

**Análise do Perfil de Ácidos Graxos  
no Contra-Filé Bovino pela RMN  
de  $^{13}\text{C}$  em Alta Resolução**



ISSN 1678-0434

Novembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação Agropecuária  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 26***

## **Análise do Perfil de Ácidos Graxos no Contra-Filé Bovino pela RMN de <sup>13</sup>C em Alta Resolução**

Lucimara Aparecida Forato  
Marco Antonio dos Santos Faria  
Roberta Maria Manzano  
Rymer Ramiz Tullio  
Geraldo Maria da Cruz  
Luiz Alberto Colnago

São Carlos, SP  
2009

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:**

**Embrapa Instrumentação Agropecuária**

Rua XV de Novembro, 1452

Caixa Postal 741

CEP 13560-970 - São Carlos-SP

Fone: (16) 2107 2800

Fax: (16) 2107 2902

<http://www.cnpdia.embrapa.br>

E-mail: [sac@cnpdia.embrapa.br](mailto:sac@cnpdia.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori,

Dr. João de Mendonça Naime,

Dr. Washington Luiz de Barros Melo

Valéria de Fátima Cardoso

Membro Suplente: Dr. Paulo Sérgio de Paula Herrmann Junior

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto

Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso

Tratamento de ilustrações: Valentim Monzane

Capa foto montagem: Edilene Cristina Ferreira

Editoração eletrônica: Manoela Campos

**1ª edição**

1ª impressão (2009): tiragem 300

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Instrumentação Agropecuária**

---

F692a Forato, Lucimara Aparecida

Análise do perfil de ácidos graxos no contra-filé bovino pela Rmn de <sup>13</sup>C em alta resolução. / Lucimara Aparecida Forato, Marco Antonio dos Santos Faria, Roberta Maria Manzano, Rymer Ramiz Tullio, Geraldo Maria da Cruz, Luiz Alberto Colnago. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

13 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, ISSN 1678-0434; 26).

1. Espectroscopia. 2. RMN. 3. Ácidos graxos. 4. Gordura animal. 5. Carne bovina. I. Faria, Marco Antonio dos Santos. II. Manzano, Roberta Maria. III. Tullio, Rymer Ramiz. IV. Cruz, Geraldo Maria da. V. Colnago, Luiz Alberto. VI. Título. VII. Série.

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
1. Introdução .....	7
2. Materiais e métodos .....	9
3. Resultados e Discussão .....	12
Conclusões .....	15
Agradecimentos .....	12
Referências .....	15

# Análise do Perfil de Ácidos Graxos no Contra-Filé Bovino pela RMN de <sup>13</sup>C em Alta Resolução

Lucimara Aparecida Forato<sup>1</sup>  
Marco Antonio dos Santos Faria<sup>2</sup>  
Roberta Maria Manzano<sup>3</sup>  
Rymer Ramiz Tullio<sup>4</sup>  
Geraldo Maria da Cruz<sup>5</sup>  
Luiz Alberto Colnago<sup>6</sup>

## Resumo

Apesar das altas exportações o consumo de carne bovina tem sido associado a doenças cardiovasculares, pois de modo geral os lipídeos de origem animal tem sido considerados prejudiciais à saúde se comparados com os de origem vegetal. Assim, embora a carne bovina seja considerada um alimento altamente nutritivo, sendo uma fonte de proteínas e micronutrientes; nos últimos 10-15 anos esses atributos positivos têm sido obscurecidos pela associação do consumo de carne vermelha a doenças coronárias, por exemplo, devido à alta concentração de gorduras saturadas.

A gordura na carne está presente na forma de gordura de membrana (como fosfolipídeo), de gordura intramuscular (IMF- do inglês "intra-muscular fat" - entre os músculos) e gordura subcutânea. A proporção da gordura pode variar amplamente dependendo do corte. A carne magra apresenta baixo teor de gordura intramuscular, tipicamente entre 2-5% e em muitos países esse teor é aceito como baixo. A gordura do marmoreio é importante pois está relacionada com a suculência, aroma e maciez da carne, e é o depósito de gordura o que mais interessa com relação aos ácidos graxos e a saúde humana. Isto se refere às manchas brancas, ou estrias, presentes entre as fibras do tecido muscular. Portanto, os ácidos graxos estão intimamente relacionados ao teor de gordura intramuscular.

No presente trabalho analisou-se a gordura intramuscular no contra-filé bovino pela RMN de <sup>13</sup>C, e obteve-se uma razão dos lipídeos totais os ácidos graxos insaturados: oléico e linoléico de 100:37:3,0; respectivamente.

Termos de indexação: carne bovina, ácidos graxos, RMN, gordura animal.

<sup>1</sup>Ciências, Dra., Pesquisadora, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, lucimara@cnpdia.embrapa.br

<sup>2</sup>Química, Graduando, UFSCar, Rodovia Washington Luiz, Km 235, São Carlos, marco\_ufscar@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Ciência, Mestrando, Instituto de Química de São Carlos Universidade de São Paulo. Av. Trabalhador São-carlense, 400, Arnold Schmidt São Carlos, SP, robmmaria@gmail.com

<sup>4</sup>Engenharia Agrônômica, Dr., Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz, Km 234, São Carlos, rymer@cnpse.embrapa.br

<sup>5</sup>Engenharia Agrônômica, Dr., Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz, Km 234, São Carlos, geraldo@cnpse.embrapa.br

<sup>6</sup>Bioquímica, Dr., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, colnago@cnpdia.embrapa.br

# **Analysis of Fatty Acids Profile in beef by high resolution $^{13}\text{C}$ NMR**

---

Lucimara Aparecida Forato  
Marco Antonio dos Santos Faria  
Roberta Maria Manzano  
Rymer Ramiz Tullio  
Geraldo Maria da Cruz  
Luiz Alberto Colnago

## **Abstract**

Despite the high exportation of bovine meat the consumption of beef has been linked to cardiovascular disease. This is because in general the lipids of animal origin have been considered harmful to health when compared with those of plant origin. On the other hand beef is considered a highly nutritious food, being a source of protein and micronutrients. But in the last 10-15 years these positive attributes have been obscured by the association of consumption of bovine meat to heart disease, for example, due to the high concentration of saturated fats. The fat in meat is present in the form of fat membrane (as phospholipids), intramuscular fat (IMF-between the muscles) and fat cap. The proportion of fat can vary widely depending on the cut. The lean meat has a low content of intramuscular fat, typically between 2 to 5% and in many countries this level is accepted as low. The fat marbling is important because it is related to juiciness, flavor and tenderness of the meat and the fat deposition in the best interests with respect to fatty acids and human health. Therefore, the fatty acids are closely related to the content of intramuscular fat. In the present study we analyzed the intramuscular fat in beef by  $^{13}\text{C}$  NMR, and we obtained a ratio of total lipid fatty acids to oleic and linoleic (unsaturated fatty acids) of 100:37:3,0, respectively.

Index terms: bovine meat, fatty acids, NMR, animal fat.

## 1 Introdução

Um estudo da AgraFNP, divisão brasileira do Agra Informa, líder em consultoria global na área de agricultura e pecuária estimou que o Brasil, maior exportador de carne bovina do mundo deverá ampliar as suas vendas externas em 32 por cento até 2017, para 2,9 milhões de toneladas (equivalente carcaça)(SAMORA-REUTERS, 2008).

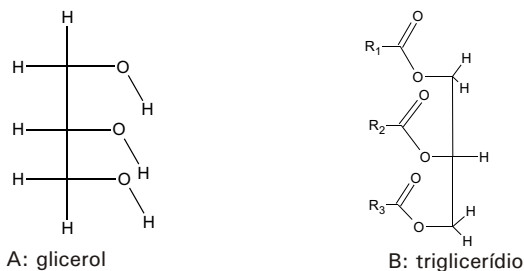
No entanto, apesar das altas exportações o consumo de carne bovina tem sido associado a doenças cardiovasculares, pois de modo geral os lipídeos de origem animal tem sido considerados prejudiciais à saúde se comparados com os de origem vegetal (KRAFT et al., 2008). Assim, embora a carne bovina seja considerada um alimento altamente nutritivo, sendo uma fonte de proteínas e micronutrientes; nos últimos 10-15 anos esses atributos positivos têm sido obscurecidos pela associação do consumo de carne vermelha a doenças coronárias, normalmente associadas à alta concentração de gorduras saturadas.

Portanto o mais desejável é que a carne apresente ácidos graxos insaturados com menor proporção dos saturados. Assim aqui será apresentado resultados sobre a análise do perfil de ácidos graxos em carne bovina pela RMN de <sup>13</sup>C.

### *Ácidos Graxos na Carne Bovina*

A gordura na carne está presente na forma de gordura de membrana (como fosfolipídeo), de gordura intramuscular (IMF- do inglês "intra-muscular fat" - entre os músculos) e gordura subcutânea. A proporção da gordura pode variar amplamente dependendo do corte. A carne magra apresenta baixo teor de gordura intramuscular, tipicamente entre 2-5% e em muitos países esse teor é aceito como baixo. A gordura do marmoreio é importante pois está relacionada com a suculência, aroma e maciez da carne, e é o depósito de gordura o que mais interessa com relação aos ácidos graxos e a saúde humana. Isto se refere às manchas brancas, ou estrias, presentes entre as fibras do tecido muscular. Portanto, os ácidos graxos estão intimamente relacionados ao teor de gordura intramuscular. O sabor na carne aumenta com o aumento da IMF com um teor que varia entre 4-5%. Se a maciez é controlada, sabor e suculência apresentam uma relação curvilínea crescente. Essas relações entre propriedades organolépticas e teor de gordura têm chamado a atenção de produtores quanto a alteração do depósito de gordura na carne (SCOLLAN et al., 2006).

O tecido adiposo consiste principalmente de triglicerídeos (cerca de 90%), contendo também fosfolipídeos e colesterol (LAWRIE, 2005). Os triglicerídeos são triésteres do glicerol com cadeias longas de ácidos graxos (Fig. 1).



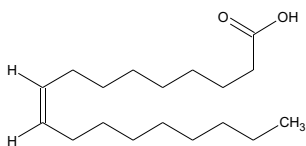
**Fig. 1.** A: Estrutura do glicerol e B: fórmula geral dos triglicerídeos.

De modo geral, na gordura de animais estão presentes principalmente os ácidos oléico, palmítico e esteárico. Na Tabela 1 são apresentadas as composições típicas em ácidos graxos de bovinos, ovinos e suínos (LAWRIE, 2005).

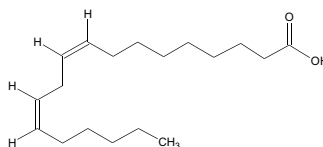
**Tabela 1.** Composição típica de ácidos graxos dos músculos de bovinos, ovinos e suínos (LAWRIE, 2005).

Porcentagem de ácidos graxos na gordura				
Ácido graxo	Fórmula	Bovinos	Ovinos	Suínos
Láurico	C12:0	0,1	0,3	0,1
Mirístico	C14:0	2,7	3,3	1,3
Palmítico	C16:0	25,0	22,2	23,2
Palmitoléico	C16:1	4,5	2,2	2,7
Esteárico	C18:0	13,4	18,1	12,2
Oléico	C18:1(n-9)	36,1	32,5	32,8
Linoléico	C18:2(n-6)	2,4	2,7	14,2
Linolênico	C18:3(n-3)	0,7	1,4	1,0
Araquidônico	C20:4(n-6)	0,6	0,6	2,2

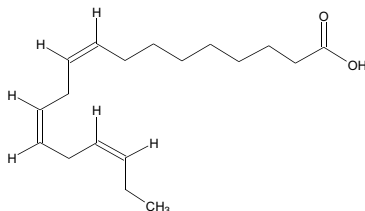
Os ácidos oléico, linoléico, linolênico (Fig. 2) pertencem, cada um, a uma família diferente de compostos nos quais a insaturação ocorre nos átomos de carbono n-9; n-6 e n-9; e, n-3, n-6 e n-9; respectivamente, na cadeia de hidrocarboneto, numerada à partir do carbono da carbonila. Eles são, assim, referidos como as séries n-9, n-6 e n-3.



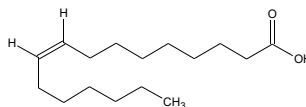
A: Estrutura do ácido oléico



B: Estrutura do ácido linoléico



C: Estrutura do ácido linolênico



D: Estrutura do ácido palmitoléico

**Fig. 2:** Estruturas dos ácidos: A: oléico; B: linoléico; C: Linolênico e D: Palmitoléico.



Assim a gordura intramuscular consiste de ácidos graxos saturados, SFA - do inglês "saturated fatty acid", ácidos graxos monoinsaturados, MUFA - do inglês "monounsaturated fatty acid" e ácidos graxos poliinsaturados, PUFA - do inglês "polyunsaturated fatty acid". Os SFA predominantes são o 14:0 (ácido mirístico-AM), 16:0 (ácido palmítico-AP) e 18:0 (ácido esteárico-AE). O SFA influencia o colesterol do plasma, embora o AE seja neutro a esse respeito, e o AP menos potente do que o AM. Os principais PUFA são os ácidos linoléico e linolênico enquanto que o ácido oléico (AO), 18:1n-9, é o MUFA mais proeminente, com o restante dos MUFAs ocorrendo como isômeros cis e trans do 18:1. Os PUFA e os MUFA são geralmente associados a benefícios à saúde (SCOLLAN et al., 2006).

### *A RMN e o estudo de óleos e gorduras*

A RMN é uma ferramenta importante no estudo de óleos e gorduras. A RMN em baixo campo tem sido utilizada para se avaliar o conteúdo óleo em sementes e outros produtos alimentícios (PRESTES et al., 2007). A RMN em alta resolução de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C tem sido usada especialmente no estudo de lipídeos em alimentos e seu uso tem aumentado devido à grande quantidade de informação que essa técnica pode fornecer num curto período de tempo (GUILLÉN e RUIZ, 2001).

Batchelor et al. (1973) analisaram a não equivalência dos deslocamentos químicos do <sup>13</sup>C em carbonos insaturados de ácidos graxos. Os autores propuseram que tal não equivalência é decorrente do efeito de campos elétricos lineares que ocorrem devido à polarização das ligações entre átomos adjacentes.

Bonnet et al. (1990) utilizaram a RMN de <sup>13</sup>C em solução para análise de lipídeos padrões como a trioleína, trilinoleína e triestearina para analisar de seus deslocamentos químicos e grau de insaturação. Os autores concluíram que os resultados obtidos com a RMN concordaram com a cromatografia gasosa, sendo que a preparação da amostra para análise pela primeira é mais simples. Além disso a RMN foi capaz de dar informação sobre a substituição (grupos R) no triglicerídeo (Fig. 1).

Análises *in vivo* de triglicerídeos em ratos, pela RMN de <sup>13</sup>C, permitiram identificar distúrbios como oxidação lipídica e câncer associados ao tecido lipídico (FAN et al., 1994). A RMN de <sup>13</sup>C também tem sido usada para estudar mono, di e triacil-gliceróis; derivados de monoglicerídeos, óleo de oliva entre outros (MARCEL et. al., 1997).

No caso da RMN de <sup>1</sup>H, Renou et al. (1987) publicaram um trabalho no qual avaliaram água e gordura em produtos cárneos, usando um espectrômetro de RMN, construído pelo grupo de pesquisa, que operava na frequência de 19,6MHz para os núcleos de hidrogênio.

A RMN de <sup>1</sup>H em solução tem sido identificada como uma técnica útil para se avaliar a oxidação de óleos e gorduras, uma vez que os sinais dos derivados de hidroperóxido, principais produtos da oxidação lipídica, são prontamente identificados por essa técnica, sem a necessidade de se realizar reações químicas (GUILLÉN e RUIZ, 2001).

## **2 Material e Métodos**

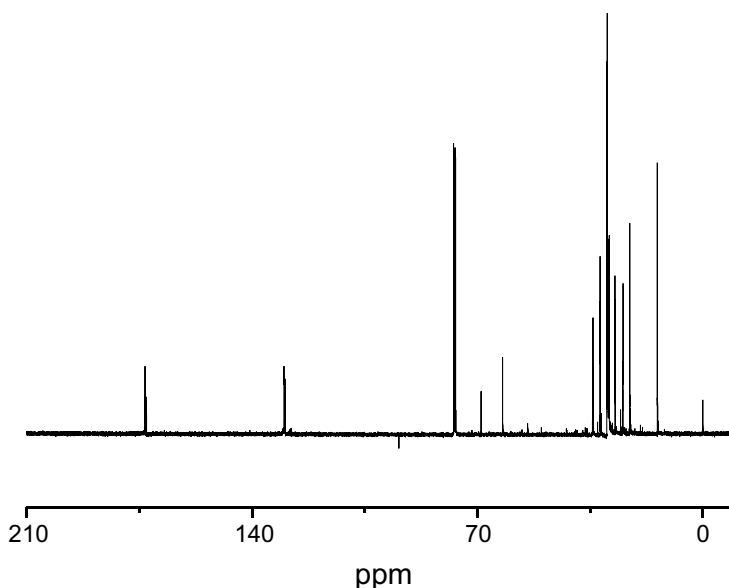
Para a análise dos ácidos graxos na carne bovina, utilizou-se amostras de contra-filé, das quais a gordura foi extraída com hexano. As amostras de

gordura extraída foram liofilizadas e dissolvidas em clorofórmio deuterado ( $\text{CDCl}_3$ ). Elas foram transferidas para um tubo de 5mm, para serem analisadas pela RMN em solução.

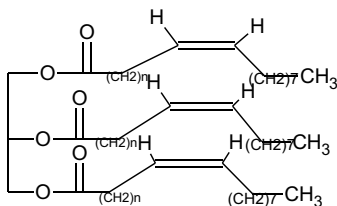
O equipamento utilizado para análise por RMN foi um espectrômetro Varian INOVA com campo de 9,1 Teslas. Os espectros de  $^{13}\text{C}$  foram obtidos com clorofórmio deuterado, 3000 transientes com pulso de  $1/2$ , desacoplamento Waltz durante a aquisição e janela espectral de 25 KHz. A sonda (probe) utilizada foi uma de 5mm, marca Doty, pertencente à Embrapa Instrumentação Agropecuária.

### 3 Resultados e Discussão

Na Figura 3, é apresentado um espectro de RMN de uma amostra de gordura extraída do contra-filé, sexta costela, proveniente um animal do sexo masculino, filho de touro Angus e vaca Simental X Nelore, abatido com 12 meses de idade. Neste espectro observa-se a presença dos sinais dos carbonos das cadeias dos ácidos graxos saturados na região de 14 a 30ppm, do glicerol em 60 e 70ppm, dos ácidos graxos insaturados na região de 130ppm e as carbonilas em 170ppm (BONNET et al., 1990). Nestes espectros nota-se a presença de vários sinais na região de 129,7 a 130,5ppm. Marcel et al. (1997) analisaram triacil-glicerídeos, variando a posição das duplas ligações (Fig. 4) e atribuíram os sinais de  $^{13}\text{C}$  aos carbonos envolvidos neste tipo de ligações de acordo com o ácido graxo ao qual pertencem. Na Tabela 2 estão as atribuições utilizadas para se interpretar os espectros aqui obtidos, baseando-se nos trabalhos de Marcel et al. (1997) e Bonnet et al. (1990).



**Fig. 3.** Espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  de uma amostra de gordura extraída de uma amostra de contra-filé.



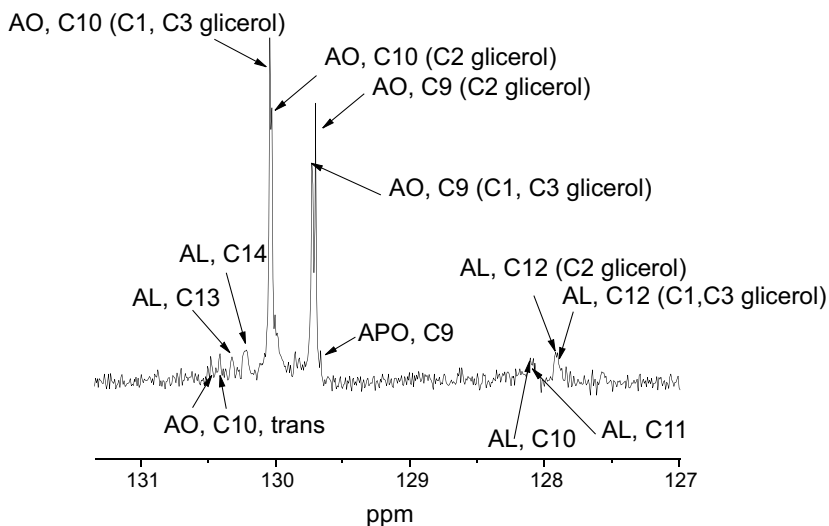
**Fig. 4.** Estrutura de um triacilglicerídeo do tipo AAA, usado por Marcel et al. (1997) para atribuição dos sinais de RMN de  $^{13}\text{C}$ , notar que é a estrutura tem conformação cis.

**Tabela 2.** Atribuições dos sinais de RMN de  $^{13}\text{C}$  para a região de dupla ligação dos lipídeos (MARCEL et al., 1997).

- 127,90ppm: carbono-12 do ácido linoléico referente à cadeia dos carbonos 1 e 3 do glicerol
-127,92ppm: carbono-12 do ácido linoléico referente à cadeia do carbono 2 do glicerol
-128,08ppm: carbono-11 do ácido linoléico
-128,10ppm: carbono-10 do ácido linoléico
-129,65ppm: carbono-9, ácido palmitoléico (APO)
-129,70ppm: carbono 9 (cis) do ácido oléico referente à cadeia do carbono 2 do glicerol
-129,73ppm: carbono 9 (cis) do ácido oléico referente à cadeia dos carbonos 1 e 3 do glicerol
-130,03ppm: carbono 10 do ácido oléico (cis) referente à cadeia do carbono 2 do glicerol
-130,04ppm: carbono 10 do ácido oléico (cis) referente à cadeia dos carbonos 1 e 3 do glicerol
-130,22ppm: carbono 14 do ácido linoléico
-130,32ppm: carbono 13 do ácido linoléico
-130,41 e 130,50ppm: pode ser devido à baixas concentrações do ácido oléico (trans), carbono10.

Os sinais do ácido oléico, na Figura 3 são os mais intensos dentre os ácidos graxos insaturados observados. Isto pode ser melhor visualizado na Figura 5, onde é apresentada a região dos carbonos envolvido em dupla ligação. Esta observação está de acordo com os deslocamentos químicos dos sinais da carbonila. Estes últimos também podem dar informações sobre o grau de saturação das cadeias de ácidos graxos. Os picos observados na região de 173 ppm são devido aos carbonos nas posições 1,3 em relação aos carbonos do glicerol, enquanto que na região de 172 ppm são devido ao carbono 2 do glicerol (BONNET et al., 1990). No entanto, nos espectros aqui obtidos observou-se apenas dois sinais para ambas as regiões, indicando que os sinais relativos às cadeias dos ácidos graxos poliinsaturados podem estar em muita baixa proporção, o que está de acordo com as baixas intensidades observadas para os carbonos insaturados dos ácidos linoléico e palmitoléico. Pelos espectros obtidos foi possível se calcular a razão ácido linoléico/oléico presentes nas amostras. Isto é feito dividindo-se a área do sinal em 127,90ppm, do ácido linoléico (IL), pela área do sinal do oléico em 129,70ppm (IO) subtraída de IL (RUTAR, 1989; FORATO et al., 2000). As razões encontradas foram de IL/(IO-IL) de 0,09. A área utilizada para se computar o total de cadeias lipídicas é do

sinal do carbono-3 em 24,8(ppm) de todos os ácidos graxos em cadeias de triglicerídeos (MARCEL et al., 1997). Assim ao correlacionarmos os lipídeos totais com os ácidos oléico e linoléico, teremos então 100:37:3,0; respectivamente. Não foi realizada a análise em relação ao ácido palmitoléico pois o sinal referente a este apresentou uma intensidade muito baixa, não possibilitando sua integração.



**Fig. 5.** Expansão do espectro da Figura 3 na região de 131,5 a 127,0ppm. Onde AL: ácido linoléico; AO: ácido oléico e APO: ácido palmitoléico.

As proporções de ácido oléico e linoléico encontradas concordam com os dados da literatura (Tabela 1), embora o valor do ácido linoléico esteja acima do esperado. Isto pode ser atribuído ao erro da integração dos sinais de RMN que é da ordem de 5%. No entanto, Bonnet et al. (1990), correlacionaram a integração dos sinais de lipídeos por RMN com dados obtidos por cromatografia gasosa (CG), e obtiveram uma correlação de 0,99 entre os dados de RMN e CG.

## Conclusões

Concluiu-se que razão dos lipídeos totais para amostras de contra-filé bovino com os ácidos oléico e linoléico foi de 100:37:3,0; respectivamente. Este resultado concorda com a literatura (LAWRIE, 2005), indicando assim que a RMN de <sup>13</sup>C é indicada para análise de ácidos graxos na gordura da carne bovina.

## Agradecimentos

FAPESP e CNPq.

## Referências

- BATCHELOR, J. G.; PRESTEGARD, J. H.; CUSHLEY, R. J.; LIPSKY, S. R. Electric Field Effects in the <sup>13</sup>C Nuclear Magnetic Resonance Spectra of Unsaturated Fatty Acids. A Potential Tool for Conformation Analysis. **J. Am. Chem. Soc.**, Easton, v. 95, n. 19, p. 6358-6364, 1973.
- BONNET, M.; DENOYER, C.; RENO, J. P. High Resolution <sup>13</sup>C NMR spectroscopy of rendered animal fats: degree of saturation of fatty acid chains and position on glycerol. **Int. J. Food. Sci. Technol.**, Oxford, v. 25, p. 399-408, 1990.
- FAN, T. W-M.; CLIFFORD, A. J.; HIGASHI, R. M. In vivo <sup>13</sup>C NMR analysis of acyl chain composition and organization of perirenal triacylglycerides in rats fed vegetable and fish oils. **J. Lipid Res.**, Bethesda, v. 35, p. 678-689, 1994.
- FORATO, L. A.; COLNAGO, L. A.; GARRATT, R. C.; LOPES-FILHO, M. A. Identification of free fatty acids in maize protein bodies and purified zeins by <sup>13</sup>C and <sup>1</sup>H nuclear magnetic resonance. **Biochim. Biophys. Acta**, Amsterdam, n. 1543, p. 106-114, 2000.
- GUILLÉN, M. D.; RUIZ, A. High resolution <sup>1</sup>H nuclear magnetic resonance in the study of edible oils and fats. **Trends food Sci. Technol.**, Cambridge, v. 12, p. 328-338, 2001.
- KRAFT, J.; KRAMER, J. K.; SHOENE, F.; CHAMBER, J. R.; JAHREIS, G. Extensive Analysis of Long-Chain Polysaturated Fatty Acids, CLA, trans-18:1 Isomers and Plasmalogenic Lipids in Different Retail Beef types. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 56, p. 4775-4782, 2008.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da Carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Ed., 2005. p. 256-260.
- MARCEL, S. F.; JIE, L. K.; MUSTAFA, J. High Resolution Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy: Application to Fatty Acids and triacylglycerols. **Lipids**, Champaign, v. 32, n. 10, p. 1019-1034, 1997.
- PRESTES, R. A.; COLNAGO, L. A.; FORATO, L. A.; VIZZOTTO, L.; NOVOTNY, E. H.; CARRILHO, E. A rapid and automated low resolution NMR method to analyze oil quality in intact seeds. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 596, p. 325-329, 2007.
- RENO, J. P.; BRIGUET, A.; GATTELLIER, P.; KOPP, J. Determination of fat and water ratios in meat products by high-resolution NMR at 19,6 MHz. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 169-172, 1987.
- RUTAR, V. Magic Angle Sample Spinning NMR Spectroscopy of Liquids as a Nondestructive Method for Studies of Plant Seeds. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 37, p. 67-70, 1989.
- SAMORAREUTERS, R. **Exportação de carne bovina do Brasil crescerá 32% até 2017**: FNP. 29 jul. 2008. Disponível em: <[http://www.estadao.com.br/economia/not\\_eco214002,0.htm](http://www.estadao.com.br/economia/not_eco214002,0.htm)>. Acesso em: 29 ago. 2008.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef and their relationship with meat quality. **Meat Sci.**, Barking, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.



---

*Embrapa Instrumentação Agropecuária*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

