

CÉSAR DE MORAIS COUTINHO

TEOR DE LIPÍDEOS E COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DA GORDURA DA  
RÃ-TOURO (*Rana catesbeiana*, SHAW, 1802)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2002

CÉSAR DE MORAIS COUTINHO

TEOR DE LIPÍDEOS E COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DA GORDURA DA  
RÃ-TOURO (*Rana catesbeiana*, SHAW, 1802)

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA EM: 21 de janeiro de 2002.

---

Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide  
(Conselheiro)

---

Prof. José Benício Paes Chaves  
(Conselheiro)

---

Prof. Júlio Maria de Andrade Araújo

---

Prof. Oswaldo Pinto Ribeiro Filho

---

Prof. Marco Túlio Coelho Silva  
(Orientador)

*A Jesus Cristo.*

*À minha filha Júlia.*

*Aos meus pais Amadeu e Adébora.*

*À minha noiva Márcia.*

*À minha irmã Débora.*

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Tecnologia de Alimentos e ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida.

Aos professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Marco Túlio Coelho Silva, pelos ensinamentos, pela amizade, pela paciência e pela orientação deste trabalho.

Aos professores Lúcio Alberto de Miranda Gomide, José Benício Paes Chaves, Júlio Maria de Andrade Araújo e Oswaldo Pinto Ribeiro Filho, pelos conselhos e pelas correções.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em especial ao Tito, pelo apoio na execução do experimento.

Ao meu amigo Paulo Sobrinho, pela indispensável ajuda na análise estatística.

## **BIOGRAFIA**

César de Moraes Coutinho, filho de Amadeu César de Moraes Coutinho e Adébora dos Santos Coutinho, nasceu no Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, em 4 de abril de 1972.

Em março de 1996, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense, em Niterói, RJ.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, na área de Ciência e Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados, submetendo-se à defesa de tese em janeiro de 2002.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Biologia da rã-touro .....	3
2.2. Lipídeos .....	6
2.2.1. Óleos e gorduras .....	7
2.2.2. Ácidos graxos .....	8
2.2.3. Fatores intrínsecos e a influência da dieta sobre as diferenças na composição em ácidos graxos entre os diversos depósitos de gordura dos animais .....	9
2.2.4. Efeito do sexo sobre a composição de ácidos graxos da gordura animal .....	12
2.2.5. Efeito do peso (idade) e raça sobre a composição de ácidos graxos da gordura animal .....	14
2.2.6. Lipídeos na rã-touro .....	17
2.2.6.1. Composição da gordura muscular da rã-touro .....	17

	Página
2.2.6.2. Composição da gordura do corpo gorduroso da rã-touro	20
2.2.6.3. Efeito da temperatura ambiental na composição de ácidos graxos da gordura da rã .....	22
2.2.6.4. Efeito das condições de armazenamento sobre a composição de ácidos graxos da gordura da rã .....	23
2.2.6.5. Corpo gorduroso – possíveis utilizações .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Tratamento dos animais .....	26
3.2. Abate dos animais .....	27
3.3. Determinação de lipídeos .....	27
3.4. Determinação da composição da gordura em ácidos graxos .....	29
3.4.1. Preparação dos ésteres metílicos .....	29
3.4.2. Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos .....	30
3.5. Análise estatística .....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1. Crescimento das rãs .....	34
4.2. Composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro .....	38
4.2.1. Análise de variância dos dados (ANOVA) .....	38
4.2.2. Efeito dos fatores peso, sexo, fonte de gordura e ocorrência sobre a composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro .....	40
4.2.2.1. Ácidos graxos analisados isoladamente .....	40
4.2.2.2. Ácidos graxos analisados por grupos .....	43
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
APÊNDICE .....	64
APÊNDICE A .....	65

## LISTA DE TABELAS

	Página
1. Alguns ácidos graxos saturados de gorduras e óleos e suas principais fontes .....	9
2. Alguns ácidos graxos insaturados de gorduras e óleos e suas principais fontes .....	9
3. Composição de ácidos graxos da gordura muscular de rã-touro, suíno e bovino .....	18
4. Composição de ácidos graxos dos tecidos da rã-touro (%) .....	19
5. Composição de ácidos graxos do total de lipídeos de coxas frescas de rãs ( <i>Rana hexadactyla</i> ) .....	20
6. Principais ácidos graxos encontrados no corpo gorduroso da rã-touro .....	21
7. Mudanças nos lipídeos do músculo da rã-touro ( <i>Rana catesbeiana</i> ) durante o armazenamento em $-18^{\circ}\text{C}$ .....	24
8. Composição (%) de ácidos graxos dos lipídeos neutros da carne de coxas de rã armazenadas em $-20^{\circ}\text{C}$ por um período de 150 dias .....	24
9. Resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos C 12:0, C 14:0, C 16:0, C 16:1, C 18:0, C 18:1 cis, C 18:2 cis, C 18:3 $\alpha$ , C 20:2, C 20:4, C 20:5 e C 22:6, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações .....	39

10. Resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos agrupados como: não identificados, saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e eicosanóides, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações .....	40
11. Médias percentuais do ácido graxo C 12:0 por sexo, no músculo e no corpo gorduroso .....	41
12. Médias percentuais do ácido graxo C 16:1, por ocorrência, no músculo e no corpo gorduroso .....	41
13. Médias percentuais do ácido graxo C 20:2, por ocorrência, no músculo e no corpo gorduroso .....	42
14. Médias percentuais dos ácidos graxos, por fonte de gordura .....	55
15. Médias percentuais dos ácidos graxos, por ocorrência .....	56
16. Médias percentuais dos ácidos graxos, por sexo .....	57

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Curvas de crescimento médio das rãs .....	35
2. Peso (g) do corpo gorduroso das rãs nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências, em função do peso vivo (g) .....	36
3. Teor (%) de gordura do corpo gorduroso das rãs nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências, em função do peso vivo (g) .....	37
4. Teor (%) médio de gordura no músculo das rãs nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências, em função do peso vivo (g) .....	37
5. Teor (%) dos ácidos graxos saturados nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	43
6. Teor (%) dos ácidos graxos saturados nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	44
7. Teor (%) dos ácidos graxos saturados nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	45
8. Teor (%) dos ácidos graxos saturados nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	45

9. Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	47
10. Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	48
11. Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	48
12. Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	49
13. Teor (%) dos ácidos graxos poliinsaturados na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	50
14. Teor (%) dos ácidos graxos poliinsaturados no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	51
15. Teor (%) dos ácidos graxos eicosanóides na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	52
16. Teor (%) dos ácidos graxos eicosanóides no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	53
1A. Teor (%) do ácido graxo C 14:0, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	65
2A. Teor (%) do ácido graxo C 16:0 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	65
3A. Teor (%) do ácido graxo C 16:0 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	66
4A. Teor (%) do ácido graxo C 16:1 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	66
5A. Teor (%) do ácido graxo C 16:1 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	67
6A. Teor (%) do ácido graxo C18:1cis na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	67

	Página
7A. Teor (%) do ácido graxo C 18:1 cis no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	68
8A. Teor (%) do ácido graxo C18:2 cis na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	68
9A. Teor (%) do ácido graxo C 18:2 cis no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	69
10A. Teor (%) do ácido graxo C 20:2 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	69
11A. Teor (%) do ácido graxo C 20:4 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	70
12A. Teor (%) do ácido graxo C 20:4 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	70
13A. Teor (%) do ácido graxo C 22:6 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ocorrências .....	71
14A. Cromatograma de amostra de ésteres metílicos de ácidos graxos da gordura intramuscular da rã-touro .....	72
15A. Cromatograma de amostra de ésteres metílicos de ácidos graxos da gordura do corpo gorduroso da rã-touro .....	73

## RESUMO

COUTINHO, César de Morais, M. S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2002.  
**Teor de lipídeos e composição em ácidos graxos da gordura da rã-touro (*Rana catesbeiana*, SHAW, 1802).** Orientador: Marco Túlio Coelho Silva. Conselheiros: Lúcio Alberto de Miranda Gomide e José Benício Paes Chaves.

Foram analisadas amostras do corpo gorduroso e do tecido muscular de espécimens de rã-touro, de ambos os sexos, criados no “Sistema Intensivo Anfigranja”, alimentados com ração para trutas e larvas de dípteros e em faixas de peso variando de 50 a 300 g. As rãs foram obtidas durante o período de março de 1998 a junho de 1999, sendo determinados o teor de lipídeos e a composição de ácidos graxos da gordura extraída dessas amostras. Os lipídeos foram extraídos pelo método Bligh e Dyer modificado, cujo teor variou de acordo com o peso vivo. Os ácidos graxos foram esterificados e analisados, qualitativa e quantitativamente, por cromatografia de fase gasosa, sendo positivamente identificados 12 deles. A composição em ácidos graxos da gordura da rã-touro apresentou grande prevalência de insaturados sobre os saturados, tanto do músculo quanto do corpo gorduroso. Os ácidos graxos foram analisados tanto separados quanto agrupados, conforme o grau de saturação e o comprimento de cadeia. O fator que determinou mais diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias percentuais dos ácidos graxos foi a fonte de gordura no organismo do animal (músculo ou corpo gorduroso), seguido, em ordem decrescente, por faixa de peso, ocorrência e sexo, ressaltando-se que este último fator determinou diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

apenas entre médias percentuais dos ácidos graxos C 12:0, C 16:0, C 18:1 cis, saturados totais e monoinsaturados, enquanto o fator fonte de gordura assinalou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre médias de quase todos os ácidos graxos, quer analisados isoladamente, quer em grupos.

## ABSTRACT

COUTINHO, Cesar de Moraes, M. S., Universidade Federal de Viçosa, January, 2002. **Lipids content and fatty acid composition of the bull frog fat (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802)**. Adviser: Marco Túlio Coelho Silva. Committee members: Lúcio Alberto de Miranda Gomide and José Benício Paes Chaves.

Lipid content and its fatty acid profile were determined in fat samples of muscle tissue and body depot of male and female bullfrogs of liveweights varying from 50g to 300g, which were raised in the “Anfigranja Intensive System” and fed with trout feed and fly worms and harvested during the period of march 1998 to June 1999. The lipids were extracted by a modified Bligh and Dyer method. Lipid content showed variation according to the live weight. The fatty acids were esterified, qualitatively and quantitatively analysed by gas chromatography. Twelve fatty acids were identified. The fat extracted from both muscle tissue and body depot samples demonstrated dominance of unsaturated fatty acids over the saturated ones. The fatty acids were analysed separately and by group, according to the saturation level and length of their carbon chain. The factor which determined more significant differences ( $p < 0,05$ ) between the percentual averages of fatty acids was fat source in the animal body (muscle or body depot) followed, in decreasing order, by live weight, occurrence and sex. Sex determined significant difference ( $p < 0,05$ ) only in the

contents of C 12:0, C 16:0, C 18:1 as well as in the contents of grouped saturated and monounsaturated fatty acids, while fat source determined significant differences ( $p < 0,05$ ) in the contents of almost all fatty acids, either analysed isolated or by group.

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado consumidor busca cada vez mais alimentos que sejam diferenciados em relação a qualidade (microbiológica, nutricional e ausência ou pequena quantidade de resíduos químicos), características sensoriais (aroma, sabor e textura, entre outras) e componentes benéficos à saúde. Dentro desse contexto, os produtos de origem animal assumem importância pelo fato de serem fontes de proteínas de alto valor biológico.

Nesse anseio pela procura de alimentos diferenciados, a carne de rã representa uma opção viável, entretanto são ainda necessárias pesquisas que visem à diminuição dos custos de produção e à difusão do consumo.

A principal espécie utilizada na ranicultura brasileira é a *Rana catesbeiana*, conhecida vulgarmente como rã-touro. Oriunda de clima temperado, mais precisamente da América do Norte, esta espécie apresenta boa adaptação em climas tropicais, onde sua criação tem se mostrado viável.

A despeito da pequena quantidade de gordura presente na carne, os ácidos graxos que a constituem têm grande importância tanto na manutenção do produto armazenado congelado quanto no valor nutricional.

O presente trabalho objetivou identificar e quantificar os ácidos graxos da gordura muscular e da gordura de depósito da rã-touro, bem como estudar os efeitos de sexo, peso vivo e tempo de criação sobre esses ácidos. Os resultados desses ácidos graxos podem ter implicações na seleção de animais com carne de composição lipídica nutricionalmente desejável em termos de ácidos graxos essenciais, na estabilidade da carne durante o armazenamento,

no aumento da utilização de subprodutos do abate e em possíveis utilizações comerciais da gordura extraída da reserva lipídica (corpo gorduroso), aumentando a viabilidade econômica da criação da rã-touro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Biologia da rã-touro

A rã-touro pode ser classificada sistematicamente da seguinte forma (FROST, 1985):

**Classe: Amphibia**

**Ordem: Anura**

**Família: Ranidae**

**Gênero: Rana**

**Espécie: *Rana catesbeiana* (SHAW, 1802)**

Com relação ao "habitat", as rãs vivem na água e em ambientes terrestres úmidos, sendo, portanto, anfíbias (gr., *amphi*, ambas + *bios*, vida). Cada espécie vive em um tipo especial de ambiente, como pântanos, lagoas ou riachos (STORE, 1991).

Comparando a rã com outros vertebrados inferiores, percebe-se que ela não é inteiramente típica. Suas especializações compreendem um crânio achatado e com poucos ossos, apenas quatro dedos nas patas anteriores, poucas vértebras e ausência de exoesqueleto escamoso. Com relação a sistemas e aparelhos, o corpo da rã é composto por: revestimento do corpo (pele), esqueleto (sistema esquelético), sistema muscular, aparelho digestivo,

aparelho circulatório, aparelho respiratório, aparelho excretor, sistema endócrino, sistema nervoso, órgãos dos sentidos e aparelho reprodutor (STORE, 1991).

Segundo KÜKENTHAL (1969), a diferenciação sexual nas rãs é de natureza muito lábil, e em determinadas raças quase todos os animais desenvolvem-se na direção feminina, transformando-se uma parte deles mais tarde em machos, sendo freqüente a intersexualidade. Nas rãs, a prega genital dá origem a um ou dois órgãos, além da própria gônada. A sua porção mais anterior transforma-se em um volumoso corpo adiposo (corpo gorduroso), situado sobre o pólo oral da gônada e que serve para o acúmulo de substâncias de reserva, necessárias para o desenvolvimento das células sexuais – possivelmente auxiliando na formação dos gametas – e para a manutenção metabólica durante o período de dormência (KÜKENTHAL, 1969; FITZPATRICK, 1976; STORE, 1991).

O período de letargia ocorre porque durante o inverno, em ambiente de clima frio, é necessário que a rã se enterre no lodo, como proteção contra o congelamento. Na maioria dos anfíbios, o estoque de lipídeos é máximo no outono, antes do período letárgico, e mínimo após a reprodução, na primavera e começo do verão. Tal estoque tem importância especial para os machos nesse período, quando se alimentam pouco ou mesmo param de comer (STORE, 1991). Os anfíbios de regiões temperadas minimizam a demanda de energia para a manutenção metabólica, podendo, então, disponibilizar maior quantidade de energia estocada para as funções reprodutivas.

A manutenção de uma reserva energética na forma de corpo gorduroso é essencial para o desenvolvimento gonadal em ambos os sexos. Em experimento com anfíbios, Adam e Rae (1929), citados por FITZPATRICK (1976), mostraram que a extirpação bilateral dos corpos gordurosos resultou em progressiva e completa degeneração de testículos e ovários, enquanto a ablação unilateral resultou na degeneração da gônada do mesmo lado. Em outro experimento, esses autores demonstraram que mudanças no peso corporal de salamandras não alimentadas e que possuíam corpo gorduroso não diferiram de salamandras sem este órgão, indicando que os corpos gordurosos não foram usados para nutrição do organismo de maneira geral. Desse modo, verificou-se também que o principal efeito da inanição foi o uso

dos corpos gordurosos para manutenção das gônadas, pois, apesar de fornecer energia tanto para o metabolismo geral quanto para a formação de gametas, as evidências são de que a sua principal função é a reprodução.

De acordo com LOUMBOURDIS e KYRIAKOPOULOU-SKLAVOUNOU (1991), em machos de *Rana ridibunda*, o decréscimo da massa do corpo gorduroso foi acompanhado por correspondente acréscimo da gordura no fígado, sendo essa transferência de lipídeos do corpo gorduroso uma condição vista como preparativo para a letargia. Parte dos lipídeos é mobilizada como glicogênio, sendo este consumido durante o inverno. Tal resultado é esperado, visto que essas rãs ficam, durante o período de letargia, na lama, embaixo da água, onde não há oxigênio disponível.

Reservas lipídicas na carcaça têm sido examinadas em diversos anfíbios. De forma geral, os lipídeos da carcaça exibem o mesmo padrão de variação sazonal que os corpos gordurosos. O decréscimo nos lipídeos da carcaça em anfíbios durante o período de letargia e vitelogênese indica que esses lipídeos participam tanto da reprodução quanto da manutenção do animal (FITZPATRICK, 1976).

A correlação entre reserva de energia (corpo gorduroso), reprodução e temperatura ambiental foi constatada por BRENNER (1969), segundo o qual, em sapos mantidos a uma temperatura de 10 °C, as reservas corporais que seriam requeridas para a produção de ovos foram usadas para a sobrevivência, os ovários degeneraram e a reprodução falhou, ou seja, os animais tornaram-se inférteis. Entretanto, em outro experimento, quando machos foram resfriados por diversos dias, verificou comportamento de acasalamento, com os animais apresentando espermatozóides maduros. A letargia pode ser necessária durante os meses de inverno para permitir a maturação das células germinativas. Então, a temperatura ambiental pode ser importante tanto na estocagem e utilização do corpo gorduroso quanto no ciclo reprodutivo de determinadas espécies de anfíbios.

BROWN (1964) também afirmou que o máximo desenvolvimento do corpo gorduroso ocorre no outono. Durante o inverno, a quantidade de lipídeos gradualmente decresce, pois são usados como fonte de energia, seguindo-se de rápida depleção do corpo gorduroso na estação de desova, enquanto no verão há elevada taxa na sua deposição de lipídeos.

Em experimento com a rã comum (*Rana pipiens*), MIZELL (1966) observou variações sazonais significativamente diferentes em todas as estações do ano, com a ressalva de que o corpo gorduroso apresentou maior peso no verão, decrescendo no outono e no inverno, até atingir o menor valor na primavera.

Segundo SMITH (1949), durante os meses do inverno, o suprimento alimentar é reduzido, e as rãs utilizam alguma quantidade de gordura e glicogênio estocados, enquanto em abril e maio após o período reprodutivo, quando as rãs estão se alimentando ativamente, não se registrou acúmulo de gordura e de glicogênio, indicando ser esse um período de reparo de tecidos e de possibilidade de crescimento.

Com relação à utilização do corpo gorduroso como fonte de energia para a reprodução (vitelogênese), pode-se dizer que ocorre devido a um aumento no requerimento de energia e a um decréscimo na alimentação durante a atividade reprodutiva (BRENNER, 1969).

MILONE et al. (1978), em estudo com fêmeas de *Rana esculenta*, mostraram correlação entre a depleção de lipídeos no plasma e corpo gorduroso e o aumento do nível de lipídeos nos ovários; esteróides estrógenos estimulam e aumentam a concentração de lipídeos no plasma, enquanto gonadotropinas pituitárias influenciam a entrada de lipídeos no tecido ovariano para a vitelogênese.

Os corpos gordurosos de anfíbios são especialmente ricos em lipídeos. Os lipídeos dos corpos gordurosos encontram-se principalmente na forma de triacilgliceróis. Pequenas quantidades de ácidos graxos livres, carotenóides e material insaponificável, principalmente na forma de colesterol, também são encontradas (BROWN, 1964).

Assim como a reserva energética serve para ajudar no desenvolvimento dos gametas, o contrário também pode ocorrer, pois as fêmeas podem reabsorver, para seu sustento, os ovos cheios de vitelo (STORE, 1991).

## **2.2. Lipídeos**

Pode-se definir o termo “lipídeos” como substâncias que são: insolúveis em água; solúveis em solventes orgânicos, como clorofórmio, éter ou benzeno; contêm grupos hidrocarbonetos de cadeia longa em suas moléculas; e estão

presentes ou são extraídos de organismos vivos (KATES, 1972). Essa definição cobre uma grande variedade de compostos e inclui hidrocarbonetos de cadeia longa, álcoois, aldeídos, ácidos graxos e derivados, como glicerídeos, ceras, fosfolipídeos e sulfolipídeos. Também, estão incluídos nessa definição substâncias que usualmente pertencem a outras classes de compostos, como as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e seus derivados, bem como os carotenóides e esteróis e seus ésteres de ácidos graxos.

Os lipídeos têm sido reconhecidos há muito tempo como nutrientes essenciais nas dietas animal e humana. Provêm a mais concentrada fonte de energia proveniente de alimentos, contribuem grandemente com a sensação de saciedade após a alimentação, são carreadores de vitaminas lipossolúveis e servem para tornar os outros alimentos mais palatáveis. Estão presentes em quantidades variáveis na maior parte dos alimentos. Muitos vegetais e frutas apresentam quantidades relativamente pequenas de lipídeos. As principais fontes de lipídeos na dieta são as carnes, os laticínios, castanhas e sementes de oleaginosas (MEYER et al.,1974).

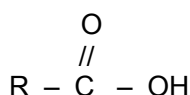
### **2.2.1. Óleos e gorduras**

Óleos e gorduras são misturas de lipídeos formados, principalmente, por triglicerídeos (triacilgliceróis), que representam mais de 90% da massa da maioria dos óleos e gorduras, além de outros componentes presentes em menor quantidade, como mono e diglicerídeos, fosfatídeos, ácidos graxos livres, esteróis e vitaminas lipossolúveis. Os óleos e gorduras apresentam densidade menor do que a da água. Gorduras são sólidas e óleos são líquidos à temperatura ambiente (MEYER et al.,1974).

Triglicerídeos são formados pela esterificação de uma molécula de glicerol com três moléculas de ácidos graxos. Quando todos os ácidos graxos em um triglicerídeo são idênticos, este é chamado de “simples”. As formas mais comuns, entretanto, são os triglicerídeos mistos, nos quais dois ou três radicais diferentes de ácidos graxos estão presentes na molécula. Mono e diglicerídeos são os mono e diésteres de ácidos graxos com glicerol (MEYER et al.,1974).

### 2.2.2. Ácidos graxos

O termo “ácido graxo” se refere a qualquer ácido monocarboxílico alifático que pode ser liberado por hidrólise de gorduras (NAWAR, 1996). Apresenta a seguinte fórmula estrutural genérica:



Os ácidos graxos presentes nas gorduras e óleos comestíveis podem ser classificados de acordo com seu grau de saturação (MEYER et al., 1974). Ácidos graxos saturados são aqueles contendo somente ligações simples entre os átomos de carbono. O ponto de fusão dos ácidos graxos saturados aumenta com o comprimento da cadeia. O ácido graxo decanóico e os ácidos de cadeia maior são sólidos em temperatura ambiente. Na Tabela 1, listam-se alguns ácidos graxos saturados presentes normalmente nos óleos e gorduras e suas principais fontes.

Ácidos graxos contendo uma ou mais duplas ligações entre os átomos de carbono são denominados insaturados. Quando os ácidos graxos contêm apenas uma dupla ligação, são chamados de “monoinsaturados” ou “monoenoícos”. Caso contenham mais que uma dupla ligação, são conhecidos como “poliinsaturados” ou “polienóicos”. Nos óleos e gorduras comuns, as ligações insaturadas dos ácidos graxos polienóicos são separadas por um grupo metileno. A posição, o tipo e o número das duplas ligações afetam o ponto de fusão dos ácidos graxos. Os mais insaturados têm ponto de fusão menor. Na Tabela 2, apresentam-se alguns dos ácidos graxos insaturados encontrados em gorduras e óleos e suas principais fontes.

Tabela 1 – Alguns ácidos graxos saturados de gorduras e óleos e suas principais fontes

Nome Sistemático	Nome Comum	Nº Átomos de C	Fonte
n-butanóico	Butírico	4	Manteiga
n-hexanóico	Capróico	6	Manteiga
n-octanóico	Caprílico	8	Óleo de coco
n-decanóico	Cáprico	10	Óleo de coco
n-dodecanóico	Láurico	12	Óleo de coco
n-tetradecanóico	Mirístico	14	Manteiga/ coco
n-hexadecanóico	Palmítico	16	Maioria dos óleos
n-ctadecanóico	Esteárico	18	Maioria dos óleos
n-eicosanóico	Araquídico	20	Porco, amendoim
n-docosanóico	Behênico	22	Amendoim

Fonte: MEYER et al. (1974).

Tabela 2 – Alguns ácidos graxos insaturados de gorduras e óleos e suas principais fontes

Nome Sistemático	Nome Comum	Nº Duplas Ligações	Átomos de C	Fonte
n-cis,9-decenóico	Caproléico	1	10	Manteiga
n-cis,9-dodecenóico	Lauroléico	1	12	Manteiga
n-cis,9-tetradecenóico	Miristoléico	1	14	Manteiga
n-cis,9-hexadecenóico	Palmitoléico	1	16	Gord. animal, sementes
n-cis,9-octadecenóico	Oléico	1	18	Todos os óleos e gorduras
n-cis,11-octadecenóico	Vacênico	1	18	Manteiga, gordura bovina
n-cis,9,12-octadecadienóico	Linoléico	2	18	Maioria dos óleos de grãos
n-cis,9,12,15-octadecatrienóico	Linolênico	3	18	Óleo de soja
n-cis,9-eicosanóico	Gadoléico	1	20	Óleo de peixe
n-cis,5,8,11,14-eicosatetraenóico	Araquidônico	4	20	Banha de porco
n-cis,13-docosenóico	Erúico	1	22	Óleo de colza

Fonte: MEYER et al. (1974).

### **2.2.3. Fatores intrínsecos e a influência da dieta sobre as diferenças na composição em ácidos graxos entre os diversos depósitos de gordura dos animais**

Com relação às diferenças da composição de ácidos graxos das diferentes fontes de gordura (muscular e subcutânea), segundo ZEMBAYASHI et al. (1995), em bovinos das raças Negra Japonesa, Holstein e cruzamentos entre Negra Japonesa, Holstein, Marrom Japonesa e Charolês, os lipídeos neutros (triglicerídeos) do tecido subcutâneo tiveram mais C 14:1, C 15:0, C 16:1 e C 17:1 que os lipídeos neutros do tecido intramuscular (*Longissimus thoracis*), com a ressalva de que o somatório dos ácidos graxos monoinsaturados e o total de insaturados não diferiram entre o tecido subcutâneo e o intramuscular. Ainda segundo esses autores, a significância biológica das diferenças das percentagens de ácidos graxos analisados individualmente, entre os triglicerídeos do tecido subcutâneo e os do tecido intramuscular, permanece por ser demonstrada.

Segundo HRDINKA et al. (1996), em frangos de corte, de modo geral, o peito e a coxa mostraram similaridade no perfil de ácidos graxos e, claramente, diferiram da composição da gordura do tecido adiposo. Quando se compara o padrão de ácidos graxos da gordura abdominal com a composição da gordura extraída de diferentes partes da carcaça (peito e coxa), observa-se que as principais diferenças entre esses tecidos ocorrem em relação aos ácidos graxos poliinsaturados, os quais apresentam concentrações significativamente menores ( $p < 0,05$ ) no tecido muscular (média de 9,15% na coxa e 15,21% no peito, em relação ao total de ácidos graxos) do que na gordura abdominal (média de 22,86% em relação ao total de ácidos graxos). Segundo esses autores, uma razão para tais resultados poderia ser o fato de que os ácidos graxos poliinsaturados são metabolizados em alta taxa no tecido muscular, ao passo que esses ácidos são estocados como uma fonte de energia no tecido adiposo. No entanto, o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados é similar tanto para o tecido adiposo quanto para as porções de tecido muscular (coxa e peito). Então, em termos gerais, a gordura muscular mostrou-se mais saturada que o tecido adiposo.

Em perus, SALMON e O'NEIL (1973) verificaram que os ácidos graxos insaturados estão presentes em níveis mais baixos na coxa e no peito que na gordura abdominal, resultado esse similar aos relatados por HRDINKA et al. (1996) para frango de corte.

Segundo esses autores, os maiores níveis dos ácidos graxos esteárico e araquidônico na coxa e peito de peru, em contraste com os níveis desses ácidos na gordura abdominal, foram atribuídos ao conteúdo de fosfolípídeos nos tecidos musculares. HRDINKA et al. (1996) também mostraram que os músculos de frango de corte (coxa e peito) apresentaram maiores valores no conteúdo do ácido graxo esteárico do que os registrados para a gordura abdominal.

Estudos têm evidenciado que, em monogástricos, a composição de ácidos graxos da gordura da dieta influencia a composição do tecido adiposo em maior grau do que a composição da gordura do tecido muscular. Segundo SALMON e O'NEIL (1973), em perus, a composição em ácidos graxos da carne do peito e da coxa foi menos alterada pela composição lipídica da gordura proveniente da dieta do que a composição da gordura do tecido adiposo, que se assemelhava mais ao perfil de ácidos graxos da gordura da dieta. Maior similaridade entre os níveis de ácidos graxos da dieta e do tecido adiposo foi encontrada quando se aumentou a quantidade de gordura (óleo de palma ou óleo de colza) adicionada à dieta (0, 2 e 11,4%).

Resultados semelhantes foram encontrados em frangos de corte, pois ao contrário da composição do tecido adiposo, que segue a dos lipídeos da dieta, a gordura em partes da carcaça (peito e coxa) pode ser apenas ligeiramente influenciada por diferentes fontes de gordura na dieta. Isso é especialmente importante para o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, os quais são freqüentemente discutidos com relação à demanda dos consumidores por alimentos saudáveis (HRDINKA et al., 1996).

Segundo HRDINKA et al. (1996), o conteúdo dos ácidos graxos essenciais linoléico e linolênico na dieta afetou grandemente as percentagens desses ácidos graxos no tecido adiposo de frangos. Essa correlação é explicada por MÉNDEZ et al. (1998), segundo os quais os níveis dos ácidos linoléico e linolênico encontrados na gordura dos animais vertebrados são originários da dieta, porque estes são incapazes de sintetizá-los. Entretanto,

quando a quantidade de gordura na dieta é pequena, os ácidos graxos biossintetizados contribuem substancialmente na gordura da carcaça. Segundo Carroll (1965), citado por SALMON e O'NEIL (1973), os ácidos graxos palmítico, palmitoléico, esteárico e oléico estão entre os principais ácidos graxos que procedem de precursores não-lipídicos.

Em suínos, segundo Henriques e Hansen (1901), citados por PATHAK e AGRAWAL (1966), a gordura depositada nas camadas superficiais do tecido adiposo tende a ser mais insaturada que a gordura situada mais profundamente no corpo, como a gordura muscular e a visceral.

Em *Rana tigrina*, segundo PATHAK e AGRAWAL (1966), a gordura de depósito (corpo gorduroso) foi mais insaturada em comparação com a gordura de outras partes do animal, as quais não foram especificadas por esses autores. Segundo Mc MULLIN et al. (1968), em rã-touro, a gordura do corpo gorduroso foi mais insaturada que a gordura muscular e do cérebro, testículo, rim, fígado e coração.

De acordo com esses autores, com relação às diferenças na composição de ácidos graxos entre os depósitos de gordura dos animais, a rã-touro mostrou semelhança às aves (frango e peru) e suínos, com a gordura de reserva mais insaturada que a gordura muscular, diferentemente dos bovinos. Segundo ZEMBAYASHI et al. (1995), os bovinos não apresentaram diferença no total de insaturados entre a gordura intramuscular e a gordura subcutânea, embora tenham sido verificadas diferenças em apenas alguns ácidos graxos analisados separadamente.

#### **2.2.4. Efeito do sexo sobre a composição de ácidos graxos da gordura animal**

Segundo NÜRNBERG e ENDER (1990), em suínos, consideráveis diferenças podem ser encontradas na composição de ácidos graxos da gordura subcutânea da região dorsal de machos inteiros, machos castrados e fêmeas. Machos inteiros apresentaram mais alta proporção de ácido linoléico em relação ao esteárico do que fêmeas e machos castrados. As fêmeas tiveram composição intermediária de ácidos graxos e os castrados, maior proporção de ácido esteárico sobre o ácido linoléico. Ainda segundo esses autores, a firmeza

da gordura, objetivamente avaliada pela força de cisalhamento, reflete essa diferença de composição, apresentando maiores valores (4,8 N) em machos castrados que em machos inteiros (3,7 N) e fêmeas (3,0 N).

A estabilidade mecânica mais alta do tecido adiposo dos animais castrados foi esperada, devido à alta proporção de ácido graxo esteárico em relação ao linoléico, porém, em fêmeas, observou-se a mais baixa estabilidade da gordura subcutânea, apesar da composição intermediária de ácidos graxos. Isso ocorreu porque, além da composição de ácidos graxos, a proporção de água e tecido conectivo também exerce influência sobre a consistência do tecido adiposo; as fêmeas, provavelmente, continham menos tecido conectivo e mais água no tecido adiposo que os machos inteiros e os castrados (NÜRNBERG e ENDER, 1990).

NÜRNBERG e ENDER (1990) relataram que aumento no rendimento dos cortes de carne em suínos, bem como a redução da gordura de cobertura, estaria relacionado a um incremento na concentração de ácido linoléico no tecido adiposo e, conseqüentemente, redução na qualidade da gordura, pela diminuição da sua consistência. Essa diminuição da consistência da gordura em suínos pode levar a defeitos em produtos cárneos processados, como: secagem insuficiente, aparência oleosa, desenvolvimento de rancidez e perda de coesão entre o músculo e o tecido adiposo ao corte (Bailey et al., 1973, citados por DAVENEL et al., 1999).

Em bovinos, raça e sexo são os principais fatores que afetam a composição de ácidos graxos dos lipídeos tanto do tecido adiposo quanto da gordura intramuscular (Yoshimura e Namikawa, 1983; Eickhorn et al., 1986; Huerta - Leidenz et al., 1993, citados por ZEMBAYASHI et al., 1995). Novilhas apresentaram maior conteúdo de C 18:1 e total de ácidos graxos monoinsaturados na gordura subcutânea e nos triglicerídeos da gordura intramuscular do que novilhos (ZEMBAYASHI et al., 1995).

Prior et al. (1983), citados por ZEMBAYASHI et al. (1995), reportaram que o “status” dos hormônios sexuais influenciam o metabolismo lipídico no tecido adiposo e que as diferenças na composição em ácidos graxos devido ao sexo estão associadas com mudanças nos níveis dos hormônios sexuais e suas possíveis influências nos sistemas enzimáticos. Entretanto, os mecanismos celulares dessas relações, especialmente em ruminantes, não são

completamente entendidas (Vernon, 1986, citado por ZEMBAYASHI et al., 1995).

Segundo ZEMBAYASHI et al. (1995), as diferenças na composição em ácidos graxos entre os sexos não tiveram relação com diferenças na quantidade de gordura na carcaça ou com a idade dos animais. O efeito do fator sexo foi significativo ( $p < 0,05$ ) sobre a composição em grande parte dos ácidos graxos dos triglicerídeos (lipídeos neutros), tanto do tecido subcutâneo quanto do tecido intramuscular de bovinos, mas não foi significativo ( $p < 0,05$ ) sobre a composição em ácidos graxos dos fosfolipídeos do músculo.

De acordo com HECKER et al. (1975), em gordura intramuscular de bovinos, na maioria dos casos em que existiram diferenças envolvendo ácidos graxos insaturados, novilhas tenderam a exibir maiores concentrações que os novilhos.

A despeito da influência do fator sexo sobre a composição de ácidos graxos relatada em suínos e bovinos, em frangos de corte, entretanto, segundo HRDINKA et al. (1996), não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) desse fator sobre o perfil em ácidos graxos do tecido adiposo abdominal e da gordura extraída do peito e da coxa, resultado semelhante ao encontrado por FERREIRA (1997), que, em experimento realizado com frango de corte, não encontrou ( $p < 0,05$ ) efeito significativo do sexo sobre a composição de ácidos graxos no peito, na coxa e na pele.

#### **2.2.5. Efeito do peso (idade) e raça sobre a composição de ácidos graxos da gordura animal**

JÓNSSON et al. (1997), analisando a composição de ácidos graxos da gordura extraída do músculo de salmão de um ano de idade (peso vivo entre 1 kg e 4 kg) e de dois anos (peso vivo entre 4 kg e 8 kg), encontraram, nos ácidos graxos saturados, diferença apenas no C 18:0, com valores de 2,5 e 3,0%, respectivamente. Dos ácidos graxos monoinsaturados, somente os percentuais do C 16:1 (6,2 e 4,8%) e do C 18:1 (24,9 e 22,4%) foram diferentes entre os grupos de um e dois anos de idade, respectivamente. Já nos ácidos graxos poliinsaturados, não houve diferenças percentuais entre os dois grupos de idade.

Em suínos, segundo Braude et al. (1963) e Busk (1963), citados por GARCÍA-MACÍAS et al. (1996), o crescimento de suíno acima de 90 kg de peso vivo é caracterizado por substancial aumento na deposição de gordura, com marcante diminuição na eficiência da conversão alimentar. Apesar desse aspecto negativo (ganho de peso em gordura em vez de músculo), o aumento do peso de abate (120 kg) melhorou, significativamente, a qualidade da gordura, com aumento nos níveis do ácido graxo oléico e diminuição do ácido linoléico, tornando-a mais consistente. Segundo Cameron e Enser (1991), citados por GARCÍA-MACÍAS (1996), a carne de suínos com altos níveis de ácido linoléico foi considerada de qualidade desfavorável, com relação ao processamento, enquanto altas concentrações de ácidos graxos saturados e monoinsaturados (oléico) aumentaram a qualidade da carne. Essas informações são importantes, pois em suínos, para o tecido adiposo ser considerado de boa qualidade, ele deve conter, dentre outros fatores, menos que 15% de ácidos graxos poliinsaturados em sua composição (Houben e Krol, 1983, Girard et al., 1988, citados por DAVENEL et al., 1999).

HECKER et al. (1975), analisando os efeitos do crescimento sobre a composição de ácidos graxos da gordura intramuscular (*Biceps femoris*) e subcutânea (gordura da base da cauda) em bovinos das raças Hereford, Angus e Holstein, encontraram mudanças significativas ( $p < 0,05$ ) nos percentuais dos ácidos graxos no músculo durante o crescimento, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento. No músculo, entre os ácidos graxos identificados, somente C 12:0, C 15:0 e C 18:0 não exibiram mudança significativa ( $p < 0,05$ ) durante a curva de crescimento. As mudanças mais pronunciadas na gordura intramuscular foram o aumento no C 14:0, C 14:1, C 16:1 e C 18:1 e o decréscimo no C 18:0 e C 18:2. Conforme os animais cresceram, houve aumento na monoinsaturação e correspondente diminuição na saturação. Esses resultados estão em consonância com aqueles relatados por Link et al. (1970), citados por HECKER et al. (1975), segundo os quais a composição de ácidos graxos dos tecidos muscular e subcutâneo de bovinos apresenta maior insaturação com o crescimento.

Segundo HECKER et al. (1975), o aumento na atividade da enzima desaturase com a idade pode ser uma das razões para o decréscimo na

saturação com o crescimento, com a ressalva de que a maturidade fisiológica seria o gatilho que induziria aumento na insaturação.

No tecido subcutâneo, HECKER et al. (1975) encontraram que o grau de insaturação aumentou substancialmente com o crescimento (de 49% em 28 dias de idade para 62% no abate) dos bovinos. Os ácidos graxos saturados que apresentaram o maior declínio foram: C 12:0, C 14:0 e C 18:0. Os ácidos C 14:1, C 16:1 e C 18:1 foram os responsáveis pelo maior aumento na insaturação. Assim como no músculo, a composição da gordura do tecido subcutâneo foi, provavelmente, um reflexo do aumento na síntese de ácidos graxos e da ação da desaturase, bem como menos de um efeito dos lipídeos provenientes da dieta.

O aumento, reportado em bovinos por HECKER et al. (1975), no grau de insaturação das gorduras intramuscular e subcutânea com o crescimento concorda com os resultados obtidos por HUERTA-LEIDENZ et al. (1996), que analisaram a composição do tecido subcutâneo em bezerros de diferentes estágios de crescimento. Nesses animais, a enzima desaturase (que converte C 18:0 para C 18:1) torna-se mais ativa durante o período pós-desmama, o que poderia explicar o aumento no grau de insaturação com o crescimento do animal.

Segundo HUERTA-LEIDENZ et al. (1996), estudando a composição do tecido subcutâneo em bezerros, os percentuais de C 18:1 e C 18:2 aumentaram com a idade e o peso, enquanto declínio foi observado no C 18:3. De forma geral, conforme os animais se tornaram mais velhos, os ácidos graxos monoinsaturados aumentaram expressivamente e os ácidos graxos poliinsaturados, levemente (devido ao aumento no C 18:2), enquanto os saturados foram reduzidos em 10 unidades percentuais ( $p < 0,01$ ).

A redução nos níveis de C 18:0 após um ano de idade, nos tecidos subcutâneo e intramuscular, observada por HECKER et al. (1975) em bovinos das raças Angus e Hereford também foi registrada no tecido subcutâneo e na gordura perirrenal em animais da raça Jersey (Leat, 1975, citado por HUERTA-LEIDENZ et al., 1996).

Segundo HUERTA-LEIDENZ et al. (1996), apesar de o aumento no grau de insaturação da gordura subcutânea logo após a desmama ocorrer tanto em *Bos taurus* (Hereford) quanto em *Bos indicus* (Brahman), assim como em

mestiços dessas duas raças, o aumento na insaturação foi menos marcante no Hereford puro, indicando que a contribuição genética da raça zebuína nos cruzamentos resultou em maior insaturação no tecido subcutâneo. A partir dessa constatação, esses autores concluíram que, apesar de o fator idade (o qual está ligado ao fator peso vivo) ser importante na composição de ácidos graxos do tecido subcutâneo em novilhos após a desmama, o tipo de cruzamento (raça) é igualmente ou mais importante na determinação dessa composição no abate.

A influência do fator raça no grau de insaturação do tecido adiposo em bovinos, relatada anteriormente por HUERTA-LEIDENZ et al. (1996), está de acordo com os resultados obtidos por ZEMBAYASHI et al. (1995), os quais concluíram que a raça “Wagyu” (Negra Japonesa) apresentou predisposição para a síntese e deposição de C 18:1 ou ácidos graxos monoinsaturados nos triglicerídeos, tanto no tecido subcutâneo quanto na gordura intramuscular.

Segundo SALMON e O`NEIL (1973), em experimento com perus, o fator idade foi o que apresentou maior influência sobre o aumento na deposição de ácidos graxos insaturados, nos músculos do peito e da coxa. O efeito da idade na maior produção dos ácidos graxos biossintetizados palmitoléico e oléico na gordura proveniente da carcaça indica aumento na taxa de lipogênese conforme os perus alcançam a maturidade. Entretanto, o fator idade exerceu, relativamente, pouca influência na deposição dos ácidos graxos saturados.

#### **2.2.6. Lipídeos na rã-touro**

A rã-touro deposita gordura, principalmente, em um órgão específico de armazenamento de lipídeos, denominado corpo gorduroso. No tecido muscular, a gordura também é encontrada, mas em pequena quantidade e, principalmente, em nível intramuscular. Do ponto de vista nutricional, essa pequena quantidade de gordura se traduz em baixo valor calórico da carne, podendo, assim, ser indicada em dietas para emagrecimento (LINDAU e NOLL, 1986). Trabalhos têm indicado uma concentração de lipídeos na carne da rã-touro variando de 0,3% (LINDAU e NOLL, 1986) a 1,0% em média (RAMOS, 2000).

### 2.2.6.1. Composição da gordura muscular da rã-touro

LINDAU e NOLL (1986) determinaram a composição de ácidos graxos na gordura de carne de rã-touro por cromatografia gasosa. Na Tabela 3, mostra-se a composição de ácidos graxos das gorduras da carne da rã-touro e das gorduras de suíno e bovino para efeito de comparação.

Tabela 3 – Composição de ácidos graxos da gordura muscular de rã-touro, suíno e bovino

Ácido Graxo (%)	Rã-Touro	Suíno	Bovino
Mirístico	-	1,5	3,1
Miristoléico	-	-	0,4
Pentadecanóico	1,2	-	-
Palmítico	22,4	27,0	29,1
Palmitoléico	2,3	3,0	3,4
Margárico	-	0,5	0,4
Heptadecenóico	-	-	0,4
Esteárico	12,0	43,5	44,0
Oléico	23,5	-	-
Linoléico	10,7	10,5	0,3
Linolênico	1,4	0,5	-
Araquidônico	8,8	-	-
Eicosapentanóico	1,8	-	-

Fonte: LINDAU e NOLL (1986).

Pelos valores da Tabela 3, nota-se que, dentre as três espécies citadas, somente a gordura proveniente da carne de rã-touro apresenta simultaneamente, em sua composição, os três ácidos graxos essenciais (linoléico, linolênico e araquidônico).

Na Tabela 4, apresenta-se a composição de ácidos graxos da gordura extraída de várias partes da rã-touro. Comparando os resultados da Tabela 4 com a composição de ácidos graxos da gordura dos tecidos de espécies estudadas por Mc MULLIN et al. (1968), verificou-se que, de forma geral, os tecidos da rã-touro apresentaram quantidade de ácidos graxos insaturados (16:1, 18:3, 20:5 e 22:4) semelhante àquela encontrada no “Sunfish”; porém, quantidade maior que aquela observada em tecidos de espécies terrestres

como o camundongo (*Mus musculus*) e a codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). As diferenças marcantes na composição lipídica dos tecidos do camundongo e da codorniz, em relação à dos tecidos da rã-touro e do "Sunfish", foram atribuídas aos efeitos do tipo de dieta e da temperatura do "habitat". Enquanto o camundongo e a codorniz são animais homeotérmicos e terrestres e foram mantidos com ração comercial, a rã-touro e o "Sunfish" são espécies aquáticas e pecilotérmicas, com uma dieta composta principalmente de insetos. Nas quatro espécies pesquisadas por esses autores (rã-touro, "Sunfish", codorniz e camundongo), todos os tecidos analisados apresentaram ácidos graxos de cadeia ramificada, tanto iso quanto anteíso, indicando que eles podem ser constituintes normais de todos os tecidos animais.

Tabela 4 – Composição de ácidos graxos dos tecidos da rã-touro (%)

Ácido Graxo	Coração	Músculo	Fígado	Rim	Testículo	Cérebro	Corpo Gorduroso
14:0 iso	0,0	Traço	Traço	Traço	Traço	Traço	Traço
14:0	0,6	0,6	1,3	0,9	0,8	1,7	3,6
15:0	0,1	Traço	0,2	0,1	0,2	Traço	0,8
anteíso							
15:0	0,2	0,5	0,5	0,3	0,4	0,2	0,6
16:0 iso	0,2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,7	Traço
16:0	13,2	22,4	22,7	20,7	14,2	25,8	13,5
16:1	4,1	3,6	6,2	5,5	5,4	7,5	17,1
16:2	0,3	0,5	0,6	0,3	0,3	0,2	1,5
17:0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	Traço	Traço
18:0 iso	0,1	0,2	Traço	Traço	Traço	0,3	Traço
18:0	11,8	8,9	6,9	7,6	10,1	14,7	1,9
18:1	23,3	18,2	20,7	20,4	26,8	21,5	39,6
18:2	14,3	8,4	9,0	11,9	9,2	1,5	6,3
18:3	5,1	4,0	6,8	5,7	3,8	1,7	8,6
19:0	Traço	Traço	0,0	Traço	Traço	Traço	Traço
20:0	0,1	Traço	0,3	0,2	Traço	Traço	0,5
20:1	0,0	0,0	0,5	0,3	0,6	Traço	0,0
20:2	0,4	Traço	0,6	0,2	0,8	Traço	1,0
20:3	1,0	1,4	1,5	1,7	2,1	1,1	0,5
20:4	9,9	13,0	7,8	11,4	8,1	10,2	1,6

20:5	3,9	5,8	4,4	6,1	4,9	1,6	1,0
22:0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,3	0,0	Traço
22:2	1,1	0,3	1,4	1,0	1,4	Traço	1,2
						0	
22:4	2,5	Traço	Traço	0,6	3,0	2,8	Traço
22:5	2,5	2,9	2,9	1,8	2,7	0,6	Traço
22:6	5,3	8,3	5,1	2,9	4,7	8,1	0,5
24:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100,2	100,1	100,1	100,0	100,1	100,	99,8
						2	

Fonte: Mc MULLIN et al. (1968).

Segundo PATHAK e AGRAWAL (1966), o ácido palmítico constitui aproximadamente 25% do total de ácidos graxos dos lipídeos da carne de rã, valor próximo aos obtidos por SARVADEVA e SRIKAR (1982) e Mc MULLIN et al. (1968), de 21,1 e 22,4%, respectivamente.

O percentual do ácido oléico na gordura da carne de rã apresenta valor muito variável, de 13,7 até 52% (Hilditch, 1947, citado por SARVADEVA e SRIKAR, 1982), enquanto no ácido esteárico esses autores encontraram 7,6%, valor próximo aos revelados por PATHAK e AGRAWAL (1966) e Mc MULLIN et al. (1968), de 8,2 e 8,9%, respectivamente.

SARVADEVA e SRIKAR (1982), analisando a composição lipídica do tecido muscular da carne de coxas de rã (*Rana hexadactyla*), encontraram fosfolipídeos representando 90% do total de lipídeos. Os principais ácidos graxos encontrados (Tabela 5) foram C 16:0, C 18:0, C 22:0 e C 18:2, enquanto aqueles de cadeia curta respondiam por 10% do total de ácidos graxos.

Tabela 5 – Composição de ácidos graxos do total de lipídeos de coxas frescas de rãs (*Rana hexadactyla*)

Ácidos Graxos	(%)
Ácidos saturados	
10:0	1,9
12:0	2,8
13:0	2,4
14:0	3,6
15:0	3,8
16:0	21,1
18:0	7,6
20:0	1,0
22:0	9,9
Total	54,1
Ácidos monoinsaturados	
10:1	4,4
14:1	2,6
16:1	5,9
18:1	13,7
Total	26,6
Ácidos poliinsaturados	
18:2	9,1
Não identificados (total)	10,1

Fonte: SARVADEVA e SRIKAR (1982).

### 2.2.6.2. Composição da gordura do corpo gorduroso da rã-touro

MÉNDEZ et al. (1998) identificaram 62 diferentes ácidos graxos no óleo de corpo gorduroso da rã-touro, dos quais 11 apresentaram concentração superior a 1%: 14:0, 16:0, 18:0, 16:1 n-7, 18:1 n-9, 18:1 n-7, 20:1 n-9, 18:2 n-6, 18:3 n-3, 22:5 n-3 e 22:6 n-3, representando 89% do total de ácidos graxos (Tabela 6). Segundo esses autores, a composição de ácidos graxos saturados do óleo extraído do corpo gorduroso da rã-touro é típica da encontrada em outras gorduras animais. Os ácidos graxos monoetilênicos são dominados pelo 18:1 n-9 e 16:1 n-7. A predominância do ácido graxo C18:1 está em consonância com os resultados encontrados por Mc MULLIN (1968).

Tabela 6 – Principais ácidos graxos encontrados no corpo gorduroso da rã-touro

Ácido Graxo	(%)
Mirístico	2,7
Palmítico	18,1
Esteárico	4,1
Oléico	31,7
Linoléico	12,9
Linolênico	1,4
Eicosapentanóico	1,5
Docosaexaenóico	4,7

Fonte: MÉNDEZ et al. (1998).

Segundo MÉNDEZ et al. (1998), o ácido linoléico (C18:2 n-6) é o principal ácido graxo dietilênico e um dos principais ácidos graxos do corpo gorduroso. É originado na dieta, porque os animais vertebrados são incapazes de sintetizá-lo. O ácido linolênico (C18:3 n-3), outro ácido graxo essencial presente no corpo gorduroso, também é obtido na dieta. Com relação aos eicosanóides, o ácido C20:1 n-9 foi o isômero presente em maior quantidade. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa que foram encontrados em quantidades significativas no óleo extraído do corpo gorduroso foram atribuídos à farinha de peixe contida na dieta das rãs.

De acordo com MÉNDEZ et al. (1998), a gordura do corpo gorduroso da rã-touro apresenta índices de iodo e saponificação maiores do que aqueles encontrados na gordura muscular e subcutânea de suínos, bovinos e ovinos e menores do que em óleos de peixes.

Segundo Barlow (1964), citado por Mc MULLIN (1968), os altos níveis encontrados de C16:1 e baixos de C18:2 nos depósitos gordurosos de rã-touro foram atribuídos, provavelmente, ao consumo de insetos, os quais têm mostrado um correspondente alto nível do ácido graxo C16:1 e baixo de C18:2.

Segundo PATHAK e AGRAWAL (1966), em estudo realizado para determinar a composição de ácidos graxos de tecidos da rã-indiana comum (*Rana tigrina*), os ácidos graxos saturados C16:0, C20:0 e C22:0 estão usualmente presentes em menores proporções que em depósitos gordurosos de peixes, enquanto ácidos insaturados C18:x são o principal grupo presente.

A proporção de ácido palmítico aumenta no mesmo nível característico dos encontrados em depósitos adiposos de animais terrestres, em que a proporção de ácidos graxos hexadecenóicos e C20-22 é bem pequena. Os ácidos graxos componentes da gordura de anfíbios representam uma ponte intermediária, em aproximadamente todos os aspectos, entre os depósitos gordurosos de animais aquáticos e terrestres.

### **2.2.6.3. Efeito da temperatura ambiental na composição de ácidos graxos da gordura da rã**

Com relação à influência da temperatura sobre a composição de ácidos graxos nos tecidos da rã (*Rana esculenta*), BARANSKA e WLODAWER (1966) relataram que pode existir relação entre a temperatura ambiental e o grau de saturação de lipídeos em tecidos animais, sendo observado que a aclimação dos animais pecilotérmicos a baixas temperaturas induz a um maior acúmulo de ácidos graxos insaturados. Uma vez que o aumento na insaturação de um lipídeo permite diminuir seu ponto de fusão, esse fenômeno tem sido usualmente interpretado como uma forma de facilitar a adaptação do animal ao frio. Entretanto, a introdução de duplas ligações dentro da molécula de ácido graxo não somente abaixa o seu ponto de fusão, como também afeta diversas outras propriedades físicas e químicas do ácido graxo, e essas alterações podem ser importantes para os animais pecilotérmicos. Esses autores verificaram que as alterações nos padrões de ácidos graxos do fígado de rã, devido à adaptação ao frio, resultaram em aumento na quantidade absoluta da fração de poliinsaturados, particularmente do ácido linoléico. O efeito da temperatura também pode ser observado nos lipídeos do tecido adiposo (corpo gorduroso), com a ressalva de que as mudanças na composição lipídica assemelham-se muito às observadas no fígado.

A constatação de intenso aumento no conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados em rãs mantidas em baixas temperaturas (de 26% dos lipídeos totais a 25 °C a 42,5% dos lipídeos totais a 7 °C) pode indicar que a adaptação desses animais ao frio envolve algumas importantes alterações nas propriedades físicas e químicas do tecido adiposo. Como os lipídeos constituem uma parte considerável das estruturas das células, pode-se

especular que essas alterações na composição de ácidos graxos podem ser necessárias para a manutenção das propriedades físico-químicas particulares das lipoproteínas nessas estruturas, capacitando, dessa forma, a célula a funcionar em uma temperatura ambiental variável. Entretanto, permanecem ainda obscuros os mecanismos através dos quais se alcança o controle da composição dos lipídeos celulares (BARANSKA e WLODAWER, 1966).

#### **2.2.6.4. Efeito das condições de armazenamento sobre a composição de ácidos graxos da gordura da rã**

Durante a armazenagem de coxas de rã a  $-20^{\circ}\text{C}$  por um período de 150 dias, SARVADEVA e SRIKAR (1982) observaram declínio gradual na quantidade de fosfolipídeos no músculo, com simultâneo aumento na quantidade de lipídeos neutros e dos ácidos graxos livres. Isso, obviamente, se deve à ação das enzimas fosfolipases A e B, que estão presentes em tecidos animais juntamente com outras fosfolipases. Essas enzimas liberaram ácidos graxos livres a partir da hidrólise de fosfolipídeos. Diversos trabalhos citados por esses autores indicam observações similares em bacalhau (Olley e Lovern, 1960, e Bligh e Scott, 1966) e em frangos ( Davidkova e Khan, 1967).

LEMOS e ANTUNES (1993) reportaram que, embora o conteúdo total de lipídeos em músculos de rã-touro não tenha mudado durante o armazenamento congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  por 182 dias, o conteúdo de fosfolipídeos diminuiu rapidamente após 63 dias, com um concomitante acréscimo significativo nos níveis de ácidos graxos livres, indicando que a atividade das fosfolipases aumentou após dois meses de estocagem, levando à liberação desses ácidos (Tabela 7).

Na Tabela 8, mostra-se a composição dos lipídeos neutros das coxas de rã armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  por um período de 150 dias.

Os percentuais dos ácidos graxos C18:0, C20:0, C18:1 e C18:2 tiveram acréscimo considerável, indicando que esses ácidos graxos foram liberados pela hidrólise de lipídeos. Esses ácidos graxos podem ser derivados dos fosfolipídeos, conforme discutido anteriormente. O aparecimento de ácidos graxos de cadeia curta se deve, provavelmente, à hidrólise de fosfolipídeos

(SARVADEVA e SRIKAR, 1982). Esses mesmos autores afirmaram que a presença de ácidos graxos de cadeia curta liberados pela hidrólise de

Tabela 7 – Mudanças nos lipídeos do músculo da rã-touro (*Rana catesbeiana*) durante o armazenamento em  $-18^{\circ}\text{C}$

Tempo (dias)	Lipídeos Totais (%)	Fosfolipídeos (% lipídeos tot.)	Ácidos g. Livres (% lipídeos tot.)	Valor peróxido (mEq/kg lipíd.)
0	0,79 +/- 0,02	91,3 +/- 2,1	6,5 +/- 1,2	14,2 +/- 0,3
15	0,81 +/- 0,03	90,1 +/- 1,7	9,2 +/- 1,7	18,8 +/- 0,3
33	0,93 +/- 0,05	89,6 +/- 1,9	13,1 +/- 0,9	29,5 +/- 0,5
47	0,75 +/- 0,02	87,9 +/- 2,0	15,2 +/- 1,0	39,9 +/- 0,7
63	0,77 +/- 0,03	86,8 +/- 2,3	19,9 +/- 0,7	47,1 +/- 1,8
92	0,88 +/- 0,06	80,6 +/- 1,6	21,8 +/- 1,8	41,5 +/- 1,3
124	0,86 +/- 0,04	73,4 +/- 1,4	24,8 +/- 1,9	22,2 +/- 0,5
182	0,81 +/- 0,02	49,2 +/- 0,9	47,8 +/- 0,7	8,8 +/- 0,3

Fonte: LEMOS e ANTUNES (1993).

Tabela 8 – Composição (%) de ácidos graxos dos lipídeos neutros da carne de coxas de rã armazenadas em  $-20^{\circ}\text{C}$  por um período de 150 dias

Ácidos Graxos (%)	Inicial	Após 150 Dias
Saturados		
10:0	-	2,2
12:0	5,6	3,4
13:0	2,0	0,8
14:0	6,0	2,9
15:0	4,7	-
16:0	16,5	16,3
18:0	2,9	7,8
20:0	1,4	2,6
22:0	6,4	3,1
Total	45,5	39,1
Monoinsaturados		

10:1	8,3	4,4
14:1	5,5	2,8
16:1	14,5	7,0
18:1	13,7	20,4
Total	42,0	34,6
Poliinsaturados		
18:2	8,9	13,3
Não identificados	3,9	12,9

Fonte: SARVADEVA e SRIKAR (1982).

fosfolipídeos pode ser usada como um índice de deterioração da carne de rã e que as mudanças na composição lipídica durante a estocagem de coxas de rãs congeladas seguem o mesmo comportamento de outras carnes armazenadas nas mesmas condições.

#### **2.2.6.5. Corpo gorduroso – possíveis utilizações**

Apesar de as pesquisas sobre rã-touro serem mais voltadas para a análise da carne, que é o produto comercialmente mais importante, há potencial para o aproveitamento dos subprodutos derivados do abate, como a pele e vísceras, para produção de farinhas destinadas a rações para o consumo animal, e o óleo extraído do corpo gorduroso. Com relação ao último, mais pesquisas são necessárias para se determinar sua viabilidade econômica, bem como o potencial para possíveis utilizações. Sabe-se que o óleo extraído dos corpos gordurosos pode ser utilizado na produção de cosméticos (Silva e Oliveira, 1994, citados por RAMOS, 2000), assim como um veículo para vitaminas lipossolúveis (MÉNDEZ et al., 1998).

Em comparação com os óleos obtidos a partir de sementes oleoginosas, a gordura de rã-touro apresenta baixo rendimento. Por exemplo, em rãs abatidas no Uruguai, destinadas à produção de coxas para a indústria de alimentos, o corpo gorduroso representa em torno de 2% do peso do animal, perfazendo aproximadamente 3 g de óleo por rã. A produção atual de rã-touro no Uruguai gira em torno de 1.200.000 unidades por ano, o que poderia representar 3,6 t de gordura de rã-touro. Apesar de a quantidade não ser importante em termos de produção de óleo, sua importância econômica

dependerá dos possíveis usos deste. Pesquisas em relação à viabilidade econômica do uso da gordura da rã-touro, assim como a de outros subprodutos, permitirão que se obtenha maior lucratividade com a rancultura, da mesma forma que em outras espécies animais, como a bovina, o aproveitamento dos subprodutos do abate gera importante receita adicional à obtida com a comercialização da carne “in natura” (MÉNDEZ et al., 1998).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Tratamento dos animais

Os animais utilizados foram oriundos do Ranário Experimental do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG.

Dois lotes de 750 rãs da espécie *Rana catesbeiana*, com peso médio de 50 g, foram mantidos em baias de terminação/engorda no “Sistema Anfigranja” de criação intensiva, com densidade de 50 animais/m<sup>2</sup> de área seca (LIMA e AGOSTINHO, 1992). Para manter constante a população do lote experimental, animais do segundo lote foram usados para reposição daqueles retirados do primeiro no decorrer do experimento. Os animais do segundo lote, que repuseram os abatidos do primeiro, eram do mesmo peso e sexo e foram submetidos às mesmas condições de manejo.

Os animais foram alimentados com ração para peixes, contendo 43,3% de proteína bruta e 3,3% de lipídeos e larvas de dípteros (*Musca domestica*). A ração foi disposta uniformemente em comedouros nas baias de terminação, entretanto o acesso à alimentação foi insuficiente para algumas rãs, devido ao acentuado comportamento territorialista característico dessa espécie.

Inicialmente, foram selecionados 12 animais de cada sexo com 50 g  $\pm$  5 g, para abate e posterior análise. Nos animais de 50 e 100 g, o sexo só foi confirmado no abate, pelo exame dos órgãos reprodutores durante a evisceração. Depois, a cada 28-32 dias (aproximadamente um mês), todos os animais foram pesados, sendo amostras de animais (três de cada sexo) com

peso de 100, 150, 200, 250 e 300  $\pm$  5 g retiradas para abate e posterior análise. Na faixa de 100 g, foram necessários nove animais de cada sexo para obter amostra suficiente para as análises, devido ao pequeno tamanho das coxas.

As baias de terminação tiveram fotoperíodo e temperatura controlados, com lâmpadas usadas em suinocultura.

### **3.2. Abate dos animais**

As rãs foram abatidas durante o período de março de 1998 a junho de 1999.

Os animais selecionados foram mantidos em jejum "ante mortem" por 48 horas e insensibilizados, por termonarose em água com gelo, por 15 minutos (ALBINATI, 1994).

Para abate, as rãs foram suspensas por ganchos introduzidos pela mandíbula até atravessar o globo ocular. Uma incisão da cavidade celomática foi feita longitudinalmente com uma tesoura, e a seguir procedeu-se ao sacrifício do animal através de deslocamento cervical pela separação das articulações dos côndilos occipitais e atlas, sendo a sangria feita pelo corte, com uma tesoura, dos vasos sangüíneos da região cervical.

Os músculos dos membros posteriores de cada animal, assim como os corpos gordurosos, foram removidos, lavados em água potável corrente para remoção do sangue, embalados manualmente em sacos de polietileno, identificados e mantidos estocados em congelador doméstico a  $-18^{\circ}\text{C}$ , para posterior análise.

### **3.3. Determinação de lipídeos**

A extração dos lipídeos foi realizada no período de março de 1998 a junho de 1999, em média uma semana após a obtenção das amostras.

Para determinação dos lipídeos totais nos músculos, utilizou-se o método de BLIGH e DYER (1959) modificado, conforme descrito a seguir.

Amostras de músculo triturado, perfazendo um peso médio de 15 g cada, foram colocadas em béquer. Adicionaram-se às amostras 100 mL de metanol, 50 mL de clorofórmio e quantidade de água suficiente para completar

a proporção de 2:1:0,8 (metanol: clorofórmio: água), considerando-se o teor médio de umidade da carne como 80%. Agitou-se a mistura por 30 minutos, com posterior adição de 30 mL de clorofórmio, seguida de agitação por mais 10 minutos. Os béqueres foram, então, tampados e colocados em refrigerador doméstico (8 °C) por um período de 12 horas.

Após esse período de 12 horas, depois de nova homogeneização, realizou-se a filtração do material macerado, em papel-filtro do tipo Whatman nº 1, para funil de separação com capacidade para 500 mL. O resíduo retido pelo papel-filtro foi lavado com mais 30 mL de clorofórmio. Adicionaram-se ao filtrado 60 mL de solução de sulfato de sódio 2%. O funil foi agitado lentamente, tampado e mantido em repouso no suporte até a completa separação das fases.

A fase inferior (clorofórmio + lipídeos) foi filtrada em papel-filtro contendo cerca de 2 g de sulfato de sódio anidro, para balão de fundo chato previamente tarado. O clorofórmio foi, então, evaporado em um evaporador rotativo da marca Fisatom, modelo 802 D, sob vácuo (pressão absoluta de 300 mm Hg) à temperatura de 60 °C. Para completar a remoção do solvente, o balão foi colocado em uma estufa a 105 °C por 20 minutos e depois resfriado à temperatura ambiente em um dessecador. O teor de lipídios foi determinado por gravimetria.

Após a determinação do teor de lipídeos, as amostras foram diluídas em 10 mL de éter de petróleo e armazenadas sob congelamento (-20 °C), para posterior análise.

Para determinação dos lipídios totais nos corpos gordurosos, utilizou-se metodologia análoga à descrita anteriormente, com a diferença de que as amostras nesse caso tinham peso médio de 1 g cada, e as quantidades dos solventes foram reduzidas pela metade (mantendo-se a proporção de 2:1:0,8). A água foi adicionada, considerando-se desprezível o teor de água no corpo gorduroso.

### **3.4. Determinação da composição da gordura em ácidos graxos**

A composição das amostras, em ácidos graxos, foi determinada pela análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos.

#### **3.4.1. Preparação dos ésteres metílicos**

Para preparação dos ésteres metílicos, foram necessárias duas etapas: saponificação (separação das moléculas de ácidos graxos e produção de sais de sódio) e esterificação propriamente dita (produção dos ésteres metílicos através da reação dos sais de sódio com o metanol, em meio ácido).

Em um tubo de ensaio, foi adicionada uma alíquota de 5 mL da solução de éter de petróleo contendo 50-60 mg de lipídeos. Após a evaporação do solvente, em banho a 50 °C, realizou-se a reação de saponificação, adicionando 4 ml de solução 0,5 N de NaOH em metanol. Os tubos foram tampados e aquecidos em banho a 60 °C por 10 min.

Para esterificação, procedeu-se ao método rápido proposto por HARTMANN e LAGO (1973). Para tanto, adicionaram-se, ao tubo contendo a amostra saponificada, 12 ml de solução de esterificação (3,0 g de cloreto de amônio e 15 mL de ácido sulfúrico concentrado em 60 mL metanol) e aqueceu-se o tubo com a mistura em banho a 60 °C, por 15 minutos.

Os ésteres metílicos formados depois dessa etapa foram extraídos com 2 ml de hexano grau HPLC. Para facilitar a extração, adicionaram-se 5 ml de solução aquosa saturada de cloreto de sódio para aumentar a polaridade da fase aquosa, forçando os ésteres metílicos dissolvidos na solução de saponificação-esterificação a migrar para a fase apolar (hexano). O tubo de ensaio contendo os ésteres metílicos foi, então, fechado com tampa de rosca, e seu conteúdo foi homogeneizado, manual e lentamente, para facilitar a migração. Após a homogeneização, o tubo foi aberto, e formaram-se duas fases: uma fração sobrenadante, ou seja, a fase orgânica (hexano + ésteres metílicos) e a fração inferior contendo a solução de saponificação-esterificação e a solução aquosa saturada de cloreto de sódio. A fase orgânica sobrenadante foi, então, transferida para um frasco de vidro âmbar com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, tendo-se o cuidado de retirar a fração

sobrenadante, de modo que a ponta da pipeta não encostasse na interface entre as duas fases. Repetiu-se a extração com mais 1 mL de hexano. Após a extração, foi adicionado, em cada frasco, hexano grau HPLC em quantidade suficiente para completar 5 mL. Os frascos foram lacrados e identificados com o código da amostra correspondente e armazenados a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para posterior análise. De cada frasco com a solução de ésteres metílicos de ácidos graxos em 5 mL de hexano grau HPLC, foi retirada a alíquota de 1,5 microlitro, para injeção no cromatógrafo a gás.

### **3.4.2. Análise cromatográfica dos ésteres metílicos de ácidos graxos**

O cromatógrafo usado foi o modelo GC9001, da marca Finnigan, acoplado a um detector de ionização de chama (FID) e gerenciado por software Labquest. Para separação dos ésteres metílicos das amostras, foi utilizada uma coluna do tipo capilar, de sílica fundida, com fase estacionária cianopropilsilicone, polar, com 50 m de comprimento, modelo CPSil - 88, da marca Chrompack.

Utilizou-se hélio-padrão analítico como gás de arraste e para o "make-up", ar sintético como comburente e hidrogênio como combustível para produção da chama do detector, os dois últimos com grau de pureza de 99,9%, todos da marca White Martins.

As condições de uso do aparelho foram as seguintes:

Temperatura do detector =  $270\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura do injetor =  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fluxo do gás de arraste = 1,0 ml/min

Temperatura do forno =  $130$  até  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em uma taxa de  $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , de  $150$  a  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  em  $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , com a temperatura permanecendo estacionada em  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos, perfazendo um tempo total de corrida de 55 minutos.

Foram injetados, manualmente, 1,5 microlitro de amostra esterificada, medidos em uma seringa da marca Hamilton, de 10 microlitros de capacidade.

A determinação qualitativa dos ácidos graxos, a partir da análise dos ésteres metílicos, foi realizada por intermédio da comparação dos tempos de retenção dos picos gerados no cromatograma pelas amostras, com os tempos

de retenção dos picos obtidos pela injeção de um padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos do tipo 189-19, da marca Sigma Aldrich. Os ácidos graxos presentes nos cromatogramas e que não estavam no padrão de identificação foram considerados como “não identificados”.

A determinação quantitativa dos ácidos graxos foi feita através da comparação das áreas dos picos gerados pelas amostras com a área total, uma vez que, para cada pico, as percentagens em área são proporcionais às percentagens em massa (normalização).

### **3.5. Análise estatística**

Analisou-se o efeito dos fatores fonte de gordura (músculo e corpo gorduroso), sexo (macho e fêmea), peso vivo (50, 100, 150, 200, 250 e 300 g) e ocorrência (1, 2 e 3) sobre os teores (%) dos ácidos graxos, analisados tanto individualmente (total de 12 ácidos graxos identificados) quanto agrupados, como saturados (C 12:0 + C 14:0 + C 16:0 + C 18:0), monoinsaturados (C 16:1 + C 18:1), poliinsaturados (C 18:2 + C 18:3 + C 20:2) eicosanóides (C 20:4 + C 20:5 + C 22:6) e total de ácidos graxos não identificados. Deve-se observar que a classificação dos ácidos graxos em grupos foi apenas didática, pois, na verdade, os ácidos graxos eicosanóides também são poliinsaturados e, da mesma forma, o ácido graxo C 20:2 também é eicosanóide, mas não foi classificado como tal porque, no grupo dos eicosanóides, incluíram-se apenas os ácidos graxos da série ômega 3 e ômega 6, de comprovada importância biológica. Portanto, o objetivo de tal classificação foi coletar informações mais precisas que as obtidas se apenas os grupos de saturados e insaturados fossem analisados.

A primeira ocorrência compreende os animais que tiveram crescimento mais rápido, com o ganho de peso médio de 17,3 g/mês, atingindo pesos na faixa de 300 g até o final do experimento (15 meses). Os animais da segunda ocorrência foram os que tiveram uma taxa de ganho de peso intermediária, com média de 16,3 g/mês, sendo a terceira ocorrência os animais que ganharam peso mais lentamente, com uma taxa média de 15,3 g/mês. Os animais da segunda e da terceira ocorrência não chegaram a atingir 300 g até o final do experimento. Então, os animais da primeira ocorrência tiveram seis faixas de peso (50, 100, 150, 200, 250 e 300 g), enquanto os animais da segunda e terceira ocorrências tiveram apenas três faixas de peso (150, 200 e 250 g). Como as faixas de peso foram diferentes entre as três ocorrências, o

efeito de faixa de peso foi analisado aninhado dentro do fator ocorrência. Dessa forma, utilizou-se, no experimento, um delineamento com fatores aninhados, cujo modelo foi o seguinte:

$$Y_{ijklm} = m + O_i + P_{j(i)} + S_k + F_l + (SF)_{kl} + (SO)_{ik} + (FO)_{li} + e_{ijklm}$$

em que

$Y_{ijklm}$  = observação referente ao nível “i” do fator ocorrência, no nível “j” do fator faixa de peso, no nível “k” do fator sexo, no nível “l” do fator fonte de gordura, na repetição “m”;

m = média geral;

$O_i$  = efeito do fator ocorrência (i = 1, 2, 3) (3 níveis);

$P_{j(i)}$  = efeito do fator faixa de peso aninhado dentro de ocorrência (j(i) = 50, 100, 150, 200, 250 e 300 g, totalizando seis níveis para a primeira ocorrência; 150, 200 e 250 g, totalizando três níveis para a segunda ocorrência; e 150, 200 e 250 g, totalizando três níveis para a terceira ocorrência);

$S_k$  = efeito do fator sexo (k = 1, 2) (2 níveis: macho e fêmea);

$F_l$  = efeito do fator fonte de gordura (l = 1, 2) (2 níveis: músculo e corpo gorduroso);

$(SF)_{kl}$  = efeito da interação S\*F;

$(SO)_{ik}$  = efeito da interação S\*O;

$(FO)_{li}$  = efeito da interação F\*O; e

$e_{ijklm}$  = efeito do erro experimental, em que estão incorporados os efeitos das demais interações, que não foram significativos, pela análise de variância.

O experimento teve três repetições, com:

2 níveis de sexo x 2 níveis de fonte de gordura x 6 níveis de faixa de peso (aninhados na 1ª ocorrência) x 3 repetições = 72 unidades experimentais;

2 níveis de sexo x 2 níveis de fonte de gordura x 3 níveis de faixa de peso (aninhados na 2ª ocorrência) x 3 repetições = 36 unidades experimentais; e

2 níveis de sexo x 2 níveis de fonte de gordura x 3 níveis de faixa de peso (aninhados na 3ª ocorrência) x 3 repetições = 36 unidades experimentais.

Totalizando:  $72 + 36 + 36 = 144$  unidades experimentais.

Procedeu-se à análise de variância dos dados (ANOVA), utilizando procedimentos do programa SAS.<sup>®</sup> Para o fator ocorrência, quando significativo, utilizou-se o teste de Duncan para comparação de médias dos teores dos ácidos graxos, em nível de 5% de probabilidade, para o erro  $\alpha$ . Para os fatores sexo e fonte de gordura, quando significativos, não foi necessária a aplicação do teste de Duncan, pois esses fatores têm apenas dois níveis cada. No caso do fator faixa de peso aninhado dentro de ocorrência, quando significativo, não se aplicou teste de comparação de médias, pois se trata de um fator quantitativo. Nesse fator, devido à grande variação nos teores dos ácidos graxos em função das faixas de peso, os modelos de equações de regressão tanto lineares quanto quadráticas não explicaram satisfatoriamente a variação dos teores em função do peso vivo. Então, nos ácidos graxos, em que o fator peso dentro de ocorrência foi significativo, fizeram-se gráficos mostrando a tendência dos teores médios em função das faixas de peso.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Crescimento das rãs

No presente trabalho, as rãs foram agrupadas de acordo com a velocidade de crescimento. Na Figura 1, apresentam-se as curvas de crescimento médio das rãs.

Por primeira ocorrência, entendem-se os animais que tiveram crescimento mais rápido, com o ganho de peso médio (coeficiente angular das retas) de 17,3 g/mês, atingindo pesos na faixa de 300 g ao final do experimento (15 meses). Os animais da segunda ocorrência tiveram ganho de peso médio de 16,3 g/mês e os da terceira ocorrência, 15,3 g/mês. Esses animais (2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências) não chegaram a atingir 300 g até o final do experimento. As diferenças entre as ocorrências refletiram a heterogeneidade do lote, ou seja, os animais não ganharam peso uniformemente, devido à territorialidade dessa espécie. Os animais mais fortes marcavam o território, impedindo os menores de ter acesso suficiente à alimentação. Então, para estudar o possível efeito dessas taxas de ganho de peso dos animais sobre a composição de ácidos graxos da gordura, analisou-se, além do peso, do sexo e da fonte de gordura, o fator ocorrência.

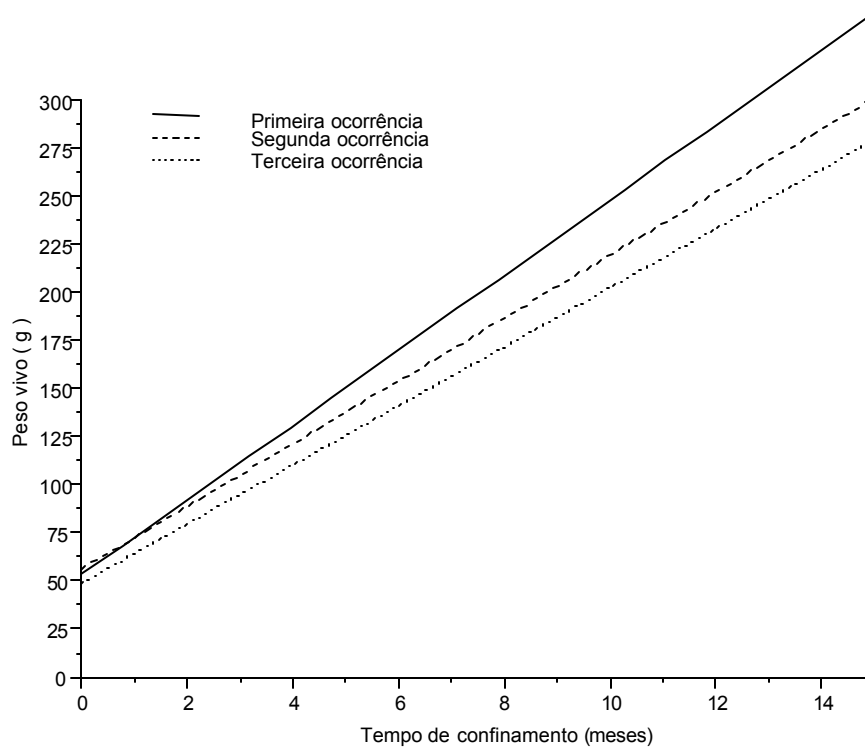


Figura 1 – Curvas de crescimento médio das rãs.

De acordo com LIMA et al. (1999), em criação comercial de rã-touro em Taiwan, maior exportador asiático de rãs em cativeiro, o ponto de abate (300 g), é alcançado entre seis e sete meses. No presente trabalho, as rãs somente atingiram a faixa de 300 g depois de 15 meses de confinamento. RAMOS (2000) atribuiu o menor ganho de peso das rãs à provável deficiência da ração fornecida aos animais, já que a referida ração não é específica para rãs, provavelmente não atendendo à exigência nutricional da rã-touro em termos de relação energia x proteína bruta. Além disso, as deficiências das instalações também contribuíram para tal. Como exemplo, a falta de espaço e a territorialidade, citados anteriormente, levaram as rãs a urinar nos comedouros, e houve casos de canibalismo.

Na Figura 2, mostra-se o peso do corpo gorduroso das rãs em função do peso vivo.

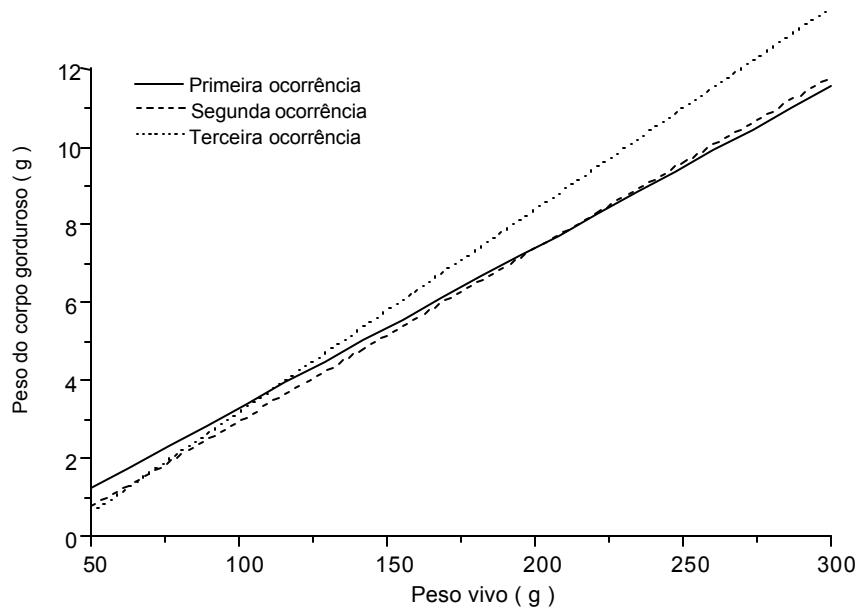


Figura 2 – Peso (g) do corpo gorduroso das rãs nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências, em função do peso vivo (g).

Verifica-se que, nos animais de crescimento mais rápido, o peso do corpo gorduroso teve uma taxa de crescimento mais lenta, indicando menor acúmulo de gordura e, conseqüentemente, maior conversão de alimento em músculo. Provavelmente, as rãs da terceira ocorrência foram induzidas ao nanismo, em função do menor acesso à alimentação, pela dominância dos animais maiores (rãs da primeira ocorrência). Os animais de menor porte tenderam a depositar mais gordura e menos tecido muscular.

Na Figura 3, mostra-se o teor de gordura do corpo gorduroso das rãs em função do peso vivo. Verifica-se, também, que os animais de crescimento mais rápido apresentaram menores teores de gordura no corpo gorduroso, o que vem a reforçar a observação anterior.

Na Figura 4, mostra-se o teor de gordura no músculo das rãs, em função do peso vivo. O teor de gordura no músculo das rãs decresce da faixa de 1,2% (valor máximo), no início do experimento, a 1,0% (valor mínimo), no final do experimento.

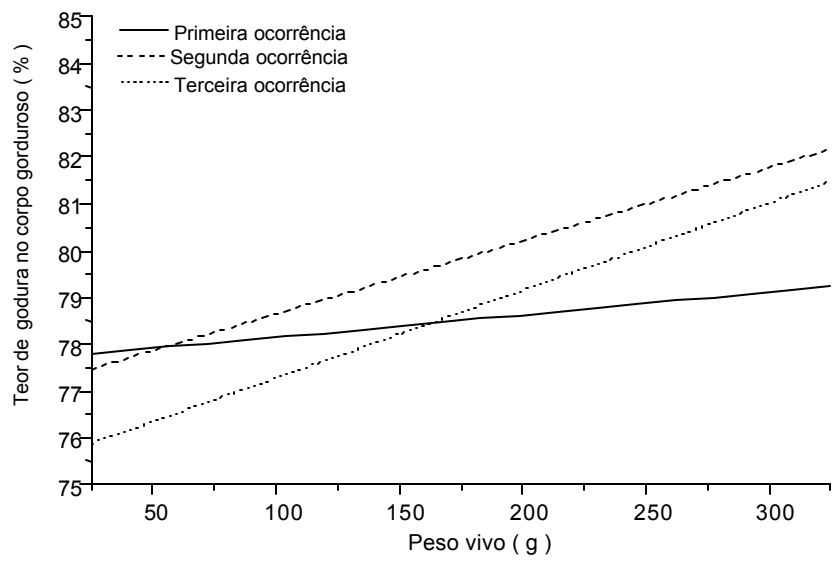


Figura 3 – Teor (%) de gordura do corpo gorduroso das rãs nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências, em função do peso vivo (g).

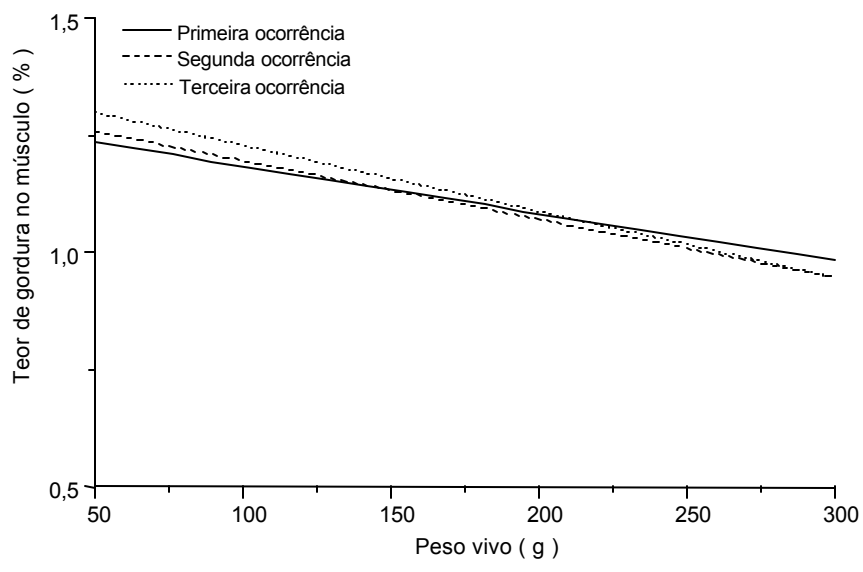


Figura 4 – Teor (%) médio de gordura no músculo das rãs nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências, em função do peso vivo (g).

Possivelmente, a época do ano teve influência na diminuição do teor de gordura com o peso, devido ao uso das reservas lipídicas musculares, além do corpo gorduroso, como fonte de energia para o metabolismo animal, durante o outono e inverno. Entretanto, o teor de gordura no músculo também diminuiu na primavera e verão, indicando que a influência do peso foi maior que a da sazonalidade.

## **4.2. Composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro**

O número de ácidos graxos detectados por cromatografia de algumas amostras superou os 37 ésteres metílicos existentes no padrão usado, sendo positivamente identificados os seguintes: C 12:0, C 14:0, C 16:0, C 16:1, C 18:0, C 18:1 cis, C 18:2 cis, C 18:3  $\alpha$ , C 20:2, C 20:4, C 20:5 e C 22:6, presentes em animais de ambos os sexos, em todas as faixas de peso, provenientes da gordura extraída tanto do músculo quanto do corpo gorduroso.

### **4.2.1. Análise de variância dos dados (ANOVA)**

Na Tabela 9, mostra-se o resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos C 12:0, C 14:0, C 16:0, C 16:1, C 18:0, C 18:1 cis, C 18:2 cis, C 18:3  $\alpha$ , C 20:2, C 20:4, C 20:5 e C 22:6, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações.

Na Tabela 10, mostra-se o resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos agrupados, como: não identificados, saturados (C 12:0 + C 14:0 + C 16:0 + C 18:0), monoinsaturados (C 16:1 + C 18:1 cis), poliinsaturados (C 18:2 cis + C 18:3  $\alpha$  + C 20:2) e eicosanóides (C 20:4 + C 20:5 + C 22:6), em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações.

Nas análises de variância dos teores (%) de todos os ácidos graxos, analisados individualmente e agrupados, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência e do peso vivo, as interações sexo, fonte de gordura e ocorrência (S\*F\*O); sexo, fonte de gordura e peso vivo (S\*F\*P); fonte de gordura, ocorrência e peso vivo (F\*O\*P); ocorrência, peso vivo e sexo (O\*P\*S);





**Tabela 9 – Resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos C 12:0, C 14:0, C 16:0, C 16:1, C 18:0, C 18:1 cis, C 18:2 cis, C 18:3  $\alpha$ , C 20:2, C 20:4, C 20:5 e C 22:6, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações**

FV	GL	Quadrado Médio											
		C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1 cis	C18:2 cis	C18:3 $\alpha$	C20:2	C20:4	C20:5	C22:6
Sexo (S)	1	1,024 0*	2,981 2	85,0792*	2,7720	16,9911	87,1726*	72,6213	0,000 2	0,0071	5,9444	0,003 1	0,9538
F.gor.(F)	1	0,638 4*	0,000 3	469,384 8*	409,621 3*	166,831 4*	2101,0986 *	713,715 2*	0,721 8	16,503 7*	1025,7638 *	2,256 3*	58,620 5*
Ocor.(O)	2	0,033 6	2,088 6	55,8366	16,9298*	29,1278*	16,8308	46,4351	1,016 3*	0,7488*	4,7306	0,031 6	0,4720
P.V./Oc.	9	0,116 6	3,306 3*	42,4571*	10,5666*	12,9876	36,1502*	138,806 9*	0,384 5	0,2548*	6,5217*	0,037 5	2,0638*
S*F	1	0,905 7*	0,683 4	48,0711	1,3225	3,8123	15,2165	64,4274	0,170 8	0,0098	6,3840	0,005 9	1,4201
S*O	2	0,033 6	0,286 1	31,8063	1,5239	5,8524	0,3531	45,7515	0,600 9	0,0596	0,4305	0,015 0	0,8384
F*O	2	0,057 5	0,457 5	18,9877	11,4689*	1,3913	0,4996	22,0900	0,251 0	0,4564*	4,5833	0,013 1	0,5399

---

Resídu	125	0,087	1,427	18,9765	2,1650	7,6598	17,1580	39,2269	0,212	0,0906	1,9936	0,022	0,5281
o		4	8						4			2	

---

**\*Significativo a 5% de probabilidade.**

Tabela 10 – Resumo das análises de variância dos teores (%) dos ácidos graxos agrupados como: não identificados, saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e eicosanóides, em função do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e das suas interações

FV	GL	Quadrado Médio				
		Não Ident.	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Eicosanóides
Sexo (S)	1	0,0159	258,6401*	121,0344*	71,0400	12,0670
F.Gor. (F)	1	169,8676*	1.250,6694*	4.365,7317*	552,5940*	1.696,3760*
Ocor. (O)	2	17,0686*	197,5863*	0,8297	46,6913	9,1381
P.V./Oc.	9	6,2757	106,2107*	65,4028*	144,1604*	12,8024*
S*F	1	3,4969	10,2347	25,4941	56,5629	14,4084
S*O	2	4,8479	59,3545	1,1423	53,8568	2,6127
F*O	2	1,3383	20,4398	11,0299	21,8761	8,7758
Resíduo	125	4,8819	49,7922	19,0485	39,9316	4,2672

\* Significativo a 5% de probabilidade.

e ocorrência, peso vivo, sexo e fonte de gordura (O\*P\*S\*F) foram agrupadas no resíduo, já que uma análise preliminar de variância indicou que tais interações não foram significativas.

#### 4.2.2. Efeito dos fatores peso, sexo, fonte de gordura e ocorrência sobre a composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro

##### 4.2.2.1. Ácidos graxos analisados isoladamente

No ácido graxo C 12:0, houve efeito do sexo, da fonte de gordura e da interação sexo x fonte de gordura. Então, analisou-se o fator sexo dentro do fator fonte de gordura, conforme mostrado na Tabela 11.

No ácido graxo C 14:0, houve efeito apenas do fator peso vivo (aninhado dentro do fator ocorrência).

No ácido graxo C 16:0, houve efeito do sexo, da fonte de gordura e do peso vivo.

Tabela 11 – Médias percentuais do ácido graxo C 12:0 por sexo, no músculo e no corpo gorduroso\*

Fonte de Gordura	Média (%) por Sexo	
	Macho	Fêmea
Músculo	Traços A a	0,35 B b
Corpo gorduroso	Traços A a	0,03 A a

\*Médias com a mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pela ANOVA.

No ácido graxo C 16:1, houve efeito da fonte de gordura, da ocorrência, do peso vivo e da interação fonte de gordura x ocorrência. Então, analisou-se o fator ocorrência dentro do fator fonte de gordura, conforme mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Médias percentuais do ácido graxo C 16:1, por ocorrência, no músculo e no corpo gorduroso\*

Ácido Graxo	Fonte de Gordura	Média (%) por Ocorrência (1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> )		
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
C 16:1	Músculo	2,29 A a	2,72 A a	2,24 A a
	Corpo gorduroso	6,61 B a	6,67 B a	4,63 B b

\*Médias com a mesma letra minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

No ácido graxo C 18:0, houve efeito da fonte de gordura e ocorrência.

No ácido graxo C18:1, houve efeito do sexo, da fonte de gordura e do peso vivo.

No ácido graxo C 18:2, houve efeito da fonte de gordura e do peso vivo.

No ácido graxo C 18:3 $\alpha$ , houve efeito apenas do fator ocorrência.

No ácido graxo C 20:2, houve efeito da fonte de gordura, ocorrência, peso vivo e da interação fonte de gordura x ocorrência. Então, analisou-se o fator ocorrência dentro do fator fonte de gordura, conforme mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Médias percentuais do ácido graxo C 20:2, por ocorrência, no músculo e no corpo gorduroso\*

Ácido Graxo	Fonte de Gordura	Média (%) por Ocorrência (1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> )		
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
C 20:2	Músculo	0,97 B a	0,66 B b	0,57 B b
	Corpo gorduroso	0,05 A a	0,01 A b	0,01 A b

\*Médias com a mesma letra minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

No ácido graxo C 20:4, houve efeito da fonte de gordura e do peso vivo. Com relação ao fator fonte de gordura, este ácido (araquidônico) apresentou alta predominância ( $p < 0,001$ ) no músculo, o que foi, provavelmente, decorrente do conteúdo de fosfolípidos nos tecidos musculares, de forma semelhante ao relatado por SALMON e O'NEIL (1973), em perus.

No presente trabalho, encontraram-se na gordura intramuscular da rã-touro um teor de 5,8% do C 20:4 (ômega 6), como percentagem do total de ácidos graxos, e um teor de gordura no músculo de 1%, em média.

O mercado, atualmente, busca alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (eicosanóides), cujas principais fontes são os óleos de peixes de águas frias, entre eles o salmão.

Na gordura do tecido muscular do salmão, JÓNSSON et al. (1997) encontraram, em média, 0,55% do C 20:4, como percentagem do total de ácidos graxos, e 4,90% de gordura no músculo. Comparando esses valores com os da rã-touro, verificou-se que a carne desta tem quase três vezes mais C 20:4 que a do salmão. De acordo com os autores anteriormente citados, a carne de salmão é uma fonte rica em ácidos graxos poliinsaturados da série ômega 3, especialmente o C 20:5 e o C 22:6. Então, nutricionalmente, a carne da rã-touro complementar a do salmão, ao associar uma fonte de ácido graxo ômega 6 (C 20:4) com uma fonte de ácidos graxos ômega 3 (C 20:5 e C 22:6).

No ácido graxo C 20:5, houve efeito apenas da fonte de gordura.

No ácido graxo C 22:6, houve efeito da fonte de gordura e do peso vivo.

#### 4.2.2.2. Ácidos graxos analisados por grupos

Nos ácidos graxos agrupados como saturados, houve efeito do sexo, da fonte de gordura, da ocorrência e do peso vivo. Na Figura 5, mostram-se os teores dos ácidos graxos saturados, nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências. A 1<sup>a</sup> ocorrência apresentou tendência ao aumento no total de saturados até 200 g e diminuição até 300 g. A 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências tenderam a aumentar até o peso final.

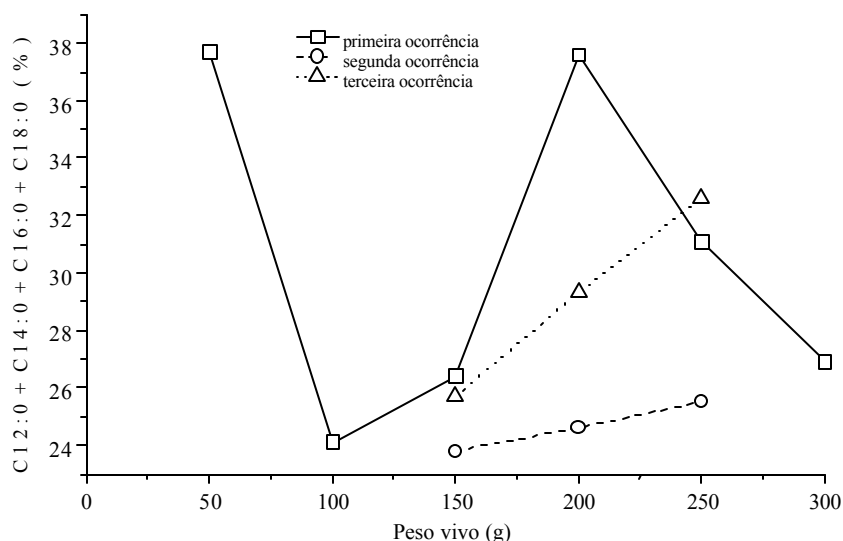


Figura 5 – Teor (%) dos ácidos graxos saturados nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

Na Figura 6, mostram-se os teores dos ácidos graxos saturados, nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências. A 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências apresentaram tendência a aumentar no total de saturados até 200 g e diminuição até 250 g, enquanto a 1<sup>a</sup> apresentou discreto aumento até 300 g. A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a aumentar até o peso final.

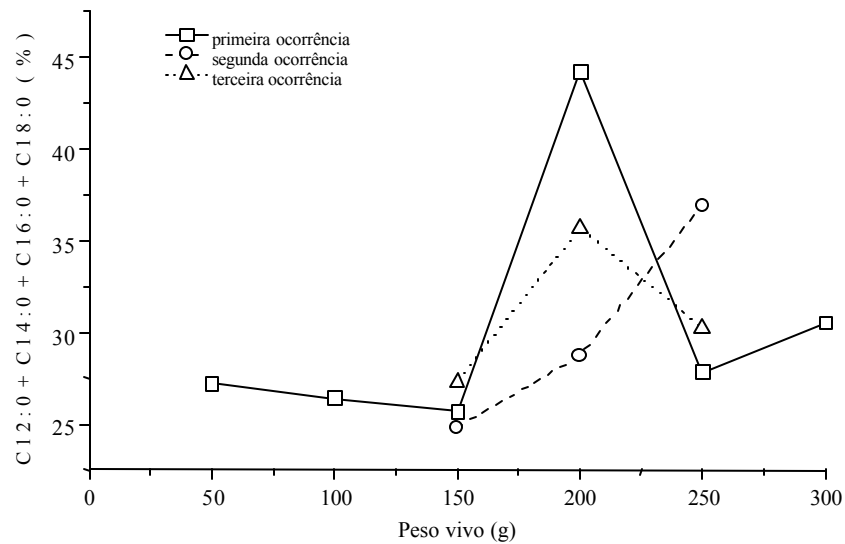


Figura 6 – Teor (%) dos ácidos graxos saturados nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

Na Figura 7, mostram-se os teores dos ácidos graxos saturados, nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências. A 1ª e 3ª ocorrências tenderam a diminuir no total de saturados até os pesos finais (300 e 250 g). A 2ª ocorrência tendeu a aumentar nos teores até 200 g e a diminuir até 250 g.

Na Figura 8, mostram-se os teores dos ácidos graxos saturados, nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

Na Figura 8, a 1ª e 3ª ocorrências apresentaram tendência à diminuição nos teores até os pesos finais. A 2ª ocorrência tendeu a aumentar até 200 g e a diminuir até 250 g.

Quando se considera a composição da gordura em ácidos graxos agrupados, segundo o grau de saturação (Figuras 5 a 8), a gordura dos animais da 1ª e 3ª ocorrências apresentaram a partir de 200 g, de forma mais acentuada no corpo gorduroso, tendência a diminuir os teores dos ácidos graxos saturados. Portanto, a gordura intramuscular e a do corpo gorduroso

tomaram-se menos saturadas nos pesos próximos aos ideais para o abate (250 e 300 g). Isso significa que, em relação à saturação, possivelmente o grau

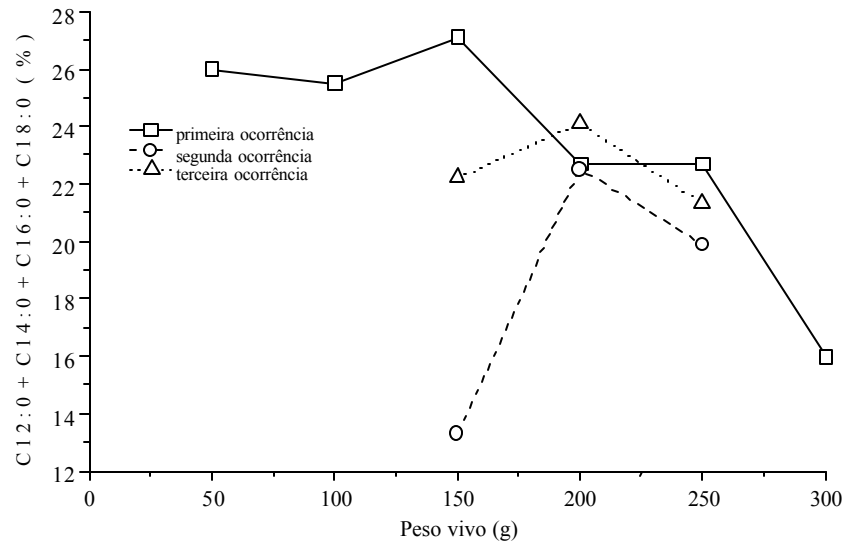


Figura 7 – Teor (%) dos ácidos graxos saturados nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

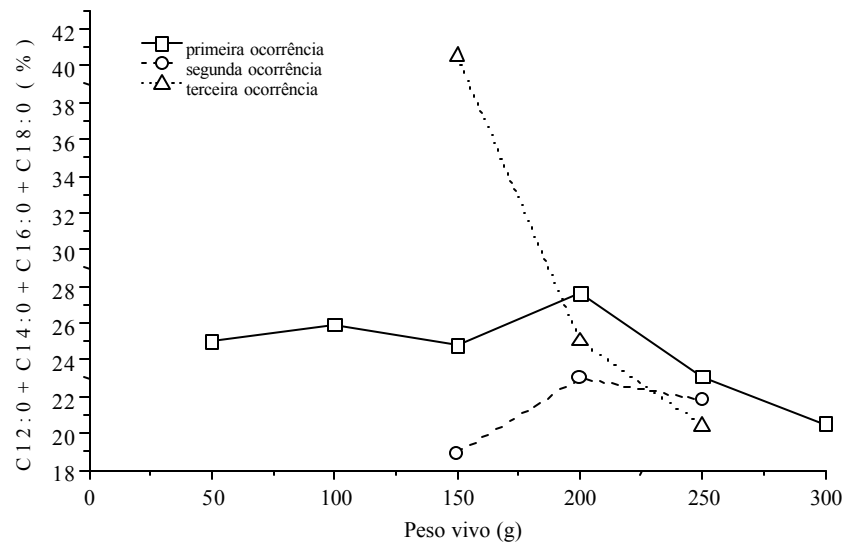


Figura 8 – Teor (%) dos ácidos graxos saturados nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências. de maturidade dos animais, o qual está relacionado ao peso e à idade, influencia significativamente a composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro.

Essa diminuição da saturação relacionada aos pesos finais também foi encontrada por HECKER et al. (1975) e HUERTA - LEIDENZ et al. (1996) em bovinos e por SALMON e O'NEIL (1973) em perus. Em bovinos e perus, segundo esses autores, a diminuição geral na saturação das gorduras muscular e subcutânea foi atribuída mais à biossíntese lipídica (lipogênese) de ácidos graxos insaturados, deflagrada pela maturidade fisiológica e mediada por mecanismos enzimáticos (desaturase), e menos à influência da quantidade e grau de saturação da gordura da dieta.

Na rã-touro, a gordura proveniente do corpo gorduroso se mostrou menos saturada do que a gordura intramuscular. Esse resultado está de acordo com os obtidos por PATHAK e AGRAWAL (1966) e Mc MULLIN et al. (1968), segundo os quais, em rãs, a gordura de depósito (corpo gorduroso) foi menos saturada em comparação com a gordura de outras partes do animal, como a gordura muscular.

De modo geral, com relação ao grau de saturação, a composição de ácidos graxos da rã-touro apresentou semelhança à das aves (frango e peru) e suínos, com a gordura de reserva menos saturada que a gordura muscular, diferentemente da dos bovinos, os quais, segundo ZEMBAYASHI et al. (1995), não apresentaram diferença no total de saturados entre a gordura intramuscular e a subcutânea, sendo verificadas diferenças apenas em alguns ácidos graxos analisados separadamente.

Isso pode indicar que, com relação às diferenças de saturação entre as fontes de gordura do organismo, a rã-touro, como animal monogástrico, assemelha-se mais às aves e aos suínos que aos ruminantes, ou seja, a gordura depositada, em certo grau, é consequência da ingerida. A confirmar essa constatação, segundo MÉNDEZ et al. (1998), a presença dos ácidos graxos C 18:2, C 18:3, C 20:5 e C 22:6 na dieta da rã-touro resulta na incorporação desses ácidos na gordura extraída do corpo gorduroso desse animal.

Nos ácidos graxos agrupados como monoinsaturados, houve efeito do sexo, da fonte de gordura e do peso vivo. Na Figura 9, mostram-se os teores dos ácidos graxos monoinsaturados, nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

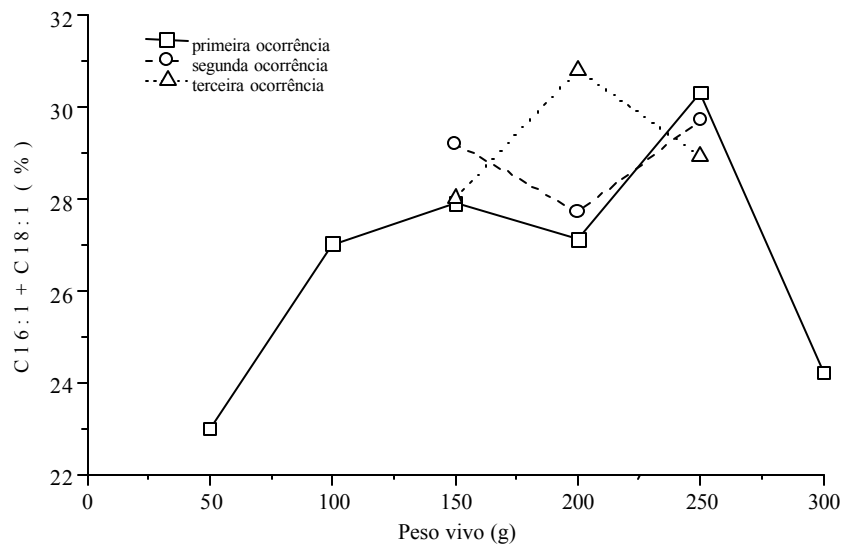


Figura 9 – Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nos machos, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

A 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências apresentaram tendência ao aumento dos teores dos referidos ácidos até 250 e 200 g, respectivamente, e diminuição nos pesos finais. A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a diminuir até 200 g e a aumentar no peso final (250 g).

Na Figura 10, mostram-se os teores dos ácidos graxos monoinsaturados, nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

A 1<sup>a</sup> ocorrência apresentou tendência a aumento dos teores dos referidos ácidos até 200 g, diminuição até 250 g e valor constante até o peso final (300 g). A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a diminuir até 200 g e a aumentar no peso final (250 g), ao passo que a 3<sup>a</sup> ocorrência tendeu a diminuir até 200 g e a valor constante até 250 g.

Na Figura 11, mostram-se os teores dos ácidos graxos monoinsaturados, nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

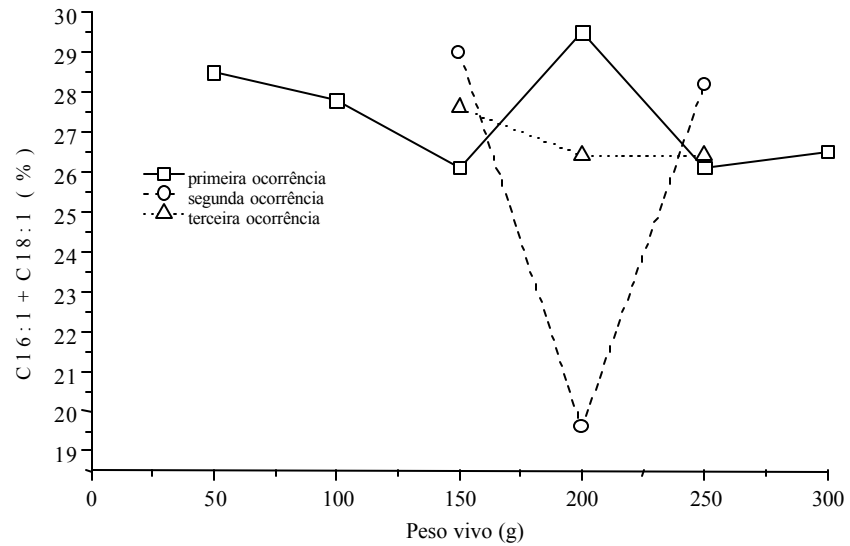


Figura 10 – Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nas fêmeas, na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

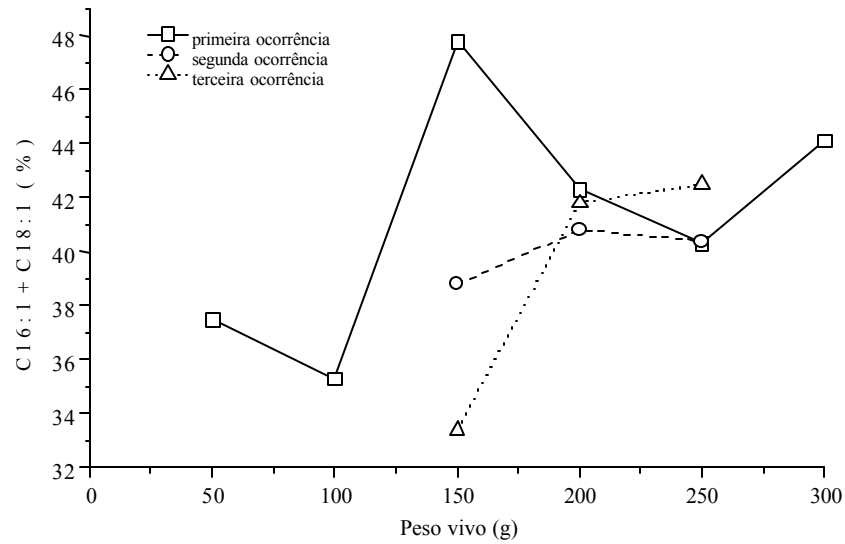


Figura 11 – Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nos machos, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

A 1<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> ocorrências apresentaram tendência a aumento nos teores desses ácidos até os pesos finais (300 e 250 g, respectivamente). A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a aumentar até 200 g e a valor constante até 250 g.

Na Figura 12, mostram-se os teores dos ácidos graxos monoinsaturados, nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

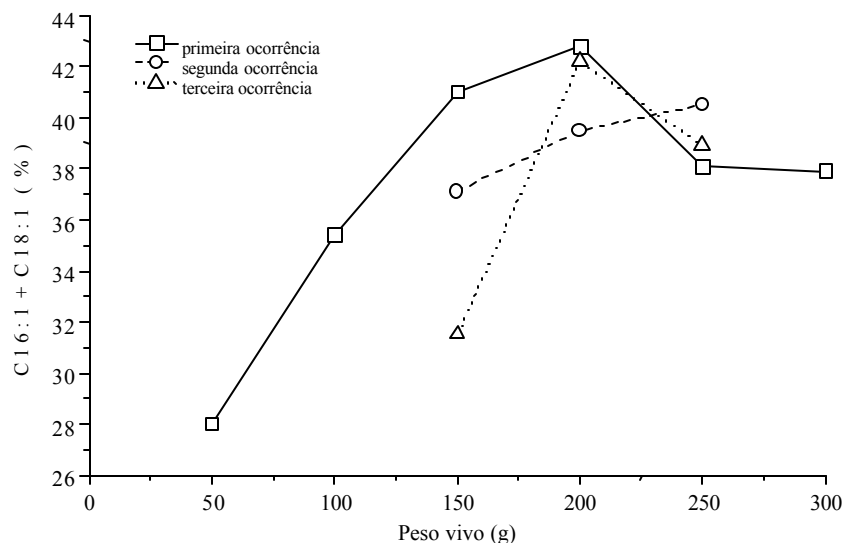


Figura 12 – Teor (%) dos ácidos graxos monoinsaturados nas fêmeas, no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

Na Figura 12, a 1<sup>a</sup> ocorrência apresentou tendência a aumentar os teores dos referidos ácidos até 200 g, a diminuir até 250 g e a valor constante até o peso final (300 g). A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a aumentar até o peso final (250 g) e a 3<sup>a</sup> ocorrência, a aumentar até 200 g e a diminuir até 250 g.

A gordura, tanto intramuscular quanto do corpo gorduroso, mostrou-se mais monoinsaturada nos machos. Esse dado é contrário aos encontrados por ZEMBAYASHI et al. (1995) em bovinos, segundo os quais novilhas apresentaram maior conteúdo de C 18:1 e total de ácidos graxos monoinsaturados na gordura subcutânea e intramuscular do que novilhos. Da mesma forma, segundo HECKER et al. (1975), com relação à gordura intramuscular de bovinos, na maioria dos casos onde existiram diferenças envolvendo ácidos graxos insaturados, novilhas tendem a exibir maiores concentrações que novilhos.

Em frangos de corte, segundo HRDINKA et al. (1996) e FERREIRA (1997), o fator sexo não determina diferença sobre o perfil quanto a ácidos graxos monoinsaturados do tecido adiposo abdominal e da gordura extraída da pele, do peito e da coxa.

Nos ácidos graxos agrupados como poliinsaturados, houve efeito da fonte de gordura e peso vivo. na Figura 13, mostram-se os teores dos ácidos graxos poliinsaturados, na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências. As três ocorrências apresentaram tendência à diminuição dos teores desses ácidos até o peso de 200 g. Na 1<sup>a</sup> ocorrência, os valores aumentaram até o peso final (300 g), enquanto na 2<sup>a</sup> ocorrência os valores diminuíram até 250 g; na 3<sup>a</sup> ocorrência, permaneceram praticamente constantes.

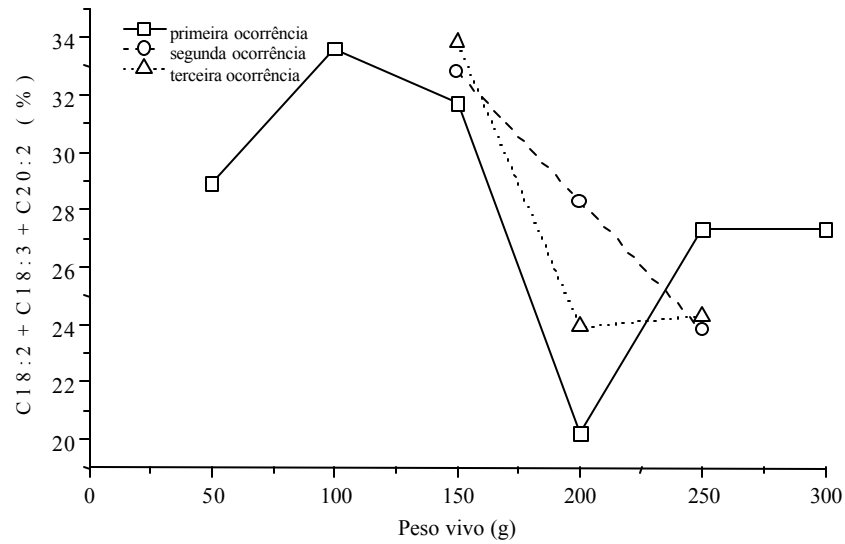


Figura 13 – Teor (%) dos ácidos graxos poliinsaturados na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

Na Figura 14, mostram-se os teores dos ácidos graxos poliinsaturados, no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências. Essas três ocorrências apresentaram tendência à diminuição dos teores desses ácidos até o peso de 200 g, com posterior tendência a aumento nos pesos finais (250 e 300 g).

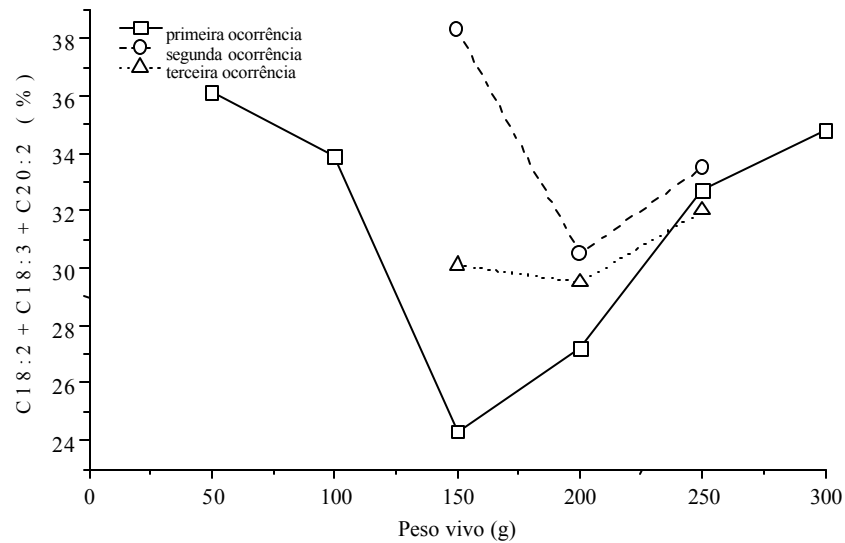


Figura 14 – Teor (%) dos ácidos graxos poliinsaturados no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

Com relação ao sexo, o teor do total de insaturados foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) nos machos, mas não houve diferença no total de poliinsaturados entre macho e fêmea. Portanto, essa diferença no total de insaturados, entre os sexos, ocorreu devido aos teores significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) do ácido graxo C 18:1cis nos machos.

Em salmão, que é pecilotérmico como a rã-touro, segundo JÓNSSON et al. (1997) a composição de ácidos graxos poliinsaturados é influenciada pelo fator sexo, dentre outros, embora esses autores não especificaram quais os ácidos e suas concentrações em cada sexo.

A prevalência na gordura intramuscular da rã-touro dos ácidos graxos poliinsaturados (incluindo-se os eicosanóides) sobre os saturados deve ser um fator observado durante o armazenamento, devido à possibilidade do desenvolvimento de rancidez oxidativa e de interações lipídeo–proteína. Segundo ARAÚJO (1999), quanto maior o grau de insaturação da gordura, maior a propensão à oxidação lipídica. De acordo com esse autor, a maioria dos peixes comercializados possui baixo teor de lipídeos ( $< 5,0\%$ ), porém o grau de insaturação é muito maior que em carnes, tornando-os muito mais sensíveis à oxidação. Portanto, apesar do baixo teor de gordura na carne da rã-touro (1% em média), pode-se esperar essa tendência à rancidez oxidativa, a qual, segundo o referido autor, é a principal causa da deterioração da carne.

Apesar do aspecto negativo em relação à conservação, segundo LINDAU e NOLL (1986), a carne da rã-touro pode ser considerada uma fonte de ácidos graxos essenciais.

Nos ácidos graxos agrupados como eicosanóides, houve efeito da fonte de gordura e peso vivo.

Na Figura 15, mostram-se os teores dos ácidos graxos eicosanóides na gordura intramuscular, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

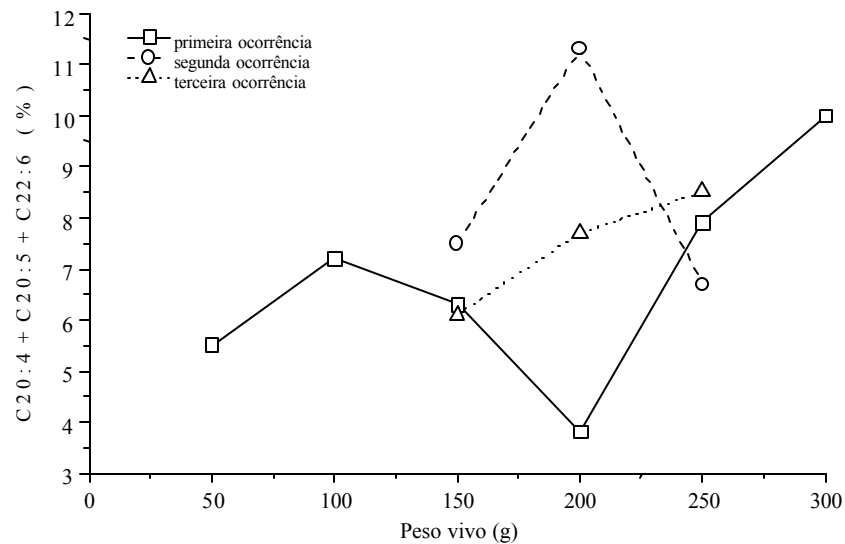


Figura 15 – Teor (%) dos ácidos graxos eicosanóides na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

A 1<sup>a</sup> e a 3<sup>a</sup> ocorrências apresentaram tendência ao aumento dos teores desses ácidos até os pesos finais. A 2<sup>a</sup> ocorrência tendeu a aumentar os teores até 200 g e a diminuir até a faixa de peso final (250 g).

Na Figura 16, mostram-se os teores dos ácidos graxos eicosanóides no corpo gorduroso, em função do peso vivo, nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

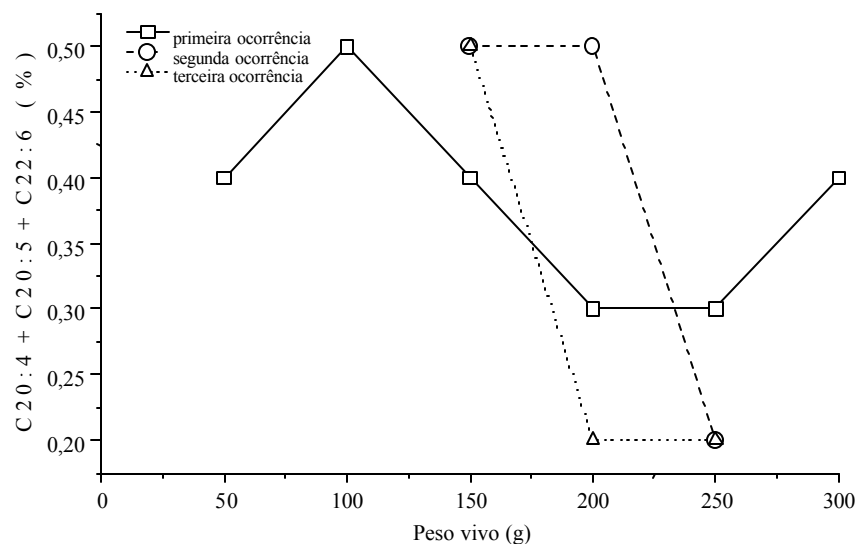


Figura 16 – Teor (%) dos ácidos graxos eicosanóides no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

A 1ª ocorrência tendeu a diminuir os teores desses ácidos até 200 g, a valor constante até 250 g e a aumentar até 300 g. Na 2ª ocorrência, os teores permaneceram constantes até 200 g, diminuindo até o peso final. A 3ª ocorrência tendeu a diminuir até 200 g, com os teores permanecendo constantes até o peso final (250 g).

Apesar de a gordura do corpo gorduroso ter sido mais insaturada ( $p < 0,05$ ) do que a intramuscular, os ácidos graxos agrupados como eicosanóides (C 20:4 + C 20:5 + C 22:6) apresentaram grande prevalência ( $p < 0,001$ ) no músculo (musculatura das coxas), em relação ao corpo gorduroso, sendo as coxas as partes da rã-touro mais consumidas. Então, a predominância desses ácidos na gordura intramuscular é boa nutricionalmente, ou seja, a carne da rã-touro tem pequena quantidade de gordura e, por sua vez, ácidos graxos da série ômega 3 e ômega 6. Isso atende aos anseios do mercado, que busca alimentos magros e com substâncias benéficas à saúde, uma vez que esses ácidos graxos são considerados biologicamente importantes.

O Departamento de Saúde do governo do Reino Unido (1991) recomenda a presença de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6 na dieta, substituindo parte dos saturados, com as finalidades de reduzir os níveis plasmáticos de colesterol e prevenir doenças coronarianas. Da mesma forma, a Organização Mundial de Saúde (1982) admite que os ácidos graxos

poliinsaturados (dos quais os eicosanóides fazem parte) podem ter outros efeitos benéficos, além da diminuição dos níveis de colesterol no plasma.

Conforme foi mostrado, de acordo com a extensão do efeito sobre a composição de ácidos graxos da gordura da rã-touro, o fator fonte de gordura foi o que mais determinou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), entre as médias, em 9 dos 12 ácidos e em todos os agrupados. Esse fator foi seguido, em ordem decrescente, pelo peso (segundo os gráficos apresentados), pela ocorrência e pelo sexo.

Na Tabela 14, mostram-se as médias percentuais dos ácidos graxos por fonte de gordura, na Tabela 15 por ocorrência e na Tabela 16 por sexo.

Tabela 14 – Médias percentuais dos ácidos graxos, por fonte de gordura\*

Ácidos Graxos	Músculo	Corpo Gorduroso
Saturados	29,63 b	23,32 a
C 12:0	0,18 b	0,01 a
C 14:0	1,05 a	1,03 a
C 16:0	22,37 b	18,60 a
C 18:0	6,03 b	3,68 a
Insaturados	62,66 a	71,32 b
Monoinsaturados	27,31 a	39,07 b
C 18:1	24,93 a	32,94 b
Poliinsaturados	27,97 a	31,90 b
C 18:2	26,62 a	31,12 b
C 18:3	0,57 a	0,75 a
Eicosanóides	7,38 b	0,35 a
C 20:4	5,80 b	0,32 a
C 20:5	0,27 b	0,01 a
C 22:6	1,31 b	0,02 a
Não identificados	7,69 b	5,34 a
Total	99,98	99,98

\*Médias com a mesma letra na mesma linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pela ANOVA.

Tabela 15 – Médias percentuais dos ácidos graxos, por ocorrência\*

Ácidos Graxos	1ª Ocorrência	2ª Ocorrência	3ª Ocorrência
Saturados	27,15 a	21,60 b	27,80 a
C 12:0	0,10 a	0,00 a	0,05 a
C 14:0	1,15 a	0,50 a	1,05 a
C 16:0	20,70 a	17,65 a	21,45 a
C 18:0	5,20 a	3,45 b	5,25 a
Insaturados	66,50 a	70,70 b	66,05 a
Monoinsaturados	33,10 a	34,40 a	33,20 a
C 18:1	28,65 a	29,55 a	29,80 a
Poliinsaturados	29,80 a	31,85 a	28,95 a
C 18:2	28,55 a	30,90 a	28,15 a
C 18:3	0,75 a	0,65 ab	0,50 b
Eicosanóides	3,60 a	4,45 a	3,90 a
C 20:4	2,85 a	3,40 a	3,05 a
C 20:5	0,15 a	0,20 a	0,15 a
C 22:6	0,60 a	0,85 a	0,70 a
Não identificados	6,30 b	7,65 a	6,15 b
Total	99,95	99,95	100,00

\*Médias com a mesma letra na mesma linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Tabela 16 – Médias percentuais dos ácidos graxos, por sexo\*

Ácidos Graxos	Macho	Fêmea
Saturados	25,38 a	27,60 b
C 14:0	0,90 a	1,18 a
C 16:0	19,89 a	21,08 b
C 18:0	4,59 a	5,15 a
Insaturados	68,09 b	65,92 a
Monoinsaturados	34,13 b	32,27 a
C 16:1	4,37 a	4,16 a
C 18:1	29,76 b	28,11 a
Poliinsaturados	30,45 a	29,46 a
C 18:2	29,39 a	28,35 a
C 18:3	0,65 a	0,70 a
C 20:2	0,41 a	0,41 a
Eicosanóides	3,51 a	4,19 a
C 20:4	2,81 a	3,29 a
C 20:5	0,13 a	0,15 a
C 22:6	0,57 a	0,75 a
Não identificados	6,54 a	6,49 a
Total	100,01	100,01

\*Médias com a mesma letra na mesma linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pela ANOVA.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A fim de determinar o teor de lipídeos e a composição de ácidos graxos da gordura intramuscular e do corpo gorduroso da rã-touro, bem como estudar o efeito dos fatores fonte de gordura, peso, ocorrência e sexo sobre essa composição, analisaram-se amostras extraídas de machos e fêmeas, com peso vivo de 50 a 300 g.

A composição lipídica do músculo e do corpo gorduroso da rã-touro apresentou prevalência de ácidos graxos insaturados.

Apesar do baixo teor de gordura no músculo (1% em média), a percentagem de eicosanóides (7,38%) pode ser crítica quanto a alterações durante o armazenamento, devido à possibilidade do desenvolvimento de rancidez oxidativa.

O fator que determinou mais diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os teores de ácidos graxos foi fonte de gordura, seguido, em ordem decrescente, por peso, ocorrência e sexo.

O fator fonte de gordura determinou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre médias de quase todos os ácidos graxos, analisados isoladamente e agrupados. Entre essas diferenças, a mais relevante ( $p < 0,001$ ) foi com relação aos eicosanóides; dentre estes, o araquidônico (C 20:4) apresentou grande prevalência ( $p < 0,001$ ) no músculo em relação ao corpo gorduroso, podendo-se considerar a carne de rã-touro como uma fonte desse ácido. Isso é bom

nutricionalmente, uma vez que esse ácido graxo, da série ômega 6, é considerado biologicamente importante.

A composição de ácidos graxos do corpo gorduroso não apresentou características importantes em termos nutricionais, sendo encontrados baixos níveis de eicosanóides. Poder-se-ia utilizar essa gordura como enchimento de produtos cárneos de rã para consumo humano ou na produção de farinha de vísceras para consumo animal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINATI, F. L. **Avaliação de diferentes métodos de insensibilização e sangria de rãs.** Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1994. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática.** 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1999. 416 p.
- BARANSKA, J.; WLODAWER, P. Influence of temperature on the composition of fatty acids in frog tissues. **Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences** Cl. II, v. 14, n.11-12, p. 759–763, 1966.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol**, v. 37, n.8, p. 911-917, 1959.
- BRENNER, J. The role of temperature and fat deposition in hibernation and reproduction in two species of frogs. **Herpetologica**, v. 25, n. 2, p. 105-113, 1969.
- BROWN, JR., The metabolism of amphibia, p. 1 - 98. In: MOORE, J. A. **Physiology of the Amphibia**, San Francisco and London: New York Academic Press, 1964. v. 1, 654 p.
- DAVENEL, A.; RIAUBLANC, A.; MARCHAL, P.; GARDEMER, G. Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. **Meat Science**, v. 51, p. 73-79, 1999.
- DEPARTMENT OF HEALTH - DIETARY REFERENCE VALUES FOR FOOD ENERGY AND NUTRIENTS FOR THE UNITED KINGDOM. Committee on medical aspects of food policy. **Report on Health and Social Subjects**, v. 41, HMSO, London, 1991.

- FERREIRA, J. M. **Efeito de linhagem, sexo e tipo de óleo adicionado à dieta sobre a composição da gordura e teor de colesterol em carcaça de frango de corte.** Belo Horizonte: UFMG, 1997. 64 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FITZPATRICK, L. C. Life history patterns of storage and utilization of lipids for energy in amphibians. **amer. zool.**, v. 16, p. 725-732, 1976.
- FROST, D. R. **Amphibian species of the world: a taxonomic and geographical reference.** [S. l.: s. n.], 1985. 247 p.
- GARCÍA - MACÍAS, J. A.; GISPERT, M.; OLIVER, M. A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ - LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT – HEAVENS, D. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat quality in pig carcasses. **Animal Science**, v. 63, p. 487-496, 1996.
- HARTMANN, L.; LAGO, C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Lab. Practice**, v. 22, n. 8, p. 475, 1973.
- HECKER, A. L.; CRAMER, D. A.; HOUGH, D. F. Compositional and metabolic growth effects in the bovine muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 144-149, 1975.
- HRDINKA, C.; ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W.; LETTNER, F. Effects of dietary fatty acid pattern on melting point and composition of adipose tissue and intramuscular fat of broiler carcasses. **Poultry Science**, v. 75, p. 208-215, 1996.
- HUERTA-LEIDENZ, N. O.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W.; LUNT, D. K.; BAKER, J. F.; SMITH, S. B. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. **J. Anim. Sci.**, v. 74, p. 1256-1264, 1996.
- JÓNSSON, A.; PÁLMAÐÓTTIR, H.; KRISTBERGSSON, K. Fatty acid composition in ocean – ranched atlantic salmon. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 32, p. 547-551, 1997.
- KATES, M. Techniques of lipidology: lipid extraction procedures. In: –. **Lab. Tec. In Biochemistry and Molecular Biology.** Amsterdam - London: North - Holland Publishing Company, 1972. p. 279.
- KÜKENTHAL, W.; MATTHES, E.; RENNER, M. **Guia dos trabalhos práticos de zoologia.** 15. ed. Coimbra: Atlântica Edit. S. A. R. L., 1969. 472 p.
- LEMONS, A. L. S. C.; ANTUNES, A. J.; Changes in lipids of bullfrog (*Rana catesbeiana*) muscle during frozen storage and its relationship to myofibrillar proteins solubility. **Alim. Nutr.**, v. 5, p. 57-63, 1993.

- LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa, MG: Editora Folha de Viçosa, 1992. 168 p.
- LIMA, S. L.; CRUZ, T. A.; MOURA, O. N. **Ranicultura**: análise da cadeia produtiva. Viçosa, MG: Editora Folha de Viçosa, 1999. 172 p.
- LINDAU, C. F.; NOLL, I.B. Determinação do valor nutritivo da carne de rã. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 6, 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação dos Ranicultores do Estado do Rio de Janeiro, 1986. p. 41-50.
- LOUMBOURDIS, N. S.; KYRIAKOPOULOU-SKALAVOUNOU, P. Reproductive and lipid cycles in the male frog *Rana ridibunda* in northern Greece. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 99, n. 4, p. 577-583, 1991.
- Mc MULLIN, G. F.; SMITH, S. C.; WRIGHT, P. A. Tissue fatty acid composition in four diverse vertebrate species. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 26, p. 211-221, 1968.
- MÉNDEZ, E.; SANHUEZA, J.; NIETO, S.; SPEISKY, H.; VALENZUELA, A. Fatty acid composition, extraction, fractionation, and stabilization of bullfrog (*Rana catesbeiana*) oil. **JAACS**, v. 75, n. 1, p. 67-71, 1998.
- MEYER, W. H. (Chairman). **Food fats and oils**. 4. ed. [S. l.]: Institute of Shortening and Edible Oils, Inc. 1974. p. 1-18.
- MILONE, M.; IELA, L.; ESPOSITO, V.; RASTOGI, R. K.; CHIEFFI, G. Annual variations in the total lipid and protein content of the liver, fat body, ovary and plasma of the female frog (*Rana esculenta* L.). **J. Endocr.**, v. 78, p. 165-169, 1978.
- MIZELL, S. Seasonal changes in energy reserves in the common frog, *Rana pipiens*. **J. Cell. And Comp. Physiol.**, v. 66, p. 251-258, 1966.
- NAWAR, W. W. Lipids. In: FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 225-320.
- NÜRNBERG, K.; ENDER, K. Die fettqualität bei schweinen unterschiedlichen geschlechts. **Fleischwirtsch.**, v. 70, n. 9, p. 1099-1101, 1990.
- PATHAK, S. P.; AGRAWAL, B. C. L. Component fatty acids of body depot, liver and visceral fats of indian frog (*Rana tigrina*). **Indian J. Exp. Biol.**, v. 4, p. 248-249, 1966.
- RAMOS, E. M. **Características alométricas e químicas da rã touro (*Rana catesbeiana*, Shaw 1802)**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- SALMON, R. E.; O'NEIL, J. B. The effect of the level and source and of a change of source of dietary fat on the fatty acid composition of the depot fat and the thigh and breast meat of turkeys as related to age. **Poultry Science**, v. 52, p. 302-314, 1973.
- SARVADEVA, A.; SRIKAR, L. N. Changes in fatty acids of frog legs during frozen storage. **Journal of Food Technology**, v. 17, p. 79-85, 1982.
- SMITH, C. L. **Seasonal changes in blood sugar, fat body, liver glycogen, and gonads in the common frog, *Rana temporaria***. Liverpool: Zoology Department, University of Liverpool, 1949. p. 412-429.
- STORE, T. I.; USINGER, R. L.; STEBBINS, R. C. et al. **Zoologia geral**. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1991. 816 p.
- WORLD HEALTH ORGANISATION. **Prevention of coronary heart disease**. [S. l.: s. n.], 1982. Technical Report, 678.
- ZEMBAYASHI, M.; NISHIMURA, K.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 3325-3332, 1995.

## APÉNDICE

## APÊNDICE A

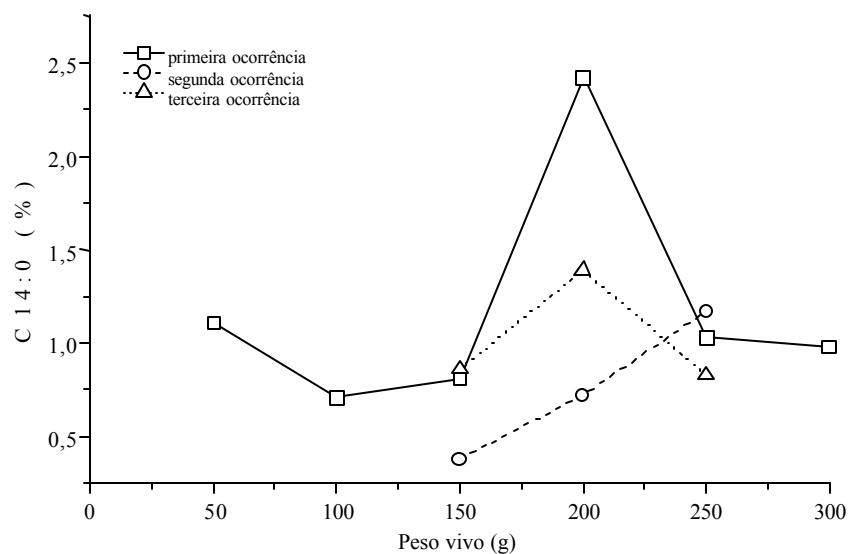


Figura 1A – Teor (%) do ácido graxo C 14:0, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

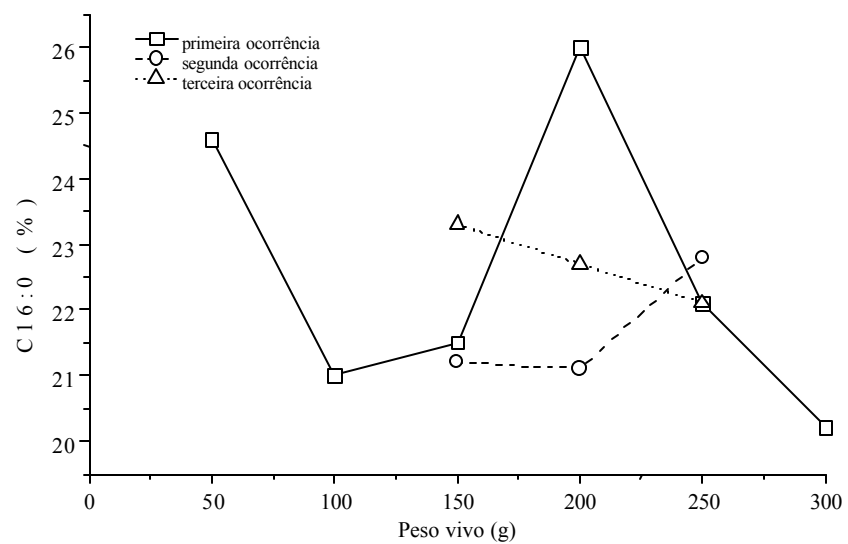


Figura 2A – Teor (%) do ácido graxo C 16:0 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

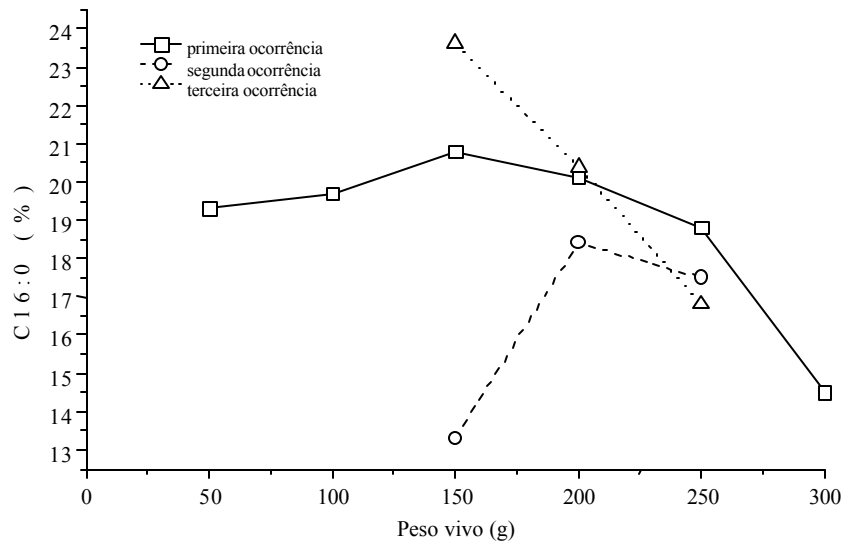


Figura 3A– Teor (%) do ácido graxo C 16:0 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

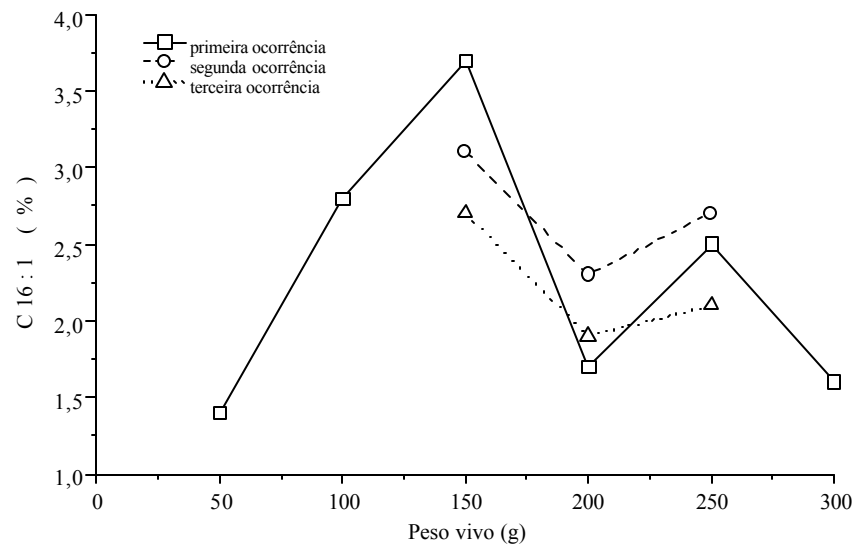


Figura 4A– Teor (%) do ácido graxo C 16:1 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

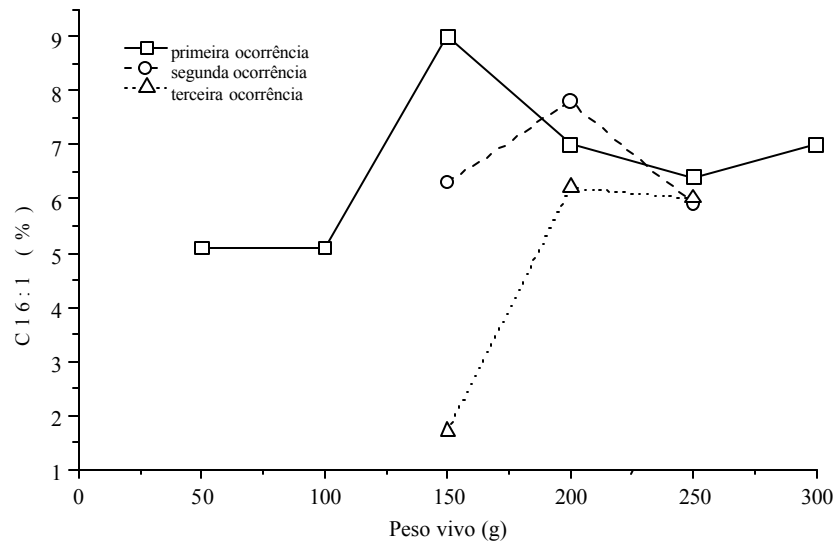


Figura 5A– Teor (%) do ácido graxo C 16:1 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

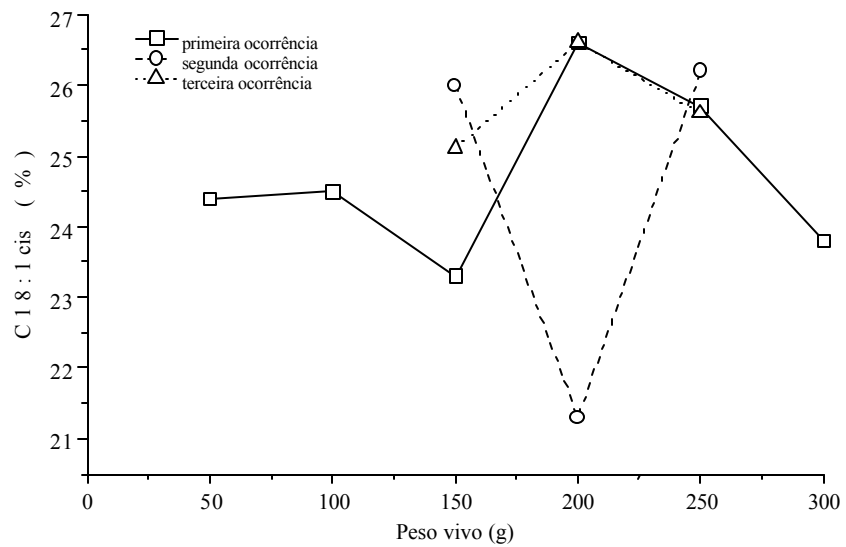


Figura 6A– Teor (%) do ácido graxo C18:1cis na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

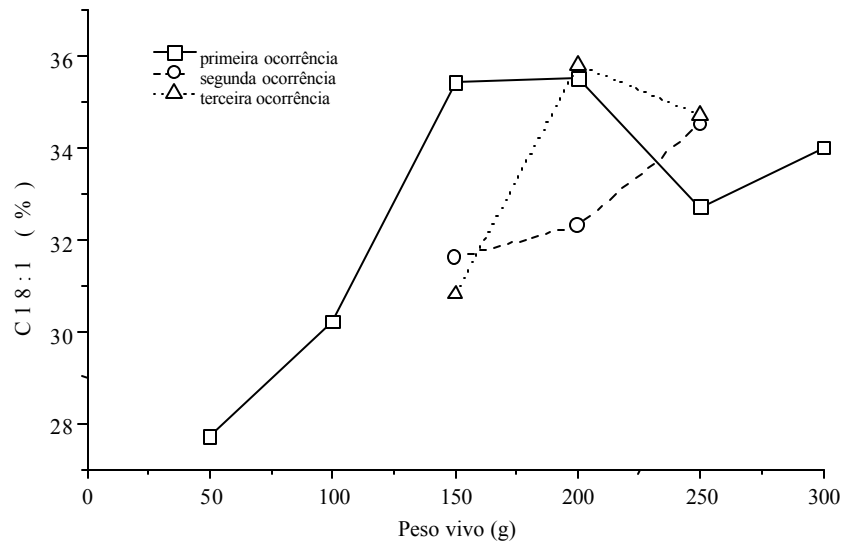


Figura 7A– Teor (%) do ácido graxo C 18:1 cis no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

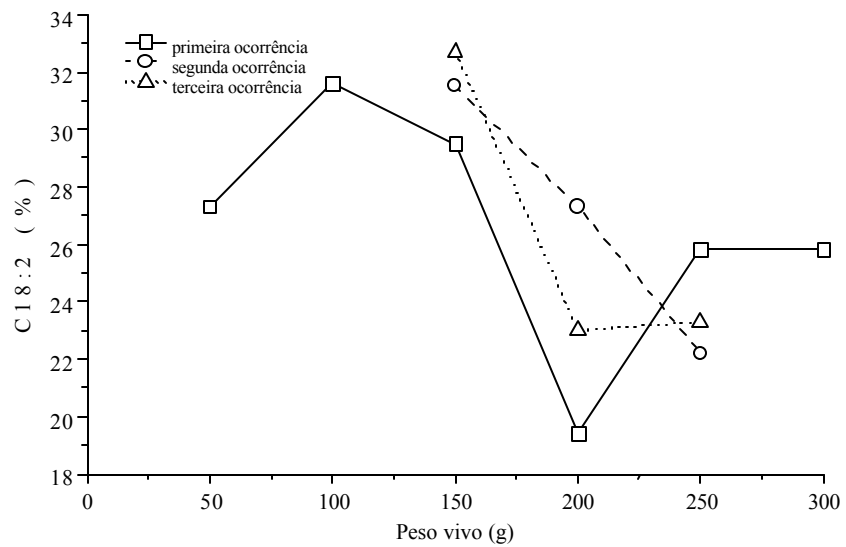


Figura 8A– Teor (%) do ácido graxo C18:2 cis na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

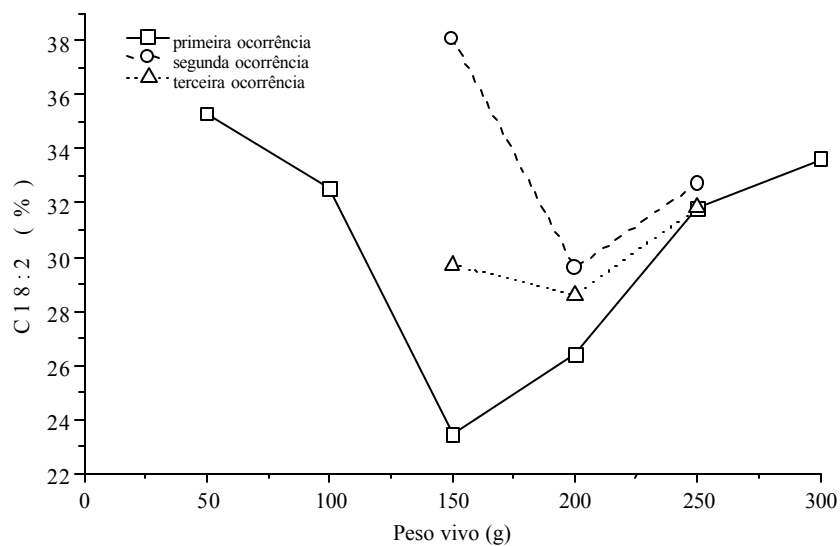


Figura 9A– Teor (%) do ácido graxo C 18:2 cis no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

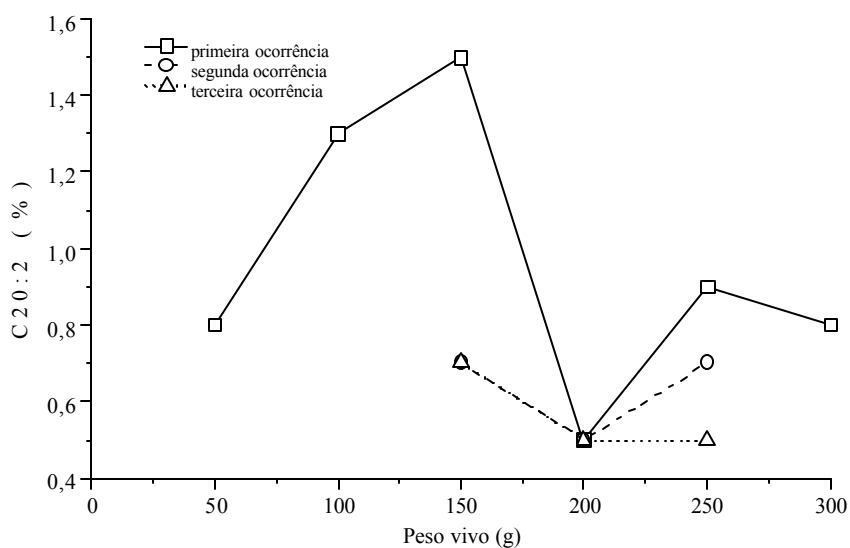


Figura 10A– Teor (%) do ácido graxo C 20:2 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1ª, 2ª e 3ª ocorrências.

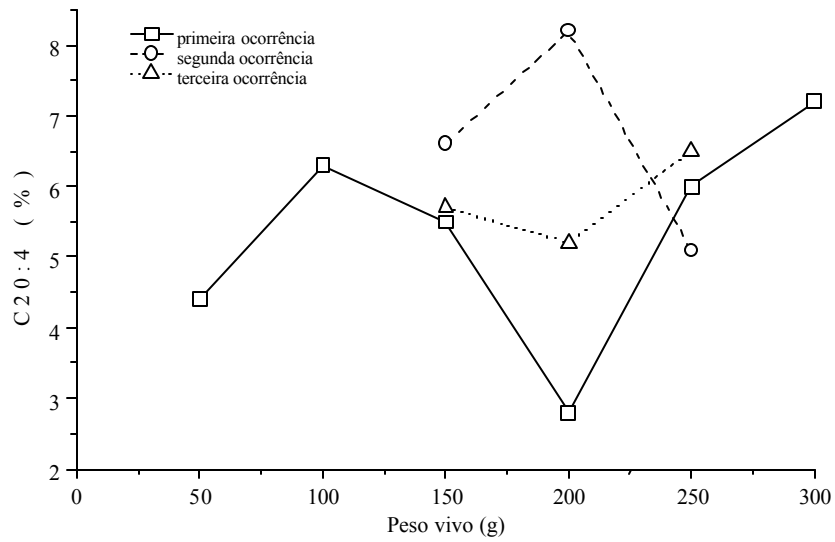


Figura 11A – Teor (%) do ácido graxo C 20:4 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

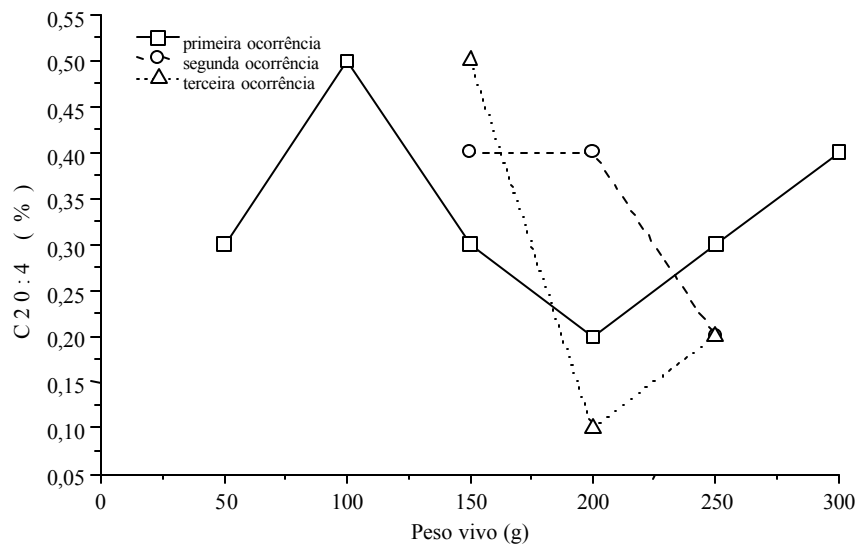


Figura 12A – Teor (%) do ácido graxo C 20:4 no corpo gorduroso, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

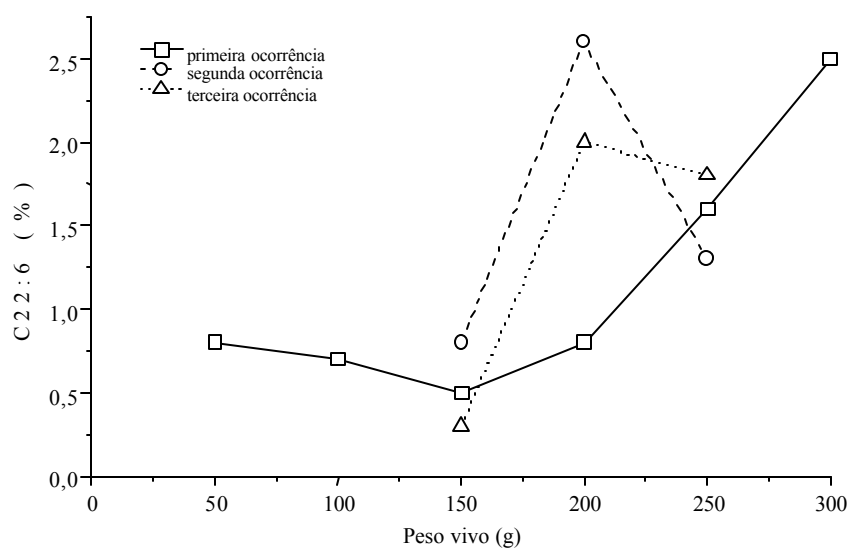


Figura 13A – Teor (%) do ácido graxo C 22:6 na gordura intramuscular, em função do peso vivo (g), nas 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> ocorrências.

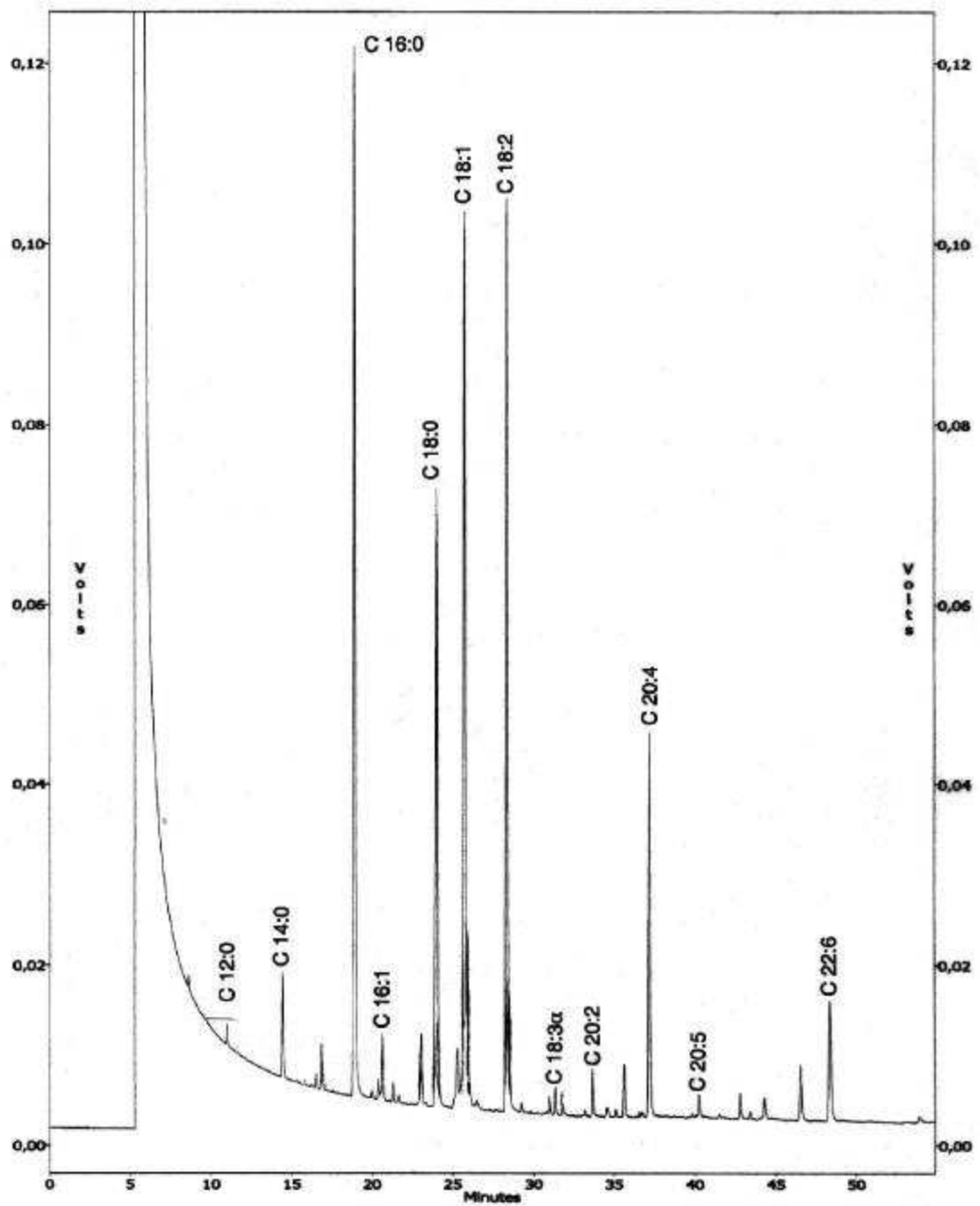


Figura 14A – Cromatograma de amostra de ésteres metílicos de ácidos graxos da gordura intramuscular da rã-touro.

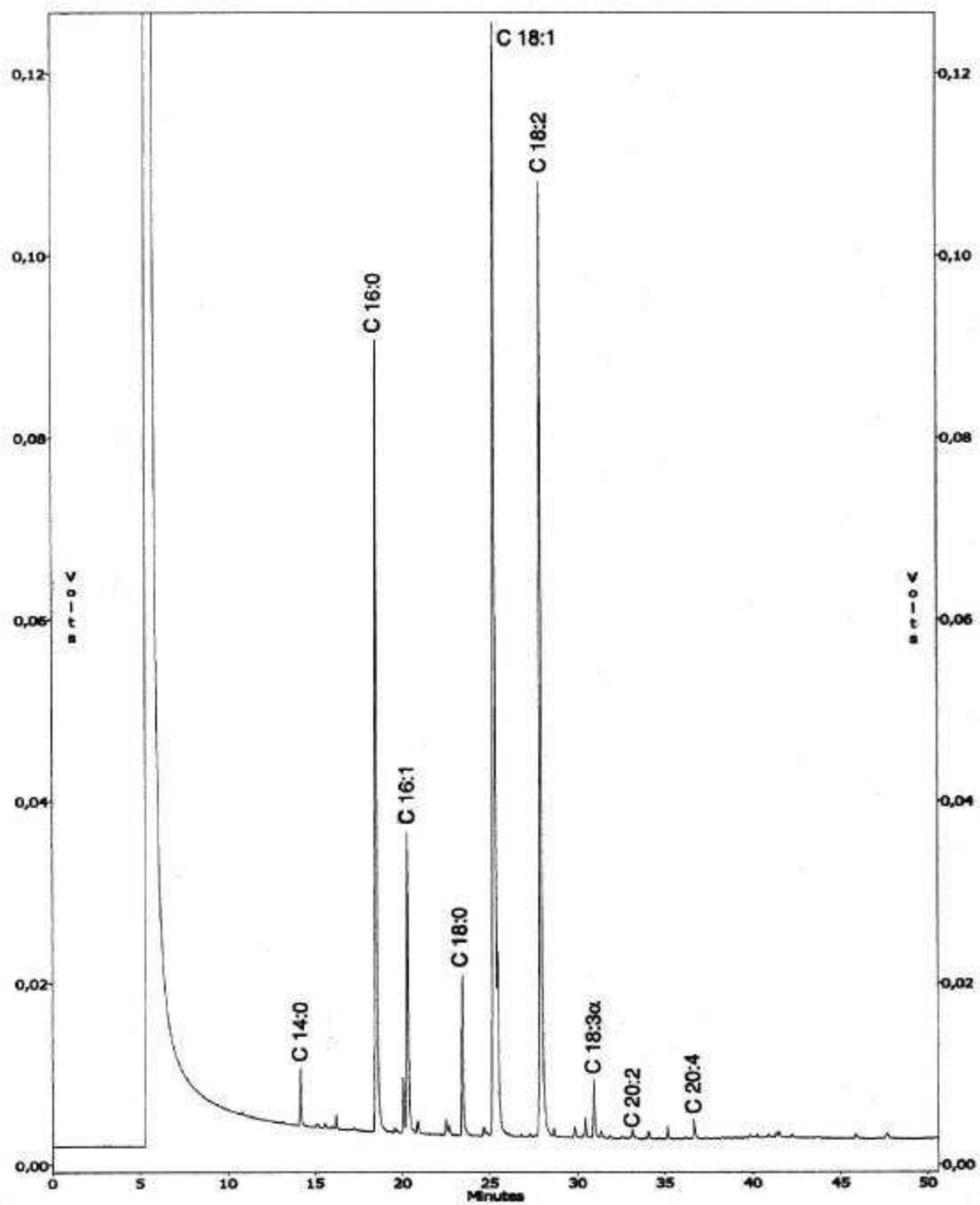


Figura 15A – Cromatograma de amostra de ésteres metílicos de ácidos graxos da gordura do corpo gorduroso da rã-touro.