



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

**Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da
qualidade da carne de sol**

Mirelle Costa Pignata¹, Pablo Teixeira Viana², Lara Covre¹, Michelle Costa Pignata³, Ellen Cristina Quirino Lacerda⁴, José Luíz Rech⁵

¹Engenheira de Alimentos, Itapetinga-BA, e-mail:mirellepignata@hotmail.com;

²Pós-Graduação em Zootecnia, UESB, Itapetinga-BA;

³Graduanda em Engenharia de Alimentos, UESB, Itapetinga-BA;

⁴Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, UESB, Itapetinga-BA;

⁵Departamento de Tecnologia Rural e Animal - DTRA/UESB, Itapetinga-BA.

Resumo

A produção de carne bovina nos últimos anos apresenta um alto crescimento nas exportações, esse comportamento está associado tanto à oscilação dos preços internos, em decorrência da valorização do produto no mercado internacional, quanto à estagnação do poder aquisitivo da população. A secagem de produtos cárneos é uma técnica universal que a muito tempo vem sendo utilizada no Brasil. A carne de sol é um produto tradicional bastante apreciado e consumido pela população nordestina, sendo considerado um alimento com alto valor calórico-protéico e com características sensoriais próprias. A conservação da carne de sol está diretamente relacionada com as condições gerais de processamento que muitas vezes ocorre em condições higiênico-sanitárias inadequadas, constituindo-se uma importante fonte de

contaminação e proliferação de doenças de origem alimentar. O cloreto de sódio é largamente utilizado no processamento industrial ou caseiro da carne, seja como condimento ou como agente conservante. A carne de sol é muita confundida com o charque. Ambas são consideradas as carnes salgadas típicas nacionais e que diferem quanto ao processamento, o tipo de matéria-prima utilizada, a composição química e por fim a vida de prateleira. A comercialização e distribuição da carne de sol são feitas, em feiras livres, mercados municipais, armazéns, supermercados e açougues. Sendo, portanto, elaborado em condições inadequadas no que se refere aos aspectos higiênico-sanitário. A carne é um substrato de excelência para o desenvolvimento microbiano, devido essencialmente á sua elevada atividade de água e aos seus componentes de baixo peso molecular. O domínio da temperatura, do pH e da atividade de água são ferramentas importantes no controle da deterioração microbiana dos alimentos. O baixo teor de sal utilizado pode ser considerado como um fator determinante para as altas contagens de microrganismos encontradas em produtos cárneo salgados. A atividade de água indica a quantidade de água disponível que irá facilitar o movimento molecular para que ocorram as transformações ou para o crescimento das células microbianas. A avaliação da atividade de água permite que se conheça além do conteúdo total de água existente no alimento. A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas. Na indústria de alimentos, a manipulação de carnes com baixa capacidade de retenção de água, geralmente causa grandes perdas quantitativas e qualitativas da carne, tornando-as indesejáveis para comercialização. Objetivou-se com a realização desta revisão esclarecer a importância da avaliação físico-química e microbiológica da carne de sol para melhor conservação e vida de prateleira, comercialização e consumo humano.

Palavras-chave: atividade de água, carne bovina, qualidade das carnes, microbiologia das carnes

Abstract

The beef production in recent years has a high growth in exports, this behavior is associated with both the oscillation of prices, due to the appreciation of the product in the international market, as the stagnation of the purchasing power of the population. The drying of meat products is a universal technique that has long been used in Brazil. The dried meat is a traditional product highly appreciated and consumed by the population in the Northeast and is considered a food with high calorie-protein and sensory characteristics of their own. The conservation of dried meat is directly related to the general conditions of processing that often occurs in inadequate hygienic and sanitary conditions, constituting an important source of contamination and spread of foodborne diseases. Sodium chloride is widely used in industrial processing of meat or homemade, either as a condiment or as a preservative. The dried meat is very confused with beef jerky. Both are considered the typical national and salted meat that differ in processing, the type of feedstock used, the chemical composition and finally the shelf life. The marketing and distribution of meat from the sun are made in street markets, municipal markets, warehouses, supermarkets and butcher shops. Being thus prepared in inadequate conditions with regard to hygienic aspects. Meat is an excellent substrate for microbial growth, mainly due to its high water activity and its low molecular weight components. The field of temperature, pH and water activity are important tools in the control of microbial deterioration of foods. The low salt used can be considered as a factor for the high counts of microorganisms found in salted meat products. The water activity indicates the amount of water available that will facilitate the molecular motion to occur and the changes to the growth of microbial cells. The evaluation of water activity that provides an insight beyond the total content of water in food. The water holding capacity (WHC) is defined as the ability of meat to retain its moisture or water during the application of external forces, such as cutting, heating, grinding, pressing and / or centrifugation. In the food industry, the handling of meat with low water holding capacity, usually causes major losses quantitative

and qualitative meat, making them undesirable for marketing. The objective of carrying out this review to clarify the importance of physico-chemical and microbiological analysis of meat from the sun for better preservation and shelf life, marketing and human consumption.

Keywords: beef, meat quality, meat microbiology, water activity

Introdução

O Brasil vem se destacando ao longo dos últimos anos, na posição de segundo maior produtor mundial de carne bovina, assumindo, desde 2004, a posição de maior exportador do produto. Em dados divulgados pelo Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC, 2007), a produção de carne bovina nos últimos anos apresenta um alto crescimento nas exportações, passando de 370 mil toneladas equivalente carcaça em 1998, para 2,1 mil toneladas equivalente carcaça em 2006. Após ter atingido um consumo per capita de 35,9 kg em 2006, houve um recuo de 10% no ano de 2008, apresentando um crescimento pouco acentuado (ANUALPEC, 2008).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (MAPA, 2007) esse comportamento está associado tanto à oscilação dos preços internos, em decorrência da valorização do produto no mercado internacional, quanto à estagnação do poder aquisitivo da população. Contudo, o Brasil ainda continua sendo um dos países com maior consumo per capita de carne bovina do mundo.

A secagem de produtos cárneos é uma técnica universal que a muito tempo vem sendo utilizada no Brasil. O Nordeste brasileiro, em função do clima quente e da disponibilidade de sal marinho, apresenta condições favoráveis para à desidratação de alimentos que surgiu, provavelmente, como uma alternativa na preservação de excedente da carne bovina devido as dificuldades encontradas para a sua conservação e do baixo nível econômico da população. Trata-se de um produto tradicional bastante apreciado e consumido pela população nordestina, sendo considerado um alimento com alto valor calórico-protéico e com características sensoriais próprias (Nóbrega,

1982). Segundo Shimokomaki et al. (1987), a utilização desta prática acabou popularizando a carne de sol ou carne de vento, que continua sendo produzida em condições higiênico-sanitárias inadequadas, resultando num produto com vida de prateleira relativamente curta, deteriorando-se entre 3 e 5 dias quando não embalada.

Embora a carne de sol seja processada em toda a região nordestina, observa-se que cada estado apresenta sua própria tecnologia, resultando em produtos com características diferenciadas em relação ao sabor, cor, quantidade de sal e tempo de conservação (Nóbrega, 1982). Por se tratar de um produto artesanal, faz-se necessário algumas inovações tecnológicas, caso este passe a ser produzido em escala industrial, mesmo que em pequenos volumes. Deve-se, portanto, ser avaliado o controle de microrganismos e as alterações químicas que podem ocorrer durante a estocagem desse tipo de produto (ALVES, 2008).

A conservação da carne de sol está diretamente relacionada com as condições gerais de processamento que muitas vezes ocorre em condições higiênico-sanitárias inadequadas, constituindo-se uma importante fonte de contaminação e proliferação de doenças de origem alimentar. Por conseguinte, é de grande importância saber a origem da carne comercializada, a forma de armazenamento e refrigeração, bem como as condições em que os animais foram abatidos, pois quando se tem qualidade comprovada a carne pode ser parte de uma dieta saudável.

Objetivou-se com a realização desta revisão esclarecer a importância da avaliação físico-química e microbiológica da carne de sol para melhor conservação e vida de prateleira, comercialização e consumo humano.

A carne bovina

A carne bovina é classificada como carne vermelha apresentando grande importância nutricional, pois fornece os principais nutrientes necessários para dietas (proteína, lipídeos). Neste contexto, a carne de açougue são as massas musculares maturadas e demais tecidos que as acompanham, incluindo ou não

a base óssea correspondente, procedentes de animais abatidos sob inspeção veterinária (EMBRAPA, 1999).

O consumo de produtos de origem animal não é recente. Evidências arqueológicas indicam que, há mais de dois milhões de anos esses produtos já se constituíam em importante componente da dieta humana. Com a emergência do homem moderno, cerca de 40 a 50 mil anos atrás, houve um aumento da caça e os produtos de origem animal chegaram a representar 80% da energia da dieta. Com a introdução da agricultura, nos últimos 10 mil anos, a participação desses produtos na alimentação humana foi reduzida para 50% da energia consumida (VALLE, 2000).

Os produtos de origem animal apresentam todas as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e as hidrossolúveis do complexo B. O mérito da carne bovina, como fonte de vitaminas, é a alta concentração e disponibilidade de vitaminas do complexo B, em especial a B12 (EMBRAPA, 2000).

Em termos estatísticos, a carne bovina é o tipo de proteína de origem animal mais consumido no Brasil, porém seu espaço tem sido gradualmente perdido para alimentos como as carnes de frango e suína. A carne bovina faz parte da cultura brasileira, e seu consumo também é consequência da capacidade e habilidade produtiva do país, que dispõe de enormes áreas para uma pecuária baseada em alimentação (FERRAZ, 2001; MACHADO 2001).

Cloreto de sódio (NaCl)

O cloreto de sódio é largamente utilizado no processamento industrial ou caseiro da carne, seja como condimento (palatabilizante) ou como agente conservante. Dependendo da concentração salina e da temperatura, a adição de sal à carne faz com que essa ganhe ou perca água. Quanto maior a concentração de sal, maior será a perda. Uma importante função do sal na indústria de produtos cárneos é a extração das proteínas miofibrilares. A extração e a solubilização dessas proteínas musculares contribuem para a emulsificação das gorduras e para aumentar sua capacidade de retenção de

água, reduzindo as perdas de peso ao cozimento, contribuindo para melhorar a qualidade do produto (SAÑUDO et al., 1998).

A adição de sal aumenta a força iônica, melhorando a solubilidade e conseqüentemente à funcionalidade das proteínas miofibrilares. Quando a força iônica ou a concentração salina for baixa, a solubilidade das proteínas tende a aumentar, fenômeno conhecido como "salting in", porém à medida que se eleva a concentração salina, além de certos limites, as proteínas tendem a se insolubilizar e precipitar "salting out". Os íons salinos passam a competir pela água com as moléculas de proteína, destruindo a sua capa de hidratação e permitindo que as moléculas de proteína se atraiam mutuamente liberando água (SGARBIERE, 1998).

O tipo ou a granulometria do sal é importante, pois quanto menor o cristal salino, isto é, quanto mais fino o sal, mais facilmente este produto se difundirá nos tecidos e, conseqüentemente, mais eficiente será a salga (Pardi, 2001). Além disso, o sal atua como agente preservador da carne, já que o mesmo proporciona ao produto uma maior resistência ao ataque de diversos microrganismos deterioradores, e ao mesmo tempo mantém quase todas as suas propriedades nutritivas (NÓBREGA, 1982).

Em um estudo realizado por Ambiel (2004), verificou-se que houve uma redução do teor de cloreto em relação à quantidade de sal adicionado no início da salga. Segundo a autora, no processo de salga seca a concentração salina na superfície das peças da carne no início da salga é mais alta, fazendo com que ocorra a liberação de água. Conforme ocorre a difusão do sal a concentração salina na superfície vai diminuindo. O baixo teor de cloreto pode está relacionado também com a elevada umidade do produto, já que esta influencia diretamente na concentração de sal.

O teor de sal da carne de sol produzida com quantidades de sal adequada ao paladar humano não pode ser utilizado para inibir o crescimento de microrganismos neste produto (Vasconcelos, 1986). Uma vez que, a maioria dos microrganismos, tanto os patogênicos como os deterioradores são capazes de se desenvolver em substratos com teores de sal inferiores a 10%,

principalmente quando este substrato contém atividade de água adequada para seu desenvolvimento (SILLIKER, 1980).

Carne de sol

A carne bovina curada corresponde a 25% da produção de carnes originadas de estabelecimentos sob inspeção federal no Brasil, sendo o charque o principal produto cárneo industrializado (Pardi et al., 2001). De acordo com Nóbrega (1982) e Silva (1991), a estatística apresentada não discrimina a produção de carne de sol, cujo produto é amplamente consumido na região Nordeste, curada exclusivamente pela adição relativamente baixa de sal, com concentração média de 5% podendo variar entre 2,9 e 11,9%. Segundo Costa e Silva (2001), a variação desses valores resulta na falta de padronização do seu processamento, que consiste no empilhamento das mantas por algumas horas com a utilização de salga seca e desidratação, podendo ou não ser expostas ao sol, obtendo como resultado, um produto parcialmente desidratado com características sensoriais peculiares.

O produto obtido a partir da salga da carne apresenta características semelhantes à carne fresca, que dura de 72 a 96 horas em temperatura ambiente. A sua vida comercial relativamente curta é decorrente da baixa concentração de sal, maior umidade e elevada atividade de água (SHIMOKOMAKI et al., 1987).

A carne de sol é muita confundida com o charque. Ambas são consideradas as carnes salgadas típicas nacionais e que diferem quanto ao processamento, o tipo de matéria-prima utilizada, a composição química e por fim a vida de prateleira (Ambiel, 2004). Encontra-se na Tabela 1, as principais diferenças tecnológicas da carne de sol e charque após determinação das características físico-químicas de cada produto (SHIMOKOMAKI & LIRA, 1998). De acordo com Vasconcelos (1986), para a fabricação da carne de sol há preferência pela carne de animais mais gordos, porque, além de conferir um melhor rendimento, proporciona à carne uma coloração vermelha mais intensa, e conseqüentemente, melhor aceitação comercial.

Tabela 1. Diferenças tecnológicas entre a carne de sol e o charque

CARACTERÍSTICAS	CARNE DE SOL	CHARQUE
Teor de sal	5 a 6%	15 a 20%
Umidade	64 a 70%	45 a 50%
Atividade de água	0,92	0,70 a 0,80
Embalagem	Ausente	Ausente
Aditivos	Ausente	Ausente
Tipo de músculo	Patinho, coxão mole, coxão duro e alcatra	Ponta de agulha, acém e pescoço
Processamento	Típico regional	Industrial
Vida de Prateleira	3 a 4 dias (21 a 31°C) e 8 dias (5°C)	4 meses (21 a 31°C)

Fonte: SHIMOKOMAKI & LIRA, 1998.

O charque é um produto que adquiriu ao longo dos anos um processo de fabricação industrial. Este apresenta uma vida de prateleira relativamente longa, aproximadamente 6 meses, sem refrigeração e embalado a vácuo. Apresenta atividade de água intermediária ($a_w = 0,75$), por ter concentração de sal em torno de 15% e sofrendo uma dessecação maior que a carne de sol (AMBIEL, 2004).

Segundo Azevedo e Morais (2005), a comercialização e distribuição da carne de sol são feitas, em feiras livres, mercados municipais, armazéns, supermercados e açougues. Normalmente, o produto é exposto pendurado nos balcões ou disposto em bandejas. Trata-se de um alimento regional que não é produzido em escala industrial e não sofre ação da inspeção sanitária. Sendo, portanto, elaborado em condições inadequadas no que se refere aos aspectos higiênico-sanitário, já que o mesmo não segue os critérios das boas práticas de fabricação (BPF). Felício (2002), no entanto, afirma que a carne de sol apresenta potencial para ser fabricada em escala industrial, sendo capaz de atrair os consumidores que buscam diversidade de opções de alimentos de

preparo rápido, desde que a mesma seja preparada com matéria-prima inspecionada.

Não há uma legislação que defina um padrão físico-químico ou microbiológico de identidade e qualidade da carne de sol ou que lhe atribua um memorial descritivo para a sua elaboração. Não há, também, qualquer artigo que forneça um conceito caracterizando-a de maneira legal no Regulamento Industrial de Inspeção de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 1952). A preparação deste produto segue, portanto, conceitos e normas típicas regionais (AZEVEDO e MORAIS, 2005).

Qualidade das carnes

A qualidade da carne é influenciada diretamente pelo estresse sofrido pelo animal durante a fase *ante mortem*. Após o abate vários cuidados devem ser tomados, pois qualquer dano na qualidade da carne é irreversível. Contaminações por agentes de ordem física ou química, mas principalmente àqueles de origem biológica, durante o abate, resfriamento da carcaça, processamento, transporte e comercialização, devem ser evitados ao máximo (Venturini et al., 2007). Segundo Pereira (2006), animais em estresse apresentam aumento da temperatura corporal, glicólise rápida (queda do pH), rápida desnaturação protéica e um rápido estabelecimento do *rigor mortis*. A combinação desses fatores altera a conversão normal do músculo em carne, proporcionando uma carne mais dura e escura.

A busca por uma melhor conservação e manutenção das características sensoriais e nutricionais dos alimentos é uma necessidade da sociedade. Atualmente, existem diversos métodos que ajudam a conservar e aumentar a vida comercial dos alimentos como, a irradiação, campos elétricos pulsados, alta pressão hidrostática, uso de cloreto de sódio e a desidratação, visando eliminar e/ou controlar o desenvolvimento de microrganismos e reações químicas indesejáveis. Alguns apresentam exigências quanto ao ambiente (refrigeração e/ou congelamento) ou tratamentos de estabilização, que provocam alterações na qualidade nutricional e sensorial do produto (Ambiel,

2004). Dos diversos procedimentos empregados para atingir a sua conservação, a refrigeração constitui um dos principais métodos, aumentando a vida de prateleira da carne, entretanto, sem provocar modificações no produto (FRAZIER e WESTHOFF, 1993; LEITÃO, 1988).

Para compreender o processo de um programa de qualidade dentro da cadeia produtiva da carne bovina, deve-se considerar que o maior desafio encontra-se na produção com eficiência, viabilidade econômica e garantia de qualidade. Na indústria de transformação o rendimento é fundamental, pois isto cria, muitas vezes, um ambiente de risco em relação à manutenção da qualidade e à idoneidade do produto. Para o distribuidor, o importante é saber durante quanto tempo a carcaça e/ou a carne se manterá própria para o consumo. Finalmente, o consumidor possui um conceito de qualidade que abrange aspectos variados como conteúdo nutricional, qualidade higiênica e sanitária, qualidades sensoriais e qualidade do serviço e apresentação do produto (FERRAZ e MACHADO, 2001).

A preocupação com os aspectos relacionados à saúde e bem estar das pessoas, também tem aumentado consideravelmente. No caso específico das carnes, essa demanda acontece tanto pelos atributos intrínsecos de qualidade como, maciez, sabor, quantidade de gordura, como também, pelas características de ordem ou natureza voltadas para as formas de produção, processamento, comercialização, dentre outros (LUCHIARI FILHO, 2006).

Microbiologia das carnes

A importância das bactérias em relação à carne reside principalmente no fato de que elas estão intimamente ligadas ao processo de deterioração, infecção e intoxicação alimentar (ROÇA, 2007).

A microbiota do animal vivo é composta basicamente por bactérias Gram-positivas mesófilas, como *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Corynebacter* e outros. Na pele e vias respiratórias encontra-se normalmente o *Staphylococcus aureus*, agente de intoxicação alimentar. No trato intestinal, predominam bactérias anaeróbias estritas e facultativas, como as

enterobactérias e também muitas bactérias anaeróbias estritas esporuladas, especialmente bactérias do gênero *Clostridium* (PORTO, 2006).

Segundo Veloso (2000), a carne é um substrato de excelência para o desenvolvimento microbiano, devido essencialmente á sua elevada atividade de água (a_w 0,99) e aos seus componentes de baixo peso molecular (hidratos de carbono, lactatos e aminoácidos). De acordo com Carvalho Jr. (2002), o domínio da temperatura, do pH e da atividade de água são ferramentas importantes no controle da deterioração microbiana dos alimentos.

A carne oferece boas condições para o crescimento bacteriano. Esta possui alta umidade (75%), alto teor de proteínas e teor variável de lipídeos. O carboidrato constitui um fator limitante ao crescimento de microrganismos, onde a maioria das bactérias deterioradoras é proteolítica. O músculo possui cerca de 1,1% de glicogênio e 1% de glicose, porém no processo de *rigor mortis* o metabolismo muscular consome os carboidratos produzindo ácido láctico. Após a transformação do músculo em carne, este apresenta cerca de 1,1% de ácido láctico. O pH do músculo é 7 podendo cair para 5,6-6,2 após o *rigor mortis*, dificultando assim o crescimento bacteriano (PORTO, 2006).

A carne está exposta a contaminações em todas as fases, particularmente nas operações de maior manipulação e sempre que não são tomados cuidados especiais com o condicionamento da atmosfera em volta dela (Pardi et al., 2001). Durante o processo de abate dos animais, as carcaças e vísceras podem ser contaminadas por uma grande variedade de bactérias, tanto patogênicas como deterioradoras. É praticamente impossível controlar de forma eficaz a presença de todos os microrganismos na carne. O controle microbiano deve ser feito, portanto, sobre os microrganismos indicadores da possível presença de patógenos (VELOSO, 2000).

A carne, quando não resfriada, deteriora rapidamente. Isto ocorre em função da presença de microrganismos mesófilos que se desenvolvem principalmente a temperatura ambiente, favorecendo a proliferação de membros da família *Enterobacteriace*. Dentro dessa família encontram-se o grupo dos coliformes que são enterobactérias caracterizadas pela capacidade

de fermentar a lactose com produção gás e crescer na presença de sais biliares. O grupo coliforme inclui muitos gêneros como *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia* e outros. Além de serem deterioradores, este tipo de microrganismo é utilizado como indicador higiênico-sanitário da carne. Estas bactérias possuem ampla disseminação, vivendo tanto no ambiente quanto no interior do intestino animal (PORTO, 2006).

O alimento contaminado necessita ficar algumas horas em temperatura ambiente para que ocorra a reprodução do *Staphylococcus aureus* e, conseqüente, produção da toxina. As falhas podem ser decorrentes da falta de aplicação dos procedimentos padrão de higiene operacional (PPHO) e procedimento operacional padrão (POP). A toxina formada não é destruída pelo cozimento e uma vez formada no alimento, pode causar intoxicação mesmo após o processamento, embora o microrganismo seja destruído (Baird-Parker, 1990). Esse tipo de microrganismo é considerado o segundo maior patógeno causador de intoxicação alimentar, perdendo apenas para a *Salmonella spp* (LARA et al., 2003).

Embora algumas fontes de contaminação sejam removidas quando as carcaças deixam a sala de matança, a contaminação pelo contato com as superfícies não higienizadas, pelos manipuladores e microrganismos aeróbios irá permanecer como uma possibilidade em todas as operações durante a história subsequente da carne, como o resfriamento, congelamento, processamento, corte, embalagem, transporte, venda e manuseio das carnes nos estabelecimentos comerciais (LAWRIE, 2005).

Os microrganismos desempenham papel importante na deterioração de produtos cárneo salgados, além de serem fundamentais para o desenvolvimento das propriedades sensoriais que lhes são características. De modo geral, grandes quantidades de microrganismos estão presentes nesses alimentos, em decorrência das condições higiênico-sanitárias bastante deficientes durante a produção e armazenamento desse produto e do alto teor de contaminação das matérias-primas utilizadas (SHIMOKOMAKI et al., 1987).

O baixo teor de sal utilizado pode ser considerado como um fator determinante para as altas contagens de microrganismos encontradas em produtos cárneo salgados, uma vez que este é suficiente apenas para reduzir a atividade de água (a_w) para valores próximos a 0,96, capazes de inibir o crescimento de *Pseudomonas*, mas oferecendo condições favoráveis para o desenvolvimento de bactérias Gram-positivas, como as pertencentes ao gênero *Staphylococcus* (Silva, 1991). Segundo Carvalho Jr. (2002), a redução mais rápida de pH das carnes processadas a quente e a redução de sua a_w superficial, decorrente da liberação de água e incorporação de sal durante a salga, são os principais obstáculos à multiplicação microbiana.

Atividade de água

A atividade de água (a_w) de um alimento é a medida mais acurada para se determinar à possibilidade do crescimento microbiano, que pode ser reduzida tanto pela desidratação como pela adição de solutos (Mbugua, 1994). A a_w é, portanto, a razão da pressão parcial do vapor de água no alimento e da água pura à mesma temperatura e pressão total, e varia de 0 a 1, onde 1 é o valor para a água pura, isenta de sais (SOUSA, 2006).

A atividade de água indica a quantidade de água disponível que irá facilitar o movimento molecular para que ocorram as transformações ou para o crescimento das células microbianas (Jardim, 1997). Controlar a água presente nos alimentos é uma das técnicas mais antigas para a preservação desses, e o uso mais importante da a_w tem sido para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (PRIOR, 1979).

A avaliação da atividade de água permite que se conheça além do conteúdo total de água existente no alimento, a classe e a quantidade de substâncias nela dissolvidas (eletrólitos, açúcares, nitrogenados solúveis), bem como a forma pela qual ela se encontra estruturalmente ligada no alimento (PARDI et al., 2001).

Tabela 2. Valores de atividade de água obtidos para matéria-prima e produtos dos sete tratamentos.

			Atividade de água (%)
Matéria-prima			0,992
Tratamentos			
	NaCl (%)	NaL (%)	
1	2,0	1,2	0,974
2	2,0	2,4	0,967
3	4,0	1,2	0,960
4	4,0	2,4	0,958
5	3,0	1,8	0,966
6	3,0	1,8	0,965
7	3,0	1,8	0,966

Fonte: AMBIEL, 2004.

Segundo Ambiel (2004), os fatores determinantes da atividade de água na carne de sol são os teores de sal e umidade. O efeito bactericida ou bacteriostático do NaCl depende da sua concentração, pois o efeito inibitório é decorrente da concentração salina na fase aquosa. O efeito preservativo deste deve-se exclusivamente à sua capacidade de funcionar como agente desidratante e a sua propriedade de reduzir pressão de vapor das soluções em que estiver presente. Ao interagir com as moléculas de água presentes no alimento, torna-as indisponíveis à utilização pelos microrganismos atuando assim, como agente redutor da atividade de água. Em um estudo realizado pela autora, verificou-se que houve uma redução nos valores de atividade de água após o processamento da carne-de-sol. Essa redução é proveniente da adição dos ingredientes lactato (NaL) e cloreto de sódio (NaCl), da etapa de salga e da perda de água na etapa de dessecação da carne-de-sol.

Perdas de Água

Sendo a água o meio universal das reações biológicas, sua presença afeta diretamente as reações que ocorrem na carne durante o armazenamento e processamento (SÁ, 2004). A perda de água na carne está intimamente relacionada com a capacidade desta em reter líquidos em sua estrutura morfológica (ALVES, 2008).

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, tais como cortes, aquecimento, trituração, prensagem e/ou centrifugação (Souza, 2006). Trata-se de uma importante propriedade em termos de qualidade, pois traduz a sensação de suculência para o consumidor no momento da mastigação. A menor capacidade de retenção de água da carne implica em perdas do valor nutritivo (proteínas solúveis, vitaminas e minerais) através do exsudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (DABÉS, 2001).

Segundo Roça (2007), a capacidade de retenção de água é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização. A qualidade da carne durante estocagem é afetada pela capacidade de retenção de água. Quando as propriedades de retenção de água do tecido muscular são pobres, a perda de umidade e, conseqüentemente, a perda de peso durante a estocagem serão grandes (Aberle et al., 2001). Isto ocorre geralmente nas superfícies musculares da carcaça exposta à atmosfera durante a estocagem. Uma vez realizado os cortes para a venda, existe uma maior oportunidade de perda de água em consequência do aumento de superfície muscular exposta à atmosfera. Portanto, os cortes para a venda devem ser acondicionados em materiais com um coeficiente de transmissão de vapor baixo (ROÇA, 2007).

Na indústria de alimentos, a manipulação de carnes com baixa capacidade de retenção de água, geralmente causa grandes perdas quantitativas e qualitativas da carne, tornando-as indesejáveis para

comercialização. A exsudação de fluidos proveniente da carne gera uma preocupação comercial, pois está relacionada com perdas econômicas (MESQUITA FILHO, 2007).

O aumento da CRA pode ser acompanhado pela adição de cloreto de sódio (NaCl) acima do ponto isoelétrico protéico (PI) em sistemas cárneos. No entanto, mudanças no conteúdo de água e no músculo podem influenciar importantes atributos de qualidade como textura, aparência e estabilidade na estocagem (Lakshmsnsn et al., 2007). Especificamente, a distribuição celular, o estado de ligação e a mobilidade da água são mais importantes que o total de água contido na determinação da qualidade e estabilidade do alimento (RUAN & CHEN, 1998).

Vários fatores podem agir sobre a CRA da carne por afetar as proteínas miofibrilares, entre os quais, o mais comum é o pH. Variações no pH influenciam a capacidade de retenção de água, devido ao fato de que, quando próximo do ponto isoelétrico, os balanços de cargas positivas e negativas podem se igualar, neutralizando as cargas das proteínas e impedindo a ligação com a água. O pH baixo faz com que ocorra uma redução da capacidade de retenção de água (Pires et al., 2002). A glicólise pós-morte lenta (degradação do ATP), o resfriamento rápido da carcaça antes da instalação do *rigor mortis* e a armazenagem a temperaturas próximas de 0°C também afetam a capacidade de retenção de água (PARDI, 2001).

A perda de água tem origem na variação do volume das miofibrilas induzidas pela queda do pH no *pré-rigor mortis* e pela ligação dos filamentos de miosina e actina em rigor quando do encolhimento das miofibrilas devido a queda do pH. A desnaturação das proteínas pode contribuir para redução da CRA, particularmente quando ocorre uma rápida queda do pH no *pré-rigor mortis*. Os fluídos assim são expelidos e acumulados entre os feixes de fibras. Quando o músculo é cortado, estes fluídos são drenados para a superfície pela ação da gravidade, formando um líquido viscoso e a ação da capilaridade não o retém (VARGAS JR., 2002).

A exsudação do gotejamento, depende da quantidade de fluido liberado de sua associação com as proteínas musculares através do encolhimento da rede de ligações dos filamentos finos e grossos, por meio dos quais, a água mantida por capilaridade será reduzida e, conseqüentemente liberada em uma magnitude que permita ao fluido entrar em contato com o exterior (LAWRIE, 2005).

Segundo Vargas Jr. (2002), os métodos mais usados para mensurar a perda por gotejamento preocupam-se em conservar a integridade do músculo amostrado, pegando em uma posição que evite forças externas, a não ser a da gravidade. A orientação das fibras com respeito ao corte é importante e deve ser considerado. A evaporação superficial deve ser prevenida e o método de sustentação da carne deve minimizar a tensão ou compressão. Amostras padrões de carne devem seguir o descrito: tipo de músculo retirado da amostra no sentido de orientação da fibra muscular, a área de superfície em relação ao peso, tempo *pós-mortem*, temperatura e pH.

Considerações Finais

Para que a carne de sol seja produzida em grande escala industrial, a mesma deve ser elaborada com matéria-prima de qualidade. De forma a garantir a segurança alimentar de quem a consome.

Altas contagens de microrganismos patogênicos podem ser encontradas em produtos cárneos salgados, caso seja utilizado uma baixa concentração de cloreto de sódio. Elevados teores de sal proporciona ao alimento uma redução da sua atividade de água proporcionando, portanto, uma maior vida de prateleira.

Alimentos com baixa capacidade de retenção de água perdem umidade e peso no momento da estocagem e armazenamento, tornando-os indesejável para a comercialização. A CRA está diretamente relacionada com a qualidade e uma menor perda desta implica no carreamento de nutrientes como vitaminas e sais minerais.

PIGNATA, M.C. et al. Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da qualidade da carne de sol. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 40, Ed. 145, Art. 979, 2010.

Literatura Citada

ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W.; **Principles of meat science**. 4 ed. Kendall/Hunt, Iowa, p. 354, 2001.

ALVES, L. L. **Avaliação físico-química e microbiológica da carne soleada do Pantanal**. 2008. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2008.

AMBIEL, C. **Efeito das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na conservação de um sucedâneo da carne-de-sol**. 2004. 101f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

ANUALPEC 2007 – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP/Agra FNP Pesquisas Ltda, 2007.

ANUALPEC 2008 – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP/Agra FNP Pesquisa Ltda, 2008.

AZEVEDO, A. R. P.; MORAIS, T. V. M. A tecnologia da produção da carne de sol e suas implicações nos aspectos higiênico-sanitários. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 336, p. 36-50, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952.

CARVALHO JÚNIOR, B. C. Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto semelhante à carne-de-sol. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., Campinas. **Anais...** Campinas, p. 251-268, 2002.

COSTA, E. L.; SILVA, J. A. **Avaliação microbiológica da carne de sol elaborada com baixos teores de cloreto de sódio**. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2009.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **CURSO CONHECENDO A CARNE QUE VOCÊ CONSOME**, 1. Campo Grande. **Qualidade da carne bovina**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 25p. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC077.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2000. **Carne bovina: Alimento nobre indispensável**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD41.html>>. Acesso em: 29 ago. 2010.

FELÍCIO, P. E. Carne de sol: uma revisão. **Revista ABCZ**, v.2, n.8, p.158, 2002.

FERRAZ, E.; MACHADO, F. M. 2001. **Alimentos em questão**. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/carne&leite1.htm>> Acesso em: 07 jul. 2009.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993.

JARDIM, D. C. P., Atividade de água em alimentos- Considerações técnicas e práticas. **ITAL-FRUTHOTEC**, 1997.

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, J. A.; PIGGOTT, J. R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **Lebensmittel - Wissenschaft und - Technologie**, v. 40, p. 544 -551, 2007.

PIGNATA, M.C. et al. Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da qualidade da carne de sol. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 40, Ed. 145, Art. 979, 2010.

LARA, J. A. F.; OLIVEIRA, M. R. C. T.; DUTRA, I. S.; PINTO, M. F. SHIMOKOMAKI, M. Evolution of survival of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in charqui meats. **Meat Science**, n.65, p.609-613, 2003.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6 ed. São Paulo: Artmed, 2005.

LEITÃO, M. F. F. Microbiologia de alimentos. In: ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. R. **Tratado de Microbiologia**. São Paulo : Manole, 1988. v. 1, p. 3-81.

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil, qualidade, quantidade ou ambas? In: Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte, 2, 2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: SIMBOI, 2006. Disponível em: <<http://www.upis.br/simboi/anais/Produ%E7%E3o%20de%20Carne%20Bovina%20no%20Brasil%20-%20Albino%20Luchiari%20Filho.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva da carne bovina**. V. 8. Brasília: 2007.

MBUGUA, S. K.; KARURI, E. G. Preservation of beef using bacteriostatic chemicals and solar drying. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 15, n. 3, p. 262-268, 1994.

MESQUITA FILHO, J. **Importância da capacidade de retenção de água na carne bovina**. 2007. 15f. Monografia (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

NÓBREGA, D. M. **Contribuição ao estudo da carne-de-sol visando melhorar sua conservação**. 1982. 97. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. S.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2001.

PEREIRA, A. S. C. **Manejo pré-abate e qualidade da carne**. 2006. Disponível em: <www.carneangus.org.br>. Acesso em: 05 set. 2009.

PIRES, I. S. C.; ROSADO, G. P.; AZEVEDO, R. M. C. et al. Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Rev. Nutr.**, v. 15, n.2, Campinas, mai./agos. 2002.

PORTO, E. Microbiologia das carnes. In: CASTILLO, C. J. C. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, p. 103-123, 2006.

PRIOR, B.A. Measurement of water activity in foods: a review. **Jornaul of Food Protection**, v.42, n.8, p.668-674, 1979.

ROÇA, R. O. **Microbiologia da carne**. 2007. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/Roca106.pdf>>. Acesso em 09 nov. 2009.

PIRES, I. S. C.; ROSADO, G. P.; AZEVEDO, R. M. C. et al. Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. **Rev. Nutr.**, v. 15, n.2, Campinas, mai./agos. 2002.

SÁ, E. Conservação do pescado. **Revista Aqüicultura & Pesca**. Ed. 01, 2004.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal y de la carne en la especie ovina. Ovino y caprino. **Consejo General de Colegios Veterinarios**. Madrid, España, p.207-254, 1993.

SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; CARVALHO JR, B. C. Charque e produtos afins: tecnologia e conservação – uma revisão. **Boletim SBCTA**, v. 21, n. 1, p. 25-35, 1987.

SGARBIERE, V. C. Propriedades Funcionais de Proteínas em Alimentos. **Boletim SBCTA**. v. 32, n.1, p.105 – 126, 1998.

PIGNATA, M.C. et al. Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da qualidade da carne de sol. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 40, Ed. 145, Art. 979, 2010.

SHIMOKOMAKI, M.; LIRA, G. M. Parâmetros de qualidade da carne de sol e dos charques. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 44, n. 13, p. 66-69, 1998.

SIC – Serviço de Informação da Carne. 2008. **Produção de carne**. Site corporativo. Disponível em: <<http://www.sic.org.br/charque.asp>>. Acesso em: 06 jul. 2009.

SILLIKER, J. H. **Ecologia microbiana de los alimentos**. Zaragoza :Acribia, 1980. v. 2, 656 p.

SILVA, M. C. D. **Incidência de *Staphylococcus aureus* enterotoxigênicos e coliformes fecais em carne de sol comercializada na cidade de Recife – PE**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

SOUSA, L.N. **Efeito da combinação de sal com lactato e diacetato de sódio nas características sensoriais, físico-químicas, cor e textura de um produto similar à carne-de-sol**. Campinas, 2006, 129p. Tese (Doutorado) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

VALLE, E. R. do. **Mitos e realidades sobre o consumo da carne bovina**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p.33, 2000. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC100.pdf>. Acesso em 29 agos. 2010.

VARGAS Jr., F. M. **Métodos de avaliação da qualidade de carnes**. Propriedades físicas: Capacidade de retenção e absorção de água. 2002. (pós-graduação em Zootecnia - Nutrição e produção animal). Botucatu, 2002.

VASCONCELOS, O. Por cima da carne seca. **Revista Globo Rural**, Rio de Janeiro, v.1, n.5, p. 15-20, 1986.

VELOSO, M. G. Microbiologia das carnes. GIL, J. I. **Manual de inspeção sanitária de carnes**. 2 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 35-276, 2000.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Processamento da carne bovina. **Boletim Técnico/PIE-UFES**. p. 1-8, 2007.