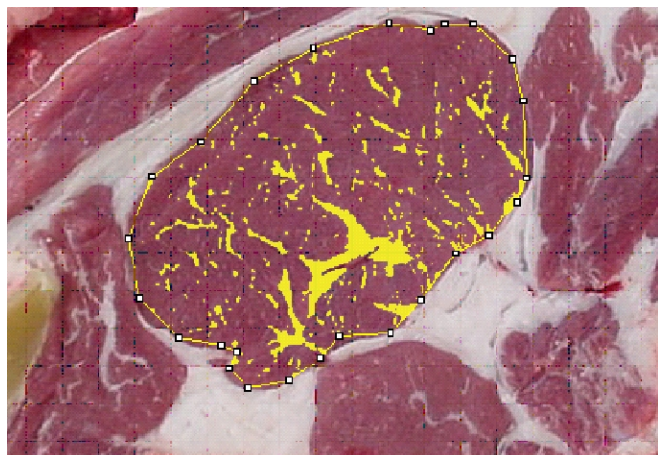


Foto: Lúcio André de Castro Jorge



## Análise de Marmoreio de Contra-filé Através de Imagens Obtidas por Tomografia de Ressonância Magnética

Eduardo Soares Borges dos Santos<sup>1</sup>

Pedro Henrique Braga Siqueira<sup>2</sup>

Lúcio André de Castro Jorge<sup>3</sup>

Rymer Túlio Ramiz<sup>4</sup>

Rubens Bernardes Filho<sup>5</sup>

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com 19% da população bovina mundial. O país exporta, atualmente, carne bovina para mais de 100 países, o que fortalece sua posição como o maior exportador mundial de carne (SUSIN, 2008). Mas o para manter a hegemonia perante o cenário mundial, é necessário atingir certos padrões de qualidade, por isso, métodos de análises e de determinação de características da carne bovina estão em constante desenvolvimento (TAMASSIA, [2008]).

Uma das classificações que tem relação direta com o valor carne bovina é o índice de gordura intramuscular, também conhecido como marmoreio. Este nome é dado em referência à distribuição da gordura intramuscular da carne, que remete a uma placa de mármore (GUTIERREZ e TOLEDO, 2006). Esta característica é responsável pela textura, sabor além de influenciar a maciez, que são as principais características buscadas pelo consumidor. Atualmente a medida de índice de marmoreio, é feita, a olho nu, por um avaliador treinado, ou seja, a análise é feita de forma subjetiva (SHIRANITA et al., 1998). A Figura 1 apresenta alguns modelos que são utilizados, rotineiramente, para classificar peças de carne quanto ao índice de gordura entremeada, entre as fibras da carne.

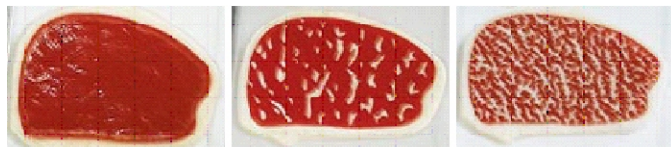


Fig. 1 - Diferentes índices de marmoreio simulados em placa acrílica (SHIRANITA et al., 1998).

Apresentamos uma técnica que possibilita fazer o mapeamento e a quantificação precisa do marmoreio de uma amostra de carne através de Imagens de Ressonância

Magnética (IRM). A imagem obtida é baseada nos diferentes graus de ligação a que os átomos de hidrogênio encontrados nos diversos tecidos de uma amostra.

As principais vantagens da utilização desse método para quantificação de marmoreio são: a possibilidade de se ter, além do valor da porcentagem de gordura intramuscular, a imagem de como essa gordura está distribuída. O ideal, para uma boa análise, é obter imagens onde a distribuição da gordura esteja nítida, para isso, é interessante obter do sinal mais forte possível proveniente da gordura do contra-filé e suprimir o sinal vindo do músculo, desta maneira, a análise computacional, que será feita posteriormente, poderá ser mais precisa.

A gordura tem um tempo de relaxação T1 muito baixo, isso faz com que ela retorne um alto sinal numa imagem feita com base em T1 (BROWN, [1998]). Para se fazer uma imagem baseada em T1 é necessário que se utilizem baixos valores tanto de TR (tempo de repetição) quanto de TE (tempo de eco), no entanto, deve haver ponderação para que a resolução da imagem não seja comprometida.

### Materiais e Métodos

Para a obtenção das imagens, utilizou-se: Tomógrafo Varian Modelo Inova de 2 Teslas e 85MHz e 5 amostras de contra-filé bovino da Embrapa Pecuária Sudeste.

Através de testes e pesquisas, foi definido que, para o equipamento utilizado, a configuração ideal para obtenção das imagens desejadas é: TR=0.600s e TE=0.0135605s. Para usar os parâmetros estipulados foi elaborada uma seqüência de pulsos que continha um pulso além da seqüência spin-eco, chamado pulso de inversão, essa seqüência é chamada de Inverse Recovery – IR (Fig. 2).

<sup>1</sup>Engenheiro, Graduando, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, CEP 13565-905, São Carlos-SP, eduborges@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro de Computação, Graduando, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310, CEP 13565-905, São Carlos-SP, pedro\_henrique1986@hotmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Eletricista, MSc., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P.741, CEP 13560-970, São Carlos-SP, lucio@cnpdia.embrapa.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luís, km 234 - CEP 13560-970, São Carlos-SP, rymer@cnpse.embrapa.br

<sup>5</sup>Físico, Dr., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P.741, CEP 13560-970, São Carlos-SP, rubens@cnpdia.embrapa.br



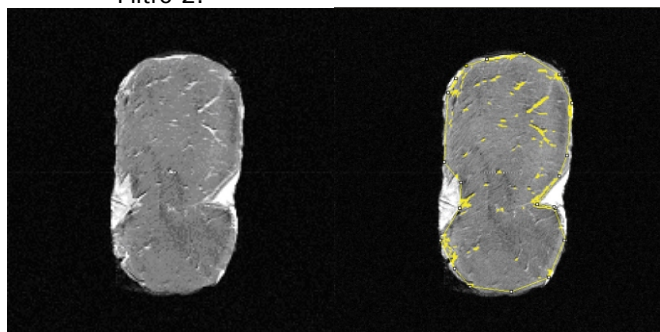
Foram obtidos quatro slices de boa qualidade da amostra 32, obtendo-se os seguintes dados:

	Slice 1	Slice 2	Slice 3	Slice 4	Média
Porcentagem de gordura	3,6%	2,2%	1,6%	1,1%	2,1%

Obteve-se uma porcentagem média de 2,1% de gordura na região intramuscular da amostra 32.

Para o slice da amostra 40 mostrado na Figura 7 utilizaram-se, no programa, os parâmetros:

- Threshold 172;
- Filtro 2.



a)

b)

Fig. 7 - a) Imagem da amostra 40. b) Imagem da amostra 40 com a gordura marcada em amarelo pelo programa.

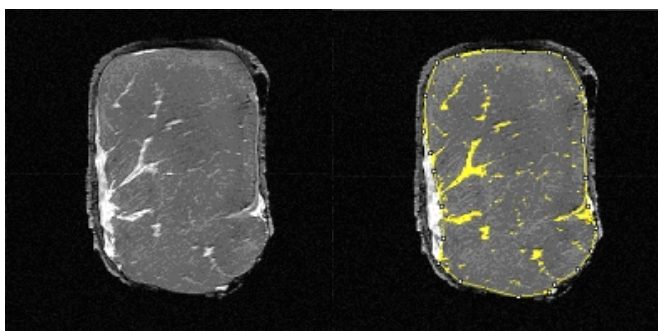
Foram obtidos três slices de boa qualidade da amostra 40, obtendo-se os seguintes dados:

	Slice 1	Slice 2	Slice 3	Média
Porcentagem de Gordura	4,5%	4,4%	3,8%	4,3%

Obteve-se uma porcentagem média de 4,3% de gordura na região intramuscular da amostra 40.

Para a slice da amostra 49 mostrado na Figura 8 utilizaram-se, no programa, os parâmetros:

- Threshold: 143;
- Filtro: 0.



a)

b)

Fig. 8 - a) Imagem da amostra 49. b) Imagem da amostra 49 com a gordura marcada em amarelo pelo programa.

Foram obtidos cinco slices de boa qualidade da amostra 49, obtendo-se os seguintes dados:

	Slice 1	Slice 2	Slice 3	Slice 4	Slice 5	Média
Porcentagem de Gordura	5,6%	5,4%	4,0%	3,8%	3,0%	4,4%

Obteve-se uma porcentagem média de 4,4% de gordura na região intramuscular da amostra 49.

### Conclusão

Primeiramente pôde-se constatar a eficiência do programa em identificar e calcular a porcentagem de gordura na região desejada. Com esse tipo de ferramenta em mãos, torna-se possível realizar análises quantitativas e qualitativas da quantidade de gordura intramuscular em amostras de carne que tenham sua imagem adquirida por tomografia de ressonância magnética nuclear.

A partir da análise dos dados, percebe-se a existência de uma variação considerável entre as taxas de gordura dos slices do extremo superior e do extremo inferior da amostra, dando a entender que as camadas superiores possuem mais gordura que as inferiores. Esse fato reforça a importância de se realizar o múltiplo slice para análise de marmoreio através de imagens obtidas por ressonância magnética, pois, desta maneira, a média das porcentagens de gordura dos vários slices será um resultado mais coerente.

### Referências

- BROWN, G. *Fat Suppression Techniques*. [1998]. Disponível em: <<http://www.users.on.net/~vision/papers/fatsup/fatweb.htm#M10>>. Acesso em: 09 set. 2008.
- GUTIERREZ, C.; TOLEDO, L. R. Beef de 300 dólares: a raça wagyu produz uma das carnes mais caras do mundo e é uma nova opção para obter um produto com mais gordura e menos colesterol. *Globo Rural*, São Paulo, n. 251, set., 2006. Disponível em: <<http://www.wagyubrasil.org/inform.htm>>. Acesso em: 10 out., 2008.
- SHIRANITA, K.; MIYAJIMA, T.; TAKIYAMA, R. Determination of meat quality by texture analysis. *Pattern Recognition Letters*, Amsterdam, v. 19, p. 1319-1324, 1998.
- SUSIN, R. Maior Rebanho Bovino Comercial do Mundo. *Rank Brasil*, [S. l.], 28 abr. 2008. Disponível em: <[http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/?Maio\\_r\\_Rebanho\\_Bovino\\_Comercial\\_do\\_Mundo+6&Grupo=3](http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/?Maio_r_Rebanho_Bovino_Comercial_do_Mundo+6&Grupo=3)>. Acesso em: 10 out. 2008.
- TAMASSIA, L. F. M. Brasil, o maior exportador de carne do mundo. E a reprodução animal, como fica? *BEEF POINT*, Piracicaba, 28 fev. 2008. Disponível em: <[http://www.beefpoint.com.br/brasil-o-maior-exportador-de-carne-do-mundo-e-a-reproducao-animal-como-fica\\_noticia\\_43140\\_57\\_172\\_.aspx](http://www.beefpoint.com.br/brasil-o-maior-exportador-de-carne-do-mundo-e-a-reproducao-animal-como-fica_noticia_43140_57_172_.aspx)>. Acesso em: 10 out. 2008.

### Comunicado Técnico, 98

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Instrumentação Agropecuária**  
 Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741  
 CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
**Fone:** 16 2107 2800 - **Fax:** 16 2107 2902  
**e-mail:** sac@cnpdia.embrapa.br  
<http://www.cnpdia.embrapa.br>  
**1a. edição**  
 1a. impressão 2008: tiragem 300

Ministério da  
 Agricultura, Pecuária  
 e Abastecimento



### Comitê de Publicações

**Presidente:** Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso  
**Membros:** Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,  
 Dr. João de Mendonça Naime,  
 Dr. Washington Luiz de Barros Melo  
 Valéria de Fátima Cardoso

**Membro Suplente:** Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

### Expediente

**Supervisor editorial:** Dr. Victor Bertucci Neto  
**Normalização bibliográfica:** Valéria de Fátima Cardoso  
**Tratamento das ilustrações:** Valentim Monzane  
**Editoração eletrônica:** Manoela Campos