frutas, hortaliças, carnes, peixes, leite, etc., dependendo do tipo de secador empregado no processo (Evangelista, 1994). Os secadores de ar quente são chamados de adiabáticos e os mais empregados são os de cabine, de túnel, fornos secadores, atomizadores, de coluna, rotatórios, de transportador contínuo e de leito fluidificado (Brennân et al, 1970; Evangelista, 1994).

Os secadores atomizadores, usados principalmente no processo de desidratação do leite através da dispersão do líquido, têm aplicação limitada em produtos derivados da carne, reduzindo-se, entre estes, quase que exclusivamente à fabricação do sangue em pó (as chamadas albuminas branca e vermelha) e, em menor escala, à pulverização de extratos de carne e de fígado ou mesmo de glândulas opoterápicas (Pardi et al., 1996a).

2.4 Carnes desidratadas

Sulzbacher (1973) citou que a desidratação artificial de carnes surgiu na 1ª Guerra Mundial, mas teve maior importância durante a 2ª Guerra Mundial. De acordo com ele, nesse período, a produção de carne desidratada, visando a alimentação das tropas militares, era realizada na América do Norte, Austrália, Nova Zelândia e América do Sul.

Em relação às carnes desidratadas, Lawrie (1997) afirmou que elas apresentam, após sua reconstituição, valor nutritivo e características sensoriais similares ao da carne cozida, sendo bastante estáveis durante seu armazenamento.

2.4.1 Aspectos físicos e bioquímicos das carnes desidratadas

Para que os produtos cárneos eliminem água pela passagem de ar por sua superfície é necessária a atuação das leis físicas de transferência de massa. Isto é, para que ocorra transferência da umidade do produto desde o centro até a superfície, é necessário que todos os elementos do sistema estejam balanceados de modo a favorecer a difusão de água (Urbain & Campbell, 1994).

A difusão se deve a forças de capilaridade e a princípios de equilíbrio osmótico que mantêm o fluxo de água. É muito importante em um produto desidratado

assegurar que a velocidade de perda de umidade da superfície seja aproximadamente igual à velocidade em que a água chega à superfície por difusão. Se a perda de umidade é tão rápida que não pode ser substituída pela água que chega do interior, então se produz uma crosta dura e seca na superfície (Urbain & Campbell, 1994).

Portanto, para manter o equilíbrio no processo de desidratação por ar quente, evitando a ocorrência de prejuízos como dureza, fragilidade, e sabor e odor a queimado, é importante o controle de três fatores: o tamanho da partícula do produto, a temperatura do produto e a velocidade de fluxo de ar que passa pela superfície do produto (Price & Schweigert, 1976, Lawrie, 1977; Urbain & Campbell, 1994). Para tanto, se utilizam como matéria-prima as carnes cozidas e picadas (Price & Schweigert, 1976, Lawrie, 1977) provenientes de carcaças em bom estado de carnes, desprovidas de ossos, excesso de gordura, aponevroses, grandes vasos sanguíneos, etc. (Pardi et al., 1996b), sendo necessárias 24 horas de secagem para reduzir o conteúdo de umidade de 60-70% para 8% (Chua & Chou, 2003).

As principais alterações que ocorrem nos produtos cárneos desidratados são a rancificação da gordura, o escurecimento não enzimático e a desnaturação protéica (Price & Schweigert, 1976). A contração do produto e o endurecimento superficial também ocorrem, sendo que o primeiro é devido, principalmente, à lentidão do processo de desidratação e o segundo, à rapidez (Brennân et al., 1970; Cheftel et al., 1983).

Cheftel et al. (1983) explicaram que a transferência de água através do alimento se retarda consideravelmente até o fim da desidratação devido a um aumento na espessura da capa seca durante o processo e porque a difusibilidade da água, isto é, a permeabilidade do vapor através dessa capa é reduzida à medida que o conteúdo de água diminui. Sendo que, de acordo com Pardi et al (1996b), a velocidade da perda de água e de retração das fibras musculares durante a desidratação é maior na carne cozida do que na fresca.

Em relação às proteínas, Pardi et al. (1996b) citaram que, durante os processos de desidratação por ar quente, estas se alteram nas mesmas condições ocorridas na desnaturação térmica. Fenemma (1993) explicou que essa desnaturação é máxima quando a temperatura está elevada e o conteúdo de umidade do tecido está baixo, alcançando valores inferiores a 20-30%. Portanto, quanto mais baixa for a temperatura quando as proteínas estiverem expostas à concentração elevada de sal e pH desfavorável, menor será o grau de desnaturação.

Em relação aos teores de gordura, Lawrie (1977) considerou que, nas carnes magras é maior a capacidade de retenção da gordura. Ele explicou que, se o conteúdo for superior a 40%, a estrutura esponjosa da carne desidratada não retém a gordura fundida, condição possível num teor abaixo de 35% de peso seco.

Além disso, as carnes desidratadas com teores elevados de gordura apresentam mais problemas com rancificação e oxidação em sua vida de prateleira, principalmente se o seu armazenamento se der em temperaturas elevadas e se apresentarem elevado teor de umidade. Isso é explicado pela considerável atividade lipolítica existente nesse tipo de produto que pode ser reduzida se a carne for cozida antes de sofrer desidratação (Desrosier, 1977; Lawrie, 1977).

Em relação aos sais, especialmente o de potássio, sabe-se que eles tendem a acumular-se na superfície (Pardi et al., 1996b). Isso acontece porque à medida que a água da superfície se evapora, a do centro aflora, e arrasta consigo os sais (Brennân et al., 1970).

Segundo Van Arsdel (1963), a migração de sólidos solúveis em direção oposta (até o centro do produto) também pode ocorrer. À medida que se desidrata a superfície, se estabelece um gradiente de concentração entre ela e o centro úmido do produto, o que pode provocar a difusão dos sólidos solúveis até o centro.

O escurecimento não enzimático é devido à reação de Maillard, na qual os grupos carbonilo dos açúcares redutores reagem com os grupos amina das proteínas e aminoácidos (Lawrie, 1977). Ele ocorre quando a temperatura de secagem alcança um certo nível e modifica desfavoravelmente a cor, sabor, valor nutritivo e, às vezes, também a capacidade de reidratação dos alimentos. A velocidade de escurecimento é máxima em uma atividade de água em torno de 0,6 e se aconselha manter o alimento nessa zona o menor tempo possível (Cheftel et al., 1983). Além disso, a velocidade aumenta com o pH e não é inibida em temperaturas superiores a 37ºC, a menos que o conteúdo de umidade da carne seja menor ou igual a 2%. A concentração em substâncias reagentes é mais baixa quando a carne é desidratada imediatamente após a morte do animal ou quando é mantida após o abate a 10ºC negativos até seu processamento (Lawrie, 1977).

Cheftel et al. (1983) citaram que o escurecimento não enzimático pode ser inibido parcialmente ou atrasado se for empregado anidrido sulfuroso nas carnes antes do processo de desidratação.

Quanto a reincorporação de água em carnes desidratadas por ar quente, esta depende das temperaturas atingidas durante o processo de desidratação e da capacidade de retenção da água pelo músculo**,** tanto relativamente à sua estrutura microscópica quanto ao estado químico das proteínas musculares. Até a temperatura de 40ºC não se produzem modificações substanciais na capacidade de reidratação (Lawrie, 1977). Quando as temperaturas são muito altas, próximas a 80ºC, existe uma tendência de aumento da capacidade de retenção devido à transformação do colágeno em gelatina (desintegração por captação de água), porém este efeito é ligeiro e não suficiente para superar a redução causada pela desnaturação das proteínas musculares (Fennema, 1993).

Isto é, quanto menor for a temperatura durante o processo de desidratação, menor será a redução da capacidade de retenção de água e maior a capacidade de reconstituição da carne desidratada (Lawrie, 1977).

2.4.2 Problemas sensoriais das carnes desidratadas

De acordo com Pardi et al. (1996a), as propriedades sensoriais que mais interessam aos consumidores são as condições de estrutura, consistência e textura da carne, difíceis de serem medidas objetivamente.

Entre os métodos mecânicos mais utilizados para avaliar a maciez da carne quantitativamente está o aparelho de Warner-Bratzler. Este instrumento tem sido geralmente usado para determinar a força máxima requerida para cisalhar uma amostra de carne fixa, em ângulo reto, em relação à direção das fibras musculares (Moller, 1981; Miller, 1994).

McKeith et al. (1985) caracterizaram como macios os bifes com valores inferiores a 4,5Kg de força de cisalhamento, medida através de uma célula Warner-Bratzler, em amostras cilíndricas de meia polegada de diâmetro, e duros àqueles com valores acima de 4,5Kg.

Cheftel et al. (1983) citaram que a textura da carne desidratada depende da sua capacidade de retenção de água durante a reidratação, mas não dá valores de maciez objetiva nesses produtos. Também, durante a revisão de literatura para este trabalho, nada relativo a esse assunto foi encontrado.

Em relação à cor das carnes desidratadas sabe-se que as principais alterações ocorrem durante seu armazenamento. O escurecimento não enzimático, devido à reação de Maillard é a alteração que aparece com mais freqüência e acontece na ausência de oxigênio. Como conseqüência a essa reação, o produto adquire uma coloração parda e um aroma que pode variar de amargo a queimado (Lawrie, 1977). Outra alteração de cor que pode ocorrer é a descoloração das carnes desidratadas e pode ser explicada pela ocorrência de oxidação dos pigmentos hemo presentes nas carnes (Fennema, 1993).

A formação de aromas desagradáveis ocorre, principalmente, como conseqüência da oxidação lipolítica e sua presença torna a carne desidratada inaceitável para consumo. Outros prejuízos que esse tipo de oxidação acarreta são a ocorrência de certa destruição dos nutrientes oxidáveis (tais como os ácidos graxos essenciais, certos aminoácidos e vitaminas), e formação de enlaces cruzados entre proteínas (Fennema, 1993).

De acordo com Lawrie (1977) antioxidantes podem ser usados visando o controle de tais inconvenientes. No entanto, seu uso pode acarretar prejuízo às propriedades sensoriais, promovendo odor à farinha rançosa nas carnes desidratadas.

2.4.3 Aspectos higiênico-sanitários ou fundamentos microbiológicos das carnes desidratadas

As carnes desidratadas não são estéreis e a redução do número de microrganismos durante as operações de secagem é baixa. Em alguns casos, a temperatura de secagem até favorece o crescimento desses microrganismos. A inativação de enzimas ocorre parcialmente e sabe-se que alguns microrganismos e certas enzimas são mais resistentes no estado seco que em meio úmido. Por estas razões, freqüentemente se efetua um pré-cozimento, ou uma pasteurização dos produtos antes da desidratação e é natural que os produtos quando reidratados sejam perecíveis (Cheftel et al., 1983).

Mesmo cozinhando a carne, alguns microrganismos resistentes ou em estado de esporo podem permanecer no produto e após a desidratação, microrganismos presentes no equipamento ou nas mãos dos manipuladores podem contaminá-lo (Goresline, 1963). Isso pode ser agravado por higienização inadequada de utensílios como recipientes, bandejas, facas, tábuas, etc., e através da transmissão de microrganismos de um alimento para outro (contaminação cruzada) (Franco, 1996).

Entretanto, no processo de desidratação, em conseqüência da dessecação da superfície, vai havendo uma restrição progressiva para o crescimento da maior parte dos microrganismos responsáveis pela alteração desses produtos (Pardi et al, 1996b). Isso é explicado pela redução da atividade de água.

Nos alimentos a água pode ocorrer como água livre e água ligada, resultando em um conteúdo total de água (umidade). A "água livre" é aquela considerada disponível para o crescimento de microrganismos e reações de deterioração. Em relação à "água ligada", não existe uma definição formal sobre ela, mas uma de suas propriedades mais importantes é que ela não é congelável (Fennema, 1993).

O termo "atividade de água" (a_w) foi criado, então, para denominar a água disponível (livre) para o crescimento microbiano e reações que possam deteriorar o alimento, sendo que a atividade de água de uma solução se define como a relação existente entre sua pressão de vapor e a pressão de vapor da água pura na mesma temperatura. Isto é, a pressão de vapor de água do produto sobre a pressão de vapor da água pura, usualmente 1, é igual à atividade de água. Sendo que, os constituintes químicos presentes no alimento mobilizam parcialmente a água e diminuem assim sua capacidade de vaporizar-se (Fennema, 1993).

Johnson (1994) e Pardi et al. (1996b) citam que a atividade da água da carne fresca geralmente é de 0,99 ou superior e, portanto, encontra-se próxima da a_w ótima de muitas variedades de bactérias (Tab. 1).

Tabela 1. Atividade de água (a_w) mínima necessária para o crescimento de microrganismos em alimentos a 25°C.

Grupo de microrganismos	**a_w mínima necessária**
Maioria das bactérias	0,91 – 0,88
Maioria das leveduras	0,88
Fungos regulares	0,80
Bactérias halofílicas	0,75
Fungos xerotolerantes	0,71
Fungos xerofílicos e leveduras osmofílicas	0,62 – 0,60

Fonte: Doyle et al. (1997)

Johnson (1994) citou também, que a maioria dos microrganismos, inclusive os patogênicos, necessitam de valores de atividade de água acima de 0,91 para se desenvolverem e também produzirem toxinas (Tab. 2).

Tabela 2. Atividade de água (a_w) mínima necessária para crescimento e para produção de toxinas de alguns microrganismos importantes para a saúde pública.

Microrganismo	**a_w mínima**	
	Crescimento	**Produção de toxina**
Bacillus cereus	0,93 – 0,95	
Clostridium botulinum	0,93 – 0,97	0,94 (toxina A e B) 0,95 (toxina A) 0,97 (toxina E)
Clostridium perfringens	0,93 – 0,95	
Salmonella spp.	0,92 – 0,95	
Staphylococcus aureus	0,86	<0,90 (enterotoxina A) 0,87 (enterotoxina A) 0,97 (enterotoxina B)
Aspergillus clavatus	0,85	0,99 (patulina)
Aspergillus flavus	0,78 e 0,80	0,84 (aflatoxina)
Penicillium cyclopium	0,82 e 0,87	0,97 (ácido penicílico) 0,87 – 0,97 (ocratoxina)

Fonte: Adaptado de Beuchat (1981)

Em relação aos mofos sabe-se que alguns podem crescer a valores de a_w tão baixos quanto 0,75 e a carne teria que ser dessecada até uma a_w de 0,70 - 0,65 para prevenir, durante um longo período de tempo, o crescimento fúngico. Não obstante, a alteração bacteriana pode ser evitada facilmente ou, pelo menos, retardada consideravelmente, reduzindo-se o valor a_w para 0,85 (Price & Schweigert, 1976).

Os alimentos possuem diferentes conteúdos de umidade em função da atividade de água. As variações nessas quantidades de água (umidade) em relação a a_w do produto são produzidas à temperatura constante, sendo então denominadas de isotermas de adsorção de umidade (Ditchfield, 2000).

Através da construção de isotermas de adsorção de umidade, pode-se resolver numerosos problemas de processamento e estocagem de alimentos e produtos alimentícios, entre os quais: predição do tempo de secagem, da vida de prateleira em uma determinada embalagem e dos requisitos básicos necessários para que se possa embalar um produto, e ainda a caracterização de um produto, no equilíbrio, quando o mesmo é constituído por componentes de atividades de água diferentes (Pena et al., 2000).

A Instrução Normativa nº 62 do Ministério da Agricultura que oficializa os Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (Ministério da Agricultura, 2003), e a RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (Ministério da Saúde, 2001) são as duas legislações oficiais responsáveis em estabelecer os métodos de análise e os padrões microbiológicos para os produtos cárneos.

O rúmen e retículo bovinos (dobradinha), em relação à Resolução RDC n° 12 da ANVISA (Ministério da Saúde, 2001), encaixam-se no padrão microbiológico para miúdos bovinos cuja única norma é a ausência de *Salmonella* sp em 25 gramas de produto.

2.4.4 Vida de prateleira das carnes desidratadas

Lawrie (1977) e Cheftel et al. (1983) citaram a necessidade de armazenar adequadamente as carnes desidratadas para se evitar ou reduzir possíveis alterações sensoriais. De acordo com eles, o ideal para esses produtos seria o uso de embalagens a vácuo ou com nitrogênio, feitas de material impermeável ao oxigênio e a luz.

Pardi et al. (1996b) explicaram que as embalagens também devem ser impermeáveis ao vapor d'água, já que as carnes desidratadas são muito higroscópicas. Ele sugere que a temperatura de armazenagem deve ser inferior a 25°C e recomenda algumas operações prévias à desidratação para melhorar a estabilidade das carnes desidratadas, como é o caso do pré-cozimento e da adição de sulfitos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

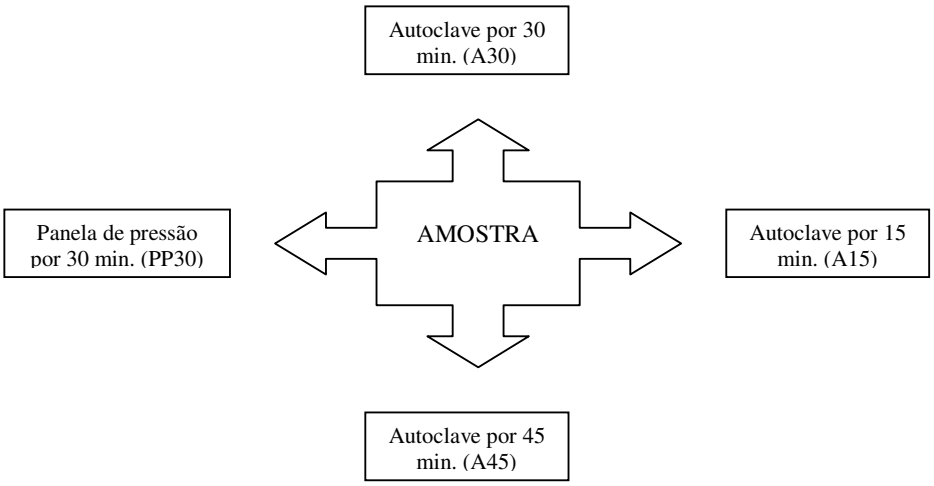
3.1 Obtenção e preparação das amostras

Foram adquiridos, no varejo de Belo Horizonte, rúmen e retículo bovinos (bucho) refrigerados, no total de seis amostras distintas. Este material foi levado ao Laboratório de Tecnologia e Processamento de Carnes, do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG e imediatamente processado.

Os buchos foram limpos, sendo retiradas as dobras musculares e toda a gordura adjacente à camada muscular dos mesmos. De cada amostra foram retirados 50 gramas para a análise microbiológica e 100 gramas para avaliação da composição centesimal do produto cru.

Para comparação entre os diferentes tipos de cozimento, os buchos foram picados em tiras de cerca de três centímetros de largura por doze de comprimento. Cada bucho foi, então, dividido em quatro porções, sendo cada uma destas submetida a um tratamento: cozimento em panela de pressão por trinta minutos ou cozimento em autoclave por 15, 30 e 45 minutos (Fig. 1).

Figura 1 – Fluxograma mostrando os tratamentos utilizados em cada porção de amostra para comparação entre tipos de cozimento.

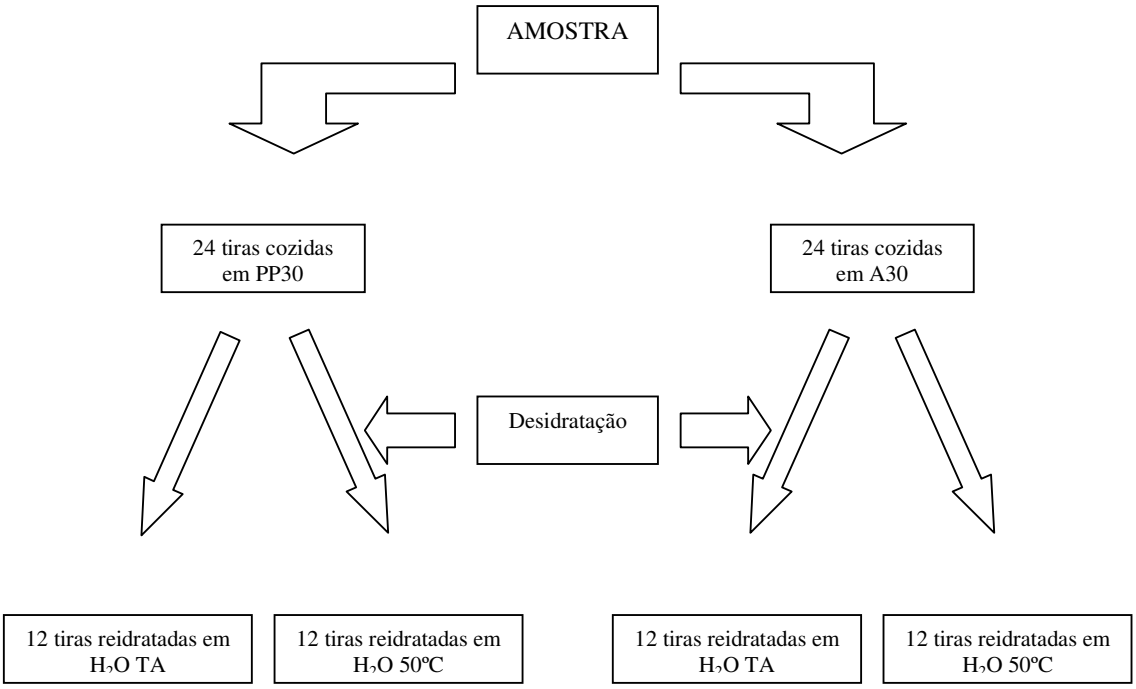


A panela de pressão utilizada foi a de uso doméstico, com capacidade de 4,5 L e pressão de trabalho de 77 KPa (informações do fabricante). O tempo de cozimento foi fixado em 30 minutos de acordo com as recomendações culinárias disponíveis em Oton (2006) e CEI (2006). O cozimento foi feito em fogão industrial ou em autoclave marca Febber, Modelo 103 Vertical. Após o cozimento, as amostras foram deixadas esfriar e quando alcançaram a temperatura ambiente, foi realizada a separação do líquido de cozimento, utilizando-se uma peneira de nylon.

Para a construção das isotermas de adsorção, as amostras, após cozimento, foram cortadas em tiras de 2x2 centímetros desidratadas em estufa a 65°C com ventilação forçada de ar.

Para comparação entre os processos de cozimento em panela de pressão ou autoclave e reidratação com água a temperatura ambiente ou aquecida (50ºC), cada amostra foi primeiramente dividida em 24 tiras de tamanho similar (3 cm de largura por 10 cm de comprimento) sendo que 12 foram cozidas em panela de pressão e as outras 12 em autoclave, ambas por 30 minutos. Após isso, cada tira dessas amostras foi recortada em uma largura padrão medindo 1 cm e recebeu identificação individual (contendo número da amostra, número da tira e tipo de cozimento) sendo então, avaliada quanto à maciez objetiva, para depois sofrer desidratação (Fig. 2).

Figura 2 – Fluxograma mostrando o processo utilizado para comparação entre os tratamentos de cozimento (PP30 e A30) e de reidratação (H_2O TA e H_2O 50ºC).



Para o processo de desidratação, que foi realizado no Laboratório de Engenharia da Planta Piloto da UNI-BH, as tiras de dobradinha, após pesagem, foram espalhadas sobre grelhas e estas colocadas sobre um tabuleiro. Elas foram submetidas ao processo de desidratação com ar quente, em estufa marca Fanem, modelo 320, regulada a temperatura de 65°C com circulação forçada de ar, por 4 horas e 30 minutos e ao final avaliadas quanto a atividade de água utilizando o aparelho marca Testo, modelo 650. Terminado o processo, as amostras foram novamente pesadas, embaladas a vácuo e armazenadas em temperatura ambiente.

Para comparação entre os tipos de reidratação, seis tiras de cada amostra desidratada foram pesadas e colocadas em água a temperatura ambiente por doze horas, e então foram escorridas e novamente pesadas. As demais tiras foram pesadas e colocadas em água a 50°C por uma hora e, então, ao final desse processo, foram novamente pesadas, sendo todas avaliadas quanto à maciez objetiva.

Para determinação da composição centesimal das amostras processadas, em termos de gordura, proteína, umidade e cinzas, foram utilizadas as amostras recém cozidas em panela de pressão ou autoclave.

Em todas as etapas de preparação as amostras foram pesadas em balança semi-analítica, marca Marte, modelo AS 2000.

3.2 Análise de maciez objetiva

Para avaliação da maciez objetiva das amostras cozidas nos diferentes tratamentos, antes e após a reidratação, foi utilizado o equipamento TA.XT2 (Stable Micro System, Surrey, England), equipado com uma lâmina de corte tipo guilhotina. O pico da força registrada foi expresso em kg de força necessária para cortar a amostra. O

aparelho foi calibrado a cada bateria de amostras e os padrões de operação utilizados para os testes de força de cisalhamento foram uma velocidade de 5 mm/s a uma distância de 25 mm. Foram realizados dois cortes em cada tira, totalizando seis cortes por tratamento, obtendo-se o resultado através da média desses valores.

3.3 Determinação das isotermas de adsorção

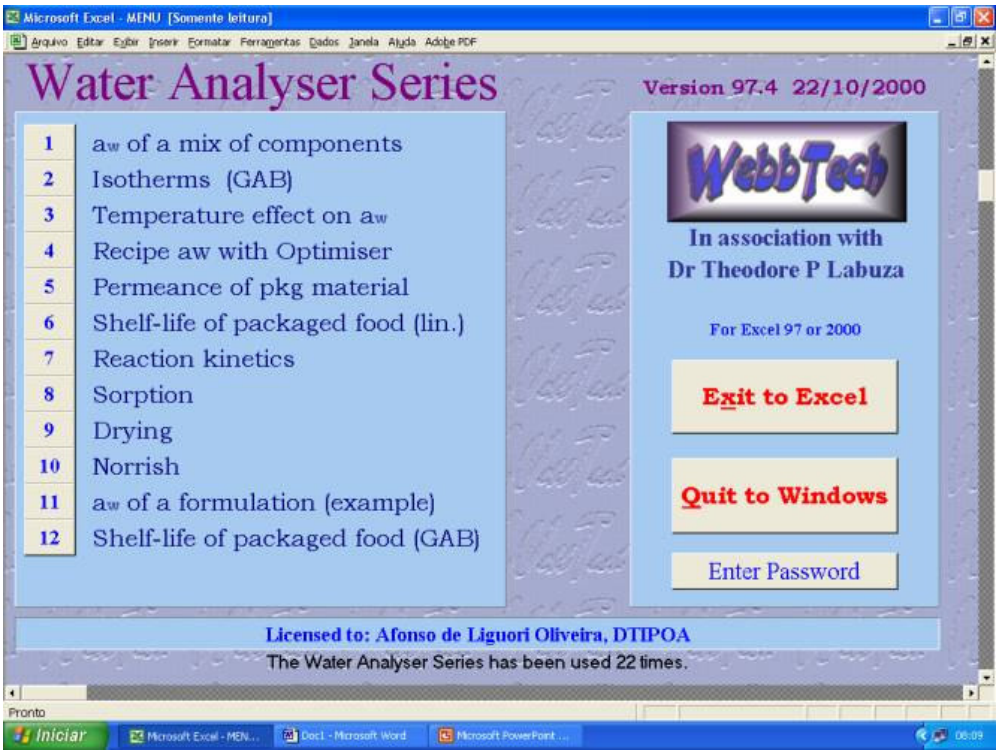
Para delineamento das isotermas de adsorção, primeiramente, foram determinados os conteúdos de umidade das amostras cozidas em panela de pressão (PP30) e autoclave (A30), ambas por 30 minutos, utilizando-se a metodologia determinada pela Instrução Normativa n° 20 (Ministério da Agricultura, 1999). Os valores de umidade obtidos foram 60,01% para o bucho *in natura*, 69,89% para a amostra PP30 e 69,66% para a A30.

Em seguida, as amostras foram identificadas e colocadas em estufa com ventilação forçada de ar regulada à temperatura de 65°C, sendo retiradas em intervalos de trinta minutos e colocadas em um dessecador a fim de uniformizar a distribuição de água na amostra para, então, serem determinados os valores de atividade de água (a_w) e dos pesos. Depois de pesadas, estas retornavam para a estufa e aí permaneciam por trinta minutos, para em seguida se fazer uma nova leitura. A sucessão dessas leituras indica os pontos da curva da isoterma de dessorção da dobradinha, dando origem a duas curvas à temperatura de 65°C, sendo uma para cada tratamento (panela de pressão e autoclave, ambas por 30 minutos). A Figura 3 mostra o aparelho Testo, modelo 650, utilizado na determinação dos valores de a_w das amostras.

Os gráficos das isotermas foram obtidos utilizando-se o programa Water Analyser Series, versão 97.4 (Webb Tech, 2000) (Fig. 4).

Figura 3 – Aparelho da marca Testo, modelo 650, utilizado na determinação dos valores de atividade de água das amostras.

Figura 4 – Página inicial do programa Water Analyser Series, versão 97.4, utilizado para delineamento das isotermas de adsorção das amostras PP30 e A30.



3.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas utilizando-se as técnicas recomendadas por Ministério da Agricultura (2003), obtendo-se as determinações de contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis, contagem de bolores e leveduras, contagem de clostrídios sulfito redutores, pesquisa de *Salmonella* e número mais provável de coliformes totais e coliformes termotolerantes, tanto para as amostras cruas como para as cozidas desidratadas.

3.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas utilizando-se os métodos para a determinação de proteína, gordura, umidade e cinzas propostos pela Instrução Normativa n° 20 (Ministério da Agricultura, 1999).

3.6 Análise dos dados

As respostas de maciez objetiva obtidas quando comparados os tipos de cozimento (panela de pressão por 30 minutos e autoclave por 15, 30 e 45 minutos) foram submetidas à análise de variância e o teste utilizado foi o de Duncan a 5% de probabilidade (Sampaio, 2002). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, sendo que cada amostra de bucho representou uma unidade experimental, totalizando seis unidades experimentais.

Para comparação entre tipo de cozimento e tipo de reidratação, foram avaliadas as respostas de peso e maciez objetiva obtidas após cozimento (peso inicial e maciez inicial), as respostas de peso obtidas após desidratação (peso desidratado) e as

respostas de peso e maciez obtidas após a reidratação das amostras (peso reidratado e maciez final). O delineamento utilizado foi em blocos individualizados com parcela subdividida, sendo que nas parcelas se comparavam o grupo cozido na panela de pressão com o grupo cozido em autoclave, ambos por 30 minutos, e nas subparcelas a reidratação com água a temperatura ambiente em relação à reidratação com água a 50ºC. Os resultados encontrados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade (Sampaio, 2002).

As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata e as microbiológicas, em triplicata. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade (Sampaio, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos tipos de cozimento e maciez objetiva

A comparação entre os valores de médias obtidos de maciez objetiva das amostras cozidas em panela de pressão por 30 minutos ou autoclave por 15, 30 ou 45 minutos estão representados na Tabela 3.

Através da comparação entre os tipos de cozimento e maciez objetiva foi possível identificar qual processamento de cozimento "industrial", se autoclave por 15, 30 ou 45 minutos, foi estatisticamente similar ao de cozimento "caseiro" (panela de pressão por 30 minutos).

Tabela 3. Maciez objetiva das amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão por 30 minutos (PP30), ou em autoclave por 15 minutos (A15), por 30 minutos (A30) ou por 45 minutos (A45).

Tratamentos	Maciez média (kgf)
PP30	1473,22 [a]
A15	2257,57 [b]
A30	1716,55 [a]
A45	1757,75 [a]

a,b Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Duncan ($p<0,05$).
Coeficiente de Variação = 17,827

Em relação a esta tabela podemos perceber que não houve diferença significativa entre os tratamentos de cozimento em panela de pressão por 30 minutos, em autoclave por 30 minutos e em autoclave por 45 minutos. Portanto, considerando que o tratamento por 30 minutos em autoclave é mais rápido do que por 45 minutos, este foi o escolhido para ser avaliado na comparação entre a maciez objetiva e rendimento durante o processo de desidratação e reidratação do bucho bovino.

4.2 Determinação das isotermas de adsorção

Para essas análises foram utilizados os dados obtidos na avaliação de umidade (Ministério da Agricultura, 1999) quando foi verificado que as amostras apresentavam peso constante por volta de 4,5–5,0 horas em estufa a 105ºC, apresentando valores de umidade de 69,89% para as amostras cozidas em panela de pressão e 69,66% para as amostras cozidas em autoclave, ambas por 30 minutos.

Utilizando essas informações, foram obtidos os dados para a curva de isoterma, sendo as correlações de umidade (g H_2O /

100 g de produto) em relação a atividade de água (a_w) interpretadas pelo Programa Water Analyser Series, versão 97.4 (Webb Tech, 2000), sendo ao final estabelecido um valor de atividade de a_w de 0,75 onde segundo Doyle (1997) não há favorecimento de crescimento de bactérias, leveduras e fungos, sendo esse valor o determinado como ideal para finalização do processo de secagem.

Através das Figuras 5 e 6 é possível observar os pontos encontrados durante a dessorção das amostras, assim como o valor de atividade de água definido em nosso trabalho para o produto final, que foi de 0,75 de a_w.

Para a amostra PP30 os valores de umidade na base úmida encontrados foram de 0,0105; 0,0116; 0,0449; 0,0654; 0,0934; 0,1160; 0,1246; 0,1850 e 0,2633, para os respectivos valores de a_w: 0,65; 0,75; 0,81; 0,82; 0,86; 0,88; 0,93; 0,95 e 0,97. E, para a amostra A30 os valores de umidade na base úmida encontrados foram de 0,0153; 0,0260; 0,0579; 0,0623; 0,1000; 0,1199; 0,1508; 0,1548 e 0,2778, para os valores de a_w: 0,53; 0,54; 0,72; 0,75; 0,83; 0,84; 0,85; 0,89 e 0,97.

4.3 Avaliação dos valores de maciez objetiva e rendimento das amostras processadas

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, podemos observar que, em relação à maciez inicial, não houve diferença significativa entre os tratamentos de cozimento. Isso condiz com o que foi discutido na primeira parte do experimento (Item 4.1 – Avaliação dos tipos de cozimento e maciez objetiva) quando foram avaliados os cozimentos em panela de pressão por 30 minutos e os cozimentos em autoclave por 15, 30 e 45 minutos.

Figura 5. Gráfico mostrando a isoterma delineada pelo Programa Water Analyser Series para a amostra PP30.

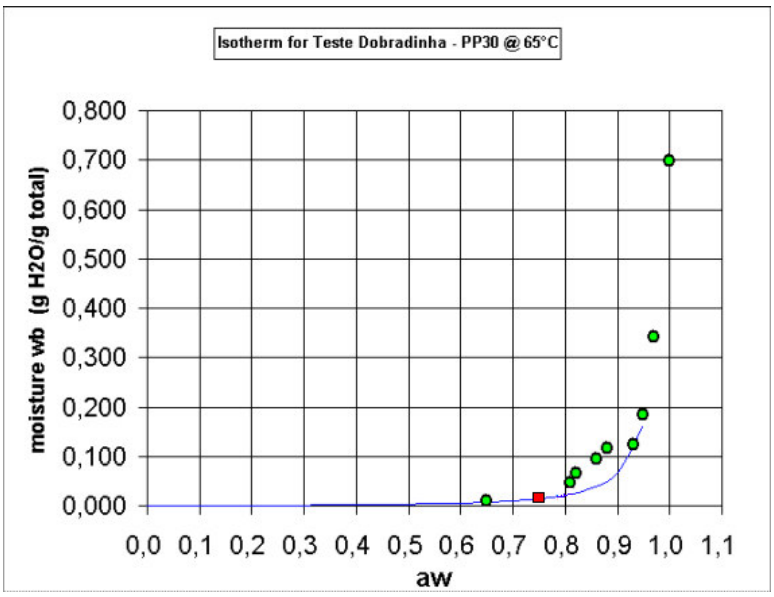


Figura 6. Gráfico mostrando a isoterma delineada pelo Programa Water Analyser Series para a amostra A30.

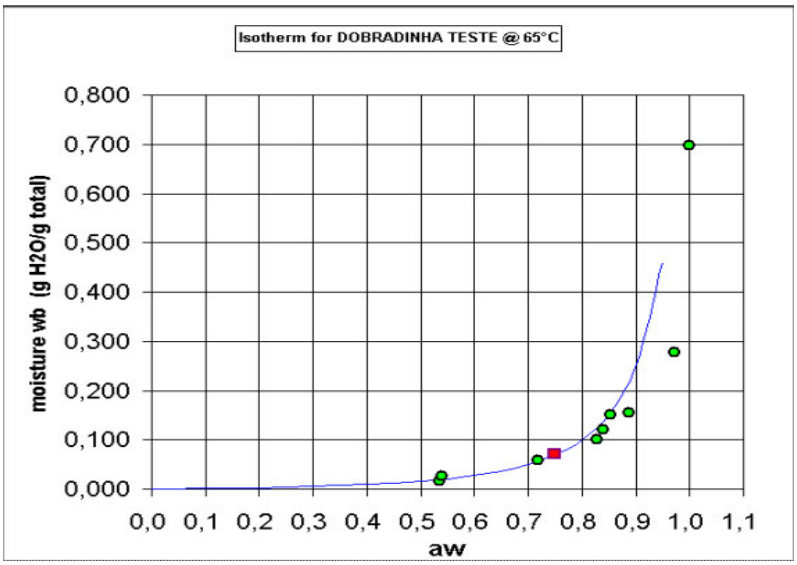


Tabela 4. Valores de maciez objetiva (cisalhamento) para as amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos e reidratados em água em temperatura ambiente (H_2O TA) ou água quente a 50ºC (H_2O 50ºC).

Itens avaliados	Cozimento PP30		Cozimento A30	
	H_2O TA	H_2O 50ºC	H_2O TA	H_2O 50ºC
Maciez Inicial (kgf)	1545,13 ^{A,a} (±597,84)	1331,76 ^{A,a} (±512.53)	1638,12 ^{A,a} (±625.79)	1717,99 ^{A,a} (±780.12)
Maciez Final (kgf)	1933,09 ^{A,a} (±633.15)	3463,94 ^{B,b} (±1325.88)	1777,73 ^{A,a} (±801.42)	3414,18 ^{B,b} (±1398.74)

Letras minúsculas distintas (a, b) na mesma linha e letras maiúsculas distintas (A, B) na mesma coluna diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p<0,05$)

Em relação à maciez final, vê-se claramente que houve diferença significativa entre os tipos de reidratação, sendo que a realizada em água quente apresentou valores de médias (3463,94 kgf e 3414,18 kgf) muito superiores à reidratação com água em temperatura ambiente (1933,09 kgf e 1777,73 kgf) para os cozimentos PP30 e A30 respectivamente, indicando maiores valores de maior força de cisalhamento e , conseqüentemente, maior dureza do produto. Esses resultados podem ser devidos ao processo de reidratação ter sido mais rápido, ocasionando uma menor absorção / retenção de água no produto conforme também citado por Cheftel et al., (1983).

Comparando-se a maciez final com a inicial no intuito de saber se o produto após reidratação é similar ao produto cozido (porém ainda não desidratado), isto é, se o produto final é equivalente ao inicial, observamos que somente as amostras reidratadas em água em temperatura ambiente foram estatisticamente equivalentes àquelas apenas cozidas, independentemente do tipo de cozimento (se panela de pressão ou autoclave). Pode-se dizer, então, que a reidratação em água quente não é suficiente para garantir a mesma maciez existente no produto antes do processo de desidratação. Lembrando que, mesmo que os valores encontrados caracterizem como macias as amostras

(<4,5 Kg) de acordo com McKeith et al. (1985), não é o que desejamos no nosso produto.

Tabela 5. Valores de rendimentos para as amostras de bucho bovino cozido em panela de pressão (PP30) ou em autoclave por 30 minutos (A30) e reidratados em água em temperatura ambiente (H_2O TA) ou água quente a 50ºC (H_2O 50ºC).

Itens avaliados	Cozimento PP30		Cozimento A30	
	H_2O TA	H_2O 50ºC	H_2O TA	H_2O 50ºC
Peso Inicial (g)	9,04 [a] (±2,24)	9,10 [a] (±2,09)	8,31 [a] (±2,03)	7,98 [a] (±2,01)
Peso desidratado (g)	3,11 [a] (±1,05)	2,99 [a] (±0,91)	3,21 [a] (±0,90)	3,04 [a] (±0,96)
Peso reidratado (g)	8,57 [a] (±1,96)	5,07 [b] (±1,06)	9,65 [a] (±2,03)	5,16 [b] (±1,35)
Perda secagem (g)	5,93 [a] (±1,34)	6,11 [a] (±1,36)	5,10 [a] (±1,24)	4,94 [a] (±1,41)
Perda secagem (%)	66,11 [a] (±5,22)	67,34 [a] (±4,75)	61,52 [a] (±4,15)	61,92 [a] (±6,91)
Ganho reidrat. (g)	5,46 [a] (±1,19)	2,08 [b] (±0,64)	6,44 [a] (±1,45)	2,13 [b] (±0,68)
Ganho reidrat. (%)	189,56 [a] (±59,26)	75,59 [b] (±28,63)	210,24 [a] (±61,43)	74,49 [b] (±25,57)

a,b Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p<0,05$)

Na Tabela 5, em relação aos valores de peso inicial das amostras, podemos observar que não houve diferença significativa entre eles, assim como também não houve em relação às médias de peso após desidratação do bucho. Isso pode significar que as amostras desidratam de maneira semelhante, independente do tipo de cozimento sofrido previamente. Isso também é observado quando avaliamos os valores de perda na secagem, ou seja, a quantidade de peso perdida pelas amostras durante a desidratação.

Através destes dados também podemos observar que não houve diferença significativa para o mesmo tipo de reidratação porém com cozimento diferente, o que pode significar que as amostras se comportam de maneira semelhante em relação ao ganho de peso.

Já em relação ao peso das amostras reidratadas, podemos concluir pelos valores demonstrados, que os tratamentos utilizados (reidratação com água em temperatura ambiente e água quente) agem de maneira muito diferente no produto em questão. Isso é mais visível quando analisamos os valores de média de ganho de peso. Por exemplo, enquanto os valores de média da reidratação com água em temperatura ambiente, em porcentagem, são de 189,56% e de 210,24%, para os tratamentos panela de pressão e autoclave respectivamente, os valores do reidratação com água quente são de 75,59% e 74,49%.

Isso demonstra que a reidratação em água a temperatura ambiente pode ser a mais adequada para recomposição do bucho bovino cozido desidratado.

4.4 Avaliação da composição físico-química

Os valores obtidos para composição centesimal das amostras submetidas aos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 6.

Os valores demonstrados na Tabela 6 sugerem uma composição centesimal similar à de cortes cárneos bovinos e outras vísceras normalmente utilizadas na alimentação humana, como é o caso, por exemplo, do fígado (Campbell & Kenney, 1994). Porém quando comparados com bucho caprino "in natura" (Madruga et al., 2003), o bovino "in natura" apresenta menores valores de umidade e maiores de proteína, lipídios e cinzas.

Tabela 6. Composição centesimal de amostras de bucho bovino "in natura" e amostras cozidas em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos.

Tratamentos	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Bucho "in natura"	65,01[b](2,13)	22,84[a] (2,43)	10,26[a] (1,13)	1,88[a] (0,62)
PP30	69,89[a](2,27)	18,98[b] (0,72)	9,36[a] (2.33)	1,77[a] (0,42)
A30	69,66 [a] (2,28)	19,61[b] (1,59)	9,11[a] (2,27)	1,61[a] (0,46)

a,b Letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p<0,05$).

Em relação à composição centesimal do bucho bovino, observa-se que o material "in natura" apresentou níveis mais baixos de umidade e mais elevados de proteínas quando comparado ao material que sofreu tratamento térmico (bucho cozido). O aumento da umidade nas amostras processadas pode ser devido ao pré-tratamento de cozimento recebido.

Deve também ter sido em razão do cozimento que as amostras PP30 e A30 apresentaram redução dos teores de proteína. Este fato pode estar relacionado à uma possível perda de proteínas para o líquido do cozimento, conforme procedimento descrito no item 3.1 do Material e Métodos (Obtenção e Preparação das Amostras).

4.5 Avaliação da composição microbiológica

As contagens de bactérias nas amostras (Tab. 7) logo após o processo de cocção indicam que o produto estava em ótimas condições higiênico-sanitárias e, entretanto, depois de desidratadas, observa-se novamente contagens elevadas, indicando que ocorreu uma recontaminação e que esta pode ser devido aos utensílios ou equipamentos utilizados na etapa de secagem. Pode-se observar que, alguns dos parâmetros microbiológicos chegaram a suplantar as contagens do produto "in natura", como no caso das contagens de bactérias mesófilas aeróbias e coliformes totais e termotolerantes. Na legislação Brasileira, a Resolução RDC nº 12 (Ministério da Saúde, 2001) não apresenta padrões estabelecidos para as contagens bacterianas nesse tipo de produto, porém o limite microbiológico proposto pelo ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods - 1978) para alimentos desidratados (n=5) é de c=1, $m=10^4$ e $M=10^6$ em relação à contagem bactérias mesófilas aeróbias.

Tabela 7. Contagens bacterianas (Log UFC/g) em amostras de bucho bovino "in natura", amostras cozidas em panela de pressão (PP30) ou em autoclave (A30) por 30 minutos e das amostras reidratadas.

Parâmetros	Bucho "in natura"	PP30		A30	
		RP*	RI**	RP	RI
Bol. (log UFC/g)	4,13 [a] (0,59)	(-)	3,60 [a] (0,67)	(-)	3,09 [a] (1,18)
CT (log UFC/g)	5,07[a] (0,02)	(-)	5,01[b] (0,02)	(-)	4,07[c] (0,02)
CF (log UFC/g)	4,03 [a] (0,55)	(-)	4,22 [a] (0,39)	(-)	3,88 [a] (0,45)
PCA (log UFC/g)	5,64[b] (0,85)	(-)	7,15 [a] (0,12)	(-)	6,80 [a] (0,33)
Pesq. *Salmonella*	Aus. 25 g	Aus. 25 g	Aus. 25 g	Aus. 25 g	Aus. 25 g
Clost. (log UFC/g)	5,35 [a] (1,32)	(-)	2,94 [b] (1,01)	(-)	3,07 [b] (2,08)

a,b Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls ($p<0,05$).

* - recém-processado

** - reidratado

Bol. - Contagem de bolores e leveduras (Log UFC/g)

CT- NMP de coliformes totais

CF NMP de coliformes fecais (termotolerantes)

PCA- Contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis

Clost.- Contagem de clostridios sulfito redutores

Os resultados indicam que a manipulação, mesmo orientada na legislação vigente, conforme recomendam as boas práticas de elaboração na indústria de carne (Ministério da Saúde, 1997), não foi suficiente para garantir baixos níveis de contaminação. E que, a alta contaminação por microrganismos, que seriam inativados/destruídos pelo processo térmico (cozimento) utilizado ocorreu, provavelmente, devido à contaminação cruzada por utensílios e equipamentos (caixas, facas, tábuas, etc.) ou durante as etapas de manipulação, transporte e armazenamento das amostras dessecadas.

5. CONCLUSÕES

A produção de dobradinha desidratada por secagem com ar quente é viável tecnicamente, resultando em um produto similar, em relação às características físico-químicas, à dobradinha convencionalmente processada.

O produto dobradinha desidratada apresenta valores de maciez e de reidratação adequados a um produto comercial, indicando sua provável adequação para produção em escala industrial.

O rúmen e retículo bovino apresentam elevado valor nutricional com teores de proteína e gordura similares ao da carne bovina.

O cozimento realizado tanto em panela de pressão quanto em autoclave, ambos por 30 minutos, promoveu modificações na composição química do rúmen e retículo bovinos quando comparado ao produto cru, observando-se perdas de proteínas e ganho de umidade, sendo que a quantidade de lipídios e cinzas não foi alterada.

O rúmen e retículo bovino "in natura" apresentam elevadas contagens de microrganismos, que são parcial/totalmente destruídos pelo cozimento, porém a presença de nutrientes favorece recontaminações pós-processamento e indica a necessidade de um adequado acompanhamento das condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação nos estabelecimentos processadores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, J. M.; CHIRALT, A.; FITO, P. Food dehydration and product structure. *Food Science & Technology*, v.14, p.432-437, 2003.

BEUCHAT, L. R. Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Foods World*, v. 26, n.7, p. 345-349, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto n. 2.244. 04 jun. 1997. Altera dispositivos do Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, alterado pelos Decretos n. 1.255, de 25 de junho de 1962, n. 1.236, de 2 de setembro de 1994, e n. 1.812, de 8 de fevereiro de 1996. *Diário Oficial da União*, Brasília, 05 jun. 1997. Seção 1, p.11.555.

BRENNÂN, J. G. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos.* Zaragoza: Acribia, 1970. 422p.

CAMPBELL, R. E.; KENNEY, P. B. Edible By-products from the Production and Processing of Muscle Foods. In: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. *Muscle Foods:* Meat, Poultry and Seafood Technology. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 79-105.

CEI. Coordenadoria de Ensino do Interior. Diretoria de ensino da região de Mirante do Paranapanema. Dobradinha com feijão branco**.** <http://cei.edunet.sp.gov.br/paginas/cultura/culinaria_unidade.asp?receita=16>. Acessado em 15/03/2006.

CHANG, S. F.; HUANG, T. C. Control of the dehydration process in production of intermediate-moisture meat products: a review. *Advances in Food and Nutrition Research*, v.39, p.71-161, 1996.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos - Vol. II.* Zaragoza: Acribia, 1983. 333p.

CHUA, K. J.; CHOU, S. K. Low-cost drying methods for developing countries. *Food Science & Technology*, v.14, p.519-528, 2003.

DESROSIER, N. W. Principles of Food Preservation by Drying. In:_____. *The Technology of Food Preservation.* 4. ed. Westport: AVI, 1977. p.218-258.

DOYLE, M. P; BEUCHAT, L. R; MONTVILLE, T. J. *Food microbiology:* fundamentals and frontiers. Washington, DC: ASM Press, 1997. 768 p.

DITCHFIELD, C. *Estudos dos Métodos para a Medida da Atividade de Água.* 2000. 195f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

EVANGELISTA, J. *Tecnologia de Alimentos.* 2.ed. Rio de Janeiro- São Paulo-Belo Horizonte: Ed. Atheneu, 1994. 652p.

FENNEMA, O. R. *Química de los alimentos.* Zaragoza (Espanha): Ed. Acribia, 1993. 1095p.

FRANCO, B. D. G. M. *Microbiologia dos Alimentos.* São Paulo: Ed. Atheneu, 1996, 182p.

GORESLINE, H. E.; A Discussion of the Microbiology of Various Dehydrated Foods. In: SLANETZ, L. W.; CHICHESTER, C. O.; GAUFIN, A. R.; ORDAL, Z. J. *Microbiological Quality of Foods.* New York: Academic Press, 1963. p.179-192.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD. *Microrganisms in foods.* 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. University of Toronto Press, Toronto, Canadá, 1978. 213p.

JOHNSON, J. L. Pathogenic Microorganisms and Microbial Toxins Associated with Muscle Foods. In: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. *Muscle Foods:* Meat, Poultry and Seafood Technology. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 248-287.

LAWRIE, R.A. C*iencia de la carne.* Zaragoza (Espanha): Ed. Acribia, 1977. 456p.

LEISTNER, L. Shelf stable products and intermediate moisture foods based on meat. In: ROCKLAND, L. B.; BEUCHAT, L. R. *Water Activity:* Theory and Applications to Foods. New York: Dekker, 1987. p.295-327.

MADRUGA, M. S.; REZER, J. S.; MÉLO, H. M. G.; PEDROSA, N. A. Caracterização química e microbiológica de vísceras caprinas destinadas ao preparo de buchada e picado. *Revista Nacional da Carne*, n.316, Ano XXVII, p.36-45, 2003.

McKEITH, F. K., SAVELL, J. W., SMITH, G. C., DUTSON, T. R., CARPENTER, Z. L. Tenderness of major muscles from three breed-types of cattle at three different times-on feed. *Meat Science*, v.13, p.151-166, 1985.

MILLER, R. K. Quality Characteristcs. In: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. *Muscle Foods:* Meat, Poultry and Seafood Technology. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 296-332.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa n. 20 de 21 jul. 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura, em conformidade ao anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados no Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal. *Diário Oficial da União,* Brasília, 27 jul. 1999. Seção 1.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa n. 22 de 31 jul. 2000. Aprovar 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 Calabres, de Salame tipo Friolano, de Salame tipo

Napolitano, de Salame tipo Hamburgues, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Linguiça Colonial e Pepperoni. *Diário Oficial da União,* Brasília, 03 ago. 2000. Seção 1, p.15.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Instrução Normativa n. 62 de 26 ago. 2003. Oficializa os Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e Água, constituindo-se em Métodos Microbiológicos. *Diário Oficial da União,* Brasília, 18 set. 2003. Seção 1, p.14.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria n. 326 de 30 jul. 1997. Regulamento Técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 01 ago. 1997. Seção 1, pt.1.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12 de 02 jan. 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. *Diário Oficial da União,* Brasília, 10 jan. 2001.

MOLLER, A. J. Analysis of Warner-Bratzler shear pattern with regard to myofibrillar and connective tissue components of tenderness. *Meat Science*, v.5, p.247-260, 1981.

OTON. Culinária. Receitas - Dobradinha com Feijão Branco. <http://www.oton.com.br/receitas/dobradinha_com_feijao_branco.shtml>. Acessado em 15/03/2006.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne - Vol. I.* 1.ed. Goiânia: Editora da UFG, 1996a.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne - Vol. II.* 1.ed. Goiânia: Editora da UFG, 1996b. 1110p.

PENA, R. S.; RIBEIRO, C. C.; GRANDI, J. G. Aplicação de modelos matemáticos bi e tri-paramétricos na predição de isotermas de adsorção de umidade do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, n.1, vol.20, p.08-11, 2000.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. C*iência de la carne y de los productos cárnicos.* Zaragoza (Espanha): Ed. Acribia, 1976. 668p.

SALAMAN, R. N. The biology of the potato, with especial reference to its use as a wartime food. *Chem. Ind.*, v.59, p.735-737, 1940.

SAMPAIO, I. B. M. Estatística Aplicada à Experimentação Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 221p.

SHIN, H. K.; LEISTNER, L. *Mikrobiologische Stabilität traditioneller IM – Meats, importiert aus Afrika und Asien.* Jahresber, Bundesanst, Fleischforsch, Kulmbach, C21, Germany, 1983.

SULZBACHER, W. L. Meat Dehydration. In: VAN ARSDEL, W. B.; COPLEY, M. J.; MORGAN, A. *Food Dehydration:* Vol. II: Practices and Applications. 2ª ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1973. p. 246 – 265.

URBAIN, W. M.; CAMPBELL, J.F. La conservación de la carne. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1994. p. 337-375.

VAN ARSDEL, W. B. *Food Dehydration:* Vol. I – Principles. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1963. 185 p.

VAN ARSDEL, W. B.; COPLEY, M. J.; MORGAN, A. *Food Dehydration:* Vol. I: Drying Methods and Phenomena. 2ª ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1973. 347p.

VEGA-MERCADO, H., GÓNGORA-NIETO, M. M., BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Advances in dehydration of foods.

Journal of Food Engineering, v.49, p.271-289, 2001.

WEBB TECH. Water analyser series. Version 97.4 . Ed. Theodore P. Labuza. Webb Tech Pty. Ltd. Australia. 2000.