

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CHARQUE RELACIONADOS  
AO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA E NA DIETA DE  
BOVINOS DA RAÇA NELORE EM CONFINAMENTO**

**PARECER**

Este exemplar corresponde à  
redação final da tese defendida  
por **Elizete Maria Pesamosca  
Facco**, aprovada pela Comissão  
Julgadora em 27 de Setembro de  
2002.

Campinas, 27 de Setembro de 2002

  
**Profa. Dra. Helena Teixeira Godoy**  
Presidente da Banca

*Elizete Maria Pesamosca Facco*  
Farmacêutica bioquímica

*Prof. Dra. Helena Teixeira Godoy*  
Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências de Alimentos.

Campinas - SP  
2002

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE BC  
Nº CHAMADA T/UNICAMP  
F118P  
V \_\_\_\_\_ EX \_\_\_\_\_  
TOMBO BC/ 51344  
PROC 16.837/02  
C \_\_\_\_\_ DX \_\_\_\_\_  
PREÇO R\$ 11,00  
DATA 25/10/02  
Nº CPD \_\_\_\_\_

CM00175710-3

BIB ID 265422

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

~~F118P~~  
F118P  
Facco, Elizete Maria Pesamosca

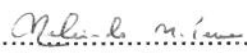
Parâmetros de qualidade do charque relacionados ao efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos da raça Nelore em confinamento / Elizete Maria Pesamosca Facco. – Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Helena Teixeira Godoy  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Carne seca. 2.Vitaminas. 3.Oxidação. I.Godoy, Helena  
Teixeira. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de  
Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

  
.....  
Helena Teixeira Godoy  
FEA-UNICAMP  
Presidente

  
.....  
Nelcindo Nascimento Terra  
UFSM  
Membro

  
.....  
Neura Bragagnolo  
FEA-UNICAMP  
Membro

.....  
Paulo José do Amaral Sobral  
FZEA-USP  
Membro

Campinas – SP, 2002

670058CC8

*As coisas boas que você encontra nas outras pessoas também estão  
presentes em você.*

*As faltas, limitações e erros que você encontra nas outras pessoas  
também estão presentes em você.*

*As possibilidades que você vê em outras pessoas são as mesmas  
que estão à sua disposição.*

*A beleza que você contempla ao seu redor está presente em você.*

*As coisas boas, as possibilidades e a beleza admire-as, cultive-as  
As faltas, as limitações e os erros, aprenda com eles.*

*Flizete*

*Dedico e agradeço especialmente a meus pais Vicente e Maria,*

*Por um dia terem me dito:*

*“Minha filha, vá, pois o conhecimento e a cultura*

*ninguém tirará de você”*

*E a meus irmãos Elisangela, Cristiano e Ana Maria,*

*e a minha vó Judicta*

*Na vida lhes reservo o amor e a gratidão.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a *Deus*, pela vida e por ter permitido que este trabalho fosse realizado.

A *Faculdade de Engenharia de Alimentos*, especialmente ao *Departamento de Ciências de Alimentos*, por possibilitar que este trabalho fosse desenvolvido.

Aos membros da *Banca Examinadora*, pelas sugestões e contribuições apresentadas.

Aos professores *Paulo José do Amaral Sobral* e *Paulo Roberto Leme* da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo-Campus de Pirassununga, por possibilitarem a realização da primeira etapa desse trabalho.

À Profa. *Helena* por toda a carinho, orientação, paciência, amizade e por se mostrar um grande exemplo a ser seguido.

À minha família *Vicente, Maria, Elisângela, Cristiano, Ana Maria*, e minha vó *Judicta* por todo o ensinamento, apoio, carinho, amor e dedicação, sempre...

Aos professores *Leadir Lucy Fries, Nelcindo Nascimento Terra* e *Carlos Augusto Malmann* pelas oportunidades no início de minha carreira científica e por despertar o interesse pela pesquisa.

Aos companheiros *Juliana Bonini, Ana Maria, Cleusa, Silvia* e *Luis*, pelas brincadeiras, amizade e momentos inesquecíveis que passamos juntos durante os anos de vida acadêmica. Obrigado amigos.

Aos Professores *Marta* e *Stevan* por me guiarem na decisão de vir para a UNICAMP. E ao *Rodrigo Rossi*, por ajudar a me encontrar em Campinas.

Às companheiras *Silvane* e *Vanessa*, pela paciência, companheirismo, apoio. Obrigado por, aqui em Campinas, serem a minha família.

Ao *Moacir Evandro Lage*, pela paciência, amizade e contribuição na realização das análises.

Ao amigo "*Catharino*" que apesar de muitas vezes ter tumultuado o meu trabalho se mostrou um grande colega e amigo.

Aos meus amigos *Flenice, Gisele, Juliana, Marcelo e Neiva*, pelos momentos de descontração, amizade, apoio e toda a ajuda, muito obrigado.

Aos amigos *Antônio, Jesui, Lucilene, Luciana, Luciane, Marcus, Moema e Natália* muito obrigado.

À *Regina Furlani, Cristina e Jorge* por todo o socorro e amizade, muito obrigado.

À Professora *Maria Regina B. Franco*, muito obrigado.

Ao *Ze Roberto, Judite e Ana Lucia*, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela paciência e grande ajuda, muito obrigado.

Ao *Cosme*, pela atenção e disposição em ajudar sempre, muito obrigado.

À todos os *amigos que encontrei neste caminho*, que ao partirem levam um pouco de nós, mas com certeza deixam um pouco si, muito obrigado.

A *todos* que ajudaram de uma forma ou de outra na realização deste trabalho, muito obrigado.

Obrigada

*Flizete*

## RESUMO

O charque é um produto cárneo desidratado, tipicamente brasileiro, consumido principalmente nas regiões norte e nordeste. É preparado por um processo que se vale da ação do sal, do sol e do ar, características que aceleram as reações degradativas, principalmente as oxidativas. Uma alternativa para evitar, ou mesmo minimizar, os efeitos da oxidação seria o uso de antioxidantes, como a vitamina E na suplementação da alimentação de animais. Em virtude disso o objetivo deste trabalho foi de avaliar e comparar parâmetros de qualidade do charque obtido a partir de ponta de agulha de bovinos da raça Nelore, suplementados com vitamina E durante o confinamento. Vinte e quatro animais foram separados em dois grupos, um que recebeu ração suplementada com  $\alpha$ -tocoferol acetato (1000mg/cabeça/dia), e outro grupo, que recebeu a mesma ração sem a suplementação. O charque foi produzido submetendo as amostras à salga úmida e, posteriormente, à salga seca e exposição ao sol para desidratação até valores de atividade de água ( $A_w$ ) próximos a 0,75. As amostras foram embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração. Foram determinados os valores de pH,  $A_w$ , resíduo mineral fixo, umidade, cloretos, proteínas, cor, lipídeos totais, composição de ácidos graxos, substâncias reativas ao TBA (TBARS), tocoferol e colesterol. A análise estatística dos resultados mostrou que não houve diferença significativa, a um nível de confiança de 95%, embora os valores de TBARS e colesterol tenham sido mais baixos nas amostras de charque fabricado com peças de animais que receberam a suplementação de  $\alpha$ -tocoferol. Assim, a suplementação de 1000mg de  $\alpha$ -tocoferol/cabeça/dia não demonstrou resultados positivos que justifiquem a adição da vitamina E na alimentação de bovinos da raça Nelore destinados ao processamento do charque. No entanto, os resultados encontrados foram importantes, pois a literatura é carente em dados sobre as características físico-químicas do charque.

## SUMMARY

*Charque* is a dehydrated meat product, typically Brazilian, mainly consumed in the north and northeast regions. It is prepared by a process that involves the action of the salt, the sun and the air, that accelerate the degradation reactions, mainly the oxidation. An alternative to prevent or to minimize the effect of the oxidation would be the use of the antioxidant substance, as the vitamin E as supplement in the feeding of animals. Thus, the objective of these work was to evaluate and to compare parameters of quality of the *charque* made from tip of needle of Nelore bovines, supplemented with vitamin E during the confinement. Twenty four animals had been separate in two groups, one that received ration supplemented with alpha-tocopherol acetate (1000mg/animal/day), and another group, that received the same ration without the supplement. *Charque* was produced submitting the samples to humid salts and dries salts later and sun exposition dehydration until values of water activity ( $A_w$ ) next the 0,75. The stored samples had been packed to vacuum and under refrigeration. The values of pH,  $A_w$ , ash, moisture, chlorides, proteins, color, lipids, fatty acid, reactive substances to TBA (TBARS), tocopherol and cholesterol had been determined. The statistics analysis showed did not have significant difference ( $p>5\%$ ), even so the values of TBARS and cholesterol has been lower in the samples of *charque* manufactured with parts of animals that had received the supplement with  $\alpha$ -tocopherol. Thus, the supplement with 1000mg of  $\alpha$ -tocopherol/animal/day not demonstrated positive results that justifies the addition of the vitamin E in the feeding of the Nelore bovines destined to *charque* processing. However, the joined results had been important, therefore literature is devoid in data about the physico-chemistry characteristics of the *charque*.

## ÍNDICE

|                                                                                                                                                              |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| INTRODUÇÃO GERAL                                                                                                                                             | 1      |
| <b>CAPÍTULO 1 - CHARQUE - UMA VISÃO GERAL</b>                                                                                                                | 5      |
| RESUMO                                                                                                                                                       | 5      |
| SUMMARY                                                                                                                                                      | 6      |
| 1- HISTÓRICO                                                                                                                                                 | 7      |
| 2 - IMPORTÂNCIA                                                                                                                                              | 8      |
| 3 - PRODUTOS                                                                                                                                                 | 9      |
| 4 - PROCESSAMENTO                                                                                                                                            | 11     |
| 5 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS                                                                                                                          | 13     |
| 5.1- Atividade de água (Aw)                                                                                                                                  | 13     |
| 5.2- Proteínas                                                                                                                                               | 14     |
| 5.3- Lipídios e ácidos graxos                                                                                                                                | 15     |
| 6- COR                                                                                                                                                       | 16     |
| 7 – OXIDAÇÃO LIPÍDICA                                                                                                                                        | 18     |
| 8- COLESTEROL                                                                                                                                                | 22     |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                                                                                                                   | 23     |
| <br><b>CAPITULO 2 - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES<br/>MÉTODOS DE TBA PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO<br/>LIPÍDICA EM CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS.</b> | <br>29 |
| RESUMO                                                                                                                                                       | 29     |
| SUMMARY                                                                                                                                                      | 30     |
| INTRODUÇÃO                                                                                                                                                   | 31     |
| MATERIAL E MÉTODOS                                                                                                                                           | 33     |
| Material                                                                                                                                                     | 33     |
| Métodos                                                                                                                                                      | 34     |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO                                                                                                                                       | 35     |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                                                                                                                                   | 39     |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPITULO 3 - AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO</b> |    |
| CHARQUE RELACIONADOS AO EFEITO DA VITAMINA E                 | 43 |
| RESUMO                                                       | 43 |
| ABSTRACT                                                     | 44 |
| INTRODUÇÃO                                                   | 46 |
| MATERIAL E MÉTODOS                                           | 48 |
| Material                                                     | 48 |
| Métodos                                                      | 49 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO                                       | 51 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS                                   | 58 |

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPITULO 4 - INFLUÊNCIA DA DIETA SUPLEMENTADA COM</b> |    |
| VITAMINA E NA ESTABILIDADE OXIDATIVA E QUALIDADE DO      |    |
| CHARQUE                                                  | 63 |
| RESUMO                                                   | 63 |
| ABSTRACT                                                 | 64 |
| INTRODUÇÃO                                               | 65 |
| MATERIAL E MÉTODOS                                       | 67 |
| Material                                                 | 67 |
| Métodos                                                  | 68 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO                                   | 73 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                               | 86 |
| CONCLUSÕES FINAIS                                        | 90 |

## INTRODUÇÃO GERAL

A carne é uma importante fonte protéica necessária para a alimentação, no entanto possui uma vida de prateleira muito curta, o que muitas vezes limita o seu uso. Uma maneira encontrada para aumentar a vida útil é a aplicação de técnicas de conservação, como a defumação e a salga. Regiões carentes de recursos de refrigeração de alimentos, como a região Norte e nordeste do Brasil são, tradicionalmente, os maiores consumidores dos produtos cárneos desidratados, principalmente o charque. Outro centro consumidor de carne de charque são os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, devido a migração da população nordestina e a popularização de um prato típico brasileiro, a feijoada.

Apesar da produção brasileira de charque e de “jerked beef” estar concentrada em São Paulo, seguido do Rio de Janeiro, o consumo nessas regiões é muito menor quando comparado ao das regiões Norte e Nordeste. São Paulo é hoje o maior produtor e exportador de carnes dessecadas, suprindo inclusive os mercados do Norte e Nordeste (BLISKA, 2000).

O processo de fabricação do charque consiste na remoção da água dos tecidos pela salga e secagem, geralmente, ao sol. A carne utilizada para a preparação do charque é de preferência a ponta de agulha, cujo formato facilita o manuseio, além de ter, no estado natural, uma aceitação limitada a nível de consumidor (PICCHI e CIA, 1980). O processamento do charque é baseado na ação do sal e do sol, fatores que aceleram muitas das reações degradativas, principalmente as oxidativas. A maior parte dos produtos da oxidação lipídica, como o malonaldeído e os óxidos de colesterol, tem chamado a atenção da comunidade científica pelos graves danos à saúde, como a arterosclerose, a apoplexia e o câncer (PEARSON et al., 1983).

Muitos esforços têm sido realizados no sentido de minimizar a produção destes compostos, a maioria deles concentram-se no uso de antioxidantes já existentes na natureza. Isso deve-se não só a tendência do consumidor de rejeitar o uso de aditivos nos alimentos, como também, para evitar possíveis efeitos colaterais destes. Atualmente, vários estudos têm sido desenvolvidos baseados na atividade da vitamina E (tocoferóis) como antioxidante natural nas fibras musculares (JENSEN et al., 1997; LYNCH et al., 1999, HOUBEN et al., 2000; REY et al., 2001; GRAU et al., 2001). Têm-se observado que a suplementação a níveis supranutricionais na dieta de animais em fase de terminação (engorda) aumenta a concentração de tocoferóis na célula muscular. Conseqüentemente, haveria uma diminuição dos efeitos da oxidação e, portanto, um decréscimo na severidade das alterações subseqüentes no tecido muscular, o que traz enormes benefícios para os vários segmentos envolvidos com este alimento.

A relação entre a dieta e a saúde está cada vez mais evidente e, hoje em dia, o consumidor tem se mostrado mais preocupado e interessado em saber o que está consumindo. A preferência é consumir alimentos naturais e saudáveis. Em função disso, o objetivo do trabalho foi suplementar, com antioxidante natural, animais, cuja carne foi destinada à produção de charque e tentar estabelecer uma relação entre os níveis musculares de antioxidante e suas ações sobre a oxidação de lipídios e a manutenção da coloração, assim como, determinar os parâmetros de qualidade do charque e estabelecer uma relação entre os efeitos da suplementação e a qualidade do produto.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BLISKA, F. M. M.; LEAL, E. A.; FONTAINE, G.; HENRY, G.; ARANA, H. K. Perfil e perspectivas para o setor de carne bovina dessecada no estado de São Paulo. **Revista TEC Carnes**, v.2, n.1, p.41–48, 2000.

- BRASIL, M da A. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Brasília. Ministério da Agricultura, 1962.
- PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; WOLZAK, A. M.; HORENSTEIN, N. A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, p.121-129, 1983.
- PICCHI, V.; CIA, B. Fabricação do charque. **Boletim do Centro de Tecnologia de Carnes**, n. 5, p. 11 – 30, 1980.
- JENSEN, C.; GUIDERA, J.; SKOVGAARD, I. M.; STAUN, H.; SKIBSTED, L.H.; JENSEN, S. K.; MOLLER, A. J.; BUCKLEY, J.; BERTELSEN, G. Effects of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. **Meat Science**, v.45, n.4, p.491-500, 1997.
- LYNCH, M. P.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; FAUSTMAN, C.; MORRISSEY, P. A. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. **Meat Science**, v.52, n.1, p.95-99, 1999.
- HOUBEN, J. H.; van CIJK, A.; EIKELEMBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, v.55, n.1, p.331-336, 2000.
- GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and alpha-tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poultry Science**. v.80, n.11, p.1630-1642, 2001.
- REY, A. I.; KERRY, J. P.; LYNCH, P. B.; LOPEZ-BOTE, C. J.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Effect of dietary oils and alpha-tocopherol acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. **Journal of Animal Science**, v.79, n.5, p.1201-1208, 2001.

## CAPITULO 1

### **CHARQUE - UMA VISÃO GERAL**

Facco, E. M. P. e Godoy, H. T.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP  
C.P. 6121 CEP 13083-970  
[facco@fea.unicamp.br](mailto:facco@fea.unicamp.br)

## **CHARQUE - UMA VISÃO GERAL**

Elizete Maria Pesamosca FACCO, Helena Teixeira GODOY

Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP,  
C.P. 6121 CEP 13083-970

### **RESUMO**

O grande valor nutritivo atribuído às proteínas de origem animal faz da carne um dos principais alimentos da nossa dieta, suprimindo parte das necessidades nutricionais humanas. A elaboração de alimentos de umidade intermediária como o charque é importante na preservação de produtos cárneos, a baixos custos e sem perda da qualidade. A conservação do charque à temperatura ambiente possibilita aumentar o valor agregado a produtos de baixo valor comercial e serve, também como alternativa alimentar em condições onde as cadeias de frio são precárias. Basicamente o processamento do charque consiste da preparação de cortes uniformes de carne com seqüente salga, lavagem, secagem e, atualmente, embalagem à vácuo. Nessas condições, o produto adquire valores de atividade de água ( $A_w$ ) próximos a 0,75, umidade próximo a 45% e teor de sal em torno de 15%, que o caracterizam quimicamente. O charque é caracterizado pela desidratação provocada pela adição de sal e secagem ao sol e pela fermentação, responsável pelo desenvolvimento de aroma e sabor próprios. O charque é preparado por um processo que se beneficia das propriedades do sal, da luminosidade e do ar, fatores que aceleram muitas das reações degradativas, principalmente as oxidativas. A maior parte dos produtos da oxidação lipídica, como o malonaldeído e os óxidos de colesterol, tem chamado a atenção da comunidade científica pelos graves danos à saúde, como a arteriosclerose, a apoplexia e o câncer. Muitos esforços têm sido realizados no sentido de minimizar a produção destes compostos, a maioria deles concentram-se no uso de antioxidantes já existentes na natureza. Isso deve-se não só pela tendência do

consumidor de rejeitar o uso de aditivos nos alimentos, como também, para evitar possíveis efeitos colaterais destes. Atualmente, vários estudos têm sido desenvolvidos baseados na atividade da vitamina E (tocoferóis) como antioxidante natural nas fibras musculares.

Palavras-chaves: charque, vitamina, oxidação lipídica

## SUMMARY

CHARQUI – GENERALITY IDEA. The great nutritional value of the animal proteins makes of the meat one of main foods of our diet, supplying part of the nutritional necessities human beings. The food elaboration of intermediate moisture as *charqui* is important in the preservation of meat products, the low costs and without loss of the quality. The conservation of *charqui* to ambient temperature, makes possible to increase the value aggregate to the products of low commercial value, and serves, as also alternative alimentary, principally in conditions where the cold chains are precarious. Basically the processing of *charqui* consists of the preparation of uniforms cuts of meat with salts, laudering, drying and, currently, vacuum packing. In these conditions, the product acquires values of water activity ( $A_w$ ) next the 0,75, moisture next 45% and salt value around 15%, these parameters characterize the product. *Charqui* is characterized by the dehydration made for the addition of salt and sun drying and for the fermentation, responsible for the development of the aroma and flavor. *Charqui* is prepared by a process that if benefits of the properties of the salt, the luminosity and the air, factors that speed up many of the degradative reactions, mainly the oxidation. Most of the products of the lipid oxidation, as malonaldeído and cholesterol oxides, has called the attention the scientific community for the serious damages to the health, as arterosclerose, the apoplexy and the cancer. Many efforts have been carried through in the direction to minimize the production of these substances, the majority of them are

concentrated in the existing antioxidant substance use already in the nature. This must for the trend of the consumer not only be rejected the additive use in foods, as also, to prevent possible collateral effect of these. Currently, some studies have been developed based in the activity of vitamin E (tocopherol) as natural antioxidant in muscular staple fibres.

Keywords – Charqui, vitamin, lipid oxidation

## **1- HISTÓRICO**

O setor de carne bovina desidratada teve o seu desenvolvimento na década de 80. Os principais representantes são os produtos denominados charque, jerked beef e a carne-de-sol, os quais são também denominados, genericamente, de "carne seca". O charque foi, provavelmente, o primeiro produto cárneo industrializado no Brasil, visto que sua história se confunde com a evolução da pecuária e da indústria cárnea. A primeira charqueada que se tem conhecimento no país foi fundada em 1730 em Aracati, Ceará. As secas que assolaram o Nordeste em 1770, reduziram significativamente o rebanho da região, forçando a migração das charqueadas para outros centros criadores de gado. Assim, foi instalada, em 1780, a primeira charqueada na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, onde o rebanho bovino estava em plena ascensão. Anteriormente, o charque já era produzido no sul do continente, mas de maneira artesanal e em pequena escala.

O Rio Grande do Sul tornou-se o maior produtor brasileiro de gado destinado à elaboração de charque. No entanto, a partir de 1950, inúmeras charqueadas foram instaladas nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, São Paulo. São Paulo é hoje o maior produtor e exportador de carnes dessecadas, suprindo inclusive os mercados do Norte e Nordeste. Especialistas do setor estimam que a produção do estado de São Paulo represente cerca de

80% do total da oferta brasileira de charque e “jerked beef”, atingindo em 1998 cerca de 450.000 toneladas [2].

[7] analisando a atual situação da produção de charque no estado de São Paulo, considerou dois fatores como responsáveis pela redução da produção de charque: a implantação de charqueadas nos novos pólos de abate e a conquista crescente de parte do mercado de carnes bovinas salgadas e dessecadas por um assemelhado do charque, o jerked beef.

## **2 – IMPORTÂNCIA**

O surgimento de vários produtos cárneos está associado a descoberta de diferentes formas de conservação. A redução da umidade da carne por diferentes métodos, dentre eles a salga, a defumação e a secagem, revolucionou o mercado de produtos perecíveis. Para as carnes desidratadas os teores de sal adicionado e as condições de secagem utilizadas são fatores decisivos para a estabilidade e para as características de identidade do produto final. Dentre elas, o charque é um dos mais conhecidos e utilizados na alimentação.

O grande valor nutritivo atribuído às proteínas de origem animal faz da carne um dos principais alimentos da nossa dieta, suprimindo parte das necessidades nutricionais humanas. Muitas vezes, a curta vida de prateleira da carne limita o seu consumo pela população onde as cadeias de frio são deficientes. A conservação da carne por meios alternativos é de grande importância para o fornecimento de proteínas de origem animal para a população.

No Brasil colônia, o charque era usado na alimentação dos escravos e das camadas mais pobres da população. Ainda nos dias atuais, o charque desempenha um papel importante na alimentação da população. Muitas vezes, é a única fonte calórica-proteica utilizada na alimentação escolar e, também, pelos

peões nas longas jornadas conduzindo animais aos abatedouros ou no trabalho do campo.

As regiões Norte e Nordeste carentes de recursos de refrigeração são, tradicionalmente, os maiores consumidores de charque. A região Centro-Sul, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, também são grandes consumidores em razão da migração da população nordestina e pela popularização do produto como ingrediente do prato típico nacional, a feijoada [28, 36].

O emprego do sal nas regiões interioranas, onde a rede de frio é deficiente, desempenha papel importante na conservação de alimentos, principalmente, de derivados cárneos. No entanto, a utilização do cloreto de sódio tem sido questionada como possível causadora de sérios problemas de saúde no consumidor [36]. Pearson [30], numa detalhada revisão na literatura, destacaram que doenças cardiovasculares e o câncer podem estar relacionadas com a ingestão de sódio, no entanto, a oxidação de gorduras também está associada a manifestação de tais moléstias.

### **3 – PRODUTOS**

Apesar de apresentarem características específicas, contempladas pela legislação brasileira a grande maioria da população ainda identifica o charque, o jerked beef e a carne-de-sol, simplesmente, como carne seca. Segundo o Ministério da Agricultura [4] o charque deve conter no máximo 45% de umidade e 15% de resíduo mineral fixo, na sua porção intramuscular. O jerked beef surgiu na tentativa de melhorar a qualidade e as condições de processamento do charque. É considerado uma variante do charque e classificado como carne bovina curada salgada e seca, devendo possuir, segundo a legislação até 55% de umidade, 16% de resíduo mineral fixo e 200ppm de resíduos de nitrito [5].

A atividade de água ( $A_w$ ) da carne-de-sol é em torno de 0,92, o que a caracteriza como um produto cárneo levemente salgado, parcialmente desidratado e apenas semi conservado pela salga [16]. Geralmente, é produzida com cortes nobres e consumida, quase que exclusivamente, na região Nordeste do Brasil. É produzida artesanalmente e possui uma vida útil em torno de uma semana [28, 36]. **A Tabela 1** mostra as principais diferenças químicas e tecnológicas que diferenciam a carne-de-sol, o jerked beef e o charque.

**Tabela 1** – Diferenças tecnológicas e de composição química entre os tipos de carne bovina desidratada.

| Parâmetros                | <i>Charque</i>                 | <i>Jerked beef</i>             | <i>Carne-de-sol</i>                          |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
| <i>Teor de sal</i>        | 15%±5%                         | 15-20%                         | 5-6%                                         |
| <i>Umidade</i>            | 45%±5%                         | 55%±5%                         | 64-70%                                       |
| <i>Aw</i>                 | 0,75                           | 0,70-0,80                      | 0,92                                         |
| <i>Aditivos</i>           | Ausente                        | Nitrato e nitrito até 200ppm   | Ausente                                      |
| <i>Tipo de músculo</i>    | Ponta de agulha, acém, pescoço | Ponta de agulha, acém, pescoço | Cortes nobres (patinho, alcatra, coxão mole) |
| <i>Processamento</i>      | Industrial                     | Industrial                     | Artesanal                                    |
| <i>Fermentado</i>         | Sim                            | Sim                            | Não                                          |
| <i>Embalagem</i>          | A vácuo                        | A vácuo                        | Não                                          |
| <i>Vida de prateleira</i> | 6 meses                        | 6 meses                        | 3-4 dias                                     |
|                           | Ambiente 21-30°C               | Ambiente 21-30°C               | Ambiente 21-30°C                             |

CARVALHO [7] classifica os produtos salgados e dessecados, elaborados com carnes inteiras, em 3 categorias distintas. A primeira inclui os produtos que, devido ao seu baixo teor de sal, podem ser consumidos sem qualquer preparo culinário, dentre eles os mais conhecidos são o biltong sul africano, a atrativa cecina de Leon e o saboroso pastirma da Turquia, todos elaborados com carnes bovinas. Há ainda alguns produtos elaborados com carne suína como o presunto cru, prosciuto italiano, o jamón espanhol e jambon francês, dentre outros. A segunda categoria inclui aqueles que não necessitam de dessalga, preservados por curtos períodos de tempo à temperatura ambiente, mas que devem ser cozidos antes do seu consumo. Nesta categoria a carne-de-sol é o produto mais conhecido. A terceira categoria abrange as carnes desidratadas de salga forte, que necessitam de dessalga e cocção para o seu consumo. Incluem nessa classe o charque e o jerked beef brasileiros, o charqui cubano e o tasajo venezuelano.

#### **4 – PROCESSAMENTO**

Considera-se charque o produto obtido pela salga e secagem ao sol de carne bovina desossada, sob condições que permitam sua conservação à temperatura ambiente. A carne utilizada para sua preparação é de preferência a ponta de agulha, pois permite a elaboração de um produto competitivo e com formato tal que facilita o seu manuseio, além de ter, no estado natural, uma aceitação limitada a nível de consumidor. O processo consiste em remover a água dos tecidos, inicialmente pela alteração da pressão osmótica provocada pela salga e, posteriormente, pela secagem, geralmente ao sol. O objetivo é diminuir a atividade de água ( $A_w$ ), inibindo, desse modo, o desenvolvimento microbiano e diminuindo a velocidade de reações indesejáveis no produto final. Durante o processo, as etapas de fabricação permitem também a fermentação de alguns

componentes da carne e a atuação de enzimas de modo a promover o sabor típico muito desejável e característico do charque [31].

Ultimamente, o processo de salga úmida tem sofrido modificações visando à redução de custo e de tempo operacional. Uma delas consiste no emprego de tambor giratório mecanizado (Tambler) para o batimento das peças de carne com salmoura. Outra, que vem tendo boa aceitação, principalmente na produção do jerked beef, é a utilização de injetoras de salmoura automatizadas. As mudanças não se restringem apenas a salga do charque. As mudanças também ocorrem no processo de secagem, com as indústrias utilizando estufas com temperatura controlada [7]. TORRES [38] processaram o charque sem o uso do sol e obtiveram um produto com características de cor, textura, aparência e flavor similares ao charque tradicionalmente produzido.

O gotejamento tem como objetivo retirar o excesso de água das peças que sofreram a salga úmida. Este excesso poderia resultar em perdas desnecessárias de sal grosso na operação de salga seca. No entanto, na indústria, as etapas de salga úmida e gotejamento são facultadas, pois aumentam o custo e o tempo de processamento. A salga seca é uma das etapas mais importantes no processamento do charque. É nele que ocorre a maior perda de líquidos tissulares [36] e a uniformização da salga e da pressão.

Atualmente, o charque está sendo comercializado embalado à vácuo em pequenas peças de 500g, 1kg e 5kg. Para a venda a granel, as peças são embaladas inteiras e acondicionadas em caixas de papelão [7].

Nas etapas de salga e secagem do charque, ocorrem alterações importantes, algumas desejáveis e outras não. O desenvolvimento da flora microbiana naturalmente presente tem particular importância na formação do aroma e do sabor típicos do charque. Resultados obtidos por [29], indicam que a flora dominante no charque é constituída por bactérias produtoras de ácido láctico, pertencentes, principalmente, ao gênero *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*. As bactérias lácticas são as responsáveis pelos

processos fermentativos que ocorrem durante a produção do charque, o que possibilita a formação do sabor característico deste produto. No entanto, há um outro grupo de bactérias bastante importante e que está relacionado a um problema muito comum na indústria, São as bactérias capazes de tolerar altas concentrações de sal. Grande parte dessas bactérias são cromogênicas, produzindo pigmentos de cor avermelhada. Sua presença no charque provoca um tipo de deterioração conhecida como “vermelho” ou “vermelhão” [36]. Esta deterioração é caracterizada por um exudato viscoso, rosa avermelhado com cheiro penetrante, peculiar e repugnante.

## **5 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

### **5.1- Atividade de água ( $A_w$ )**

O charque é considerado um produto de umidade intermediária (TORRES et al., 1994) e apresenta valores de  $A_w$  próximos a 0,70–0,75, indicando que sua vida de prateleira é maior que a dos demais produtos cárneos dessecados com  $A_w$  semelhante a da carne “in natura” [9, 39].

A diminuição da  $A_w$  ocorre pela ação do sal somada às técnicas de secagem, que aceleram o processo de perda de líquido. TORRES [39], acompanhando o processamento do charque, observaram que os valores variaram de 0,98 na carne e 0,70 no produto final. Para a maioria dos autores os valores de  $A_w$  nas amostras de carnes desidratadas oscilam entre 0,70 e 0,80, sendo que a maioria dos valores ficam em torno de 0,75 [16, 34, 37]. Na carne-de-sol, onde o processamento é mais brando, a  $A_w$  varia em torno de 0,90 [16].

SABADINI [34], trabalhando com carne desidratada, observaram que a  $A_w$  diminuiu durante os processos de salga úmida e seca. Em temperaturas de 20°C essa diminuição é mais acentuada que a 10°C, consequência do efeito da

temperatura sobre as cinéticas de perda da umidade e ganho de sal na carne.

## **5.2- Proteínas**

A salga, juntamente com o processo de prensagem que a carne sofre no processamento do charque, promove a exsudação de líquido tissular com arraste de proteínas, vitaminas e demais componentes hidrossolúveis, alterando assim, o valor nutritivo da carne [36]. Entretanto a avaliação dos parâmetros de qualidade do charque durante o processamento mostra que os valores variam desde aqueles característicos da matéria-prima, a carne, até valores finais do charque que condizem com os valores estabelecidos pela legislação vigente. A desidratação provocada pelo processo concentra os constituintes característicos da carne, fazendo do charque um alimento igualmente nutritivo [39].

GARCIA [11], analisando a digestibilidade das proteínas do charque, concluíram que durante o processamento são aplicadas diversos tratamentos, entre eles, elevadas concentrações de sal e temperaturas, e mesmo assim não ocorreram mudanças substanciais nos valores biológicos das proteínas do charque desalgado. O tratamento térmico que o charque recebe para o seu preparo, melhora a digestibilidade, visto que ocorrem mudanças na fração protéica, principalmente na porção colagenosa que sofre desnaturação e, dessa forma, é mais facilmente metabolizada [37].

A elaboração da carne-de-sol ocasiona a perda de proteínas miofibrilares. A solubilização das proteínas em soluções salinas é influenciada pela diferença de pH. Tanto para a carne-de-sol [17] como para o jerked beef [37] as proteínas da matéria-prima, onde o pH é mais elevado, são mais susceptíveis à solubilização. Os autores também consideram que em produtos cárneos de atividade de água ( $A_w$ ) intermediária, a solubilização das proteínas é reduzida com o tempo de armazenamento, fato que pode ser atribuído a provável formação de ligações cruzadas entre os seus constituintes. Essas ligações ocorrem com os

grupos sulfidrílicos e ligações intra e intermoleculares entre proteínas, lipídios e produtos da oxidação lipídica como aldeídos e cetonas.

As amostras de jerked beef possuem valores de textura maiores que as amostras de carne-de-sol devido, principalmente, a dois motivos: (a) a carne-de-sol apresenta uma parte maior de água na fração protéica; e (b) a fração de colágeno remanescente está estabilizada pelo grande número de ligações cruzadas estáveis. O colágeno de ligações cruzadas, aumenta a razão entre o colágeno insolúvel e a fração de proteínas no jerked beef. A proporção do colágeno insolúvel, estabilizado por ligações cruzadas, promove um aumento de duas vezes na textura do jerked beef em relação à matéria-prima [37]. No cozimento do jerked beef ocorre um amaciamento, possivelmente pela gelatinização de parte do colágeno presente nas amostras, que é sensível ao calor [37]. Segundo LIRA [17] no processamento da carne-de-sol, que é mais ameno, não ocorreram mudanças significativas na textura.

### **5.3- Lipídios e Ácidos Graxos**

TORRES [39] determinou as características químicas do charque durante as diversas etapas do processamento e encontrou valores de lipídios que vão de 2,5%, característico da carne fresca, a 7,7% na secagem e 7,9% na embalagem do produto para o armazenamento.

A avaliação da composição de ácido graxos da carne-de-sol [18] mostrou que houveram perdas de ácidos graxos insaturados, considerados essenciais, e aumento na proporção de ácidos graxos saturados, os quais estão associados com problemas de saúde. No charque a maior fração de ácido graxos é de saturados, C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico), C18:0 (esteárico), e de monoinsaturados, C18:1 (oléico). Há também uma fração menor de diinsaturados, C18:2 (linoléico), e uma pequena fração, em torno de 2%, de poliinsaturados, C20:4 (araquidônico) e C22:4 (adrênico).

TORRES [1989] trabalhando com a composição de ácidos graxos no charque encontraram resultados que caracterizam a perda de ácidos graxos insaturados em triglicerídios e fosfolipídios, mesmo utilizando diferentes antioxidantes sintéticos. Os valores de porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados, encontrados na fração de fosfolipídios foram de 43,25% e de 56.75%, respectivamente, utilizando sal fino na salga. Realizando a salga com sal grosso os valores encontrados foram semelhantes, 46,18% para os ácidos graxos saturados e 53.82% para os insaturados.

## 6- COR

Uma importante alteração que ocorre com a carne durante o processamento é a mudança de cor. A mioglobina não é o único pigmento, nem o mais importante do ponto de vista biológico, mas é o único em quantidades suficientes para conferir a cor vermelha a carne [1]. A intensidade da cor da carne é determinada por fatores *ante mortem*, como espécie, estresse, sexo e idade do animal, e por fatores *post mortem*, como declínio de pH e pH final. A intensidade de cor entre duas espécies é, primeiramente, causada por diferentes concentrações de mioglobina. A carne bovina tem altas concentrações de mioglobina e por isso é a mais escura das carnes [35].

O charque e a carne-de-sol apresentam-se com coloração marrom, principalmente na região da superfície das mantas. Essa mudança de cor em relação a matéria-prima é devida a interação do sal com os pigmentos da carne. A ação pró-oxidante do sal acelera a oxidação da oximioglobina, deslocando o sentido da reação para a formação da metamioglobina. Os íons ferrosos ( $\text{Fe}^{2+}$ ), presentes na matéria-prima, se transformam em íons férricos ( $\text{Fe}^{3+}$ ) em contato com o sal [35].

NEVES [27] trabalhando com carne bovina salgada desidratada

observou uma redução nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  em relação a matéria-prima. A variação no resultado da análise de cor pode estar relacionada com o teor de sal no produto. Segundo o autor, essa relação pode ser uma maneira usada para o controle do processo na indústria de carnes salgadas e desidratadas, visto que a análise de cor utilizando esse sistema é bastante simples e prática. A determinação dos parâmetros de cor em carne-de-sol mostraram valores semelhantes para  $L^*$  ( $30,0 \pm 1,9$ ),  $a^*$  ( $8,3 \pm 1,9$ ) e  $b^*$  ( $6,3 \pm 1,0$ ). Esses valores mostraram que ocorreu escurecimento da carne e uma forte redução nas intensidades de vermelho e amarelo em função da salga e da secagem, quando compararam essas médias com as da carne resfriada ( $L^*$  43,0,  $a^*$  22,2,  $b^*$  16,0) [8].

A cor da carne varia durante os processos de salga úmida e seca, não importando a temperatura. Tanto a  $A_w$  como a diferença de cor na carne processada podem ser correlacionadas com o teor de sal e úteis no controle da qualidade do produto. No processo da salga, principalmente na salga úmida, ocorre diminuição dos valores de  $L^*$ , indicando que as amostras de carne bovina desidratadas perderam luminosidade ficando mais opacas. Essa alteração de cor na indústria é denominada de "queima" [34].

CARVALHO [8] analisando carne-de-sol obtiveram valores para  $L^*$  de 30,0, para  $a^*$  de 8,3 e para  $b^*$  de 6,3. Os autores ainda destacaram que esses resultados, quando comparados com os da carne resfriada, mostraram um escurecimento e uma forte redução nas intensidades de vermelho e amarelo em função da salga e da secagem.

## 7- OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica em alimentos cárneos é um dos processos degradativos mais importantes responsáveis pelas perdas de qualidade.

A deterioração oxidativa envolve, primeiramente, reações de autooxidação, as quais são acompanhadas por várias reações secundárias tendo características oxidativas e não oxidativas. A autooxidação leva à formação de aldeídos de cadeia curta, cetonas e ácidos graxos livres, como também ao desenvolvimento de alguns polímeros, todos os quais contribuem para os flavor oxidados em carnes bovina, suína, de frango e de peixe. Alguns desses produtos da oxidação lipídica têm sido indicados como substâncias tóxicas, que podem levar a processos deteriorativos no homem, incluindo o envelhecimento. Ácidos graxos insaturados são especialmente vulneráveis a oxidação, sendo prontamente clivados na dupla ligação produzindo vários produtos da oxidação. Um destes produtos é o malonaldeído, o qual tem sido extensivamente medido pela reação com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). O produto dessa reação é expresso como índice de TBA ou substâncias reativas ao TBA (TBARS), os quais tem sido usados para estimar o desenvolvimento da rancidez em alimentos cárneos [30].

É importante considerar que o malonaldeído é um produto secundário da oxidação lipídica e pode sofrer reação entre si e com outras moléculas, dando origem a compostos que não são medidos pela reação com o TBA, o que resulta em diminuição do número de TBA com o tempo de estocagem [23].

TORRES [39] relatam que há uma relação entre o índice de TBA e a atividade de água ( $A_w$ ). No processamento do charque a tendência é que a  $A_w$  diminua, e os valores de oxidação lipídica aumentem. Este fenômeno pode estar relacionado com a presença do sal, que age como pró-oxidante.

Segundo LIRA [18] em produtos cárneos com baixa umidade ( $A_w$  0,75) e teores de cloretos entre 15–20% o número de ácido tiobarbitúrico (TBA)

praticamente dobra o seu valor em relação a matéria-prima. Em alimentos como o charque, os problemas com a oxidação são bastante relevantes, pois juntamente com outros parâmetros determinam a qualidade e influenciam diretamente na vida de prateleira.

A avaliação da oxidação lipídica em carne-de-sol revelou um aumento significativo do número de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e modificações no perfil de ácidos graxos do produto em relação à matéria-prima. Na matéria-prima a fração de ácidos graxos insaturados é maior que a de saturados, no entanto, depois do processamento a fração maior é a de ácidos graxos saturados, destacando-se os ácidos graxos insaturados mais susceptíveis à oxidação, como o linoléico (C18:2), o linolênico (C18:3) e o araquidônico (C20:4). Os autores consideraram que a modificação no perfil dos ácidos graxos durante a salga ocorre provavelmente pela ruptura das membranas celulares, devido ao fenômeno ocasionado pela diferença de pressão osmótica, provocado pela incorporação salina. Conseqüentemente, os fosfolipídios permaneceram expostos ao oxigênio acelerando as reações de oxidação [18]

O uso de antioxidantes sintéticos, BHA (butil hidroxi anisol) e BHT (butil hidroxi tolueno) e de  $\alpha$ -tocoferol durante o processamento do charque é efetivo na prevenção da oxidação nos primeiros dias de estocagem do charque, no entanto após 30 dias de estocagem essa proteção não é significativa. O problema pode estar associado com a falta de uma embalagem apropriada, que auxiliaria na diminuição da oxidação [38]. O uso de BHA e BHT e do tocoferol pós-abate não foram suficientes para inibir e diminuir a oxidação do charque. TORRES [38] ainda relataram que os níveis de íons ferro e cobre, encontrados no sal grosso no preparo do charque, podem ter influência como catalizadores da oxidação lipídica.

A oxidação lipídica pode ser inibida por nitrito, agentes quelantes e antioxidantes. Atualmente, entretanto, a resistência ao uso de antioxidantes sintéticos em alimentos tem aumentado. Há, hoje, interesse considerável nas

outro lado pode trazer problemas como a diminuição da estabilidade oxidativa [12, 25].

## 9- COLESTEROL

A quantidade de colesterol em humanos está ligada a quantidade de colesterol presente na alimentação, principalmente devido a quantidade de colesterol presente nas carnes e nos produtos cárneos. O colesterol sanguíneo depende do teor de colesterol nos alimentos e também da quantidade de lipídios totais e da composição de ácidos graxos da dieta. Para mantê-lo em baixos níveis, a dieta deve ser pobre em colesterol, gordura e ácidos graxos saturados [3].

A identificação e quantificação do colesterol e seus óxidos 7 $\beta$ -hidroxi-colesterol, 4 $\beta$ -hidroxi-colesterol, 7-cetocolesterol, triol-colesterol e o  $\alpha$ -epoxide-colesterol, no charque preocupa, não somente, com o seu envolvimento nos problemas de saúde humana, especificamente a incidência de câncer, mas também em outras reações de oxidação [38]. No entanto, não foram encontrados dados na literatura para a quantidade de colesterol no charque.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos** Ed. Livraria Varela, São Paulo, cap.VI, p.191-221, 1989.
- [2] BLISKA, F. M. M.; LEAL, E. A.; FONTAINE, G.; HENRY, G.; ARANA, H. K. Perfil e perspectivas para o setor de carne bovina dessecada no estado de São Paulo. **Revista TEC Carnes**, v.2, n.1, p.41–48, 2000.
- [3] BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne**. 1997. 123f. Tese de doutorado (Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- [4] BRASIL. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Brasília. Ministério da Agricultura, 1962.
- [5] BRASIL. Instrução Normativa nº 22-Anexo II **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Bovina Salgada Curada Dessecada ou Jerked Beef**. Brasília: Ministério da Agricultura, 31.07.2000.
- [6] BUCKLEY, D. J.; MORISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3122-3130, 1995.
- [7] CARVALHO Jr, B. da C. Charque e jerked beef: Qual o futuro. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Carnes**, São Pedro-SP p.251-269, 2001a.
- [8] CARVALHO, B. da C. Jr; SILVA, J. A. da; SAIKI, M. Y.; FELÍCIO, P. E. Desenvolvimento de um produto semelhante a carne-de-sol: processamento e algumas propriedades químicas, físicas e sensoriais. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Carnes**, São Pedro-SP, 2001b.

- [9] FERNÁNDEZ-SANGUERO, J.; GÓMEZ, R.; CARNOMA, M. A. Water activity of Spanish intermediate-moisture meat products. **Meat Science** v.38, p.341-346, 1994.
- [10] GATELLIER, P.; HAMELIN, C.; ABRAM, Y.; RENERRE, M. Effect of dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air-and modified atmosphere-packaged beef. **Meat Science**, v.59, p.133-140, 2001.
- [11] GARCIA, F. A.; MIZUBUTI, I. Y.; KANASHIRO, M. Y.; SHIMOKOMAKI, M. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. **Food Chemistry**, n.75, p.405-409, 2001.
- [12] GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and alpha-tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poultry Science**. v.80, n.11, p.1630-1642, 2001.
- [13] JAKOBSEN, K. Dietary modification of animal fats: status and future perspectives. **Fett-Lipid**, v.101, n.12, p.475-483, 1999.
- [14] JENSEN, C.; GUIDERA, J.; SKOVGAARD, I. M.; STAUN, H.; SKIBSTED, L.H.; JENSEN, S. K.; MOLLER, A.J.; BUCKLEY, J.; BERTELSEN, G. Effects of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. **Meat Science**, v.45, n.4, p.491-500, 1997.
- [15] JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends in Food Science & Technology**, v.9, p.62-72, 1998.
- [16] LIRA, G. M.; SHIMOKOMAKI, M. Parâmetros de qualidade da carne-de-sol e dos charques. **Higiene Alimentar**, v.12, n.58, p.33-35, 1998.
- [17] LIRA, G. M.; SHIMOKOMAKI, M.; GIOIELLI, L.A. Efeito do processamento

sobre a solubilização das frações protéicas (miofibrilares e colagenosa) e textura da carne-de-sol. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v.35, n.2, p.237-244, 1999.

- [18] LIRA, G. M.; SHIMOKOMAKI, M.; MANCINI-FILHO, J.; TORRES, E. A. F. S. Avaliação da oxidação lipídica em carne-de-sol. **Higiene Alimentar** v.14, n.68/69, p.66–69, 2000.
- [19] LIU, Q.; LARANI, M.C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin-E supplementation for improvement of beef quality, **Journal of Animal Science**, v. 73, n.10, p.3131-3140, 1995.
- [20] LIU, Q.; SCHELLER, K. K.; ARP, S. C.; SCHAEFER, D. M.; FRIGG, M. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. **Journal of Animal Science**. V.74, n.1, p.106-116, 1996a.
- [21] LIU, Q.; SCHELLER, K. K.; ARP, S. C.; SCHAEFFER, D. M.; WILLIAMS, S. N. Titration of fresh meat color stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin-E supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.74, n.1, p.117-126, 1996b.
- [22] LYNCH, A.; KERRY, J. P.; O'SULLIVAN, M. G.; LAWLOR, J. B. P.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Distribution of  $\alpha$ -tocopherol in beef muscles following dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. **Meat Science**, v.56, p.211-214, 2000.
- [23] MELTON, S. L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, v.37, n.7, p.105-111, 1983.
- [24] MITSUMOTO, M.; ARNOLD, R. N.; SCHAEFER, D. M.; CASSENS, R.G. Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1812-1816, 1993.
- [25] MONAHAN, F. J.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; LYNCH, P. B.;

- GRAY, J. I. Influence of dietary-fat and alpha-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. **Meat Science**. v.31, n.2, p.229-241, 1992.
- [16] MORRISSEY, P. A.; SHEEHY, P. J. A.; GALVIN, K.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. Lipid stability in meat products. **Meat Science**, v.49, p.73-86, 1998.
- [27] NEVES, E. S. **Estudo da transferência de massa em carne bovina salgada desidratada**. Tese-Mestrado, 1998. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- [28] NÓBREGA, D. M.; SCHENEIDER, I. S. A carne-de-sol na alimentação. **Revista Nacional da Carne**, n.11, p.28-29, 1983.
- [29] OLIVEIRA, S. A. **Contribuição ao estudo da flora microbiana do charque**. Tese-Mestrado, 1980. Niterói, Universidade Federal Fluminense. Faculdade de Veterinária.
- [30] PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; WOLZAK, A. M.; HORENSTEIN, N. A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, p.121-129, 1983.
- [31] PICCHI, V.; CIA, B. Fabricação do charque. **Boletim do Centro de Tecnologia de Carnes**, n. 5, p. 11 – 30, 1980.
- [32] REY, A. I.; KERRY, J. P.; LYNCH, P. B.; LOPEZ-BOTE, C. J.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; Effect of dietary oils and alpha-tocopherol acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. **Journal of Animal Science**, v.79, n.5, p.1201-1208, 2001.
- [33] RULE, D. C.; BUSBOOM, J. R.; KERCHER, C. J. Effect of dietary canola on fatty-acid composition of bovine adipose-tissue, muscle, kidney, and liver. **Journal of Animal Science**. v.72, n.10, p.2735-2744, 1994.
- [34] SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. do A.; CARVALHO Jr, B. C. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de

elaboração da carne salgada desidratada. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.14-19, 2001.

- [35] SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H. R.; SMITH, G. C.; DURLAND, P. R. Factors associated with fresh meat color: A review. **Journal of Food Quality**. v.6, n.3, p.211-237, 1984.
- [36] 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.
- [37] SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; BISCONTINI, T. M. B.; PINTO, M. F.; TERRA, N. N.; ZORN, T. M. T. Charqui meats hurdle technology meat products. **Food Reviews International**, v.14, n.4, p.339-349, 1998.
- [38] TORRES, E. A. F. S.; SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. **Meat Science** v.38, p.229-234, 1994.
- [39] TORRES, E.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; KU, P. K.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). **Food Chemistry**, v.32, p.257-268, 1989.
- [40] WOODALL, A. A.; BRITTON, G.; JACKSON, M. J. Dietary supplementation with carotenoids: Effects on alpha-tocopherol levels and susceptibility of tissues to oxidative stress. **British Journal of Nutrition**, v.76, n.2, p.307-317, 1996.

## **CAPITULO 2**

# **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE TBA PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS**

Facco, E. M. P. e Godoy, H. T.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP  
C.P. 6121 CEP 13083-970  
facco@fea.unicamp.br

# **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE TBA PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS**

Elizete Maria Pesamosca FACCO, Helena Teixeira GODOY

Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP,  
C.P. 6121 CEP 13083-970

## **RESUMO**

Os lipídios podem sofrer alterações químicas que afetam profundamente suas qualidades organolépticas e a aceitação do consumidor. A oxidação lipídica é um dos processos mais importantes que ocorre em carnes e produtos cárneos, sendo a principal responsável pela deterioração desses alimentos. Dentre os principais produtos da oxidação destaca-se o malonaldeído, que, normalmente, é determinado pela reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA) e utilizado como indicativo da oxidação lipídica. O objetivo deste trabalho foi de avaliar dois métodos para a determinação do malonaldeído em carnes e produtos cárneos, através da análise do TBA. As amostras de carne bovina (coxão mole, patinho, contrafilé, maminha e músculo), de frango (peito, coxa, sobrecoxa e asa) e suína (bisteca, lombo, pernil, bisteca temperada) foram adquiridas em supermercados da cidade de Campinas-SP. Amostras de charque também foram submetidas às análises. Foram avaliados os métodos de TARLARGIS [16] e RAHARJO [12], onde o malonaldeído é extraído da amostra por destilação e por extração, respectivamente. Os resultados mostraram que a quantidade de TBA obtida pelo método da destilação foi de aproximadamente 2,0 vezes maior que as obtidas pela extração aquosa. O método da extração aquosa é muito prático, além de ser muito mais rápido, podendo ser utilizado como uma alternativa na determinação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos. A carne bovina apresentou valores de malonaldeído maiores que na carne suína e menores que a carne de

frango. Entre os cortes suínos, o lombo (118,8 e 211,3 $\mu$ g/kg) foi o que apresentou o menor grau de oxidação. Para os cortes de frango, e no geral, os valores obtidos nas asas foi o maior (500,2 e 974,3 $\mu$ g/kg). Em consequência do processamento o charque apresentou valores de malonaldeído muito superiores aos das carnes analisadas (1428 e 2766 $\mu$ g/kg).

Palavras-chaves – Charque, TBA, oxidação lipídica

## SUMMARY

### **Comparative study between different determination methodology in TBA to meat products and meat lipid oxidation level evaluation**

The lipids can suffer chemical alterations that affect deeply its sensories qualities and the acceptance of the consumer. The lipid oxidation is one of the processes most important that it occurs and it is responsible for the deterioration of meats and meat products. Amongst the main products of the oxidation the malonaldeide one is distinguished, that, normally, it is determined by the reaction of quantification with the tiobarbitúrico acid (TBA) and used as indicative of the lipid oxidation. The objective of this work was to evaluate the methods for the determination of malonaldeide in meats and the meat products, through the analysis of the TBA. The samples of bovine meat (*coxão mole*, *contrafilé*, *maminha* and muscle), of chicken (chest, thigh, *sobrecoxa* and wing) and of swine (bisteca, lombo, pernil, and tempering bisteca) had been collected in supermarkets of the Campinas city. Samples of charqui had been also submitted to the analyses. They had been evaluated the method of the destillation, according to TARLARGIS [16], and the method of water extration, described as RAHARJO [12]. The results had shown that the amount of TBA gotten for the method of the destillation was 2,0 times, approximately, bigger that the gotten ones for the water extration. The method of

the water extration is very practical, besides being much more fast, being able to be used as a alternative in the determination of the lipid oxidation in meats and products. It did not have significant difference between the values of malonaldeide in the different cuts of bovine meat. Between the swines cuts, lombo (118,8 and 211,3mg/kg) was what it presented the lesser degree of oxidation. For the chicken, and in the generality, the values gotten in the wings were the greater (500,2 and 974,3mg/kg). In consequence of the processing charqui presented values of malonaldeide very superior to the ones of the analyzed meats.

Keywords – Charqui, TBA, lipid oxidation

## INTRODUÇÃO

A oxidação dos lipídios afeta a qualidade dos alimentos, principalmente o aroma, o flavour e o valor nutricional, além de produzir compostos tóxicos. As moléculas mais susceptíveis à oxidação são os ácidos graxos, particularmente os ácidos graxos insaturados [2]. Esses compostos, aparentemente, decompõem-se sob condições de aquecimento produzindo o malonaldeído. A autooxidação do éster do linoleato e de outros ésteres de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) contendo três ou mais ligações insaturadas, produzem os endoperóxidos. Os endoperóxidos são os compostos não voláteis precursores do malonaldeído [11].

Para avaliar o grau da oxidação lipídica são utilizados numerosos procedimentos analíticos. Há métodos simples e de baixo custo, como o teste do TBA (ácido tiobarbitúrico) e métodos mais sofisticados e onerosos, como os métodos que utilizam cromatografia gasosa [9, 14] ou cromatografia líquida de alta eficiência [1,5].

A reação do malonaldeído com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) tem sido amplamente utilizada para medir o grau da oxidação lipídica em carnes e derivados cárneos [3, 7, 8, 12]. Entretanto, substâncias como cetonas, ácidos, ésteres, açúcares, aminoácidos, proteínas oxidadas, vitaminas e outras podem reagir com o TBA formando as TBARS (substâncias que reagem com o TBA). Essas substâncias também são formadas em carne e produtos cárneos [3].

Há diferentes formas de realizar o teste do TBA. O método da extração direta com toda a amostra, consiste basicamente no aquecimento da mesma com a solução de TBA sob condições ácidas e posterior extração do pigmento formado com butanol. É uma medida que envolve muito tempo e uma quantidade grande de solvente para a extração [15].

Outra forma de realizar o teste do TBA é pelo método da destilação. Neste o malonaldeído é extraído por destilação da amostra em meio ácido [7, 9, 10, 14, 16].

Um terceiro método, considerado por muitos autores o melhor, baseia-se na extração ácido aquosa do malonaldeído da amostra, com ácido tricloroacético (TCA) antes de reagir com o TBA [4, 10, 12, 13]. A vantagem deste método é não expor a amostra a altas temperaturas, pois o calor pode acelerar o processo da oxidação lipídica [10, 13, 18] resultando, então, em valores de TBA elevados. Este método tem ainda a vantagem de ser mais prático e rápido que o método da destilação. É também aconselhado quando se tem um número elevado de amostras para analisar [9, 10, 13]. A maior desvantagem é a baixa sensibilidade [18].

Com o intuito de melhorar a especificidade e o limite de detecção do método da extração ácido aquosa, RAHARJO[12] utilizaram cartucho de fase sólida, a fim de eliminar as substâncias que pudessem interferir na absorvância do complexo vermelho formado pela reação do malonaldeído com o TBA.

Os resultados do método de extração aquosa foram

aproximadamente 2,0 a 2,6 vezes maiores para a carne bovina, suína e de frango [10, 13, 18]. Por outro lado PIKUL [10] encontraram valores de 1,3 a 1,4 vezes para carne de frango refrigerada e congelada. Essa diferença pode ser atribuída a temperatura que acelera a oxidação durante o processo de extração [10, 13, 18] e que pode haver liberação do malonaldeído ligado a outras moléculas, como por exemplo as proteínas [10, 13].

Considerando o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os diferentes métodos que utilizam a reação do malonaldeído com o TBA para determinar o grau da oxidação lipídica em vários tipos e cortes de carne.

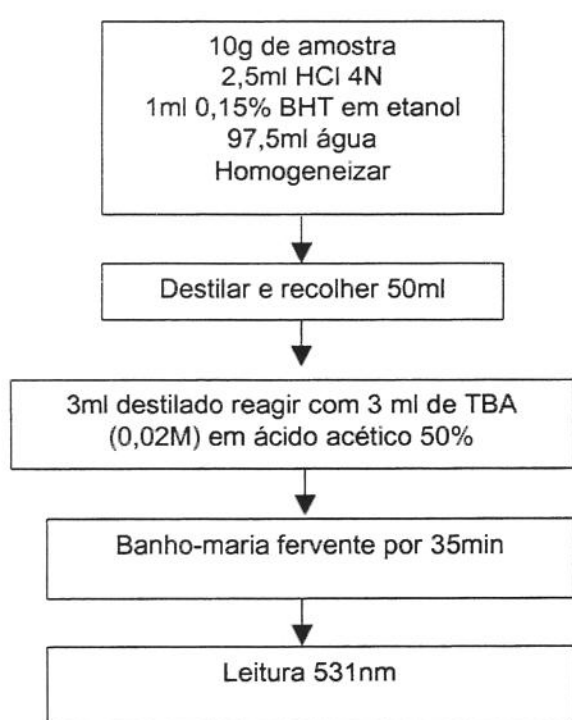
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

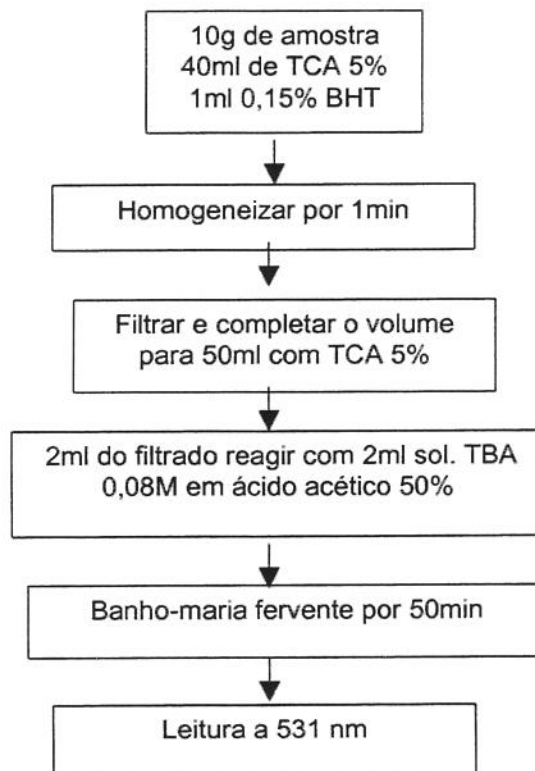
Para a avaliação dos diferentes métodos foram analisadas 12 amostras de charque, fabricado no laboratório de carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, conforme descrito por LAJE [6]. Foram analisadas também 5 diferentes lotes de cada tipo/corte de carne resfriada, sendo 4 cortes de carne de frango (peito, coxa, sobrecoxa e asa), 4 de carne suína (bisteca, lombo, pernil, bisteca temperada), 5 cortes de carne bovina (coxão mole, patinho, contrafilé, maminha e músculo) totalizando 77 amostras. As amostras de carnes resfriadas foram adquiridas em supermercados da cidade de Campinas-SP, no período de novembro de 2001 a março de 2002. Para cada tipo/corte de carne foram tomadas 500 gramas. Após a retirada da pele e gordura superficial, ficando somente a parte muscular, toda a amostra foi picada e homogeneizada em multiprocessador de alimentos, adicionando 10ml de antioxidante BHT(0,15% em etanol), para posterior retirada da amostra analítica. Para as determinações foram tomadas, aproximadamente, 10 gramas de amostra.

## Métodos

As amostras foram analisadas pelo método da destilação, segundo TARLARGIS [16] (**Figura 1**) e pelo método de extração ácido aquosa, descrito por RAHARJO [12] e modificado neste trabalho (**Figura 2**). A modificação no método se restringiu a retirada da etapa de limpeza com o cartucho de extração em fase sólida. A quantificação foi feita através de curvas de calibração adequadas para cada método. As leituras do padrão e das amostras foram realizadas em espectrofotometro (Perkin Elmer lambda 6 Series PECSS) a 531nm. Todas as determinações foram feitas em duplicata.



**FIGURA 1** - Fluxuograma da determinação de malonaldeído baseado na metodologia de TARLARGIS [16]



**FIGURA 2** - Fluxuograma da determinação de malonaldeído baseado na metodologia de RAHARJO [12], modificada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, foi realizado um estudo utilizando a metodologia de RAHARJO [12] Foram realizadas análises de amostras de carne utilizando a coluna de fase sólida (C18) comparativamente a análises sem o uso da coluna. Os resultados mostraram que não houve diferenças nos dados encontrados entre o método original e o modificado. Assim, optou-se por eliminar a etapa da extração em fase sólida, tornando o método ainda mais prático e econômico.

A **Tabela 1** apresenta as faixas e médias dos valores encontrados para cada tipo de carne e seus respectivos cortes, além dos fatores de relação entre os valores de TBARS determinados pelo método da destilação e pelo método da extração aquosa. Os resultados estão expressos em  $\mu\text{g}$  de malonaldeído/kg de amostra. Como os resultados encontrados nas amostras variaram bastante, optou-se por apresentar a faixa dos valores. Como as amostras foram adquiridas em postos de venda não se teve um controle de sua origem e manipulação, mesmo respeitando o prazo de validade considerado na embalagem. Independente dos teores a relação entre os dois métodos foi praticamente constante.

**Tabela 1** – Teores de malonaldeído ( $\mu\text{g/kg}$  de amostra) em amostras de carne, obtidos por diferentes métodos.

| Amostras |                   | Malonaldeído µg/Kg           |                   |                         |                   |     |  |
|----------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-----|--|
|          |                   | Extração aquosa <sup>3</sup> |                   | Destilação <sup>4</sup> |                   |     |  |
|          |                   | Faixa <sup>1</sup>           | M±SD <sup>2</sup> | Faixa <sup>1</sup>      | M±SD <sup>2</sup> |     |  |
| Bovina   | Coxão mole        | 215 - 328                    | 281 ± 59          | 409 - 624               | 543 ± 117         | 1,9 |  |
|          | Patinho           | 299 - 370                    | 336 ± 36          | 675 - 873               | 754 ± 105         | 2,2 |  |
|          | Contra-filé       | 219 - 330                    | 285 ± 58          | 502 - 637               | 574 ± 68          | 2,1 |  |
|          | Maminha           | 259 - 283                    | 273 ± 13          | 500 - 545               | 529 ± 25          | 1,9 |  |
|          | Músculo           | 247 - 350                    | 301 ± 52          | 538 - 676               | 605 ± 69          | 2,0 |  |
| Suíno    | Bisteca           | 192 - 383                    | 279 ± 97          | 466 - 640               | 665 ± 212         | 2,4 |  |
|          | Lombo             | 181 - 211                    | 197± 15           | 399 - 492               | 432 ± 52          | 2,2 |  |
|          | Pernil            | 214 - 302                    | 251 ± 47          | 450 - 608               | 530 ± 79          | 2,1 |  |
|          | Bisteca temperada | 325 - 347                    | 302 ± 59          | 543 - 728               | 654 ± 98          | 2,2 |  |
| Aves     | Peito             | 245 - 316                    | 290 ± 39          | 545 - 703               | 630 ± 79          | 2,2 |  |
|          | Coxa              | 260 - 307                    | 287 ± 24          | 580 - 662               | 626 ± 42          | 2,2 |  |
|          | Sobre coxa        | 369 - 618                    | 469 ± 131         | 738 - 1274              | 972 ± 482         | 2,1 |  |
|          | Asa               | 500 - 974                    | 703 ± 244         | 1054 - 1993             | 1461 ± 275        | 2,1 |  |
|          |                   |                              |                   |                         |                   | 2,1 |  |

<sup>1</sup> Médias de determinações em duplicata.

<sup>2</sup> Médias e estimativa do desvio padrão de 5 determinações em duplicata.

<sup>3</sup> Método de extração ácido aquosa segundo RAHARJO [12], modificado.

<sup>4</sup> Método da destilação segundo TARLARGIS [16].

<sup>5</sup> Relação entre TBARS determinado pelo método da destilação e método da extração aquosa.

Os resultados mostraram que, os valores obtidos na extração do malonaldeído pelo método da destilação foram sempre superiores aos da extração aquosa em todos os tipos de carne. A diferença entre os métodos pode ser explicada pela utilização de calor no método da destilação, que acelera a oxidação, e também pela destilação de outros aldeídos, além do malonaldeído [10, 13, 18]. O fator de relação entre os dois métodos testados, é de, aproximadamente 2,0. SALIH [13] trabalhando com carne de aves e WITTE [18] trabalhando com carne suína e bovina, também encontraram uma relação entre os resultados obtidos pelo método de destilação e de extração aquosa de, aproximadamente, 2,0-2,6 vezes maior para o método de destilação. PIKUL [10] trabalhando com aves encontraram valores de 1,3-1,4 vezes. O método da extração aquosa também é mais prático e mais rápido que o da destilação. Segundo PIETTE e RAYMOND [9] seria o método indicado quando se tem um número elevado de amostras. Pelos dados obtidos neste trabalho utilizando a metodologia modificada de RAHARJO [12], pela retirada do cartucho de fase sólida, o método tornou-se ainda mais simples e barato, podendo ser utilizado como uma alternativa na determinação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos.

Entre os cinco diferentes cortes de carne bovina, a maminha foi a que apresentou menor quantidade de malonaldeído. Entre os cortes suínos, o lombo foi o que apresentou a menor quantidade de malonaldeído, até mesmo em comparação com os outros tipos/cortes de carnes analisados neste trabalho. Asas e sobrecoxas foram os cortes que apresentaram os maiores teores, exceto para as amostras de charque (**Tabela 2**), que como esperado, apresentaram os maiores valores de malonaldeído, cerca de 3 vezes mais quando comparado aos cortes bovinos. Os valores encontrados para o charque utilizando o método da destilação estão de acordo com os encontrados por TORRES [17], 2,58-3,72mg de malonaldeído/kg de amostra.

**Tabela 2** - Teores de malonaldeído ( $\mu\text{g/kg}$  de amostra) em amostras de charque, obtidos por diferentes métodos.

| Amostras                  | Malonaldeído (µg/kg) <sup>1</sup> |        |                         |        | Fator <sup>4</sup> |
|---------------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------|--------|--------------------|
|                           | Extração aquosa <sup>2</sup>      |        | Destilação <sup>3</sup> |        |                    |
|                           | Média ± DP                        | CV (%) | Média ± DP              | CV (%) |                    |
| Charque (Ponta de Agulha) | 1643 ± 139                        | 8,4    | 3560 ± 28               | 0,8    | 2,2                |
|                           | 1413 ± 15                         | 1,0    | 2348 ± 70               | 2,9    | 1,7                |
|                           | 1430 ± 9                          | 0,6    | 2010 ± 77               | 3,8    | 1,8                |
|                           | 947 ± 13                          | 1,3    | 2312 ± 25               | 1,1    | 2,4                |
|                           | 1734± 70                          | 4,0    | 3819± 58                | 1,5    | 2,2                |
|                           | 1254 ± 40                         | 3,2    | 2507 ± 75               | 3,0    | 2,0                |
|                           | 1356 ± 31                         | 2,3    | 2844 ± 36               | 1,2    | 2,1                |
|                           | 1211 ± 29                         | 2,4    | 2160 ± 28               | 1,3    | 1,8                |
|                           | 1373 ± 9                          | 0,6    | 2857 ± 26               | 0,9    | 2,1                |
|                           | 1674 ± 48                         | 2,8    | 2928± 38                | 1,3    | 1,7                |
|                           | 1440 ± 46                         | 2,8    | 2539 ± 68               | 2,6    | 1,8                |
|                           | 1658 ± 4                          | 0,3    | 3302 ± 2,0              | 0,1    | 2,0                |
| Média ± DP <sup>5</sup>   | 1428 ± 23                         |        | 2766 ± 57               |        | 2,0±0,2            |

<sup>1</sup> Médias de determinações em duplicata.

<sup>2</sup> Método de extração aquosa segundo RAHARJO [12], modificado.

<sup>3</sup> Método da destilação segundo TARLARGIS [16].

<sup>4</sup> Relação de TBARS determinado pelo método da destilação e método da extração aquosa.

<sup>5</sup> Valores médios e estimativa do desvio padrão 12 amostras em duplicata.

A modificação no método de extração ácido aquosa descrito por RAHARJO [12], tornou-o ainda mais simples que o tradicional, permitindo dessa forma, que a avaliação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos seja mais prática e econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CSLLANY, A. S.; GUAN, M. D.; MANWARING, J. D.; ADDIS, P. B. Free malonaldehyde determination in tissues by high performance liquid chromatography. **Analitical Biochemistry**, v.142, p.277-283, 1984.
- [2] FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. 1067p.
- [3] GUILLÉN-SANS, R.; GUZMÁN-CHOZAS, M. The thiobarbituric acid (TBA) reaction in foods: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. V.38, n.4, p.315-330, 1998.
- [4] GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; BOATELLA, J. BARROETA, A. CODONY, R. Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry: Influence of various. **Journal of Food Agricultural Chemistry**, v.48, p.1155-1159, 2000.
- [5] KAKUDA, Y.; STANLEY, D. W.; VAN de WOORT, F. R. Determination of TBA number by high performance liquid chromatography. **Journal Oil Chemistry Society**. v. 58, p.773-775, 1981.
- [6] LAGE, M. E.; GODOY, H. T.; FACCO, E. M. P.; FELÍCIO, P. E. de; CARVALHO Jr, B. da C. Desenvolvimento de um processo para produção de charque em laboratório. **Anais do IV Congresso Latino Americano de Alimentos**, Campinas-SP, p.186, 2001.

- [7] LAWLOR, J. B.; SHEEHY, P. J. A.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Measuring oxidative stability of beef muscles obtained from animals supplemented with vitamin E using conventional and derivative spectrophotometry. **Food Chemistry and Toxicology**, v.65, n.6, p.1138-1141, 2000.
- [8] MELTON, S. L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, v.37, n.7, p.105-111, 1983.
- [9] PIETTE, G.; RAYMOND, Y. A comparative evaluation of various methods used to determine rancidity in meat products. **Fleischwirtschaft**, n.7, p.69-73, 1999.
- [10] PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.37, p.1309-1313, 1989.
- [11] PRYOR, W. A.; STANLEY, J. P.; BLAIR, E. Autoxidation of polyunsaturated fatty acids: II A suggested mechanism for the formation of TBA-reactive materials from prostaglandin like endoperoxides. **Lipids**, v.11, n.5, p.370-379, 1976.
- [12] RAHARJO, S.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C<sub>18</sub> method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.40, p.2182-2185, 1992.
- [13] SALIH, A. M.; SMITH, D. M.; PRICE, J. F.; DAWSON, L. E. Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. **Poultry Science**, v.66, p.1483-1488, 1987.
- [14] SHAHIDI, F.; YUN, Y.; RUBIN, L. J.; WOOD, D. F. The hexanal content as an indicator of oxidative stability and flavour acceptability in cooked ground pork. **Canadian Institute Food Science Technology Journal**, v.20, p.104-106, 1987.

- [15] SINNHUBER, R. O.; YU, T. C. 2-thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fisher products.2. The quantitative determination of malonaldehyde. **Food Technology**, v.12, n1, p.9-12, 1958.
- [16] TARLARGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T.; DUGAN, L. Jr. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal American Oil Chemistry Society**, v.37, p.44-48, 1960.
- [17] TORRES, E. A. F. S.; SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. **Meat Science** v.38, p.229–234, 1994.
- [18] WITTE, V. C.; KRAUSE, G. F. BAILEY, M. E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. **Journal of Food Science**, v.35, p.582-585, 1970.

## **CAPITULO 3**

# **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CHARQUE RELACIONADOS AO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA E**

Facco, E. M. P. e Godoy, H. T.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP  
C.P. 6121 CEP 13083-970  
[facco@fea.unicamp.br](mailto:facco@fea.unicamp.br)

# **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CHARQUE RELACIONADOS AO EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA E**

Elizete Maria Pesamosca Facco & Helena Teixeira Godoy

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, São Paulo.  
C.P. 6121 CEP 13083-970

## **RESUMO**

As mudanças físico-químicas que ocorrem durante o processamento resultam numa redução do conteúdo de água no músculo com conseqüente aumento na proporção de outros componentes, mais especificamente o sal e as proteínas. Na tentativa de diminuir as consequências das reações oxidativas resultantes do processamento do charque utiliza-se a ação antioxidante de alguns compostos, como o  $\alpha$ -tocoferol. O presente trabalho teve como objetivo avaliar e comparar parâmetros que caracterizam o charque obtido a partir de ponta de agulha de bovino da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), suplementados com  $\alpha$ -tocoferol. Os animais foram separados em dois grupos, um recebeu ração suplementada com  $\alpha$ -tocoferol acetato (1000mg/cabeça/dia), enquanto o outro grupo recebeu a mesma ração sem a suplementação. O charque foi produzido submetendo as amostras à salga úmida e, posteriormente, à salga seca e exposição ao sol para desidratação até valores de atividade de água ( $A_w$ ) próximos a 0,75. As amostras foram embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração. Foram determinados os parâmetros de cor,  $A_w$  e pH por análise instrumental. Também foram realizadas análises de umidade, proteínas, cloretos, resíduo mineral fixo e  $\alpha$ -tocoferol. Para  $A_w$  os valores encontrados variam de 0,74 a 0,75 nas amostras controle e de 0,74 a 0,76 nas amostras suplementadas. O valor de pH no charque

ficou entre 5,6 e 5,9. As porcentagens médias encontradas para proteínas foram de 33,0 e 31,9, para lipídios 8,1 e 8,5, para cloretos de 14,8 e 14,7 e para cinzas foram 16,3 e 16,0 nas amostras controle e tratamento, respectivamente. A suplementação com  $\alpha$ -tocoferol resultou numa concentração muscular de vitamina E de 5,8 $\mu$ g/100g nas amostra suplementadas, enquanto nas amostras controle a média foi de 6,8 $\mu$ g/100g de amostra. Os parâmetros de cor L\*, a\* e b\*, que caracterizam, a luminosidade, o tom vermelho e o tom amarelo, respectivamente, apresentaram para o controle valores médios e desvios padrões de 38,2 $\pm$ 3,5, 6,9 $\pm$ 1,7 e 8,1 $\pm$ 1,3 e, para o tratamento de 37,8 $\pm$ 2,8, 7,3 $\pm$ 2,8 e 7,6 $\pm$ 1,3. Os resultados encontrados para as análises realizadas demonstraram não haver diferença significativa, num intervalo de confiança de 95%, entre as amostras controle e suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol. Neste trabalho não foram observadas diferenças substanciais de cor e nos demais parâmetros que justifiquem a suplementação da  $\alpha$ -tocoferol na alimentação de bovinos destinados a produção de charque.

Palavras-chaves – Charque, suplemetação, vitamina, parâmetros de qualidade

## ABSTRACT

CHARQUI QUALITY PARAMETERS EVALUATION IN RELATION OF VITAMIN E SUPPLEMENT EFFECT The physical-chemistry changes that occur during the processing result in a reduction of the water content in the muscle with consequent increase in the ratio of other components, more specifically the salt and the proteins. In the attempt to diminish the results of the oxidative reactions of the processing of charqui it is used the antioxidant action of some componds, as alfa-tocoferol. The present work had as objective to evaluate and to compare parameters that characterize charqui gotten from tip of needle of bovine of the

Nelore race (*Bos taurus indicus*), supplemented with  $\alpha$ -tocopherol. The animals they had been separate in two groups, one that received ration supplemented with the acetate from alfa-tocopherol (1000mg/animal/day), while the other group received the same ration without the supplement. Charqui was produced submitting the samples to humid salts and, later, to it dries salts and to exposition to the sun for dehydration until values of water activity ( $A_w$ ) next the 0,75. The stored samples had been packed the vacuum and under refrigeration. The parameters of color,  $A_w$  and pH for instrumental analysis had been determined. Also analyses of moisture, proteins had been carried through, chlorides, ash and tocopherol. For  $A_w$  the joined values vary of 0,74 to 0,75 in the samples have controlled and of 0,74 the 0,76 in the supplemented samples. The value of pH in charqui is between 5,6 and 5,7. The average values of percentage for proteins were of 33,0 and 31,9 and for lipids 8,1 and 8,5 in the samples have controlled and treatment, respectively. The percentage of chlorides and leached ashes had gotten resulted waited, for chlorides 14,8 and 14,7, and for leached ashes they had been 16,3 and 16,0 in the samples has controlled and supplemented, respectively. The supplement of  $\alpha$ -tocopherol resulted in a muscular concentration of 5,8mg/100g of sample, while that in the samples it has controlled the average was of 6,8mg/100g of sample. The parameters of color  $L^*$ ,  $a^*$  and the  $b^*$ , that they characterize, the luminosity, the red tone and the yellow tone, respectively, had presented for the control average values and shunting lines standards of  $38,2 \pm 3,5$ ,  $6,7 \pm 1,7$  and  $8,1 \pm 1,3$  e, for the treatment of  $37,8 \pm 2,8$ ,  $7,3 \pm 2,8$  and  $7,6 \pm 1,3$ . The results found for the carried through analyses had not presented significant difference, in a reliable interval of 95%, between the control and the samples supplemented with  $\alpha$ -tocopherol. In this work substantial differences of color had not been observed and in the too much parameters that justify the supplement of the  $\alpha$ -tocopherol and in the feeding of destined bovines the production of charqui.

Keywords - Charqui, vitamin, parameters quality, supplementation

## INTRODUÇÃO

O setor de carnes secas abrange diferentes produtos: a carne de sol, o charque, e o jerked beef. O charque é produzido por um processo que se beneficia das propriedades do sal e do sol, transformando a carne "in natura" num produto cárneo que pode ser conservado a temperatura ambiente. Dessa forma o charque é uma importante fonte protéica para a população carente de recursos de refrigeração.

Segundo a legislação brasileira, o charque deve conter no máximo 45% de umidade e 15% de resíduo mineral fixo na sua porção intramuscular (Brasil, 1962). No entanto, a composição básica do charque varia de acordo com a idade, sexo do animal e, principalmente, pelo tipo de carne utilizada para o processamento (Lira & Shimokomaki, 1998).

Durante o processamento do charque os parâmetros de qualidade variam desde os característicos da matéria-prima até característicos do produto final. Segundo Torres *et al.* (1994), a umidade varia de 75,5% até 33,2% e o conteúdo de resíduo mineral fixo pode oscilar de 19,2 a 0,9%.

Além dos parâmetros descritos na legislação, há outros que caracterizam o charque, como por exemplo proteínas, lipídios e a atividade de água ( $A_w$ ). Com a perda de líquido tissular, durante o processamento, ocorre uma perda de constituintes, como proteínas miofibrilares, vitaminas e demais componentes hidrossolúveis, alterando assim, o valor nutritivo da carne (Shimokomaki *et al.*, 1987). Entretanto a avaliação dos parâmetros de qualidade do charque durante o processamento mostra que a desidratação provocada pelo processo concentra os constituintes característicos da carne, fazendo do charque um alimento igualmente nutritivo (Torres *et al.*, 1994).

No processamento industrial a  $A_w$  tem sido sugerida como parâmetro de definição de produtos como charque e jerked beef, este uma variante do

charque que admite na sua composição nitrato e nitrito, e através de seus valores é possível avaliar as condições de processamento (Neves, 2000). A determinação da correlação entre análise de cor e o teor de sal no produto é sugerido, pela sua rapidez e facilidade de uso, no controle do processo industrial de carnes salgadas desidratadas osmoticamente (Neves, 2000; Sabadini *et al.*, 2001).

No intuito de diminuir os efeitos da oxidação decorrentes do processamento do charque, indesejáveis à qualidade das carnes, utiliza-se antioxidantes, principalmente os naturais. O  $\alpha$ -tocoferol está sendo utilizado por vários autores para diminuir ou retardar os efeitos da oxidação lipídica e da mioglobina em carnes bovina, suína e aves (Jensen *et al.*, 1997; Monahan *et al.*, 1992; Lynch *et al.*, 1999; Houben *et al.*, 2000; Rey *et al.*, 2001; Grau *et al.*, 2001).

O termo vitamina E é usado como uma descrição genérica para todos os derivados do tocol e tocotrienol que exibem a atividade biológica do  $\alpha$ -tocoferol. A vitamina E não pode ser sintetizada nos animais, portanto a presença desta em tecidos animais reflete a disponibilidade na dieta. Devido às características de lipossolubilidade da vitamina E, a absorção é dependente da habilidade dos animais digerirem e absorverem gordura (Jensen *et al.*, 1998). A vitamina E estabiliza a integridade das membranas, conservando e retendo os componentes sarcoplasmáticos, resultando em menor perdas por exsudação (Mitsumoto *et al.*, 1998).

Com a necessidade de um maior número de dados sobre a qualidade do charque, o presente trabalho teve como objetivo comparar os parâmetros de qualidade do charque processado com ponta de agulha obtida de animais suplementados e sem suplementação com  $\alpha$ -tocoferol, além de estabelecer uma relação entre os efeitos da suplementação e os parâmetros de qualidade do charque.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

O confinamento foi realizado com 24 animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com idade de 30 meses, machos, castrados e peso médio inicial de 279Kg, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP (Universidade de São Paulo), Pirassununga, SP. Estes animais foram confinados por um período de 98 dias, precedido por um período de adaptação de 28 dias. Os novilhos foram confinados, em 12 baias para dois indivíduos, até um acabamento médio de gordura subcutânea de 8 mm, entre a 12º e 13º costelas, que foi avaliado através de ultra-som marca Piemedical, modelo Scanner 200 Vet. com transdutor linear de 18cm e guia acústica acoplada.

Os animais foram separados em dois grupos de 12 novilhos, de forma balanceada. Um grupo recebeu ração com concentrado a base de milho, farelo de soja, polpa cítrica, mistura mineral e volumoso a base de bagaço de cana crú, suplementada com  $\alpha$ -tocoferol acetato (Lutavit E 50% - BASF), na quantidade de 1000mg/cabeça/dia do princípio ativo, enquanto o outro grupo recebeu a mesma ração sem a suplementação. A toxicidade não foi demonstrada em ruminantes e há uma grande margem de segurança no uso da vitamina E na maioria dos animais (Nutrient Requirements Of Beef Cattle, 1996).

Os bovinos foram abatidos no matadouro da Prefeitura do Campus Administrativo da USP, Pirassununga. As carcaças foram mantidas por 24 horas em câmara frigorífica a 0-1°C. Após realizou-se a desossa, onde foram retiradas amostras de ponta de agulha e enviadas ao laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), Campinas-SP. As peças de carne de aproximadamente 5cm de espessura foram submetidas à salga úmida por 50 minutos sob agitação em salmoura (30% de sal comercial), em seguida, as peças foram penduradas para o

gotejamento. A salga seca foi realizada colocando-se as peças intercaladas com camadas de sal grosso de aproximadamente 2cm de espessura, e prensadas, já que o número de peças não era suficiente para exercer a pressão apropriada. A pressão aplicada foi de  $0,5\text{kg/cm}^2$ . Passadas 24 horas procedeu-se a ressalga. Para a uniformização da concentração de sal nas peças, continuou-se invertendo as peças e ajustando a camada de sal. Esta etapa recebe o nome de tombagem. Após 5 tombos as amostras foram lavadas para a retirada do excesso de sal na superfície e deixadas para secar a temperatura ambiente. Após 24 horas iniciou-se o processo de secagem ao sol até valores de  $A_w$  próximos a 0,75 (5 sóis). Após a secagem as peças foram aparadas, embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração a  $4^\circ\text{C}$ .

Para a amostragem foi retirada uma tira de aproximadamente 8 cm de largura/todo o comprimento das peças, descartando 5cm da extremidade, e separada a gordura aparente. A parte muscular restante da amostra, foi então homogeneizada em multiprocessador de alimentos e reservada para as análises de pH, umidade, cloretos, resíduo mineral fixo, proteínas, lipídios,  $\alpha$ -tocoferol. Para as análises de cor e  $A_w$  foram retiradas novas amostragens. Para cor, a leitura foi realizada com a amostragem inteira sem a gordura aparente e em três diferentes pontos, e para a leitura da  $A_w$  as tira foram picadas em pequenos pedaços, homogeneizado antes da retirada da amostra para análise.

## **Métodos**

Os parâmetros de qualidade do charque foram determinados pelos métodos descritos abaixo. Todas as análises foram realizadas em duplicata nas 24 peças de ponta de agulha.

Temperatura - A leitura da temperatura superficial e interna das peças de charque durante a secagem ao sol, foi realizada de hora em hora utilizando-se termômetro com sonda de perfuração (Testo 925).

Atividade de água ( $A_w$ ) - A  $A_w$  foi determinada através de medida instrumental direta utilizando Decagon Aqualab – Series 3 CX-2.

pH - O valor de pH foi medido em pHmetro (Digimed). Foram pesadas 20g da amostragem, misturados 20ml de água destilada conforme o método 2.8.01 descrito na AOAC, (1997). A mistura foi homogeneizada e submetida a leitura;

Umidade - A determinação de umidade foi realizada em estufa a 105°C até peso constante, segundo método 39.1.02 descrito na AOAC (1997);

Proteínas – Utilizou-se o método de Kjeldhal (método 39.1.10 descrito na AOAC, 1997). As proteínas foram determinadas pela digestão da amostras e posterior quantificação do N presente, utilizando como fator 6,25;

Cloretos – Utilizou-se o método de Mohr (método 39.1.10 descrito na AOAC, 1997). A determinação de cloretos foi realizada fazendo a digestão ácida da amostra e posterior quantificação com nitrato de prata, utilizando como indicador o cromato de potássio;

Resíduo mineral fixo - Utilizou-se o método 32.1.05 descrito na AOAC, (1997). A determinação foi realizada em mufla a 550 °C.

Lipídios - Os lipídios totais foram determinados utilizando extração bifásica e posterior determinação gravimétrica, segundo Bligh & Dyer (1959).

Cor - A análise instrumental da cor foi realizada segundo Stewart *et al.* (1965). A cor foi avaliada objetivamente pela reflectância no espaço de cor CIELab usando os seguintes parâmetros: fonte de luz D65, ângulo de observação de 10°, luminosidade ( $L^*$  - 100-branco a 0-preto), índice de vermelho ( $a^*$  - eixo vermelho/verde) e índice de amarelo ( $b^*$  - eixo amarelo/azul). Estes dados foram obtidos através de colorímetro próprio Hunter LAB (MiniScan XE 45/0-L série 8500).

Vitamina E - A concentração de  $\alpha$ -tocoferol foi determinada por

cromatografia líquida de alta eficiência empregando-se coluna de fase reversa C18, fase móvel constituída por hexano:isopropanol (99:1) (Katsanidis & Addis 1999).

Os dados foram avaliados estatisticamente por análise de variância (ANOVA), com o parâmetro do Teste t (Tukey) a um nível de confiança de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diversas etapas do processamento do charque têm por objetivo a diminuição da umidade e da atividade de água. No primeiro contato da carne com o sal (salga úmida) foi observada uma alteração de coloração na superfície das amostras, que na indústria é chamada de “queima da carne”. Sabadini *et al.* (2001) também observaram essa alteração de cor em amostras de carne desidratadas.

A temperatura superficial das peças atingiu 39°C e internamente atingiu 36-37°C durante a secagem ao sol, percebendo-se uma leve fusão da gordura. Oliveira (1980) e Picchi & Cia (1980) consideram a última etapa do processo de fabricação do charque a mais crítica, pois é nele que ocorrem reações importantes para o desenvolvimento de aroma e sabor, bem como a aceleração das reações de degradação catalisadas pelo calor.

A **Tabela 1** mostra os valores referentes às análises de  $A_w$ , umidade, cloretos, resíduo mineral fixo, pH, proteínas e lipídios totais nas 12 amostras controle e nas 12 amostras suplementadas. Não houve diferença significativa para nenhum desses parâmetros a um nível de confiança de 95%. A  $A_w$  é de grande importância, pois é uma das variáveis em que se baseia a conservação do charque à temperatura ambiente.

Os valores de  $A_w$ , em torno de 0,75, encontrados neste trabalho, estão em acordo com os descritos na literatura. Para a maioria dos autores os valores de  $A_w$  nas amostras de carnes desidratadas podem oscilar entre 0,70 e 0,80 (Torres *et al.*, 1994; Aguilera *et al.*, 1990; Shimokomaki *et al.*, 1998; Lira *et al.*, 1998; Sabadini *et al.*, 2001).

A umidade e o resíduo mineral fixo são os parâmetros de qualidade para o charque citados pela legislação brasileira. Tanto as amostras de charque controle como as tratamento estão de acordo com a legislação, que determina para a umidade um máximo de  $45 \pm 5\%$  e para o conteúdo de cinzas um máximo de  $15 \pm 5\%$ . Os resultados encontrados são semelhantes aos descritos por Shimokomaki *et al.* (1998), que determinou a umidade e cinzas de jerked beef.

As médias dos valores de pH encontrados nas amostras de charque foram 5,7 e 5,7 para o controle e para as amostras suplementadas, respectivamente. Esses valores estão em acordo com os determinados por Carvalho *et al.* (2001) que encontraram valores para pH de 5,6 a 5,8 na superfície e 5,4 a 5,8 na parte interior de amostras carnes bovinas desidratadas.

**Tabela 1-** Teores de  $A_w$  (atividade de água), umidade, cloretos, resíduo mineral fixo, pH, proteínas e lipídios totais nas amostras de charque controle e suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol.

| <i>Análise</i>                  | <i>Amostras</i> | <i>Faixa<sup>1</sup></i> | <i>M<math>\pm</math>DP<sup>2</sup></i> | <i>CV%<sup>3</sup></i> |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| <i>A<sub>w</sub></i>            | Controle        | 0,74-0,75                | 0,75 $\pm$ 0,00                        | 0,5                    |
|                                 | Tratamento      | 0,74-0,76                | 0,74 $\pm$ 0,01                        | 0,9                    |
| <i>Umidade (%)</i>              | Controle        | 42,3-47,1                | 44,9 $\pm$ 1,4                         | 3,2                    |
|                                 | Tratamento      | 39,1-47,1                | 44,4 $\pm$ 2,3                         | 5,3                    |
| <i>Cloretos (%)</i>             | Controle        | 14,1-16,0                | 14,8 $\pm$ 0,6                         | 4,1                    |
|                                 | Tratamento      | 13,4-15,7                | 14,7 $\pm$ 0,8                         | 5,3                    |
| <i>Resíduo mineral fixo (%)</i> | Controle        | 15,1-16,9                | 16,3 $\pm$ 0,6                         | 3,5                    |
|                                 | Tratamento      | 14,6-16,8                | 16,0 $\pm$ 0,7                         | 4,6                    |
| <i>PH</i>                       | Controle        | 5,6-5,8                  | 5,7 $\pm$ 0,1                          | 1,4                    |
|                                 | Tratamento      | 5,6-5,9                  | 5,7 $\pm$ 0,1                          | 1,6                    |
| <i>Proteína (%)</i>             | Controle        | 30,3-34,8                | 33,0 $\pm$ 1,5                         | 4,7                    |
|                                 | Tratamento      | 29,8-34,9                | 31,9 $\pm$ 1,4                         | 4,4                    |
| <i>Lipídios totais (%)</i>      | Controle        | 7,1-12,6                 | 8,4 $\pm$ 1,9                          | 23,2                   |
|                                 | Tratamento      | 11,8-6,5                 | 8,5 $\pm$ 1,7                          | 20,2                   |

1- Valores mínimos e máximos encontrados nas 12 amostras de charque analisadas.

2- Média e estimativa do desvio padrão de 12 determinações em duplicata.

3- Coeficiente de variação.

Não há diferença significativa entre as amostras controle e suplementadas a um nível de confiança de 95%.

Neste trabalho, os valores médios de proteína variaram de 33,0% nas amostras controle e 31,9% nas amostras suplementadas e os valores de lipídios totais de 8,4% e 8,5% para amostras controle e tratamento, respectivamente. Esses resultados estão em acordo com Torres *et al.* (1994) que, determinando os parâmetros de qualidade no charque, encontraram valores de proteínas e lipídios totais em torno de 37,0% e 7,9%, respectivamente. Os valores mostrados na **Tabela 1** são resultado da análise de 12 diferentes amostras controle e 12 diferentes amostras suplementadas. A grande variação dos resultados reflete num coeficiente de variação alto. Nas amostras suplementadas o CV% para proteínas foi de 4,4% e para lipídios de 20,2%. Fernadéz-Salguero *et al.* (1994) analisando os parâmetros de qualidade de produtos cárneos de umidade intermediária dentre eles o jerked beef, também encontraram valores de coeficientes de variação semelhantes ao presente neste trabalho nas análises de umidade (4,9%), proteínas (5,5%) e valores menores para lipídios. A grande variação dos valores de proteínas e lipídios, tanto nas amostras controle e suplementadas, podem ser atribuída a diferenças metabólicas que ocorrem de animal para animal e na capacidade de armazenamento de gordura intra e intermuscular.

Para o consumidor, a cor é um dos atributos mais importantes na escolha dos alimentos, é o primeiro requisito para o julgamento da qualidade. A estimativa do desvio padrão e os valores médios obtidos na análise de cor pelo CIE L\*, a\*, b\* realizado no corte do charque, encontram-se na **Tabela 2**. Analisando cada parâmetro observou-se que não há diferença significativa entre o controle e o tratamento. Há uma variação de luminosidade percebida na leitura do L\* do controle de 30,8 a 42,4 e no L\* do tratamento de 33,8 a 42,5. Os menores valores de L\* indicam que as amostras tendem ao preto, tornando as cores mais opacas. Para o parâmetro a\* os valores também tem uma variação que vão desde 4,2 a 10,4 nas amostras controle e 4,0 a 10,6 nas amostras suplementadas, mostrando que há diferentes tonalidades de vermelho. O mesmo ocorre quando analisamos o b\* onde os valores vão de 5,8 a 9,8 e 5,7 a 9,0 nas amostras

controle e tratamento, respectivamente. Esses resultados estão em acordo com os encontrados por Sabadini *et al.* (2001), analisando a superfície de amostras de carne desidratadas na salga seca, em torno de 38,0 para o L\*, 7,0 para o a\* e 4,0 para o b\*, e com Carvalho *et al.* (2001) que em carne-de-sol obtiveram valores semelhantes. Este último ainda destaca que esses resultados quando comparados com os da carne resfriada mostraram a ocorrência de escurecimento e uma forte redução nas intensidades de vermelho e amarelo em função da salga e da secagem. Os valores dos parâmetros apresentaram variação nos desvios padrões devido a desproporção de coloração na amostra. Antes mesmo da análise instrumental a diferença na coloração em algumas amostras era evidente. A variação de animal para animal e as diferenças na absorção do sal no processamento, já que a espessura das amostras não era homogênea, e as variações de secagem podem ter contribuído para a grande variação na análise dos parâmetros de cor das amostras de charque.

A **Figura 1** mostra um cromatograma característico da análise de  $\alpha$ -tocoferol do charque. A **Tabela 3** mostra as médias e a estimativa do desvio padrão da concentração de  $\alpha$ -tocoferol no músculo, expressa em  $\mu\text{g}$  de tocoferol/100g de amostra. Não houve diferença significativa entre as amostras do controle e as do tratamento a um nível de confiança de 95%. Os valores de  $\alpha$ -tocoferol abrangeram uma faixa de 3,8 a 10,0 nas amostras de charque controle e de 3,6 a 9,5  $\mu\text{g}$  /100g no tratamento. As diferenças na quantidade de gordura entremeada, as diferentes capacidades de cada animal metabolizar o  $\alpha$ -tocoferol ou o seu uso para o próprio crescimento, podem ter influenciado na variação dos resultados  $\alpha$ -tocoferol no músculo.

**Tabela 2** – Parâmetros de cor nas amostras de charque controle e suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol.

| Análise de cor | Amostras   | Faixa <sup>1</sup> | $M \pm DP$ <sup>2</sup> | CV% <sup>3</sup> |
|----------------|------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| $L^*$          | Controle   | 30,8-42,4          | 38,2 $\pm$ 3,5          | 9,2              |
|                | Tratamento | 33,8-42,5          | 37,8 $\pm$ 2,8          | 7,5              |
| $A^*$          | Controle   | 4,2-10,4           | 6,9 $\pm$ 1,7           | 25,1             |
|                | Tratamento | 4,0-10,6           | 7,3 $\pm$ 2,8           | 20,8             |
| $B^*$          | Controle   | 5,9-9,8            | 8,1 $\pm$ 1,3           | 15,8             |
|                | Tratamento | 5,7-9,0            | 7,6 $\pm$ 1,3           | 16,5             |

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  - parâmetros de determinação de cor

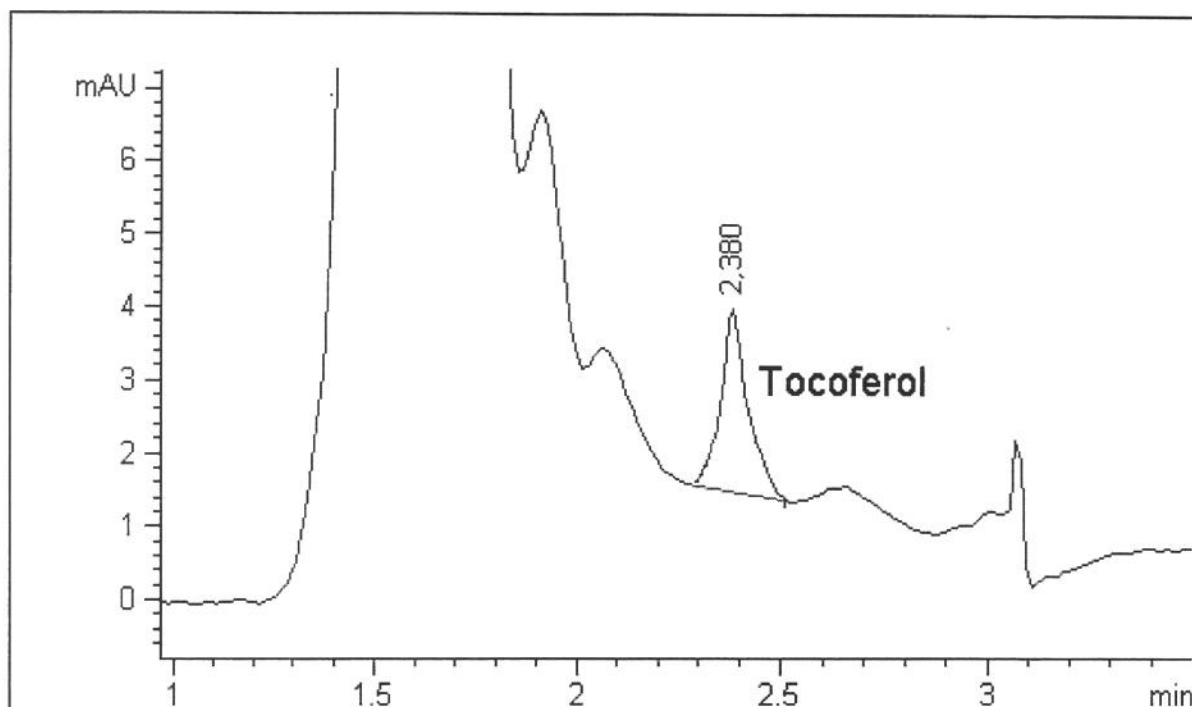
1- Valores mínimos e máximos encontrados nas 12 amostras de charque analisada

2- Média e estimativa do desvio padrão de 12 determinações em duplicata.

3- Coeficiente de variação.

Não há diferença significativa entre as amostras controle e suplementadas a um nível de confiança de 95%.

Não foram encontrados dados, na literatura, referentes a concentração de  $\alpha$ -tocoferol no charque nem em outros tipos de carne bovina desidratada. No entanto, muitos estudos com a carne “in natura” mostraram que a suplementação de  $\alpha$ -tocoferol reduziu a oxidação lipídica e a oxidação da mioglobina garantindo uma melhor qualidade para a carne (Mitsumoto *et al.*, 1993; Buckley *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 1996; Jensen *et al.*, 1997; Jensen *et al.*, 1998; Lynch *et al.*, 1999; Houben *et al.*, 2000; Rey *et al.*, 2001)



**Figura 1** – Cromatograma característico de  $\alpha$ -tocoferol do charque obtido por CLAE. Coluna C18 Microsorb-MV (4,6x150mm). Fase móvel composta por hexano:isopropanol (99:1) a uma vazão 1,3ml/min e detecção a 295nm.

**Tabela 3-** Teores de  $\alpha$ -tocoferol ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) nas amostras de charque.

| Análise                                           | Amostras   | Faixa <sup>1</sup> | $M \pm DP$ <sup>2</sup> | CV% <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------|------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| $\alpha$ -tocoferol ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) | Controle   | 3,8-10,0           | $6,8 \pm 2,2$           | 31,7             |
|                                                   | Tratamento | 3,6-9,4            | $5,8 \pm 2,4$           | 41,0             |

1- Valores mínimos e máximos encontrados nas 12 amostras de charque analisadas.

2- Média e estimativa do desvio padrão de 12 determinações em duplicata.

3- Coeficiente de variação.

Não há diferença significativa entre as amostras controle e suplementadas a um nível de confiança de 95%.

No presente trabalho não foram observadas diferenças significativas na redução da oxidação lipídica que justifiquem a suplementação do  $\alpha$ -tocoferol acetato como antioxidante em concentrações de 1000mg/cabeça/dia na alimentação de bovinos da raça Nelore, em confinamento cuja carne é destinada a produção de charque.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC – Association Of Official Analytical Chemists. 16<sup>a</sup> ed. Washington, DC. V.1 e V.2.
- Buckley, D. J.; Morissey, P. A. & Gray, J. I. (1995) Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* **73**, 3122-3130.
- Bligh, E. C. & Dyer, W. J. (1959) A rapid method of total lipid. Extration and purification. *Can. J. Biochem. Phys.* **37**, 91-917.
- Brasil, M da A. (1962) Regulamento de inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal. Brasília. Ministério da Agricultura.
- Carvalho, B. Da C. Jr; Silva, J. A. Da; Saiki, M. Y. & Felício, P. E. (2001) Desenvolvimento de um produto semelhante a carne de sol: processamento e algumas propriedades químicas, físicas e sensoriais. In 1º Congresso Brasileiro de Carnes, São Pedro-São Paulo.
- Fernández-Sanguero, J.; Gómez, R. & Carnoma, M. A. (1994) Water activity of Spanish intermediate-moisture meat products. *Meat Sci.* **38**, 341-346.
- Grau, A.; Guardiola, F.; Grimpa, S.; Barroeta, A. C. & Codony, R. (2001) Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat

and alpha-tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poult. Sci.* **80**, 1630-1642.

- Houben, J. H.; van Cijk, A.; Eikeleboom, G. & Hoving-Bolink, A. H. (2000) Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Sci.*, **55**, 331-336.
- Jensen, C.; Guidera, J.; Skovgaard, I. M.; Staun, H.; Skibsted, L. H.; Jensen, S. K.; Moller, A. J.; Buckley, J. & Bertelsen, G. (1997) Effects of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. *Meat Sci.* **45**, 491-500.
- Jensen, C.; Lauridsen, C. & Bertelsen, G. (1998) Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends Food Sci. & Tech.*, **9**, 62-72.
- Katsanidis, E. & Addis, P. B. (1999) Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols and cholesterol in tissue. *Free Radical Biol. & Med.*, **27**, 1137-1140.
- Lira, G. M. & Shimokomaki, M. (1998) Parâmetros de qualidade da carne-de-sol e dos charques. *Hig. Alimen.* **12**, 33-35.
- Liu, Q.; Scheller, K. K.; Arp, S. C.; Schaefer, D. M. & Frigg, M. (1996a) Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *J. Anim. Sci.* **74**, 106-116.
- Lynch, M. P.; Kerry, J. P.; Buckley, D. J.; Faustman, C. & Morrissey, P. A. (1999) Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. *Meat Sci.*, **52**, 95-99.
- Mitsumoto, M.; Arnold, R. N.; Schaefer, D. M. & Cassens, R.G. (1993) Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *J. Anim. Sci.*, **71**, 1812-1816.

- Mitsumoto, M.; Ozaka, S.; Mitsuhashi, T. & Koide, K. (1998) Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in Japanese Black Steer Beef. *Meat Sci.*, **49**, 165-174.
- Monahan, F. J.; Buckley, D. J.; Morrissey, P. A.; Lynch, P. B. & Gray, J. I. (1992) Influence of dietary-fat and alpha-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Sci.* **31**, 229-241.
- Neves, E. S. (2000) Estudo da transferência de massa em carne bovina salgada desidratada. Tese-Mestrado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- Nutrient Requirements Of Beef Cattle. (1996) Nutrient Requirements of Domestic Animals, National Research Council, Seventh Revised Edition.
- Oliveira, S. A. (1980) Contribuição ao estudo da flora microbiana do charque. Tese-Mestrado, Niterói, Universidade Federal Fluminense. Faculdade de Veterinária.
- Picchi, V. & Cia, B. (1980) Fabricação do charque. *Bol. Tec. Carnes*, 11–30
- Aguilera, J. M. R.; Chirife, J.; Tapia De Daza, M. S. & Chanes, J. W. (1990) Inventario de alimentos de humedad intermedia tradicionales de Iberoamerica.
- Rey, A. I.; Kerry, J. P.; Lynch, P. B.; Lopez-Bote, C. J.; Buckley, D. J. & Morrissey, P. A. (2001) Effect of dietary oils and alpha-tocopherol acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. *J. Anim. Sci.*, **79**, 1201-1208.
- Sabadini, E.; Hubinger, M. D.; Sobral, P. J. do A. & Carvalho Jr, B. C. (2001) Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. *Rev. Ciên. Tecn. Alimen.*, **21**, 14-19.

- Shimokomaki, M.; Franco, B. D. G. M.; Biscontini, T. M. B., Pinto, M. F.; Terra, N. N. & Zorn, T. M. T. (1998) Charqui meats hurdle technology meat products. *Food Rev. Intern.*, **14**, 339-349.
- Shimokomaki, M.; Franco, B. D. G. M. & Carvalho Jr, B. C. (1987) Charque e produtos afins: Tecnologia e conservação. Uma revisão. *Bol. Cien. Tecn. Alimen.*, **21**, 25–35.
- Stewart, M. R.; Zipser, M. W. & Watts, B. M. (1965) The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *J. Food Sci.*, **30**, 464-469.
- Torres, E. A. F. S.; Shimokomaki, M.; Franco, B. D. G. M. & Landgraf, M. (1994) Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat Sci.* **38**, 229–234.

## **CAPITULO 4**

### **INFLUÊNCIA DA DIETA SUPLEMENTADA COM VITAMINA E NA ESTABILIDADE OXIDATIVA E QUALIDADE DO CHARQUE**

Facco, E. M. P. e Godoy, H. T.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP  
C.P. 6121 CEP 13083-970  
facco@fea.unicamp.br

# **INFLUÊNCIA DA DIETA SUPLEMENTADA COM VITAMINA E NA ESTABILIDADE OXIDATIVA E QUALIDADE DO CHARQUE**

Elizete Maria Pesamosca Facco & Helena Teixeira Godoy

Departamento de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, São Paulo.  
C.P. 6121 CEP 13083-970

## **RESUMO**

Pelas próprias características do processamento do charque, ocorre a aceleração de várias reações degradativas, principalmente as oxidativas. Com o intuito de diminuir as conseqüências dessas reações indesejáveis, lança-se mão do uso de antioxidantes, principalmente os naturais, que são melhor aceitos pela população consumidora. O presente trabalho avaliou e comparou a oxidação lipídica do charque, obtido a partir de ponta de agulha de bovinos da raça Nelore, suplementados com  $\alpha$ -tocoferol e sem a suplementação. O charque foi produzido submetendo as amostras a salga úmida e, posteriormente, à salga seca e exposição ao sol para desidratação até valores de atividade de água ( $A_w$ ) próximos a 0,75. As amostras foram embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração. A análise estatística dos resultados mostrou que não houve diferença significativa nos valores de colesterol (168,4 e 160,9), lipídios totais (8,4 e 8,5), TBARS (1,4 e 1,3) e  $\alpha$ -tocoferol para as amostras controle e suplementadas, respectivamente, embora os valores de TBARS e colesterol tenham sido mais baixos nas amostras com a suplementação de  $\alpha$ -tocoferol. Através da comparação com padrões e cálculo de ECL' (Cumprimento Equivalente de Cadeia Corrigido) foram identificados 35 ácidos graxos. Os principais ácidos graxos presentes nas amostras de charque foram: C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, sendo majoritário o C18:1n9. A razão de ácidos graxos poliinsaturados/saturados e de

n3/n6 foi de 0,16 e 0,15 e 0,14 de 0,15 para as amostras controle e tratamento, respectivamente. A suplementação, nos níveis utilizados não mostrou resultados significativos que justifiquem a adição do  $\alpha$ -tocoferol na alimentação de bovinos destinado ao processamento do charque.

Palavras chaves – Charque, oxidação lipídica, vitamina suplementação

## ABSTRACT

VITAMIN E SUPPLEMENT DIET INFLUENCE IN CHARQUI QUALITY AND LIPID STABILIZATION For the proper characteristics of the processing of charqui, the acceleration of some degradative reactions occurs, mainly the oxidative. With intention to diminish the consequences of these reactions undesirable, hand of the antirust substance use is launched, mainly the natural ones, that they are better accepted for the population consumer. The present work evaluated and compared the lipid oxidation of charqui, gotten from tip of needle of bovines of the Nelore race, supplemented with  $\alpha$ -tocopherol. Charqui was produced submitting the samples to salts humid and, later, to it salts dries and to exposition to the sun for dehydration until values of water activity ( $A_w$ ) next the 0.75. The stored samples had been packed the vacuum and under refrigeration. The analysis statistics of the results showed that not have significant difference in the values of cholesterol (168,4 and 160,9), total lipid (8,4 and 8,5) and TBARS (1,4 and 1,3) and tocoferol for the samples has controlled and supplemented, respectively, even so the values of TBARS and cholesterol have been lower in the samples with the supplement of  $\alpha$ -tocoferol. Through the comparison with standards and calculation of ECL (Correct Equivalent chain length) the 35 acid greasy main acid greasy gifts in the samples of charqui had been identified had been the C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, being the majority C18:1 n9. The reason of acid greasy

poliinsaturados/saturados and n3/n6 was of 0,16 and 0,15 and 0,14 of 0,15 for the samples have controlled and treatment, respectively. The suplementação, in the used levels did not show resulted significant that justify the addition of  $\alpha$ -tocoferol in the feeding of bovines destined to the processing of charqui.

Keywords: Charqui, lipid oxidation, vitamin supplementation

## INTRODUÇÃO

O charque é um produto cárneo obtido pela salga e secagem ao sol de peças de carne até atividade de água em torno de 0,75. A baixa atividade de água na carne processada possibilita a conservação do charque a temperatura ambiente e utilização do mesmo como fonte protéica pela população carente de recurso de refrigeração.

O charque é preparado por um processo que se beneficia das propriedades do sal, da luminosidade e do ar, fatores que aceleram muitas das reações degradativas, principalmente, as oxidativas.

A deterioração oxidativa dos lipídios é um dos principais problemas da produção de alimentos do ponto de vista tecnológico e econômico, pois limita a estabilidade e a conservação dos mesmos. Torres *et al.* (1994) relatam que há uma relação entre o índice de ácido tiobarbitúrico TBA (método utilizado para avaliar o grau da oxidação lipídica) e a  $A_w$ . No processamento do charque, a tendência é que a  $A_w$  diminua e os valores de oxidação lipídica aumentem. Este fenômeno pode estar relacionado com a presença do sal, que age como pró-oxidante. Segundo Lira *et al.* (2000), em produtos cárneos com baixa umidade ( $A_w$  0,75) e teores de cloretos entre 15–20% o número de TBA, praticamente, dobra o seu valor em relação à matéria-prima. Em alimentos como o charque, que se caracteriza como um produto de umidade intermediária, os problemas com a

oxidação são bastante relevantes, pois, juntamente com outros parâmetros determinam a qualidade e influenciam diretamente na vida de prateleira.

A oxidação lipídica influencia diretamente a composição de ácidos graxos. A avaliação da composição de ácidos graxos da carne de sol (Lira *et al.*, 2000) e do charque (Torres *et al.*, 1989) mostraram que houve perda de ácidos graxos insaturados, considerados essenciais, com conseqüente aumento na proporção de ácidos graxos saturados, os quais estão associados a problemas de saúde. No charque, a maior fração de ácidos graxos é de saturados, uma fração menor de diinsaturados e uma pequena fração, em torno de 2% de polinsaturados.

Uma maneira de minimizar a perda de substâncias nutricionalmente importantes e a produção de compostos nocivos a saúde é através do uso de antioxidantes, principalmente, os já existentes na natureza. Isso deve-se não só pela tendência do consumidor de rejeitar o uso de aditivos nos alimentos, como também, para evitar possíveis efeitos colaterais destes. Atualmente, vários estudos têm sido desenvolvidos baseados na atividade da vitamina E (tocoferóis) como antioxidante natural nas fibras musculares. Têm-se observado que a suplementação a níveis supranutricionais na dieta de animais em fase de terminação (engorda) aumenta a concentração de tocoferóis na célula muscular. Consequentemente, haveria uma diminuição dos efeitos da oxidação e, portanto, um decréscimo na severidade das alterações subseqüentes no tecido muscular (Mitsumoto *et al.*, 1993; Buckley *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 1996a; Liu *et al.*, 1996b; Jensem *et al.*, 1997; Jensem *et al.*, 1998; Lynch *et al.*, 1999; Houben *et al.*, 2000; Rey *et al.*, 2001; Grau *et al.*, 2001). A toxicidade não foi demonstrada em ruminantes e há uma grande margem de segurança no uso da vitamina E na maioria dos animais (Nutrient Requirements Of Beef Cattle, 1996).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar comparativamente a oxidação dos lipídios no produto proveniente de animais suplementados e não suplementados com  $\alpha$ -tocoferol e determinar a composição de ácidos graxos e relacionando com o efeito da suplementação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

As amostras de carne para o processamento do charque foram obtidas de animais suplementados e não suplementados durante o confinamento. O confinamento foi realizado com 24 animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com idade de 30 meses, machos, castrados e com peso médio inicial de 279 Kg, pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga, SP. Estes animais foram confinados por um período de 98 dias, precedido por um período de adaptação de 28 dias. Os novilhos foram confinados, em 12 baias para dois indivíduos, até um acabamento médio de gordura subcutânea de 8 mm, entre a 12ª e 13ª costelas, que foi avaliado através de ultra-som, marca Piemedical, modelo Scanner 200 Vet., com transdutor linear de 18cm e guia acústica acoplada.

Os animais foram separados em dois grupos de 12 novilhos, de forma balanceada. Um grupo recebeu ração com concentrado a base de milho, farelo de soja, polpa cítrica, mistura mineral e volumoso a base de bagaço de cana crú, suplementada com  $\alpha$ -tocoferol acetato (Lutavit E 50% - BASF), na quantidade de 1000mg/cabeça/dia do princípio ativo, enquanto o outro grupo recebeu a mesma ração sem a suplementação.

Os bovinos foram abatidos no matadouro da Prefeitura do Campus Administrativo da USP, Pirassununga. As carcaças foram mantidas por 24 horas em câmara frigorífica a 0-1°C. Após, realizou-se a desossa, onde foram retiradas amostras de ponta de agulha e enviadas ao laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, Campinas-SP para a fabricação do charque. As peças foram submetidas à salga úmida por 50 minutos sob agitação em salmoura (30% de sal comercial) e, em seguida, foram penduradas para o gotejamento. A salga seca foi realizada colocando-se as peças

intercaladas com camadas de sal grosso de aproximadamente 4cm de espessura, e prensadas, já que o número de peças não era suficiente para exercer a pressão apropriada. A pressão aplicada foi de  $0,5\text{kg/cm}^2$ . Passadas 24 horas foi realizada a ressalga. Para a uniformização da concentração de sal nas peças, continuou-se invertendo as peças e ajustando a camada de sal. Esta etapa recebe o nome de tombagem. Após 5 tombos, as amostras foram lavadas para a retirada do excesso de sal na superfície e deixadas para secar a temperatura ambiente. Após 24 horas iniciou-se o processo de secagem ao sol até valores de  $A_w$  próximos a 0,75 (5 sóis). Após a secagem, as peças foram aparadas, embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração a  $4^\circ\text{C}$ .

Para a amostragem foi retirada uma tira de aproximadamente 8 cm de largura/todo o comprimento das peças, descartando 5cm da extremidade, e separada a gordura aparente. A parte muscular restante da amostra, foi então homogeneizada em multiprocessador de alimentos e reservada para as análises de lipídios totais, composição de ácidos graxos, valores de TBARS,  $\alpha$ -tocoferol e colesterol.

## **Métodos**

As metodologias utilizadas para a caracterização da oxidação lipídica das amostras de charque são descritas abaixo. Todas as análises foram realizadas em duplicata e individualmente nas 24 peças de ponta de agulha.

**Lipídios** - A análise de lipídios totais foi realizada Segundo Bligh & Dyer, (1959). O método é baseado na extração com clorofórmio:metanol (2:1) e determinação gravimétrica (**Figura 1**).

**Ácidos graxos** - A transesterificação e metilação dos ácidos graxos das amostras foi realizada segundo o procedimento descrito por Metcalfe *et al.*

(1966) (**Figura 1**). A análise cromatográfica foi desenvolvida em cromatógrafo a gás VARIAN, Mod 3300, equipado com detector de ionização em chama, injetor split, operando em razão de 98:2, coluna capilar de sílica fundida DB-FFAP (30m x 0,32mm x 0,25 $\mu$ m). Os parâmetros de operação foram: temperatura do detector 280°C; temperatura do injetor 250°C; temperatura da coluna 140°C por 30 minutos e programada ao aumento de 2,5°C por minuto até atingir 210°C, permanecendo estável por mais 20 minutos.

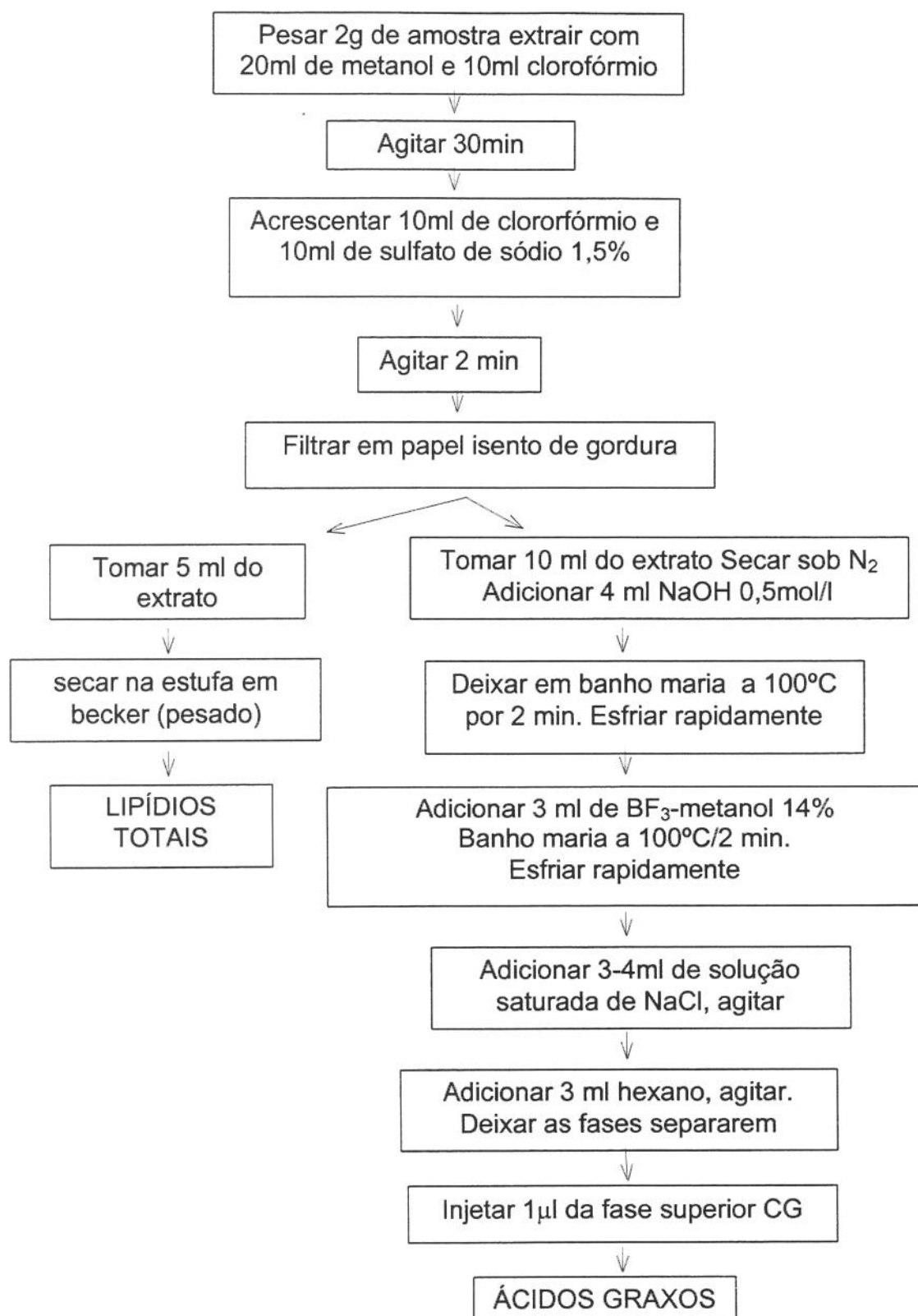
Para a identificação dos ácidos graxos foi utilizado: a comparação dos tempos de retenção (tr) dos picos dos cromatogramas das amostras e dos padrões de ésteres metílicos (mistura de ácidos graxos Sigma - F.A.M.E. Mix C4-C24) e os valores de comprimento equivalente de cadeia corrigidos (ECL') apresentados na **Tabela 1**.

Teste TBARS - A avaliação da oxidação lipídica foi realizada também pelo teste do TBA, segundo Raharjo *et al.* (1992), com modificações descritas no capítulo 2 (**Figura 2**). O método baseia-se na reação do ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído, originando uma cor rósea que teve sua absorbância lida em espectrofotômetro (Perkin Elmer lambda 6 Series PECSS) a 531 nm e utilizando curva padrão produzida com soluções de 1,1,3,3-tetraetoxipropano.

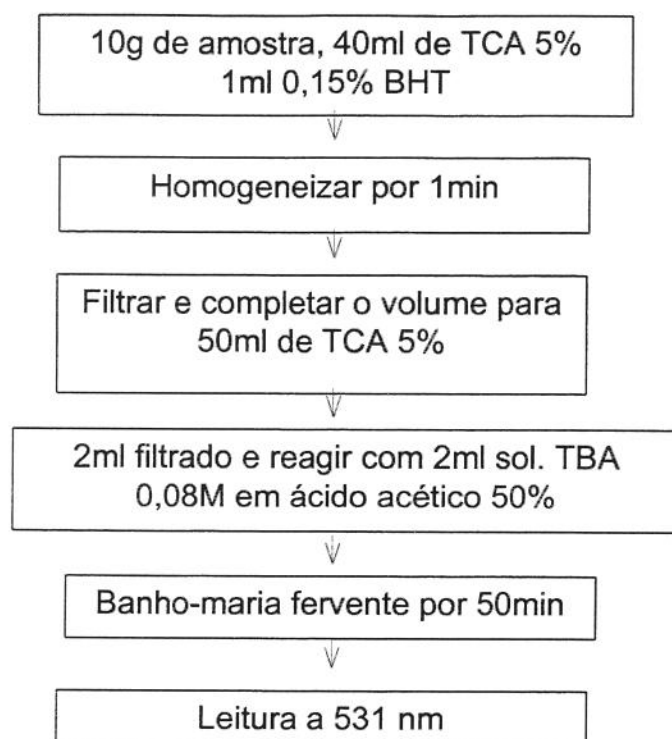
Colesterol e  $\alpha$ -tocoferol - A determinação de colesterol e  $\alpha$ -tocoferol foi realizada por determinação simultânea por cromatografia líquida de alta eficiência (Katsandis & Addis, 1999) (**Figura 3**). Utilizou-se um cromatógrafo HP (Helwett Packard), modelo 1050, sistema de injeção manual tipo Rheodyne, equipado com alça de amostragem de 20  $\mu$ l, detector de arranjo de diodos (DAD) (UV-Vis). Acoplado ao sistema o Software HP-Chemstation que, além de monitorar todos os compostos, permitem o melhor tratamento dos dados. Para a separação do colesterol e do  $\alpha$ -tocoferol foi utilizada coluna cromatográfica de sílica Microsorb-MV™ 5 $\mu$  (4,6mx150mm). O sistema de eluição foi isocrático, com fase móvel composta por 99:1 hexano:isopropanol (V/V) a uma vazão de 1,3ml/min. Para a detecção do colesterol e do  $\alpha$ -tocoferol foram utilizados como

comprimentos de onda 202 e 295nm, respectivamente. A identificação foi feita por comparação do tempo de retenção com padrões obtidos nas mesmas condições, co-cromatografia e pelos espectros de absorbância fornecidos pelo DAD para o padrão e amostras. O grau de pureza do pico foi avaliado pelo sistema plotter presente no software empregado. A quantificação foi realizada por padronização externa, construída curvas analíticas com níveis de concentração (115µg/ml a 1153µg/ml) para o colesterol em hexano, e com níveis de concentração (0,53µg/ml a 20,0µg/ml) para o  $\alpha$ -tocoferol em hexano.

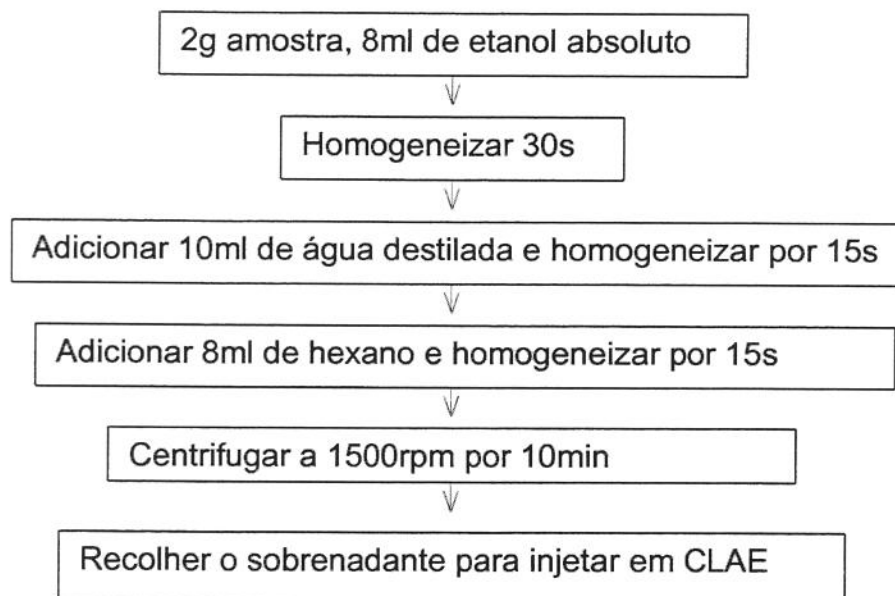
Todos os dados foram submetidos a análise estatística por análise de variância (ANOVA) com parâmetro do teste t (Tukey) a um nível de confiança de 95%.



**Figura 1** – Fluxograma da extração de lipídios baseado em Bligh-Dyer (1959) e ácidos graxos baseado em Metcalfe *et al.* (1960).



**Figura 2:** Fluxuograma da determinação de TBA baseado na metodologia de Raharjo *et al.* (1992), modificado.



**Figura 3** - Fluxuograma da técnica de extração do colesterol e do  $\alpha$ -tocoferol segundo Katsanidis E Addis (1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1** estão apresentados os valores médios e desvios padrões de lipídios totais, colesterol e valores de TBARS encontrados nas amostras controle e tratamento. Para os parâmetros em discussão não houve diferença significativa, a um nível de confiança de 95%, entre as amostras de charque controle e as amostras suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol. Os altos coeficientes de variação podem ser atribuídos as diferenças de animal para animal, já que cada amostra é proveniente de animais diferentes.

A **Figura 4** mostra um cromatograma característico do extrato do charque, destacando-se o pico do colesterol. Os valores médios de colesterol encontrados foram de 168,4mg/100g e 160,9mg/100g para amostras controle e suplementadas, respectivamente, variando de 147,2-187,8mg/100g para as amostras controle e de 129,3-188,7mg/100g para as amostras suplementadas. Há muito poucos dados na literatura referente a quantificação de colesterol em charque ou em outras carnes desidratadas. Torres *et al.* (1989), no entanto, constataram a presença de produtos da oxidação do colesterol no charque. A quantidade de colesterol presente no charque é, aproximadamente, 3,5 vezes maior em comparação com a quantidade de 40mg/100g encontrada por Bragagnolo (1997) em amostras de carne de bovino Nelore crua.

Os valores de TBARS foram de 1,4 e 1,3mg/kg para as amostras controle e suplementadas, respectivamente. Os resultados deste trabalho foram aproximadamente 1,9 vezes menores que os encontrados na literatura. Torres *et al.* (1989) analisando a oxidação lipídica do charque pelo método da destilação, com 60 dias de armazenamento, encontraram valores de 2,5 e 4,5 mg de malonaldeído/kg de amostra para o charque processado com sal fino e sal grosso, respectivamente. Torres *et al.* (1994) analisando charque com 40 dias de armazenamento encontraram valores de TBA similares, 2,58mg de malonaldeído/kg de amostra. É importante salientar que os autores utilizaram a

técnica de destilação descrita por Tarlargis et al. (1960) para a extração do malonaldeído. Diversos autores relatam que há uma relação entre os resultados do método de extração aquosa e do método da destilação, sendo que os resultados são maiores no método da destilação, aproximadamente 2,0-2,6 vezes (Salih et al., 1987; Witte et al., 1970) e 1,3-1,4 vezes. (Pikul et al., 1989)

O grande desvio no coeficiente de variação pode estar associado a diferença na quantidade de gordura entremeada, a ação dos agentes oxidantes durante o processamento e as diferenças no metabolismo do  $\alpha$ -tocoferol dos animais, que acarreta diferenças no armazenamento.

**Tabela 1-** Teores de lipídios totais, colesterol e valores de TBA nas amostras de charque.

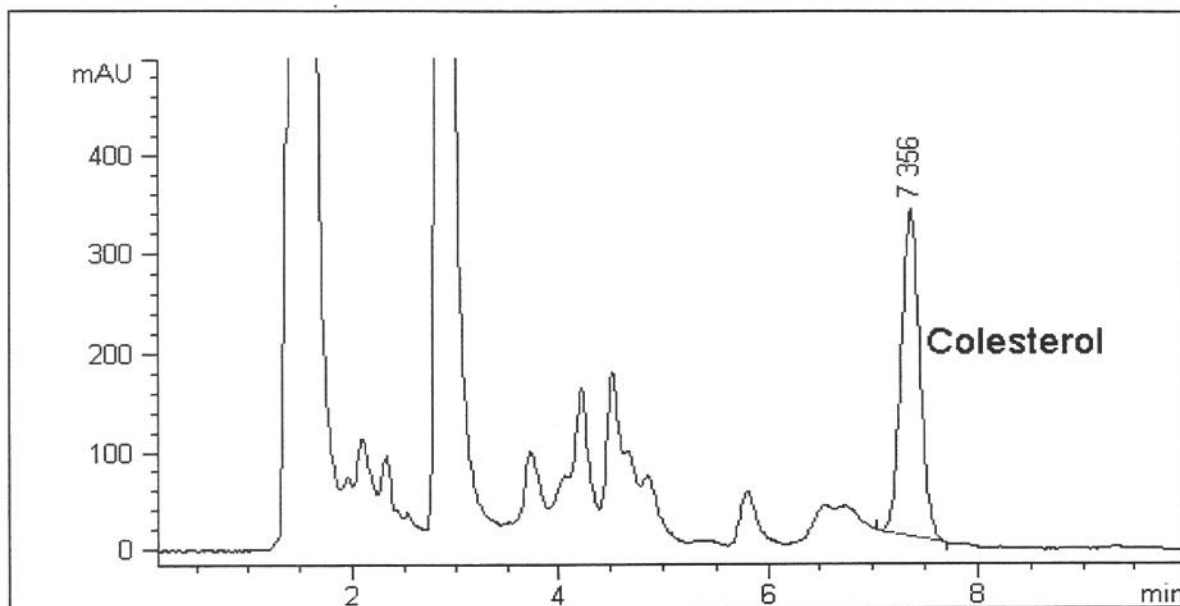
| Análise                     | Amostras   | Faixa <sup>1</sup> | $M \pm DP^2$     | CV% <sup>3</sup> |
|-----------------------------|------------|--------------------|------------------|------------------|
| Lipídios (%)                | Controle   | 7,1-12,6           | 8,4 $\pm$ 1,9    | 23,2             |
|                             | Tratamento | 6,5-11,8           | 8,5 $\pm$ 1,7    | 20,2             |
| Colesterol (mg/100g)        | Controle   | 147,2-187,8        | 168,4 $\pm$ 12,8 | 7,6              |
|                             | Tratamento | 129,3-188,7        | 160,9 $\pm$ 16,9 | 10,5             |
| Valores de TBARS<br>(mg/kg) | Controle   | 1,0-1,7            | 1,4 $\pm$ 0,2    | 16,0             |
|                             | Tratamento | 1,1-1,9            | 1,3 $\pm$ 0,2    | 17,6             |

1- Valores mínimos e máximos encontrados nas 12 amostras de charque analisadas.

2- Média e estimativa do desvio padrão de 12 determinações em duplicata.

3- Coeficiente de variação.

Não há diferença significativa entre as amostras controle e suplementadas a um nível de confiança de 95%.



**Figura 4** – Cromatograma característico do colesterol obtidos por CLAE em amostras de charque. Coluna Microsorb-MV 5 $\mu$  (4,6mx150mm). Fase móvel composta de hexano:isopropanol (99:1) com vazão de 1,3ml/min e detecção a 202nm.

Na **Tabela 2** encontram-se os dados referentes ao cálculo de comprimento de cadeia equivalente corrigidos (ECL'), utilizados para a identificação dos ácidos graxos do charque das amostras controle e suplementadas.

A **Tabela 3** mostra a porcentagem da área dos ácidos graxos encontrados nas amostras de charque, tanto no controle como nas amostras suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol. Foram detectados 80 ácidos graxos, sendo que 35 foram identificados através da comparação com padrões e cálculo de ECL'. Dos picos identificados, 6 foram os principais cuja soma de suas áreas perfazem 84,86% nas amostras controle e 84,09% no tratamento. São o C14:0, C16:0,

C16:1n7, C18:0, C18:1n9, C18:2n6, sendo a menor porcentagem de área do C18:2 (2,86 no controle e 2,35 nas amostras suplementadas). Nas amostras controle e suplementadas, respectivamente, 39,11% e 40,90% dos ácidos graxos são saturados. A soma dos ácidos graxos insaturados é superior a de saturados, no entanto, somente 6,24 e 5,95% são de ácidos graxos poliinsaturados. A razão de ácidos graxos poliinsaturados pelos saturados é, para controle e tratamento, de 0,16 e 0,15, respectivamente. E a razão de n3/n6 é de 0,14 para o controle e 0,15 para o tratamento. A **Figura 5** mostra um perfil cromatográfico dos ácidos graxos das amostras de charque. Os dados encontrados na literatura são pobres para a identificação e quantificação de ácidos graxos em charque. Torres *et al.* (1989), encontrou valores de 54,36% para ácidos graxos saturados, nos triglicerídios totais e 46,18% na porção de fosfolipídios de charques processados com sal grosso e com 60 dias de armazenamento. Lira *et al.* (2000), em carne de sol, encontrou resultados semelhantes para a fração de ácidos graxos saturados, 39,46% e insaturados 60,16%, sendo 53,75% de monoinsaturados.

A **Figura 6** mostra um perfil cromatográfico do charque destacando a presença do pico do  $\alpha$ -tocoferol. A **Tabela 4** mostra as médias e a estimativa do desvio padrão da concentração de  $\alpha$ -tocoferol no músculo, expressa em  $\mu\text{g}$  de  $\alpha$ -tocoferol/100g de amostra. Não houve diferença significativa entre as amostras de charque controle e das amostras suplementadas, a um nível de confiança de 95%. Os valores de  $\alpha$ -tocoferol abrangem uma faixa de 3,8 a 10,0 $\mu\text{g}$ /100g no controle e de 3,6 a 9,5 $\mu\text{g}$  /100g no tratamento, o que resulta num coeficiente de variação alto. Os dados presentes na literatura são da adição de  $\alpha$ -tocoferol *post mortem*. Torres *et al.* (1989) adicionaram BHA/BHT e  $\alpha$ -tocoferol durante o processamento do charque, constataram que a diminuição do número de TBA foi efetivo somente nas duas primeiras semanas de armazenamento.

**Tabela 2** - Valores de comprimento equivalente de cadeia (ECL') calculados a partir do tempo de retenção corrigido de ésteres metílicos de ácidos graxos de padrões e amostras de charque, comparados aos encontrados na literatura.

| Ácidos Graxos |                | Valores de ECL'         |                      |       |         |        |
|---------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------|---------|--------|
|               |                | Literatura <sup>b</sup> |                      |       |         |        |
|               |                | Amostras <sup>a</sup>   | Padrões <sup>a</sup> | 1     | 2       | 3      |
| 1             | C 14:0         | 14,00                   | 14,00                | 14,00 | 14,0000 | 14,000 |
| 2             | C 15:0         | -                       | 14,98                | 14,99 | 14,9900 | 15,000 |
| 3             | C 15:1         |                         | 15,42                |       |         |        |
| 4             | C 16:0         | 16,00                   | 16,00                | 16,00 | 16,0000 | 16,000 |
| 5             | C 16:1 n7      | 16,31                   | 16,31                | 16,30 | 16,3120 | 16,310 |
| 6             | C 16:2 n7      | 16,58                   | -                    | 16,59 | -       | -      |
| 7             | C 17:0         | 16,98                   | 17,00                | 16,99 | 17,0000 | 17,000 |
| 8             | C 17:1 n9      | 17,26                   | 17,31                | 17,26 | 17,2500 | -      |
| 9             | iC18:0         | 17,54                   | -                    | 17,49 | -       | -      |
| 10            | C 18:0         | 18,00                   | 18,00                | 18,00 | 18,0000 | 18,000 |
| 11            | C 18:1 n9      | 18,25                   | 18,24                | 18,24 | 18,2334 | 18,236 |
| 12            | C 18:2 n6      | 18,72                   | 18,73                | 18,72 | 18,7093 | 18,699 |
| 13            | C 18:3 n6      | -                       | 19,04                | 19,04 | 19,0252 | 19,015 |
| 14            | C 18:3 n4      | 19,21                   | -                    | 19,20 | -       | -      |
| 15            | C 18:3 n3      | 19,39                   | 19,38                | 19,38 | 19,3598 | 19,347 |
| 16            | C 19:2 n7      | 19,61                   | -                    | 19,59 | -       | -      |
| 17            | X <sub>1</sub> | 19,90                   | -                    | -     | -       | -      |
| 18            | C 20:0         | 20,01                   | 20,00                | 20,00 | 20,0000 | 20,000 |
| 19            | C 20:1 n9      | 20,21                   | 20,21                | 20,22 | 20,2157 | 20,215 |
| 20            | C 20:1 n7      | 20,38                   | -                    | 20,31 | 20,3001 | 20,292 |
| 21            | C 20:2 n6      | 20,69                   | 20,70                | 20,71 | 20,6980 | 20,686 |
| 22            | X <sub>2</sub> | 20,78                   | -                    | -     | -       | -      |

|    |                       |       |       |       |         |        |
|----|-----------------------|-------|-------|-------|---------|--------|
| 23 | <b>C 21:0</b>         | 21,00 | 21,00 | 21,00 | 21,0000 | 21,000 |
| 24 | <b>X<sub>3</sub></b>  | 21,15 | -     | -     | -       | -      |
| 25 | <b>C 20:4 n6</b>      | 21,24 | 21,23 | 21,24 | 21,2014 | 21,185 |
| 26 | <b>C 20:3 n3</b>      | 21,44 | 21,37 | 20,38 | 21,3528 | 21,337 |
| 27 | <b>X<sub>4</sub></b>  | 21,56 | -     | -     | -       | -      |
| 28 | <b>C 20:4 n3</b>      | 21,72 | -     | 21,66 | 21,6255 | 61,605 |
| 29 | <b>X<sub>5</sub></b>  | 21,83 | -     | -     | -       | -      |
| 30 | <b>C 20:5 n3</b>      | 21,89 | 21,89 | 21,89 | 21,8540 | 21,838 |
| 31 | <b>C 22:0</b>         | 21,99 | 22,00 | 22,00 | 22,0000 | 22,000 |
| 32 | <b>C 22:1 n9</b>      | 22,18 | 22,21 | 22,22 | 22,2066 | 22,200 |
| 33 | <b>X<sub>6</sub></b>  | 22,42 | 22,44 | -     | -       | -      |
| 34 | <b>X<sub>7</sub></b>  | 22,56 | -     | -     | -       | -      |
| 35 | <b>C 21:4 n3</b>      | 22,62 | -     | 22,62 | 22,5996 | -      |
| 36 | <b>C 22:2 n6</b>      | 22,71 | 22,70 | 22,70 | 22,6943 | 22,681 |
| 37 | <b>C 21:5 n3</b>      | 22,84 | -     | 22,81 | 22,8552 | 22,880 |
| 38 | <b>C 22:3 n6</b>      | 22,91 | -     | 22,95 | -       | 22,953 |
| 39 | <b>C 23:0</b>         | 23,00 | 22,99 | 23,00 | 23,0000 | 23,000 |
| 40 | <b>X<sub>8</sub></b>  | 23,05 | -     | -     | -       | -      |
| 41 | <b>X<sub>9</sub></b>  | 23,30 | -     | -     | -       | -      |
| 42 | <b>X<sub>10</sub></b> | 23,41 | -     | -     | -       | -      |
| 43 | <b>C 22:5 n6</b>      | 23,52 | -     | 23,52 | 23,4801 | 23,458 |
| 44 | <b>X<sub>11</sub></b> | 23,56 | -     | -     | -       | -      |
| 45 | <b>C 22:4 n3</b>      | 23,67 | -     | 23,63 | -       | 23,605 |
| 46 | <b>X<sub>12</sub></b> | 23,74 | -     | -     | -       | -      |
| 47 | <b>C 22:5 n3</b>      | 23,83 | -     | 23,89 | 23,8563 | 23,832 |
| 48 | <b>C 24:0</b>         | 24,04 | 23,99 | 24,00 | 24,0000 | 24,000 |
| 49 | <b>C 22:6 n3</b>      | 24,11 | -     | 24,16 | 24,1375 | 24,119 |
| 50 | <b>C 24:1 n9</b>      | 24,23 | 24,19 | 24,25 | 24,2025 | 24,198 |
| 51 | <b>X<sub>13</sub></b> | 24,35 | -     | -     | -       | -      |
| 52 | <b>X<sub>14</sub></b> | 24,56 | -     | -     | -       | -      |

X – Não identificado.

<sup>a</sup> – Coluna DP-FFAP 30m x 0,32mm x 0,25 $\mu$ m; 200°C/isotérmica.

<sup>1<sup>b</sup></sup> – Inhamuns, 2000 (Coluna DB-WAX 20M – 30m x 0,25mm x 0,25 $\mu$ m; 200°C/isotérmica).

<sup>2<sup>b</sup></sup> – Stránsky *et al.*, 1997 (Coluna DBWAX – 30m x 0,247mm x 0,25 $\mu$ m; 200°C/isotérmica).

<sup>3<sup>b</sup></sup> – Thompson, 1996 (coluna CARBOWAX 20M – 60m x 0,25mm x 0,25 $\mu$ m; 200°C/isotérmica).

Não foram encontrados dados referentes a concentração de  $\alpha$ -tocoferol no charque nem em outros tipos de carne bovina desidratada. No entanto, muitos estudos com a carne “in natura” mostraram que a suplementação de  $\alpha$ -tocoferol reduziu a oxidação lipídica e a oxidação da mioglobina garantindo uma melhor qualidade para a carne (Mitsumoto *et al.*, 1993; Buckley *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 1996a; Jensen *et al.*, 1997; Jensen *et al.*, 1998; Lynch *et al.*, 1999; Houben *et al.*, 2000; Rey *et al.*, 2001).

Os resultados mostraram que a concentração de  $\alpha$ -tocoferol utilizada na suplementação não foi suficiente para retardar os efeitos da oxidação lipídica na parte muscular do charque. A concentração de  $\alpha$ -tocoferol armazenada com a suplementação deveria atuar como antioxidante, mas como os processos oxidativos são intensos, a proteção frente a oxidação pode ter ocorrido, mas não foi suficiente. Outro fator foi o do experimento ter sido conduzido com animais jovens em fase de crescimento. O  $\alpha$ -tocoferol pode ter sido consumido para o metabolismo de crescimento. Para carnes, no entanto, Liu *et al.* (1995) recomendaram o uso de 500mg de  $\alpha$ -tocoferol acetato/dia durante 126 dias de confinamento de bovinos, suficiente para exercer efeito de proteção a oxidação lipídica.

**Tabela 3** - Composição de ácidos graxos (% de área) de amostras charque controle e suplementadas com  $\alpha$ -tocoferol.

| Pico nº | Ácido graxo | Tratamento                         |                                               |
|---------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
|         |             | Controle (M $\pm$ DP) <sup>1</sup> | $\alpha$ -tocoferol (M $\pm$ DP) <sup>2</sup> |
| 1       | C 12:0      | tr                                 | tr                                            |
| 2       | C 14:0      | 3,49 $\pm$ 0,68                    | 3,98 $\pm$ 0,76                               |
| 3       | C 14:1 n9   | 1,15 $\pm$ 0,41                    | 1,17 $\pm$ 0,44                               |
| 4       | NI          | 0,11 $\pm$ 0,05                    | tr                                            |
| 5       | NI          | 0,12 $\pm$ 0,05                    | 0,1 $\pm$ 0,06                                |
| 6       | C 15:0      | 0,31 $\pm$ 0,08                    | 0,26 $\pm$ 0,05                               |
| 7       | NI          | 0,1 $\pm$ 0,12                     | tr                                            |
| 8       | NI          | 0,35 $\pm$ 0,15                    | 0,36 $\pm$ 0,09                               |
| 9       | C 16:0      | 22,62 $\pm$ 1,65                   | 22,94 $\pm$ 1,48                              |
| 10      | NI          | 0,15 $\pm$ 0,06                    | 0,11 $\pm$ 0,07                               |
| 11      | C 16:1 n7   | 4,22 $\pm$ 0,89                    | 3,91 $\pm$ 0,81                               |
| 12      | NI          | 0,21 $\pm$ 0,11                    | 0,22 $\pm$ 0,05                               |
| 13      | NI          | 0,37 $\pm$ 0,03                    | 0,34 $\pm$ 0,06                               |
| 14      | C 16:2 n7   | 0,49 $\pm$ 0,07                    | 0,49 $\pm$ 0,06                               |
| 15      | C 17:0      | 0,81 $\pm$ 0,14                    | 0,75 $\pm$ 0,14                               |
| 16      | C 17:1n9    | 0,78 $\pm$ 0,08                    | 0,66 $\pm$ 0,12                               |
| 17      | NI          | tr                                 | tr                                            |
| 18      | NI          | tr                                 | tr                                            |
| 19      | NI          | 0,1 $\pm$ 0,06                     | tr                                            |
| 20      | NI          | 0,28 $\pm$ 0,09                    | 0,22 $\pm$ 0,14                               |
| 21      | C 18:0      | 11,88 $\pm$ 1,55                   | 12,82 $\pm$ 1,79                              |
| 22      | C 18:1 n9   | 40,03 $\pm$ 2,63                   | 38,09 $\pm$ 2,41                              |
| 23      | NI          | tr                                 | 0,16 $\pm$ 0,12                               |

|    |                        |           |           |
|----|------------------------|-----------|-----------|
| 24 | NI                     | 2,31±0,66 | 1,45±0,61 |
| 25 | NI                     | 0,44±0,06 | 1,35±0,08 |
| 26 | NI                     | 0,16±0,06 | 0,16±0,03 |
| 27 | NI                     | 0,76±0,11 | 0,73±0,11 |
| 28 | NI                     | 0,1±0,05  | 0,14±0,06 |
| 29 | NI                     | tr        | tr        |
| 30 | NI                     | 0,17±0,03 | 0,11±0,07 |
| 31 | C 18:2 n6              | 2,86±2,62 | 2,35±0,32 |
| 32 | NI                     | tr        | tr        |
| 33 | NI                     | 0,21±0,07 | 0,18±0,07 |
| 34 | C 18:2 n6 <i>trans</i> | tr        | tr        |
| 35 | C 16:3 n6              | tr        | tr        |
| 36 | NI                     | tr        | tr        |
| 37 | C 18:3 n4              | 0,1±0,08  | tr        |
| 38 | NI                     | tr        | tr        |
| 39 | C 18:3 n3              | 0,19±0,08 | 0,12±0,08 |
| 40 | C19:2 n7               | 0,56±0,12 | 0,56±0,09 |
| 41 | C 20:0                 | tr        | 0,1±0,07  |
| 42 | NI                     | tr        | tr        |
| 43 | C 20:1n9               | 0,25±0,1  | 0,36±0,01 |
| 44 | NI                     | tr        | tr        |
| 45 | NI                     | tr        | tr        |
| 46 | C 20:2 n6              | 0,15±0,04 | tr        |
| 47 | NI                     | 0,13±0,07 | 0,13±0,05 |
| 48 | C 20:3 n6              | 0,19±0,11 | 0,25±0,09 |
| 49 | C 21:0                 | tr        | tr        |
| 50 | C 20:4 n6              | 0,69±0,16 | 0,84±0,23 |
| 51 | C 20:3 n3              | tr        | tr        |

|    |           |           |           |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 52 | NI        | tr        | 0,16±0,14 |
| 53 | C 20:5 n3 | 0,11±0,06 | 0,1±0,08  |
| 54 | C 22:1 n9 | tr        | tr        |
| 55 | NI        | tr        | tr        |
| 56 | NI        | tr        | tr        |
| 57 | NI        | tr        | tr        |
| 58 | C 22:2 n6 | 0,58±0,16 | 0,73±0,21 |
| 59 | NI        | tr        | tr        |
| 60 | NI        | tr        | tr        |
| 61 | C 21:5 n3 | tr        | 0,1±0,07  |
| 62 | C 22:3 n6 | tr        | 0,11±0,09 |
| 63 | C 23:0    | tr        | 0,15±0,09 |
| 64 | NI        | tr        | tr        |
| 65 | C 22:5 n6 | tr        | tr        |
| 66 | C 22:4 n3 | tr        | tr        |
| 67 | NI        | tr        | tr        |
| 68 | C 22:5 n3 | 0,32±0,12 | 0,33±0,10 |
| 69 | NI        | tr        | tr        |
| 70 | NI        | tr        | tr        |
| 71 | C 24:0    | tr        | tr        |
| 72 | NI        | tr        | tr        |
| 73 | C 24:1n9  | tr        | tr        |
| 74 | NI        | 0,14±0,47 | tr        |
| 75 | NI        | tr        | tr        |
| 76 | NI        | tr        | tr        |
| 77 | NI        | 0,11±0,37 | tr        |
| 78 | NI        | 0,14±0,47 | tr        |
| 79 | NI        | 0,27±0,09 | 0,24±0,10 |
| 80 | NI        | 0,81±0,22 | 0,87±0,23 |

|                  |       |       |
|------------------|-------|-------|
| Saturados        | 39,11 | 40,90 |
| Monoinsaturado   | 46,43 | 44,19 |
| Poliinsaturados  | 6,24  | 5,98  |
| Poliin/saturados | 0,16  | 0,146 |
| Total n3         | 0,62  | 0,65  |
| Total n6         | 4,47  | 4,28  |
| n3/n6            | 0,14  | 0,15  |

NI – Não identificado.

tr – traços.

$M \pm DP^1$  – Médias das 12 amostras do lote das amostras controle.

$M \pm DP^2$  – Médias das 12 amostras do lote das amostras suplementadas com vitamina E.

**Tabela 4-** Teores de  $\alpha$ -tocoferol nas amostras de charque.

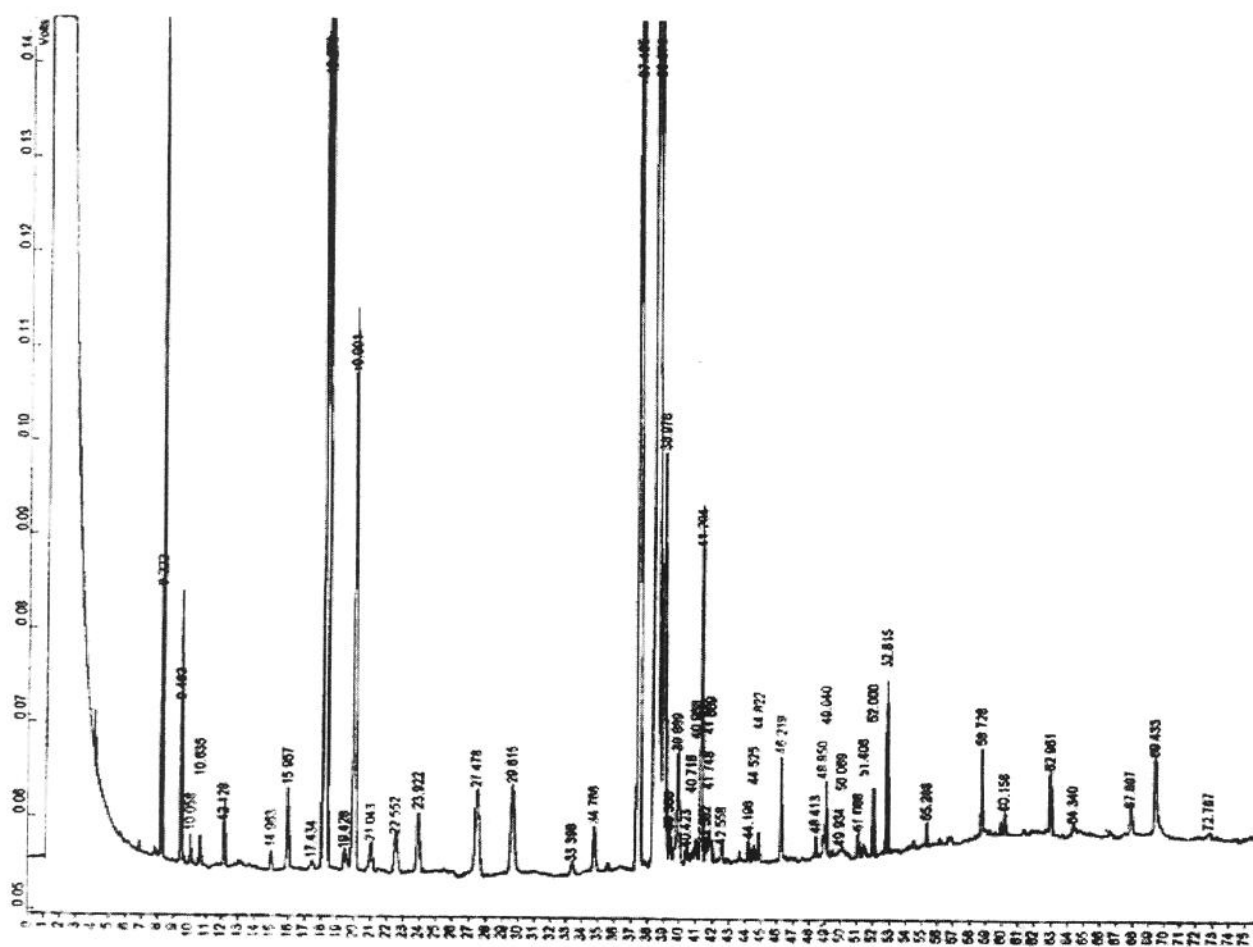
| <i><math>\alpha</math>-tocoferol <math>\mu g/100g</math></i> |                          |                                |                        |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <i>Amostras</i>                                              | <i>Faixa<sup>1</sup></i> | <i><math>M \pm DP^2</math></i> | <i>CV%<sup>3</sup></i> |
| Controle                                                     | 3,8-10,0                 | 6,8 $\pm$ 2,2                  | 31,7                   |
| Tratamento                                                   | 3,6-9,4                  | 5,8 $\pm$ 2,4                  | 41,0                   |

1- Valores mínimos e máximos encontrados nas 12 amostras de charque analisadas.

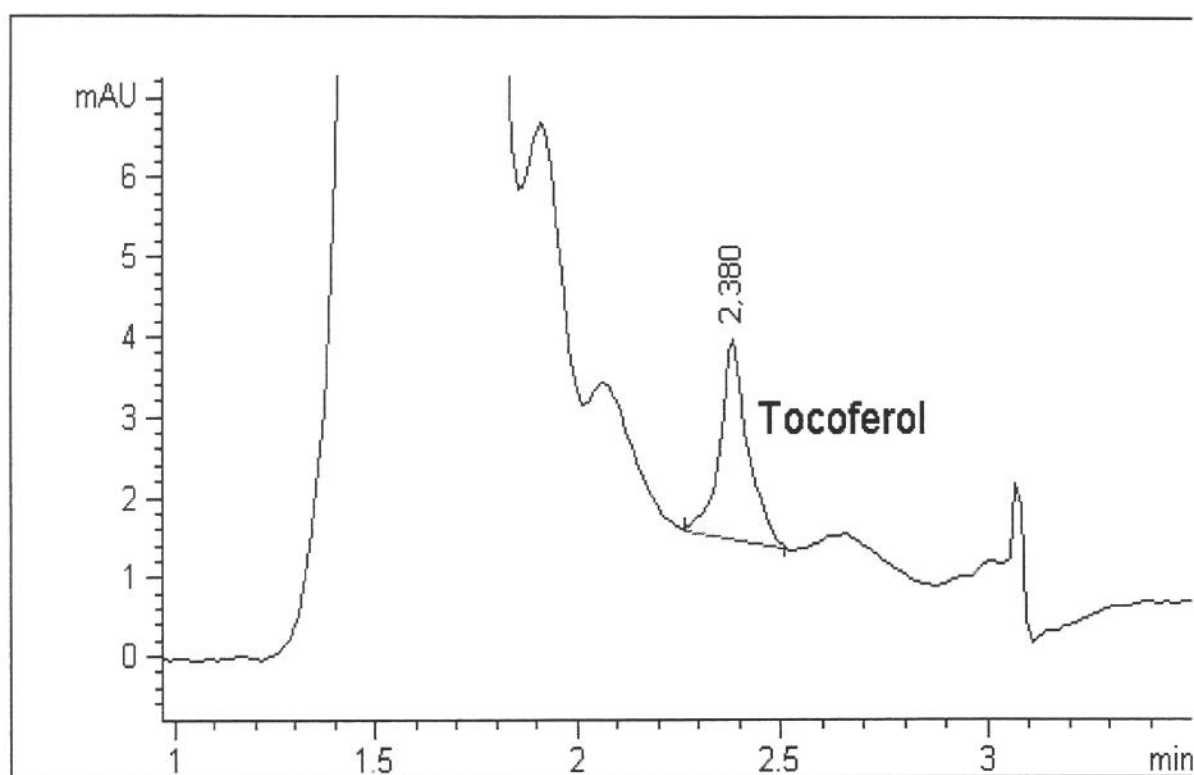
2- Média e estimativa do desvio padrão de 12 determinações em duplicata.

3- Coeficiente de variação.

Não há diferença significativa entre as amostras controle e suplementadas a um nível de confiança de 95%.



**Figura 5** – Cromatograma obtido por CG característico dos ácidos graxos no charque. Coluna capilar de sílica fundida DB-FFAP (30m x 0,32mm x 0,25µm). Temperatura do detector 280°C; temperatura do injetor 250°C; temperatura da coluna 140°C por 30 minutos a programada a 2,5°C por minuto até atingir 210°C, permanecendo estável por mais 20minutos e split 98:2.



**Figura 6** – Cromatograma do charque mostrando o pico característico do  $\alpha$ -tocoferol. Coluna sílica Microsorb-MV 5 $\mu$  (4,6mx150mm). Fase móvel composta por hexano:isopropanol (99:1) a uma vazão 1,3ml/min e detecção a 295nm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bligh, E. C. & Dyer, W. J. (1959) A rapid method of total lipid. Extration and purification. Canadian Journal Biochemistry Physiology 37, 91-97.
- Buckley, D. J.; Morissey, P.A. & Gray, J. I. (1995) Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. Journal of Animal Science 73, 3122-3130.
- Bragagnolo, N. (1997.) Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne. Tese de doutorado (Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Grau, A.; Guardiola, F.; Grimpa, S.; Barroeta, A. C. & Codony, R. (2001) Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and alpha-tocopherol and ascorbic acid supplementation. Poultry Science 80, 1630-1642.
- Houben, J. H.; van Cijk, A.; Eikeleboom, G. & Hoving-Bolink, A. H. (2000) Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. Meat Science, 55, 331-336.
- Inhamuns, A. J. (2000) Composição de ácidos graxos de peixes de água doce da região amazônica brasileira. Tese de doutorado (Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Jensen, C.; Guidera, J.; Skovgaard, I. M.; Staun, H.; Skibsted, L.H.; Jensen, S. K.; Moller, A.J.; Buckley, J. & Bertelsen, G. (1997) Effects of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. Meat Science 45, 491-500.

- Jensen, C.; Lauridsen, C. & Bertelsen, G. (1998) Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science & Technology* 9, 62-72.
- Katsanidis, E. & Addis, P. B. (1999) Novel HPLC analysis of tocopherols, tocotrienols and cholesterol in tissue. *Free Radical Biology & Medicine* 27, 1137-1140.
- Lichtenstein, A. H.; Ausman, L. M.; Carrasco, W.; Jenner, J. L.; Ordovas, J. M. & Schaefer, E. J. (1994) Hypercholesterolemic effect of dietary-cholesterol in diets enriched in polyunsaturated and saturated fat-dietary-cholesterol, fat-saturation, and plasma lipids. *Arteriosclerosis and Thrombosis* 14, 168-175.
- Lira, G. M.; Shimokomaki, M.; Mancini-Filho, J. & Torres, E. A. F. S. (2000) Avaliação da oxidação lipídica em carne-de-sol. *Higiene Alimentar* 14, 66-69.
- Liu, Q.; Larani, M.C. & Schaefer, D. M. (1995) A review of dietary vitamin-E supplementation for improvement of beef quality, *Journal of Animal Science* 73, 3131-3140.
- Liu, Q.; Scheller, K. K.; Arp, S. C.; Schaefer, D. M. & Frigg, M. (1996a) Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *Journal of Animal Science* 74, 106-116.
- Liu, Q.; Scheller, K. K.; Arp, S. C.; Schaeffer, D. M. & Williams, S. N. (1996b) Titration of fresh meat color stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin-E supplemented diets. *Journal of Animal Science* 74, 117-126.
- Lynch, A.; Kerry, J. P.; O'sullivan, M. G.; Lawlor, J. B. P.; Buckley, D. J. & Morrissey, P. A. (2000) Distribution of  $\alpha$ -tocopherol in beef muscles following dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation. *Meat Science* 56, 211-214.
- Metcalf, L. D., Schmits, A. A. Pelka, J. R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry* 38,

514-515.

- Mitsumoto, M.; Arnold, R.N.; Schaefer, D. M. & Cassens, R.G. (1993) Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *Journal of Animal Science* 71, 1812-1816.
- Morrissey, P., A.; Sheehy, P. J. A.; Galvin, K.; Kerry, J. P. & Buckley, D. J. (1998) Lipid stability in meat products *Meat Science* 49, 73-86.
- Nutrient Requirements Of Beef Cattle. (1996) Nutrient Requirements of Domestic Animals, National Research Council, Seventh Revised Edition.
- Picchi, V. & Cia, B. (1980) Fabricação do charque. *Boletim do Centro de Tecnologia de Carnes* 11-30.
- Pikul, J.; Leszczynski, D. E. & Kummerow, F. A. (1989) Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal Agricultural Food Chemistry* 37, 1309-1313.
- Raharjo, S.; Sofos, J. N. & Schmidt, G. R. (1992) Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C<sub>18</sub> method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal Agricultural Food Chemistry* 40, 2182-2185.
- Rey, A. I.; Kerry, J. P.; Lynch, P. B.; Lopez-Bote, C. J.; Buckley, D. J. & Morrissey, P. A. (2001) Effect of dietary oils and alpha-tocopherol acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. *Journal of Animal science* 79, 1201-1208.
- Salih, A. M.; Smith, D. M.; Price, J. F. & Dawson, L. E. (1987) Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Science*, 66, 1483-1488.
- Seideman, S. C.; Cross, H. R.; Smith, G. C. & Durland, P. R. (1985) Factors associated with fresh meat color: A review. *Journal of Food Quality* 6, 211-237.

- Strásnky, K.; Jursík, T. & Vitek, A. (1997) Standard equivalent chain length values of monoenic and polyenic (methylene interrupted) fatty acids. *Journal High Resolution. Chromatography* 20, 143-158.
- Thompson, R. H. A (1996) simplified fatty acid analyses in multicomponent foods with a standard set of isotherma GLC conditions coupled with ECL determinations. *Journal Chromatography Science* 34, 495-504.
- Torres, E. A. F. S.; Shimokomaki, M.; Franco, B. D. G. M. & Landgraf, M. (1994) Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. *Meat Science* 38, 229–234.
- Torres, E.; Pearson, A. M.; Gray, J. I.; Ku. P. K. & Shimokomaki, M. (1989) Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). *Food Chemistry* 32, 257-268.
- Tarlargis, B. G.; Watts, B. M.; Younathan, M. T. & Dugan, L. Jr. (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal American Oil Chemistry Society* 37, 44-48.
- Witte, V. C.; Krause, G. F. & Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal of Food Science* 35, 582-585.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostraram que a concentração de 1000 $\mu$ g de  $\alpha$ -tocoferol/cabeça/dia, utilizada na suplementação, não foi suficiente para retardar aos efeitos da oxidação lipídica na parte muscular do charque.

A suplementação de bovinos para a produção de charque mostrou uma diminuição, não significativa, nos teores de colesterol e nos valores de TBARS, mas não evitou a perda de ácidos graxos insaturados, que foram semelhantes a perda das amostras que não receberam a suplementação. A análise da cor, também mostrou que o tratamento com  $\alpha$ -tocoferol não foi efetivo para evitar a oxidação dos pigmentos do charque.

A avaliação de diferentes métodos para a determinação do grau de oxidação de lipídios mostrou possível a utilização tanto do método de extração por destilação, método tradicional, quanto da extração aquosa. Há uma relação de, aproximadamente, 2 vezes entre os dois métodos estudados. O método da extração aquosa se mostrou mais sensível que o tradicional, além de ser muito mais prático e rápido, podendo ser utilizado como uma alternativa na determinação da oxidação lipídica em carnes e produtos cárneos.

A grande variação encontrada nos resultados das análises em geral, tanto nas amostras controle como nas amostras suplementadas pode ser atribuída a diferenças metabólicas que ocorrem de animal para animal, na capacidade de armazenamento de gordura intra e intermuscular, as diferenças na absorção do sal no processamento, já que a espessura das amostras não era homogênea, e as variações de secagem.

Com a suplementação, era de se esperar que houvesse diferenças nas concentrações de  $\alpha$ -tocoferol nas amostras controle e tratamento. Mas, como no charque os processos oxidativos são intensos, o  $\alpha$ -tocoferol armazenado com a suplementação pode ter sido consumido para minimizar as reações, ou como

experimento foi conduzido com animais jovens em fase de crescimento o  $\alpha$ -tocoferol pode ter sido consumido no metabolismo.

Assim, sugere-se que sejam realizados novos experimentos modificando as concentrações do  $\alpha$ -tocoferol, modificando o tempo de confinamento, ou modificando o tipo de antioxidante utilizado. Avaliar o comportamento do antioxidante durante o processamento e durante o armazenamento do charque, afim de garantir que a ação seja efetiva em todas as etapas de vida útil do charque.