

MÔNICA CHLAD

**DIÂMETRO E FREQUÊNCIA DE FIBRAS MUSCULARES
ESQUELÉTICAS DE OVINOS, EM DIFERENTES FAIXAS DE PESO,
SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR E REALIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”

Orientador
Prof. Ph.D. Juan Ramón Olalquiaga Pérez

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Chlad, Mônica.

Diâmetro e frequência de fibras musculares esqueléticas de ovinos, em diferentes faixas de peso, submetidos à restrição alimentar e realimentação / Mônica Chlad. – Lavras : UFLA, 2008.

71 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Juan Ramón Olalquiaga Pérez.

Bibliografia.

1. Fibras musculares. 2. Ovinos. 3. Restrição alimentar. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.313

MÔNICA CHLAD

**DIÂMETRO E FREQUÊNCIA DE FIBRAS MUSCULARES
ESQUELÉTICAS DE OVINOS, EM DIFERENTES FAIXAS DE PESO,
SUBMETIDOS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR E REALIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”

APROVADA em 26 de setembro de 2008

Profa. Dra. Rosa Maria Gomes de Macedo	CESUMAR
Prof. Dr. Joel Augusto Muniz	UFLA
Prof. Ph.D. Luis David Solis Murgas	UFLA
Prof. Dr. Eduardos Mendes Ramos	UFLA

Prof. Ph.D. Juan Ramón Olalquiaga Pérez
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A Deus,

responsável por todos os momentos de minha vida,

OFEREÇO.

A meu irmão, Paulo,

por não me deixar desistir antes mesmo de começar;

A meus pais, Nelson e Terezinha, por todo amor e apoio,

Ao querido Ronan, por sempre estar a meu lado,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez, pela dedicação, paciência, boas idéias e conselhos.

A Thaís, companheira de experimento e amiga, por toda a ajuda, durante o experimento e depois dele. Você é especial.

À professora Rosa Maria Gomes Macedo, por todas as sugestões e pela oportunidade de realizar as análises e a Graziela Santello, por toda a paciência ao me ensinar a realizar as análises.

Ao professor Luis David Solis Murgas, pela ajuda na discussão dos resultados, e ao professor Eduardo Mendes Ramos, pelas sugestões.

Aos estatísticos, professor Joel Augusto Muniz, Taciana e Denismar, por toda a ajuda com as análises estatísticas e pelas dúvidas sanadas.

Às funcionárias do Laboratório de Histologia da Universidade Estadual de Maringá, Eurides, Dos Anjos e Elizeti e aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFLA, Zé Virgílio, Márcio, Eliana e Suelba.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFLA, Carlos, Kátia, Pedro e Keila, pela boa vontade. Aos funcionários do Setor de Ovinocultura, João Batista, Délson e Ednaldo, pelo cuidado dos animais e colaboração durante o experimento.

Aos colegas do Grupo de Apoio à Ovinocultura (GAO), pela ajuda na condução do experimento e ao colega Flávio Moreno, por toda a ajuda no início do experimento.

A meus pais, Nelson e Terezinha, que, mesmo longe, sempre me apoiaram e me deram coragem para continuar. Amo vocês.

Ao meu querido Ronan, pela ajuda, companhia e por toda a paciência.

Às grandes amigas, Leticia Lorençon e Alexandra Potença, pelas dicas de coletas de amostras, por me receberem tão bem em Maringá, durante o período das análises e, acima de tudo, pela amizade inquestionável.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

BIOGRAFIA

Mônica Chlad, filha de Nelson e Terezinha Chlad, nasceu em Cascavel, PR, em 24 de maio de 1983.

Em março de 2001 iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, concluindo-o em dezembro de 2005.

Em março de 2006 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Mestrado, Área de Concentração em Nutrição de Ruminantes, na Universidade Federal de Lavras.

No dia 26 de setembro de 2008, submeteu-se à banca examinadora para defesa desta dissertação.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Definição de crescimento animal	3
2.2 Tecido muscular esquelético	4
2.3 Miogênese e crescimento muscular	5
2.4 Caracterização das fibras musculares	7
2.5 Tipos de fibras muscular e a qualidade da carne	9
2.6 Efeitos da restrição alimentar	11
2.7 Crescimento compensatório após realimentação	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local do experimento e animais	15
3.2 Tratamentos experimentais	15
3.3 Coleta e processamento das amostras	17
3.4 Delineamento experimental e análise estatística	19
3.5 Variáveis analisadas	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 Tipos de fibras musculares	22
4.2 Diâmetros de fibras musculares	26
4.3 Frequência relativa de diâmetros de fibras musculares	29
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	50

RESUMO

CHLAD, Mônica. **Diâmetro e frequência de fibras musculares esqueléticas de ovinos, em diferentes faixas de peso, submetidos à restrição alimentar e realimentação.** 2008. 71p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*.

A fim de diminuir os custos de produção, ou por ocasião de menor disponibilidade de alimentos em determinados períodos do ano, a restrição alimentar é comumente observada. A frequência de fibras musculares lentas oxidativas (SO), rápidas oxidativas e glicolíticas (FOG) e rápidas glicolíticas (FG) varia de acordo com diversos fatores, como idade, sexo, grupo genético e nutrição, e a proporção de fibras musculares tem influência na qualidade da carne. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as modificações ocorridas nas proporções e diâmetro das fibras musculares de dois músculos, durante um período de restrição alimentar seguido de realimentação. Foram utilizados 23 animais, em um esquema fatorial, com quatro sistemas de alimentação e duas faixas de peso. Os sistemas de alimentação foram: (1) referência, abatidos no início do experimento; (2) controle, alimentados para ganho de peso de 300g.dia⁻¹; (3) restrição alimentar, alimentados para manutenção do peso vivo e (4) realimentação, alimentados da mesma forma que os animais do grupo de controle, após um período de restrição alimentar. As faixas de peso compreenderam animais com peso inicial médio de 33,8±1,7kg (leves) e 55,8±4,5 kg (pesados). Enquanto as proporções de fibras do músculo *Longissimus dorsi* (LD) não foram influenciadas pela da restrição alimentar ou realimentação, maiores proporções de fibras SO foram observadas no músculo *Semimembranosus* (SM) dos animais pesados submetidos à restrição alimentar, com ou sem realimentação ($p= 0,0001$), devido ao aumento do metabolismo oxidativo durante o período de restrição alimentar. Para o diâmetro de fibras, foram observadas diferenças entre os grupos de peso, para ambos os músculos ($p= 0,0096$; $p= 0,0433$ para LD e SM, respectivamente). Entretanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos, o que sugere que os animais tenham sido submetidos à restrição alimentar após o período de maior crescimento muscular.

* Comitê Orientador: Juan Ramón Olalquiaga Pérez (Orientador), Joel Augusto Muniz - UFLA, Maria Cristina Bressan - UFLA.

ABSTRACT

CHLAD, Mônica. **Diameter and frequency of skeletal muscle fibers of sheep, in different body weights, submitted to feed restriction and refeeding.** 2008. 71p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal Univeristy of Lavras, Lavras*.

In order to reduce production costs, or for occasion of reduced food availability in some periods of the year, food restriction is usually observed. The frequency of slow oxidative (SO), fast oxidative and glycolytic (FOG) and fast glycolytic (FG) muscular fibres varies according to several factors, mainly age, sex, genetic group and nutrition, and fiber proportion has influence in meat quality. This work aimed to evaluate the exchange between fiber types and it's diameters in two muscles during food restriction period and compensatory growth. 23 animals had been used, in an factorial assay, with four feeding systems and two different initial live weights. The feeding systems were: (1) reference, slaughtered at the beginning of the experiment; (2) control, fed for daily weight gain of $300\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$; (3) feed restriction treatment, fed for live weight maintenance; and (4) refeeding, after a period of food restriction, fed in the same way that the animals of control group. The two bands of weight included animals with average weight of $33,8 \pm 1,7\text{kg}$ (light) e $55,8 \pm 4,5 \text{ kg}$ (heavy). *Longissimus dorsi* muscle was not influenced by feed restriction or refeeding. Higher proportions of SO fibers were observed in *Semimembranosus* muscle of feed restriction and refeeding groups ($p= 0,0001$). This observation may be related to an increase in oxidative metabolism during the food restriction period. For fiber diameter, differences between the two different live weights were observed in both muscles ($p= 0,0096$; $p= 0,0433$ for LD and SM respectively), but there was no differences between feeding systems. That suggests that the restricted animals have been submitted to nutritional restriction after the period of higher muscular growth.

* Guidance Committee: Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA (Major Professor), Joel Augusto Muniz - UFLA, Maria Cristina Bressan - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de ovinos vem passando por modificações acentuadas nos últimos anos. A produção de carne ovina, atualmente, não é suficiente para suprir o mercado interno e tem-se observado, além de aumento na produção, maior volume de importações. A procura, pelos consumidores, por produtos de melhor qualidade tem levado à formalização dos abates, à busca pela padronização dos produtos e à regularização da oferta.

A produção animal apóia-se sobre dois pontos principais: a redução dos custos, que se refere principalmente à alimentação, e o fornecimento de produtos de qualidade ao mercado consumidor. Por ocasião de menor disponibilidade de alimentos em determinados períodos do ano, a restrição alimentar é comumente observada e, desde que seguida por um período de alimentação abundante, pode ser utilizada como alternativa de manejo. Esta estratégia é praticada há algum tempo e muitos avanços foram feitos na investigação dos processos metabólicos e fisiológicos no organismo dos animais durante a restrição, e no período subsequente, quando a alimentação adequada é restabelecida.

A produção de carne está relacionada, principalmente, à deposição de tecido muscular esquelético, formado por três tipos principais de fibras: fibras de contração lenta e metabolismo oxidativo (SO), fibras de contração rápida, com metabolismo oxidativo e glicolítico (FOG) e fibras de contração rápida e metabolismo glicolítico (FG). A frequência dos tipos de fibras varia de acordo com diversos fatores, destacando-se idade, sexo, grupo genético e nutrição. A modulação, ou seja, a transformação de um tipo de fibra em outro, pode ser conseguida por meio do manejo alimentar e sistema de terminação (Santello, 2005).

As propriedades do músculo são o reflexo das proporções dos tipos de fibras musculares presentes. Mudanças na frequência dos tipos de fibras musculares afetam as propriedades dos músculos, influenciando seu metabolismo após o abate e, conseqüentemente, a qualidade da carne (Brocks et al., 2000). O diâmetro das fibras também está relacionado à qualidade da carne, influenciando sua maciez. Acredita-se que animais com maior número de fibras de moderado tamanho produzam carne de melhor qualidade (Rehfeldt et al., 2000). O conhecimento das propriedades das fibras musculares e de fatores que influenciam sua modulação e diâmetro permite conhecer a dinâmica da qualidade de carne ao longo do desenvolvimento do animal (Picard et al., 2003).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência da restrição alimentar e da realimentação sobre a frequência e o diâmetro de fibras musculares dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros da raça Santa Inês, em diferentes faixas de peso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição de crescimento animal

Crescimento animal é definido, por Grant & Helferich (1991), como o aumento no tamanho e mudanças na capacidade funcional dos vários órgãos e tecidos, da concepção à maturidade e inclui aumento no tamanho e número das células (hipertrofia e hiperplasia, respectivamente).

O desenvolvimento fetal inicial é regulado por fatores genéticos, enquanto o crescimento nos estágios fetais mais avançados, assim como após o nascimento, depende de vários fatores, como *status* hormonal, nutrição e outros fatores ambientais (Grant & Helferich, 1991).

O crescimento pós-natal acompanha uma curva sigmoide, com baixas taxas de crescimento no início, mas com rápido aumento, seguido de queda nos estágios finais. A curva é semelhante para órgãos e tecidos, mas ocorre em períodos diferentes, ou seja, não podem ser sobrepostas. De maneira geral, o crescimento pós-natal se dá primeiro no tecido ósseo, seguido do tecido muscular e, finalmente, do tecido adiposo (Grant & Helferich, 1991).

A curva de crescimento pode ser modificada com a manipulação da dieta em diferentes estágios. Almeida (2005) observou que cordeiros jovens (43 dias) apresentaram maiores proporções de tecido ósseo, enquanto animais mais velhos (173 dias) apresentaram maior quantidade de tecido adiposo. Observou, ainda, que diferentes níveis de energia metabolizável influenciaram a composição da carcaça. Os animais alimentados com menores quantidades de energia metabolizável apresentaram maiores proporções de tecido ósseo, enquanto animais que receberam maiores quantidades de energia metabolizável apresentaram maiores proporções de tecido adiposo.

2.2 Tecido muscular esquelético

O tecido animal de maior importância para a produção de carne é o tecido muscular esquelético. A unidade de organização estrutural do músculo esquelético são fibras musculares, células altamente especializadas, longas, cilíndricas e multinucleadas, que respondem a alterações de demanda funcional. Cerca de 75% a 92% do volume total do tecido muscular é constituído pelas fibras musculares, sendo o restante constituído de matriz extracelular, tecido conjuntivo, fibras nervosas e vasos sanguíneos (Junqueira & Carneiro, 2008).

Circundando o músculo como um todo, existe uma bainha de tecido conjuntivo conhecido como epimísio, de cuja superfície interna partem septos para dentro do músculo, separando as fibras musculares em feixes. Esses septos constituem o perimísio, que contém os vasos sanguíneos e os nervos. A partir do perimísio, forma-se uma fina rede de fibras reticulares que envolve cada fibra muscular individualmente, chamada de endomísio. As proporções relativas de tecido conjuntivo e fibras musculares variam entre os músculos e, em parte, contribuem para a relativa dureza da carne (Lawrie, 2005).

O tecido conjuntivo mantém as fibras musculares unidas e permite que a força de contração gerada por cada fibra, individualmente, atue sobre o músculo inteiro e seja transmitida a outras estruturas, como tendões, ligamentos e ossos. O sarcoplasma apresenta-se preenchido principalmente por fibrilas paralelas, as miofibrilas, que conferem às fibras musculares o aspecto estriado (Junqueira & Carneiro, 2008).

2.3 Miogênese e crescimento muscular

A primeira indicação de miogênese (formação muscular) durante a embriogênese é o alongamento dos núcleos e dos corpos celulares das células mesenquimais ao se diferenciarem em mioblastos. Logo após, essas células primordiais se fundem para formar estruturas cilíndricas, alongadas e multinucleadas, os miotubos. O chamado processo de diferenciação ocorre quando os genes dos miotubos iniciam sua expressão músculo-específica, iniciando a síntese dos miofilamentos, quando, então, os miofilamentos param de se multiplicar. Os miotubos, agora com o sarcoplasma preenchido por miofilamentos e com os núcleos na periferia, passam a ser denominados fibras musculares (Coutinho et al., 1999; Moore & Persaud, 2008).

Durante a miogênese, as fibras musculares se desenvolvem em duas populações distintas. As fibras que se formam nos primeiros estágios da fusão dos mioblastos são denominadas fibras primárias e formam um arcabouço para o desenvolvimento de um grande número de células secundárias, formadas durante a segunda onda de diferenciação dos mioblastos fetais. Uma terceira população de mioblastos não forma fibras musculares, mas fica localizada próximo às miofibras e é chamada miosatélite. As fibras primárias, em mamíferos, dão origem a células oxidativas de contração lenta, enquanto as secundárias originam células glicolíticas de contração rápida. Não obstante, devido a desafios ambientais, pode ocorrer conversão de um tipo de célula para outro, durante o período pós-natal (Bridi et al., 2008).

O período para que a miogênese seja completa parece depender do músculo estudado, havendo divergência entre autores. Entretanto, parece que o número de fibras musculares primárias se estabiliza entre os 100 e 140 dias de gestação (Ashmore et al., 1972; Greenwood et al., 2000; Mexia et al., 2006).

Após este período, fatores ambientais passam a ter importância primordial para o crescimento muscular pré-natal.

Segundo Wigmore & Stickland (1993), citados por Bridi et al. (2008), as fibras primárias são resistentes à influência do ambiente, não aumentando seu número em função da nutrição ou hormônios, enquanto as fibras secundárias são susceptíveis.

O crescimento da musculatura esquelética após o nascimento se dá pela proliferação das células satélites, o que resulta em aumento do DNA, fusão das células satélites nas miofibras existentes, seguida de aumento de RNA e, finalmente, deposição de proteína muscular e hipertrofia das miofibras (Bergen & Merkel, 1991).

Geralmente, os machos inteiros possuem fibras musculares maiores que as fêmeas e animais castrados. Em condições normais, o diâmetro das fibras musculares aumenta com a idade, com a alimentação apropriada e com a atividade física (Moody et al., 1980; Arrigoni et al., 2004).

Brandstetter et al. (1998a) estudaram o desenvolvimento pós-natal de diferentes músculos bovinos e observaram que o crescimento de cada músculo em relação ao crescimento total da massa muscular, ou seja, os coeficientes de crescimento alométrico oscilam com a idade e são diferentes para cada músculo estudado. As autoras observaram que os músculos *Biceps femoris* e *Semitendinosus* apresentaram queda no coeficiente de crescimento alométrico com o aumento da idade, enquanto o músculo *Triceps branchii* apresentou maior coeficiente de crescimento alométrico ao final do período experimental. O músculo *Longissimus dorsi* apresentou coeficiente alométrico sempre próximo a um, indicando que este músculo acompanha o desenvolvimento total do tecido muscular.

2.4 Caracterização das fibras musculares

Um dos primeiros relatos documentados sobre a classificação das fibras musculares foi produzido por Ranvier (1873), citado por Minamoto (2005), baseado na coloração do músculo: vermelha ou branca. A partir de então, diversas foram as metodologias desenvolvidas para a classificação das fibras musculares, baseando-se no metabolismo oxidativo ou glicolítico das fibras, na sua resistência à fadiga, sensibilidade ao pH ou atividade ATPásica da miosina (Minamoto, 2005).

Uma das terminologias utilizadas, atualmente, é a proposta por Peter et al. (1972). As características metabólicas das fibras musculares, demonstradas pela reação histoquímica nicotinamida adenina dinucleotídeo - tetrazolium redutase (NADH-TR), são evidenciadas pela intensidade do produto da reação (formazana), que permite classificar as fibras em: FG (*fast glycolytic* – fibras de contração rápida e metabolismo glicolítico); FOG (*fast oxidative- glycolytic* – fibras de contração rápida de metabolismo glicolítico e oxidativo) e SO (*slow oxidative* – fibras de contração lenta e metabolismo oxidativo).

De forma geral, as fibras vermelhas têm diâmetro menor, grande proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo e níveis baixos de enzimas glicolíticas. As mitocôndrias são mais numerosas e de maior tamanho que as das fibras brancas, além do pigmento mioglobina em abundância; isto é um reflexo da maior atividade metabólica oxidativa das fibras vermelhas, uma vez que as enzimas oxidantes se associam às mitocôndrias. A organização do retículo sarcoplasmático é mais complexa e as linhas Z são espessas. Elas possuem maior leito capilar, o que facilita a transferência de resíduos metabólicos e nutrientes e oxigênio a partir dos vasos; apresentam, ainda, maior conteúdo de lipídeos, fonte de combustível metabólico, juntamente com a glicose; contraem-se mais lentamente e por um período de tempo maior, se

fadigam menos facilmente e geram tensão muscular relativamente menor que as fibras brancas (Forrest et al., 1979; Banks, 1991).

As fibras brancas são maiores, ricas em enzimas glicolíticas e pobres em atividade enzimática oxidativa. As mitocôndrias estão presentes em pequena quantidade e são de menor tamanho que as das fibras vermelhas, possuindo uma pequena quantidade de mioglobina. A organização do retículo sarcoplasmático é simples e as linhas Z são finas. O metabolismo glicolítico que predomina nas fibras brancas acontece tanto na presença como na ausência de oxigênio. As fibras brancas têm um menor leito capilar que as vermelhas e apresentam um sistema tubular T muito mais desenvolvido. Contraem-se rapidamente, gerando grandes picos de tensão muscular, mas se fadigam com facilidade (Forrest et al., 1979; Banks, 1991).

As fibras intermediárias se contraem mais rapidamente que as vermelhas, mas são mais resistentes à fadiga que as brancas. Possuem pequena quantidade de mioglobina e uma quantidade intermediária de mitocôndrias. Apresentam os metabolismos oxidativo e glicolítico e os conteúdos de lipídeos e de glicogênio. São intermediárias entre as vermelhas e brancas, assim como a espessura da linha Z (Banks, 1991).

O que determina o fenótipo muscular é a demanda funcional à qual o músculo é submetido. Sabe-se que todas as fibras musculares teriam um fenótipo de fibra rápida, a não ser que as mesmas sejam submetidas a condições de alongamento e tensão isométrica. Dessa forma, músculos posturais ou músculos de contração repetitiva e lenta (tônicos), responsáveis pela manutenção do corpo contra a gravidade, gerariam a necessidade de maiores proporções de fibras resistentes à fadiga, oxidativas e, portanto, apresentam predomínio de fibras de contração lenta. Os músculos envolvidos com movimentos fásicos, responsáveis pela força muscular, exigem maior quantidade de fibras de

contração rápida, glicolíticas, capazes de suplemento rápido de energia (Brandstetter et al., 1997; Minamoto, 2005).

A proporção e o tamanho dos tipos de fibras musculares no músculo esquelético de animais adultos são resultado da interação de vários fatores. Além de determinação genética, os músculos têm capacidade de adaptar as funções metabólicas e a composição das fibras musculares a influências ambientais. Sabe-se que as proporções de fibras musculares se modificam de acordo com a região do músculo analisada e que essas diferenças se tornam menos acentuadas com a idade (Rivero & Diz, 1992; Brandstetter et al., 1997).

A modulação, transformação de um tipo de fibra em outro, pode ser ocasionada por variações hormonais, idade, exercício físico e alimentação. Estudos demonstram que o treinamento físico, assim como a restrição alimentar, exerce influência sobre as características metabólicas e funcionais das fibras, causando um aumento nas proporções das fibras oxidativas (Ciabattari et al., 2005; Bee et al., 2007). Para animais destinados ao abate, a influência do sistema de criação e terminação e do manejo alimentar é de grande importância na modulação das fibras musculares (Minamoto, 2005; Santello, 2005).

O discernimento em relação aos tipos de fibras musculares é importante no controle da qualidade da carne. As fibras musculares têm influência na maciez e no sabor da carne e o conhecimento de suas propriedades e fatores que influenciam a modulação permite dominar a dinâmica da qualidade de carne, ao longo do desenvolvimento do animal (Picard et al., 2003).

2.5 Tipos de fibras muscular e a qualidade da carne

As propriedades do músculo são um reflexo das proporções e dos tipos de fibras musculares presentes. Mudanças na composição dos tipos de fibras musculares afetam as propriedades do músculo, o que influencia o metabolismo

do músculo após o abate e, conseqüentemente, a qualidade da carne (Brocks et al., 2000).

A influência das características das fibras musculares na qualidade de carne está relacionada com a queda do pH *post mortem*, a capacidade de retenção de água, a maciez e as propriedades sensoriais, a estrutura protéica e a composição química do músculo. Além disso, as fibras oxidativas apresentam maior susceptibilidade ao encurtamento pelo frio e as fibras glicolíticas parecem ser ligeiramente mais suscetíveis à autólise que as fibras oxidativas (Abbott et al., 1977; Pilar Ceña et al., 1992; Ferrão, 2006).

Diferentes tipos de fibras musculares apresentam diferentes comportamentos de degradação durante a maturação da carne. Fibras glicolíticas apresentaram maior atividade ATPásica, logo após o abate, que as fibras oxidativas, mas estão mais propensas à inativação por uma queda rápida de pH. Isso também implica dizer que a composição do músculo tem efeito significativo na taxa e na extensão de proteólise *postmortem* (Park et al., 2007). Whipple & Koohmaraie (1992) reportaram que menor proteólise ocorreu em músculos de características oxidativas do que em músculos glicolíticos, o que coincidiu com maior atividade da enzima calpastatina em músculos vermelhos.

Hadlich (2007) analisou o músculo *Semitendinosus* de bovinos e encontrou correlação positiva entre a área e o diâmetro das fibras FG e valores de força de cisalhamento e correlações negativas entre área e diâmetros das fibras FG e índice de fragmentação miofibrilar. Segundo a autora, o tamanho da fibra muscular pode influenciar negativamente nas características de qualidade de carne, em especial a maciez.

2.6 Efeitos da restrição alimentar

A fim de diminuir os custos, ou por ocasião de baixos índices pluviométricos, e, portanto, menor disponibilidade de alimento durante certos períodos do ano, é comum a restrição de alimentos para os animais destinados à produção de carne. A alimentação abundante durante o período das águas permite ao animal compensar, parcial ou totalmente, o atraso de crescimento do período de restrição. Este manejo é praticado há muito tempo e acontece anualmente em clima tropical. Muitos avanços foram feitos na investigação dos processos metabólicos e fisiológicos do crescimento compensatório (Hoch et al., 2003).

A restrição alimentar ocasiona baixo ganho de peso, manutenção do peso corporal ou, em alguns casos, perda de peso. Se a restrição persistir por tempo suficiente, o animal desenvolve mecanismos para diminuir os prejuízos causados pela alimentação inadequada.

Os tecidos reagem diferentemente à restrição alimentar que afeta, pela ordem, vísceras, tecidos adiposo e tecido muscular. Even & Nicolaidis (1993) observaram que ratos submetidos à restrição alimentar severa apresentaram redução adaptativa no gasto de energia, devido à diminuição da atividade e, provavelmente, diminuição do gasto de energia basal. Segundo os autores, a maior parte da diminuição dos gastos de energia é associada a mecanismos passivos, como perda de peso corporal. Esta redução depende da severidade da restrição alimentar, da sua duração e de outros fatores, como idade, raça, sexo e composição corporal.

Estudos mostraram, em animais submetidos à restrição alimentar, um menor gasto de energia, expressa em unidades de peso, entre 13% a 20% em relação a animais alimentados acima das suas necessidades. Os tecidos esplâncnicos apresentam redução de gasto de energia de até 38%. Esta

diminuição das necessidades energéticas de manutenção pode ser explicada por uma diminuição da dimensão e do peso dos tecidos e ou uma diminuição da atividade metabólica por unidade de pesos para a totalidade ou parte dos tecidos (Ortigue & Durand, 1995). Além disso, a síntese e a degradação protéica, que representam cerca de 45% dos gastos energéticos do organismo (Lobley, 1993), são alteradas fortemente pela restrição alimentar.

Alterações hormonais também são observadas durante a restrição alimentar. Observa-se um aumento nos níveis séricos de hormônio do crescimento (GH, *growth hormone*) e diminuição nos níveis de fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1, *insulin-like growth factor 1*) e insulina. Em seguida, diminuição nos hormônios da tireóide triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) e diminuição da taxa de leptina foram observadas em bovinos e ovinos durante a restrição (Henricks et al., 1994; Chilliard et al., 1999; Cassar-Malek et al., 2001). O conjunto dessas modificações hormonais tem como consequência a alteração da distribuição da energia, favorecendo, em especial, a mobilização das reservas corporais (Henricks et al., 1994).

Modificações ocasionadas pela restrição alimentar também ocorrem na composição da carcaça e nas características musculares dos animais. De maneira geral, a carcaça de animais com consumo restrito apresenta menor proporção de gordura, quando comparada a animais que não foram submetidos à restrição alimentar (Silva & Leão, 1979). Arrigoni et al. (1998) observaram que a restrição alimentar em bovinos determinou alterações na composição das fibras musculares. Os autores observaram diminuição da proporção de fibras FG e SO, e aumento nas proporções de fibras FOG. Pacheco et al. (2007) observaram que o diâmetro das fibras musculares dos suínos submetidos à restrição alimentar, seguido de uma fase de realimentação, não foi alterado.

2.7 Crescimento compensatório após realimentação

Após um período de restrição alimentar, os animais tendem a apresentar maiores taxas de crescimento, quando comparados a animais de mesma idade, que não tiveram o crescimento afetado por estresse nutricional. Esta compensação pode ser completa, parcial ou, em casos de restrição muito severa e ou prolongada, inexistente. Neste último caso, ocorrem diminuição do peso adulto e atraso permanente no desenvolvimento. O aumento na taxa de crescimento é influenciado por diversos fatores. Dentre eles, destacam-se a idade do animal na qual a restrição foi imposta, a severidade e a duração da restrição, e a forma e o tempo de realimentação (Hoch et al., 2003).

Durante o início da fase de realimentação, o metabolismo do animal continua adaptado a um pequeno aporte de nutrientes. O metabolismo basal do animal continua a ser baixo e aumenta lentamente com o passar do tempo, durante a adaptação à nova dieta. Os requerimentos de energia de manutenção para animais no início da compensação são, portanto, menores que para animais de crescimento contínuo, graças às adaptações durante a fase de restrição (Fox et al., 1972; Almeida et al., 2001). A duração do período de compensação, entretanto, depende da duração do período de restrição e da adaptação ao nível nutricional mais baixo.

Alguns autores associam o maior ganho de peso a um aumento na ingestão de matéria seca (Sainz et al., 1995; Fontes et al., 2007). Entretanto, são grandes as variações para observações relacionadas à ingestão de matéria seca após a restrição. Ryan et al. (1993) não observaram aumento no consumo de matéria seca por bovinos e ovinos, e atribuíram o maior ganho de peso à melhora na eficiência alimentar dos animais. O aumento no consumo de matéria seca parece estar relacionado com a severidade da restrição, e diferenças de

desenvolvimento do trato digestivo, glândulas anexas e fígado, durante a fase de subalimentação.

No início da fase de realimentação, observa-se aumento nos níveis de IGF-I e insulina, hormônios ligados à síntese protéica. A realimentação traduz-se, então, num forte aumento da síntese, da degradação e do ganho protéico de vísceras e músculos, sobretudo nos primeiros 35 dias. Ocorre, ainda, diminuição dos níveis de GH e o conjunto de modificações nos níveis hormonais resulta em balanço energético positivo (Jones et al., 1990; Henricks et al., 1994; Rossi et al., 2001).

A quantidade de gordura e proteína na carcaça de animais que passaram por restrição alimentar seguida de realimentação também é extremamente variável. Alguns autores observaram maior deposição protéica, enquanto outros reportaram maior deposição de gordura após realimentação. Fox et al. (1972) observaram que a deposição de proteína é maior apenas no início da fase de realimentação e, após certo período, os animais realimentados apresentam mesma composição de gordura e proteína na carcaça que animais de crescimento contínuo (Henricks et al., 1994). O estágio da curva de crescimento à qual a restrição e realimentação foram impostas tem grande variação entre diferentes estudos, afetando os resultados para composição química da carcaça e dificultando comparações entre diversos experimentos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e animais

O experimento foi realizado no período entre outubro de 2006 e março de 2007, no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Foram utilizados 23 cordeiros machos inteiros, da raça Santa Inês. Duas diferentes faixas de pesos foram avaliadas:

- 1) cordeiros pesados, com peso médio de $55,8 \pm 4,5$ kg;
- 2) cordeiros leves, com peso médio de $33,8 \pm 1,7$ kg.

Os animais foram previamente vermifugados e mantidos em confinamento, em baias individuais, durante todo o experimento.

3.2 Tratamentos experimentais

Os cordeiros foram distribuídos em quatro sistemas de alimentação:

- a) grupo referência, abatido no início do experimento;
- b) grupo controle, alimentado para que expressassem máximo potencial de ganho de peso (dieta formulada para ganho de $300\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$), abatido 13 semanas após o início do período experimental;
- c) grupo restrição alimentar, recebendo dieta para manutenção do peso corporal, abatido 13 semanas após o início da restrição;
- d) grupo realimentação, submetido à restrição alimentar durante as primeiras 13 semanas e realimentados em seguida, até atingirem o mesmo peso dos animais do grupo controle, quando foram abatidos. A quantidade de alimento fornecida aos animais durante a compensação

foi calculada de forma que não excedesse o consumo dos animais do grupo de crescimento contínuo, com peso equivalente.

Os pesos médios dos animais no início do experimento e ao abate estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1. Peso inicial, final, período de confinamento e ganho médio diário dos animais do experimento

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Confinamento (dias)	Ganho peso (g/dia)
Leves				
A (referência)	33,1	-	-	-
B (controle)	32,6	47,6	92	0,163
C (restrição)	34,6	40,7	93	0,064
D (compensação)	34,8	54,9	57	0,237
Pesados				
A (referência)	58,8	-	-	-
B (controle)	56,5	69,1	90	0,140
C (restrição)	55,8	63,3	93	0,087
D (compensação)	54,3	70,7	57	0,130

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas de acordo com o Agricultural and Food Research Council - AFRC (1993), atendendo às necessidades nutricionais para cada faixa de peso (leves ou pesados) e para os diferentes objetivos (ganho de peso ou manutenção). Para a base de cálculo, considerou-se um ganho de peso aproximado de 300 g.dia⁻¹, para o grupo de crescimento contínuo.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, fornecendo-se a quantidade total de feno e metade do concentrado pela manhã e o restante do concentrado à tarde. Os animais tinham acesso à água à vontade.

TABELA 2. Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais e as respectivas composições nutricionais

Alimentos	Crescimento contínuo		Restrição alimentar	
	Leves	Pesados	Leves	Pesados
Proporção dos ingredientes				
Feno Coast Cross (%)	28,19	24,49	41,17	35,68
Milho (%)	31,63	31,80	25,91	27,21
Farelo soja (%)	7,11	10,66	5,83	9,12
Polpa cítrica (%)	30,94	31,10	25,34	26,61
Uréia (%)	2,12	1,96	1,73	1,67
Composição química				
EM (kcal/kg)	2674	2679	2659	2665
PB (% MS)	13,31	14,92	12,05	13,65
FDN (% MS)	34,91	34,73	43,15	41,51
FDA (% MS)	19,28	18,17	23,84	22,08

3.3 Coleta e processamento das amostras

Logo após o abate, foram colhidas amostras de tecido muscular do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela, e da região superficial do músculo *Semimembranosus*. Após aparadas e reduzidas a fragmentos de, aproximadamente, 1 X 0,5 X 0,5 cm, as amostras foram polvilhadas com talco e congeladas em nitrogênio líquido, armazenadas em nitrogênio líquido até o processamento.

O material foi processado no Laboratório de Histologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Durante o processamento do material coletado, os

segmentos musculares foram transferidos para a câmara do criostato, para a obtenção de cortes histológicos. As amostras foram afixadas aos suportes metálicos do criostato, utilizando-se de adesivo OCT Tissue TEK, com os segmentos musculares orientados para a obtenção de cortes transversais das fibras.

Os cortes com dez micrômetros (μm) de espessura foram submetidos à técnica nicotinamida adenina dinucleotídio tetrazólio redutase (NADH-TR), para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico, descrita por Pearse (1972), modificada por Dubowitz & Brooke (1973). As fibras foram classificadas em SO, FOG e FG, segundo Peter et al. (1972), levando-se em conta a coloração das fibras após reação (Figura 1).

Para a realização da contagem e a classificação dos tipos de fibras foi utilizada uma câmera digital de alta resolução, acoplada ao microscópio e, para a realização das medidas de menor diâmetro das fibras, utilizou-se o programa Image Pro-Plus 4.1. Uma lâmina por músculo de cada animal foi utilizada e de cada lâmina foram avaliados dez campos, com ampliação final de 200X.

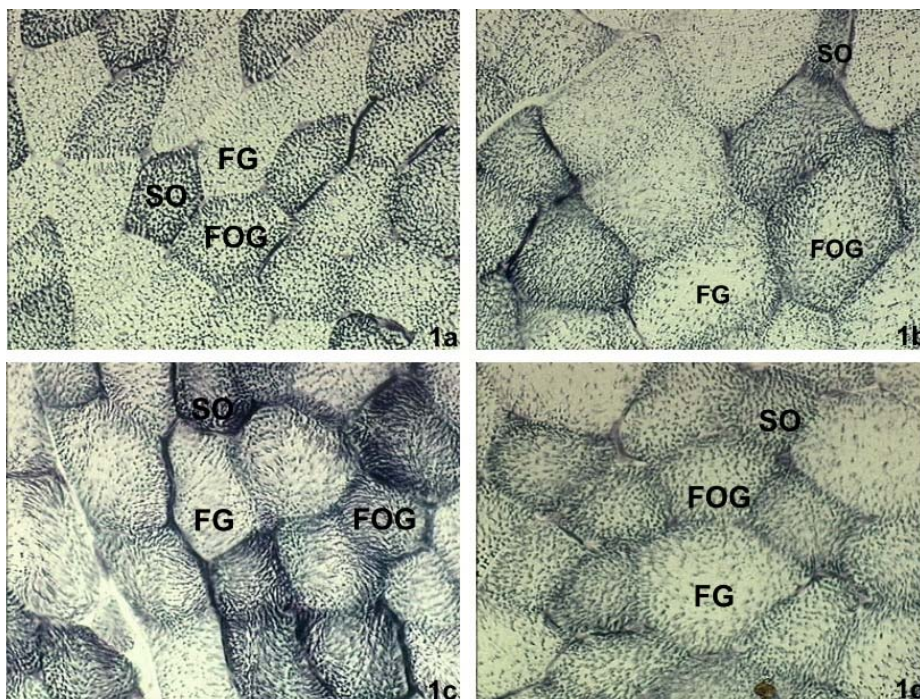


FIGURA 1. Cortes transversais do músculo *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de ovinos. NADH-TR. 200X. a- LD de cordeiro submetido à restrição alimentar, do grupo leve. b - LD de cordeiro de crescimento contínuo, do grupo pesado. c - SM de cordeiro submetido à restrição alimentar, do grupo leve. d - SM de cordeiro submetido à restrição e realimentação, do grupo pesado.

3.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi fatorial 4X2, com quatro sistemas de alimentação e duas faixas de peso. Para cada sistema, foram avaliados dois animais do grupo leves e quatro animais do grupo pesado. No grupo referência, foram avaliados dois animais do grupo leves e três animais do grupo pesados.

Para as análises estatísticas, foi utilizado o procedimento GLM, do programa Statistical Analysis System Institute, SAS Institute (1996), para dados não balanceados. Para frequência relativa das fibras pequenas ($\leq 25 \mu\text{m}$), médias (entre 25 e $50 \mu\text{m}$) e grandes ($\geq 50 \mu\text{m}$), os dados foram avaliados considerando-se a transformação: $y = \arcsen \sqrt{p}$.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + p_j + tp_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} representa o valor observado correspondente ao cordeiro k , do sistema de alimentação i e peso j ;

μ é uma constante associada a todas as observações;

t_i é o efeito do sistema de alimentação i , com $i = 1, 2, 3, 4$;

p_j , é o efeito do peso j , com $j = 1, 2$;

tp_{ij} é o efeito da interação entre o sistema de alimentação i e peso j ;

e_{ij} é o erro experimental associado a Y_{ijk} , que se supõe independente, com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

As observações obtidas foram comparadas por meio de contrastes ortogonais, sendo os seguintes contrastes de interesse prático:

- A) grupo referência (Grupo A) X grupo restrição (Grupo C);
- B) grupo crescimento contínuo (grupo B) X grupo realimentação (grupo D);
- C) animais submetidos à restrição (grupos C e D) X animais que não foram submetidos à restrição (grupos A e B).

3.5 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas para os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* foram:

- proporção de fibras musculares tipo SO (*slow oxidative* – lentas, de metabolismo oxidativo), FOG (*fast oxidative-glycolytic* – rápidas, de metabolismo intermediário) e FG (*fast glycolytic* – rápidas, de metabolismo glicolítico);
- diâmetro das fibras tipo SO, FOG e FG;
- frequência de fibras de diâmetro pequeno ($\leq 25\mu\text{m}$), médio (entre 25 e $50\mu\text{m}$) e grande ($\geq 50\mu\text{m}$), para fibras SO, FOG e FG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tipos de fibras musculares

Na Tabela 3 observam-se as médias para proporções dos três tipos de fibras no músculo *Longissimus dorsi* (LD) e *Semimembranosus* (SM) dos animais submetidos aos diferentes sistemas de alimentação, em diferentes pesos.

Para o músculo LD, não foi observada diferença estatística nas proporções de fibras SO, FOG ou FG. As características metabólicas das fibras deste músculo não foram afetadas pela restrição alimentar ou realimentação, e não diferiram entre as duas faixas de peso avaliadas. No músculo SM foi observado aumento na frequência de fibras SO, para animais pesados submetidos à restrição alimentar.

Brandstetter et al. (1998b) avaliaram as modificações nas características metabólicas das fibras de quatro diferentes músculos bovinos submetidos a diferentes níveis de alimentação e à castração. As autoras observaram que as modificações nas proporções entre fibras do tipo I, IIA e IIB (correspondentes às fibras SO, FOG e FG, respectivamente) estão relacionadas ao músculo estudado e não constataram modificações relacionadas ao nível alimentar para o músculo LD. Da mesma forma, Čandek-Potokar et al. (1999) também não observaram efeito da restrição alimentar no perfil histoquímico do músculo LD de suínos. Os autores observaram, entretanto, modificações relacionadas à idade dos animais, com aumento nas proporções de fibras FG em animais mais velhos.

TABELA 3. Valores médios (desvio padrão) da porcentagem de fibras SO, FOG e FG nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros leves e pesados, segundo os tratamentos estudados

	Sistemas de alimentação				Grupos de pesos	
	Referência	Controle	Restrição	Realimentação	Leves	Pesados
<i>Longissimus dorsi</i>						
Frequência (%)						
SO	31,43 (±4,09)	29,18 (±3,79)	30,92 (±3,22)	30,31 (±2,29)	29,68 (±3,14)	31,24 (±3,40)
FOG	34,62 (±4,15)	33,08 (±3,37)	30,88 (±4,26)	30,48 (±3,87)	32,04 (±4,29)	32,50 (±3,95)
FG	33,95 (±3,56)	37,74 (±4,59)	38,20 (±2,69)	39,20 (±2,22)	38,28 (±4,92)	36,23 (±2,81)
<i>Semimembranosus</i>						
Frequência (%)						
SO	28,64 (±1,96)a	29,15 (±5,01)a	33,69 (±1,63)b	33,25 (±2,10)b	32,08 (±2,81)	30,29 (±4,43)
FOG	30,60 (±2,50)	30,30 (±4,65)	27,47 (±3,37)	27,96 (±3,34)	27,95 (±2,51)	30,22 (±4,00)
FG	40,76 (±3,37)	40,54 (±2,41)	38,84 (±2,87)	38,93 (±3,24)	39,97 (±1,65)	39,57 (±3,61)

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Hawkins et al. (1985) estudaram o desenvolvimento do músculo LD de ovinos e observaram aumento na porcentagem de fibras FG e redução das fibras FOG em cordeiros machos, com o aumento do peso vivo dos animais. Os autores observaram que a proporção de fibras FG se manteve estável até os 41kg de peso vivo e apresentou aumento linear até os 50kg, quando os animais foram abatidos. Neste experimento, entretanto, não foram constatadas modificações relacionadas ao peso vivo ou à dieta, no perfil metabólico do músculo LD de ovinos.

O músculo SM é mais sensível que o músculo LD às modificações nos níveis de alimentação. Enquanto as proporções de fibras FOG e FG não sofreram influência dos tratamentos, maiores proporções de fibras SO foram observadas nos animais do grupo pesado ($p = 0,0001$), nos tratamentos em que os animais foram submetidos à restrição alimentar, indicando influência da dieta na frequência de fibras SO do músculo SM de animais pesados. Para os animais leves, não foram observadas modificações nas características metabólicas das fibras musculares durante o experimento. As médias para frequência de fibras SO no músculo SM de animais leves e pesados podem ser observadas na Tabela 4 e os contrastes de interesse estudados são apresentados na Tabela 5.

Bee et al. (2007) observaram que os efeitos da restrição alimentar nas proporções de fibras musculares SO de suínos são dependentes do músculo e da idade avaliada. Os autores não observaram modificações ocasionadas pela restrição alimentar nas proporções de fibras musculares de animais jovens, enquanto houve aumento significativo nas proporções de fibras SO de animais mais velhos. O aumento na frequência de fibras SO somente foi observado no músculo *Rectus femoris*, enquanto os músculos *Semitendinosus* e *Longissimus thoracis et lumborum* não foram afetados pela restrição alimentar.

TABELA 4. Valores médios (\pm desvio padrão) da porcentagem das fibras SO, no músculo *Semimembranosus* de animais leves e pesados, submetidos a diferentes sistemas de alimentação

Sistemas de alimentação	Frequência SO (%)	
	Leves	Pesados
Referência	28,53 (\pm 2,54)	28,78 (\pm 1,08)a
Controle	33,36 (\pm 0,59)	24,94 (\pm 3,20)a
Restrição	33,97 (\pm 1,84)	33,40 (\pm 1,78)b
Realimentação	32,49 (\pm 1,40)	34,01 (\pm 2,38)b

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 5. Coeficientes e estimativas dos contrastes, nos animais pesados, para porcentagem de fibras SO no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	1	0	-1	0	-4,80	0,0147
B versus D	0	1	0	-1	-9,07	<0,0001
A e B versus C e D	1	1	-1	-1	-13,87	<0,0001
Médias	28,78	24,94	33,40	34,01		
Desvio padrão	1,08	3,20	1,78	2,38		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

Sabe-se que a redução na ingestão de matéria seca resulta na diminuição do conteúdo de glicogênio dos músculos (Pethick & Rowe, 1995). Sendo assim, a modulação para fibras SO deve-se, provavelmente, à menor quantidade de glicogênio presente no músculo, ocasionando aumento do metabolismo oxidativo. Este aumento na frequência de fibras SO se dá pela modulação de fibras FOG para SO. As proporções de fibras FOG e FG se mantiveram constantes durante o experimento, portanto, a transformação para fibras SO deve ter envolvido modulações no sentido FG \rightarrow FOG \rightarrow SO, de forma que as proporções de fibras FOG e FG não apresentaram modificações significativas.

Os resultados encontrados na literatura, que se referem às fibras musculares de animais após realimentação, são variáveis. Sabe-se que, após a realimentação, as propriedades dos músculos podem ser idênticas entre animais que passaram por compensação e animais controle (Cassar-Malek et al., 2001) ou os animais que sofreram compensação podem apresentar maior proporção de fibras FG e maior metabolismo glicolítico (Moody et al., 1980; Brandstetter et al., 1998b). Se o nível de compensação não é elevado o suficiente, os músculos dos animais que passaram por compensação apresentam maior proporção de fibras SO e menos fibras FG (Picard et al., 1995). Tais resultados diferem em função do nível e da duração da compensação. Neste experimento, o nível de realimentação não foi suficiente para que as modulações ocorridas no músculo SM durante o período de restrição fossem revertidas.

4.2 Diâmetros de fibras musculares

Os resultados médios para diâmetro de fibras musculares dos músculos LD e SM são apresentados na Tabela 6.

Os diâmetros das fibras FG diferiram estatisticamente, em ambos os músculos, para as duas faixas de peso ($p = 0,0096$; $p = 0,0433$ para LD e SM respectivamente), mas não entre os sistemas de alimentação ou para a interação entre pesos e sistemas de alimentação.

TABELA 6. Valores médios (\pm desvio padrão) do diâmetro de fibras SO, FOG e FG nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros leves e pesados, segundo os tratamentos estudados

	Sistemas de alimentação				Grupos de pesos	
	Referência	Controle	Restrição	Realimentação	Leves	Pesados
<i>Longissimus dorsi</i>						
Diâmetro (μm)						
SO	30,79 ($\pm 2,91$)	34,52 ($\pm 2,95$)	29,76 ($\pm 4,43$)	33,22 ($\pm 3,77$)	31,25 ($\pm 3,58$)	32,90 ($\pm 4,27$)
FOG	31,94 ($\pm 4,35$)	35,15 ($\pm 5,32$)	31,41 ($\pm 4,34$)	34,03 ($\pm 4,38$)	31,49 ($\pm 2,99$)	34,77 ($\pm 5,22$)
FG	35,06 ($\pm 6,04$)	40,12 ($\pm 6,30$)	35,05 ($\pm 3,62$)	37,65 ($\pm 4,25$)	34,25 ($\pm 3,51$)a	39,69 ($\pm 5,36$)b
<i>Semimembranosus</i>						
Diâmetro (μm)						
SO	26,83 ($\pm 4,22$)	32,39 ($\pm 5,49$)	28,67 ($\pm 5,26$)	30,87 ($\pm 2,28$)	27,95 ($\pm 3,37$)	31,49 ($\pm 5,18$)
FOG	28,51 ($\pm 3,47$)	33,26 ($\pm 6,03$)	32,43 ($\pm 3,03$)	31,68 ($\pm 2,38$)	29,89 ($\pm 2,83$)	33,05 ($\pm 4,33$)
FG	34,18 ($\pm 4,74$)	39,36 ($\pm 6,23$)	37,88 ($\pm 2,99$)	37,47 ($\pm 3,28$)	35,15 ($\pm 3,45$)a	39,30 ($\pm 4,43$)b

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Sabe-se que o número de fibras musculares em mamíferos é constante após o nascimento e que o crescimento muscular se dá devido à hipertrofia das fibras. De acordo com Brandstetter et al. (1998a), o desenvolvimento do músculo LD é equiparável ao crescimento total da massa muscular, com o coeficiente de crescimento alométrico oscilando sempre próximo a um. Dessa forma, animais maiores teriam o músculo LD mais desenvolvido que animais menores, com maiores diâmetros de fibras musculares. Entretanto, Bee et al. (2007) avaliaram a área das fibras musculares em diferentes idades e níveis de alimentação e observaram que os efeitos da restrição alimentar são dependentes da idade, do músculo e do tipo de fibra avaliado.

Čandek-Potokar et al. (1999) também não observaram efeito da restrição alimentar no diâmetro das fibras musculares de suínos com altos pesos (100 a 130 kg). Entretanto, quando a restrição alimentar, mesmo que branda, é imposta nos estágios iniciais do desenvolvimento muscular (25 a 55 kg), seus efeitos são pronunciados. Segundo Ono et al. (1995), o desenvolvimento das miofibras é mais sensível à redução na ingestão de matéria seca em estágios iniciais do desenvolvimento, quando o crescimento por hipertrofia é muito mais acelerado que nos estágios mais avançados de desenvolvimento.

Em ovinos, Hawkins et al. (1985) observaram que os diâmetros de fibras musculares no músculo LD e SM atingiram valores máximos aos 41kg de peso vivo. Neste experimento, a restrição alimentar foi imposta aos animais após o período de maior desenvolvimento dos músculos avaliados, de forma que não houve interferência dos sistemas de alimentação no aumento dos diâmetros de fibras musculares.

Diferenças nos diâmetros de fibras foram observadas apenas para as fibras FG, o que sugere que estas fibras tenham maiores taxas de hipertrofia que as fibras SO e FOG. Dall Pai & Curi (1992) observaram o crescimento dos três tipos de fibras em coelhos e constataram que as fibras SO e FOG tendem a

estabilizar seu crescimento depois de determinada idade, enquanto que nas fibras FG as taxas de crescimento mantêm-se elevadas. De acordo com Hawkins et al. (1985), o tamanho das fibras FG em determinadas raças ovinas não se estabiliza até os 50kg de peso vivo.

4.3 Frequência relativa de diâmetros de fibras musculares

Para facilitar o entendimento, os resultados dos dois músculos avaliados serão apresentados e discutidos separadamente.

4.3.1 *Longissimus dorsi*

De maneira geral, os animais do grupo referência e do grupo restrição apresentaram maiores valores numéricos para proporções de fibras pequenas, quando comparados aos animais do grupo controle e do grupo realimentação (Tabela 7). Entretanto, diferença estatística foi observada apenas para fibras SO, entre os grupos restrição e realimentação ($p=0,0416$). O comportamento oposto foi observado para fibras grandes SO e FOG, com maiores proporções para animais do grupo controle e realimentação.

Menores proporções de fibras FG médias foram observadas nos animais pesados, quando comparados aos animais leves ($p=0,0239$). Observação semelhante foi feita ao desconsiderar o tipo de fibra analisado ($p=0,0324$). Em contrapartida, os animais pesados apresentaram maiores proporções de fibras grandes, dos tipos SO ($p=0,0435$), FOG ($p=0,0059$) e FG ($p=0,0067$) que os animais leves. A mesma observação foi feita ao se desconsiderar o tipo de fibra analisado ($p=0,0068$). Estas observações confirmam a propensão de aumento no diâmetro das fibras musculares conforme aumento no peso vivo.

TABELA 7. Valores médios (\pm desvio padrão) da frequência relativa de diâmetros pequenos, médios e grandes, de fibras SO, FOG e FG no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros leves e pesados, segundo os tratamentos estudados

		Sistemas de alimentação				Grupos de pesos	
		Referência	Controle	Restrição	Realimentação	Leves	Pesados
<i>Longissimus dorsi</i>							
Frequência de fibras pequenas (%)							
	SO	15,68 (\pm 9,25)	9,48 (\pm 4,35)	21,85 (\pm 8,94)a	8,87 (\pm 3,52)b	14,84 (\pm 9,36)	13,09 (\pm 7,89)
	FOG	13,55 (\pm 11,67)	4,42 (\pm 3,28)	12,93 (\pm 12,50)	4,26 (\pm 2,28)	9,84 (\pm 9,44)	7,74 (\pm 9,46)
	FG	8,79 (\pm 9,92)a	1,84 (\pm 1,49)b	6,49 (\pm 4,37)ab	2,01 (\pm 1,67)b	6,65 (\pm 7,38)a	2,91(\pm 3,93)b
	-	12,65 (\pm 10,12)	5,06 (\pm 2,15)	13,10 (\pm 7,79)	4,65 (\pm 1,78)	10,09 (\pm 8,13)	7,65 (\pm 6,95)
30	Frequência de fibras médias (%)						
	SO	80,42 (\pm 8,80)	80,81 (\pm 10,76)	73,74 (\pm 7,70)	81,51 (\pm 11,50)	81,19 (\pm 9,93)	77,05 (\pm 19,15)
	FOG	81,12 (\pm 8,35)	86,35 (\pm 13,67)	85,37 (\pm 11,43)	87,61 (\pm 10,22)	88,95 (\pm 9,27)	81,27 (\pm 20,78)
	FG	77,72 (\pm 6,54)	73,19 (\pm 24,02)	85,72 (\pm 9,43)	82,52 (\pm 15,20)	87,33 (\pm 6,03)a	72,25 (\pm 16,79)b
	-	79,77 (\pm 6,08)	79,79 (\pm 16,02)	82,16 (\pm 5,06)	83,99 (\pm 11,36)	85,96 (\pm 7,10)a	76,89 (\pm 10,61)b
Frequência de fibras grandes (%)							
	SO	3,90 (\pm 2,71)	9,71 (\pm 8,71)	4,41 (\pm 3,86)	9,62 (\pm 12,82)	3,97 (\pm 4,62)a	9,86 (\pm 9,60)b
	FOG	5,33 (\pm 5,37)	9,23 (\pm 15,76)	1,70 (\pm 4,77)	8,13 (\pm 12,22)	1,20 (\pm 2,16)a	10,99 (\pm 11,64)b
	FG	13,49 (\pm 14,12)	24,97 (\pm 24,96)	7,79 (\pm 12,07)	15,46 (\pm 15,97)	6,02 (\pm 6,01)a	24,84 (\pm 19,13)b
	-	7,58 (\pm 6,96)	15,14 (\pm 16,16)	4,73(\pm 5,67)	11,34 (\pm 13,04)	3,95 (\pm 3,85)a	15,46 (\pm 13,17)b

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para as fibras FG pequenas, observou-se interação significativa entre sistema de alimentação e peso ($p=0,0347$). A diferença foi significativa para os animais do grupo leve, entre os tratamentos estudados. Os animais do grupo referência apresentaram maiores proporções de fibras FG pequenas que os animais do grupo restrição. Além disso, os grupos submetidos à restrição alimentar apresentaram menores proporções de fibras FG pequenas que os grupos que não foram submetidos à restrição alimentar (Tabela 8). As médias para fibras FG pequenas no músculo LD de animais leves e pesados podem ser observadas na Tabela 9.

TABELA 8. Coeficiente e estimativas dos contrastes, no grupo leve, para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	1	0	-1	0	11,65	0,0043
B versus D	0	1	0	-1	0,49	0,8906
A e B versus C e D	1	1	-1	-1	12,14	0,0257
Médias	17,02	2,36	5,36	1,87		
Desvio padrão	8,16	1,23	2,40	2,65		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 9. Valores médios (\pm desvio padrão) da porcentagem das fibras FG pequenas, no músculo *Longissimus dorsi* de animais com diferentes pesos, submetidos a diferentes sistemas de alimentação

Sistemas de alimentação	FG pequenas (%)	
	Leves	Pesados
Referência	17,01 ($\pm 8,16$)a	0,56 ($\pm 0,98$)
Controle	2,36 ($\pm 1,23$)b	1,33 ($\pm 1,65$)
Restrição	5,36 ($\pm 2,40$)a	7,62 ($\pm 5,25$)
Realimentação	1,87 ($\pm 2,65$)b	2,15 ($\pm 1,50$)

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A distribuição das fibras musculares tipo SO nos intervalos de diâmetro, para os diferentes sistemas de alimentação, está representada no gráfico da Figura 2. Os animais dos grupos referência e controle apresentaram maiores proporções de fibras SO entre os 30 e 35 μ m, enquanto o grupo restrição apresentou maiores quantidades de fibras com diâmetro entre 25 e 30 μ m e o grupo realimentação apresentou pico entre 35e 40 μ m.

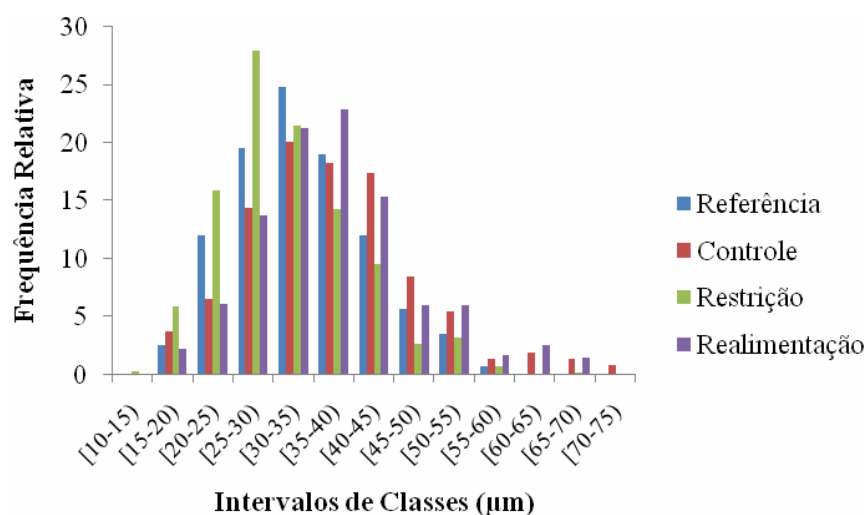


FIGURA 2. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares SO no *Longissimus dorsi* de cordeiros, nos sistemas de alimentação estudados.

Para fibras FOG, observou-se maior concentração de fibras no intervalo de 30 a 35 μ m, para os grupos referência e restrição e 35 e 40 μ m, para animais do grupo realimentação e controle (Figura 3). Considerando as fibras FG, pode-se observar maior frequência de fibras entre 35 e 40 μ m para o grupo referência, 30 e 35 μ m para o grupo restrição, enquanto os grupos controle e realimentação apresentaram maiores proporções de fibras entre 40 e 45 μ m (Figura 4).

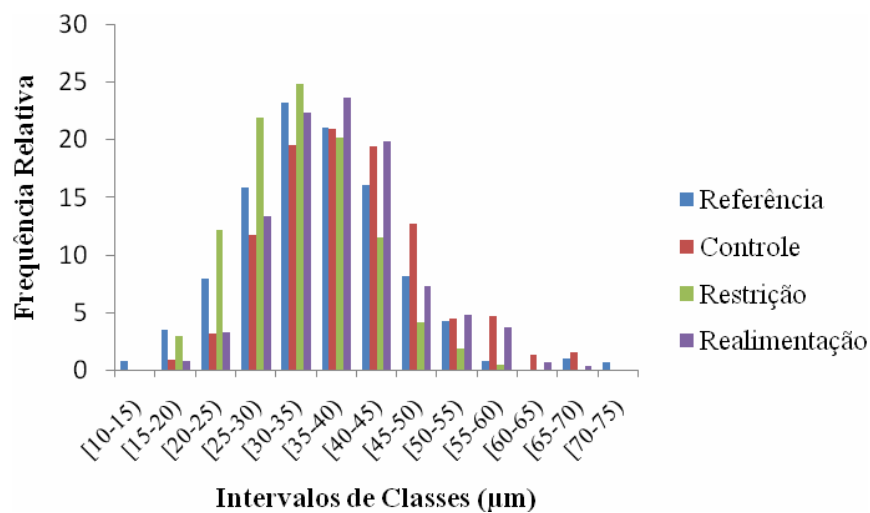


FIGURA 3. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares FOG no *Longissimus dorsi* de cordeiros, nos sistemas de alimentação estudados.

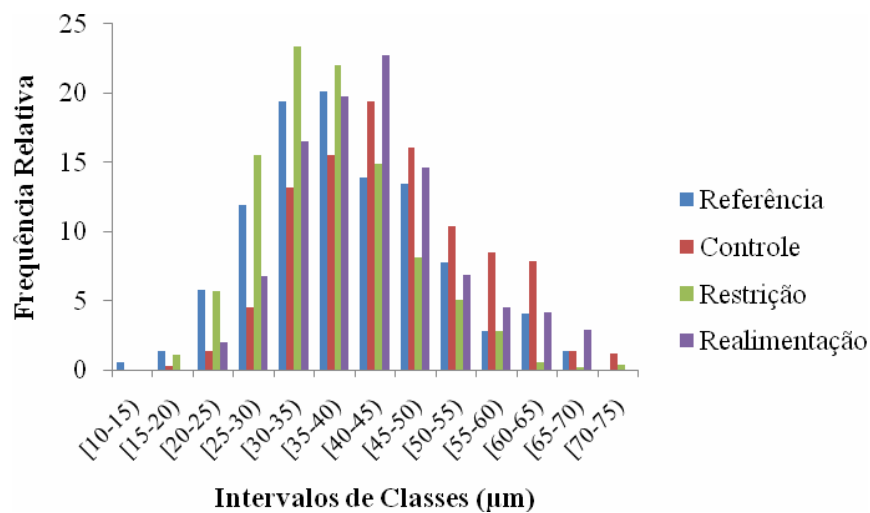


FIGURA 4. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares FG no *Longissimus dorsi* de cordeiros, nos sistemas de alimentação estudados.

Sem levar em conta o tipo de fibra analisada, pode-se observar, no gráfico da Figura 5, maior freqüência de fibras entre 30 e 35 μm , para os grupos referência e restrição, 40 e 45 μm para o grupo controle e 35 e 40 μm para o grupo realimentação (Figura 5).

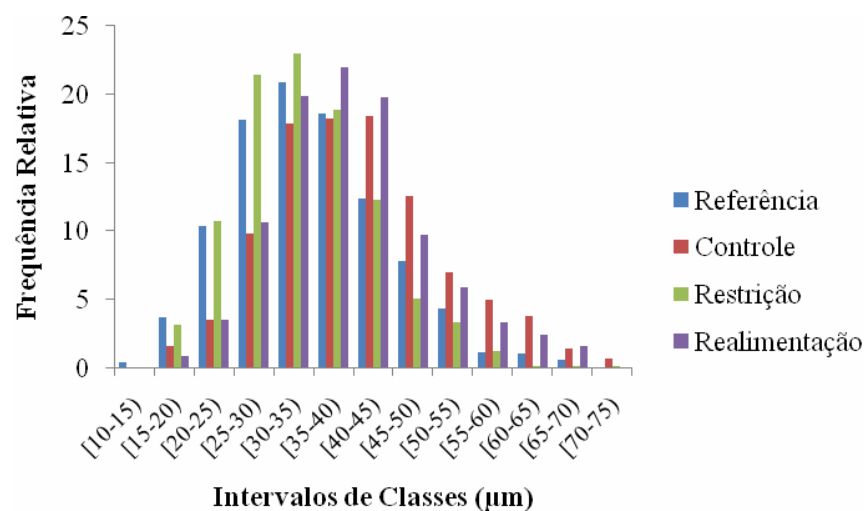


FIGURA 5. Intervalo de classe e freqüência do diâmetro de fibras musculares no *Longissimus dorsi* de cordeiros, nos sistemas de alimentação estudados.

4.3.2 *Semimembranosus*

Não houve diferença significativa para as freqüências de fibras pequenas, médias ou grandes, independente do tipo de fibra analisado (SO, FOG ou FG), considerando os sistemas de alimentação e os grupos de peso avaliados. Interação significativa entre sistemas de alimentação e peso foi observada para fibras pequenas e médias, quando o tipo de fibra analisado não foi considerado. Estes resultados serão discutidos mais adiante (Tabela 10).

TABELA 10. Valores médios (\pm desvio padrão) da frequência relativa de diâmetros pequenos, médios e grandes, de fibras SO, FOG e FG no músculo *Semimembranosus* de cordeiros leves e pesados, segundo os tratamentos estudados

		Sistemas de alimentação				Grupos de pesos	
		Referência	Controle	Restrição	Realimentação	Leves	Pesados
<i>Semimembranosus</i>							
Frequência de fibras pequenas (%)							
	SO	37,00 (\pm 26,33)	13,32 (\pm 7,70)	27,45 (\pm 13,91)	20,80 (\pm 5,16)	30,29 (\pm 20,25)	19,01 (\pm 12,56)
	FOG	16,79 (\pm 14,49)	9,39 (\pm 8,39)	7,59 (\pm 8,94)	10,66 (\pm 8,37)	14,27 (\pm 11,53)	7,95 (\pm 8,06)
	FG	4,42 (\pm 3,75)	1,98 (\pm 1,50)	2,44 (\pm 3,17)	5,07 (\pm 2,05)	4,18 (\pm 3,11)	2,77 (\pm 2,49)
	-	17,56 (\pm 12,79)	7,93 (\pm 4,13)	12,81 (\pm 7,21)	12,08 (\pm 3,18)	15,44 (\pm 8,94)a	9,76 (\pm 6,42)b
35	Frequência de fibras médias (%)						
	SO	62,97 (\pm 26,33)	85,85 (\pm 9,25)	72,55 (\pm 13,91)	79,20 (\pm 5,16)	69,50 (\pm 20,08)	80,79 (\pm 11,95)
	FOG	83,21 (\pm 14,49)	89,48 (\pm 11,93)	91,60 (\pm 8,68)	87,32 (\pm 9,61)	84,63 (\pm 11,08)	91,18 (\pm 10,45)
	FG	91,22 (\pm 4,15)	93,89 (\pm 27,15)	92,47 (\pm 6,20)	84,58 (\pm 8,11)	92,51 (\pm 3,84)	88,57 (\pm 17,72)
	-	80,70 (\pm 10,83)	89,84 (\pm 16,36)	85,26 (\pm 6,52)	83,79 (\pm 2,74)	82,92 (\pm 7,97)	86,88 (\pm 11,12)
Frequência de fibras grandes (%)							
	SO	0,00 (\pm 0,00)	0,83 (\pm 9,00)	0,00 (\pm 0,00)	0,00 (\pm 0,00)	0,21 (\pm 0,60)	0,20 (\pm 6,06)
	FOG	0,00 (\pm 0,00)	1,13 (\pm 13,70)	0,81 (\pm 1,75)	2,01 (\pm 2,02)	1,10 (\pm 1,78)	0,87 (\pm 9,09)
	FG	4,35 (\pm 6,70)	4,13 (\pm 26,79)	5,10 (\pm 6,33)	10,35 (\pm 10,11)	3,30 (\pm 3,04)	8,66 (\pm 17,94)
	-	1,73 (\pm 2,55)	2,22 (\pm 18,08)	1,93 (\pm 2,35)	4,13 (\pm 2,81)	1,64 (\pm 1,65)	3,36 (\pm 11,75)

Hawkins et al. (1985) observaram, no músculo SM de ovinos, efeito quadrático para o diâmetro das fibras SO, FOG e FG entre 32, 41 e 50 kg de peso vivo. Segundo os autores, as fibras do músculo SM atingem tamanho máximo próximo aos 41 kg de peso vivo. Sendo assim, o diâmetro máximo das fibras musculares já teria sido atingido, antes mesmo do início do experimento.

O gráfico da Figura 6 representa a distribuição nos intervalos de classe dos diâmetros das fibras musculares SO no músculo SM. Pode-se observar maior concentração de fibras no intervalo de 25 a 30 μ m, para todos os sistemas de alimentação avaliados. Entretanto, o grupo controle e, em menor grau, o grupo realimentação, apresentaram distribuição mais homogênea das frequências dos diâmetros das fibras musculares, entre os intervalos. Além disso, fibras SO com diâmetro maior que 55 μ m foram observadas somente nos animais do grupo controle.

Para fibras do tipo FOG, maior frequência de diâmetro foi observada entre 25 a 30 μ m para o grupo referência, 35 a 40 μ m para o grupo restrição e 30 a 35 μ m para os grupos controle e realimentação (Figura 7). Considerando-se as fibras FG, maior frequência de diâmetros foi observada entre 35 a 40 μ m para os grupos referência e controle, e 40 a 45 μ m para os grupos restrição e realimentação (Figura 8).

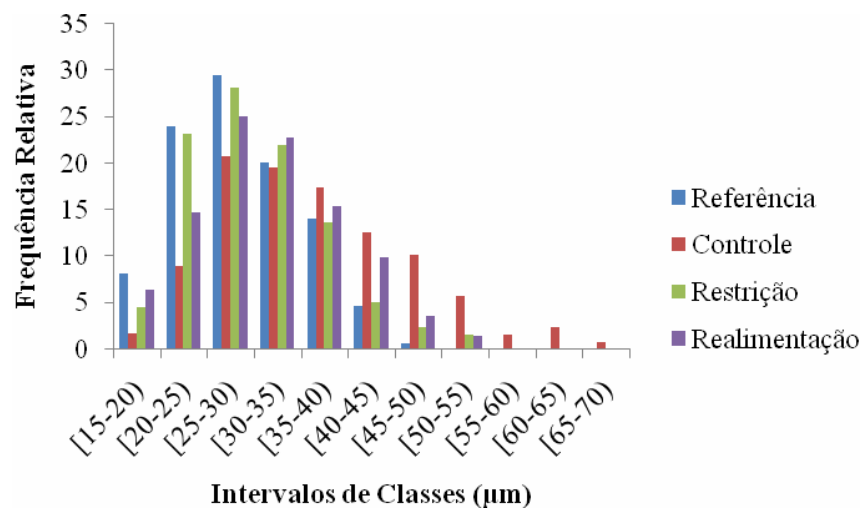


FIGURA 6. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares SO no *Semimembranosus* de cordeiros nos sistemas de alimentação estudados.

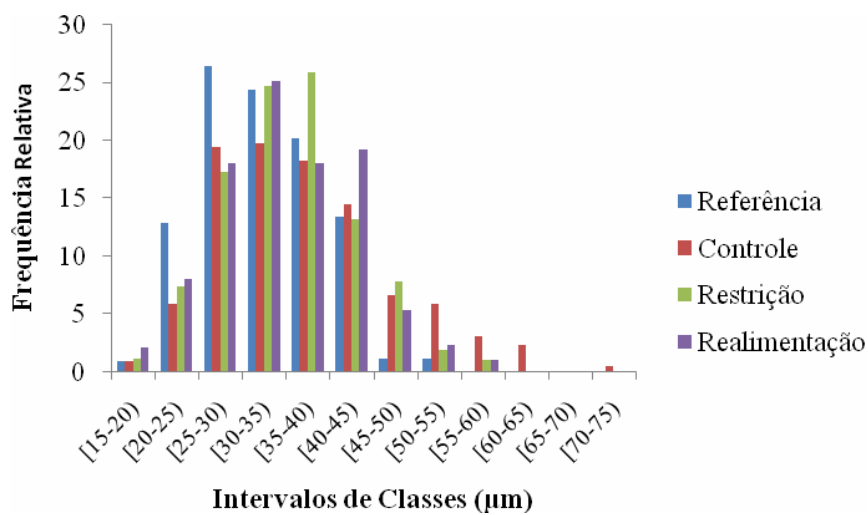


FIGURA 7. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares FOG no *Semimembranosus* de cordeiros nos sistemas de alimentação estudados.

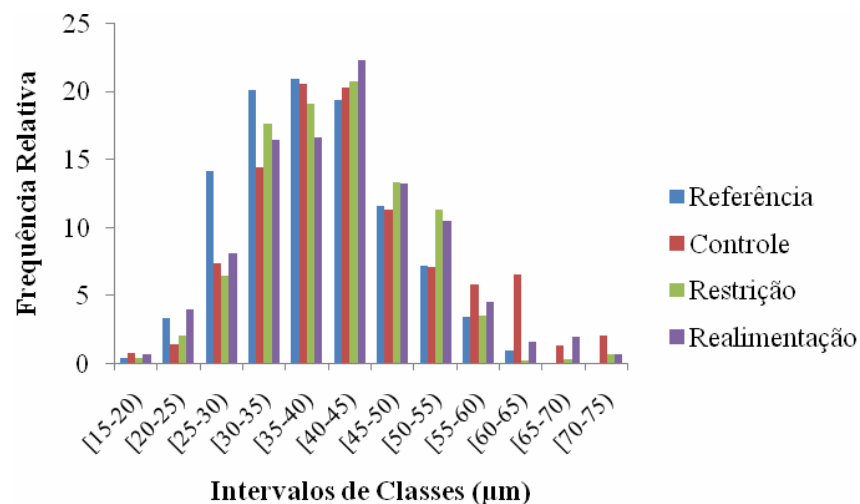


FIGURA 8. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibras musculares FG no *Semimembranosus* de cordeiros nos sistemas de alimentação estudados.

Desconsiderando o tipo de fibra analisado, observou-se que os animais leves apresentaram maior proporção de fibras pequenas que os animais pesados ($p=0,0483$). Além disso, observou-se interação significativa entre sistema de alimentação e peso para fibras pequenas ($p=0,0315$) e médias ($p=0,0087$). As médias para proporções de fibras pequenas e médias nos diferentes grupos de peso podem ser observadas na Tabela 11.

Para fibras pequenas, a diferença entre os sistemas de alimentação foi observada entre os animais do grupo leve (Tabela 12). Houve redução no número de fibras pequenas entre os animais do grupo referência e do grupo restrição alimentar. Tal modificação pode ser atribuída ao desenvolvimento dos animais, sem que houvesse influência da restrição alimentar.

TABELA 11. Valores médios (\pm desvio padrão) da porcentagem das fibras pequenas e médias no músculo *Semimembranosus* de animais leves e pesados submetidos a diferentes sistemas de alimentação

Sistemas de alimentação	Leves	
	Pequenas (%)	Médias (%)
Referência	28,92 (\pm 4,60)a	71,07 (\pm 4,60)a
Controle	9,95 (\pm 6,27)b	87,48 (\pm 5,55)b
Restrição	11,35 (\pm 3,40)b	87,85 (\pm 2,29)b
Realimentação	11,51 (\pm 0,29)b	85,28 (\pm 2,26)b
	Pesados	
Referência	6,20 (\pm 2,58)	90,34 (\pm 1,22)a
Controle	5,92 (\pm 2,14)	92,21 (\pm 20,55)a
Restrição	14,27 (\pm 8,89)	82,66 (\pm 7,56)a
Realimentação	12,64 (\pm 4,41)	82,31 (\pm 2,68)b

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 12. Coeficientes e estimativas dos contrastes, no grupo leve, para porcentagem de fibras pequenas no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	17,57	0,0245
B versus D	0	-1	0	1	-1,56	0,7143
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	16,00	0,1490
Médias	28,92	9,95	11,35	11,51		
Desvio padrão	4,60	6,27	3,40	0,29		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

Para as fibras médias, a interação foi significativa para os dois grupos de peso. Os resultados para os animais leves (Tabela 13) demonstram aumento nas proporções de fibras médias e este aumento parece estar relacionado ao crescimento normal dos animais. Para os animais pesados (Tabela 14), o oposto é observado, com diminuição nas proporções de fibras médias. Em ambos os

casos, a restrição alimentar e a realimentação parecem não ter influenciado o crescimento das fibras musculares.

TABELA 13. Coeficiente e estimativas dos contrastes, no grupo leve, para porcentagem de fibras médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-16,78	0,0065
B versus D	0	-1	0	1	2,20	0,5941
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-14,57	0,0795
Médias	71,07	87,48	87,85	85,28		
Desvio padrão	4,60	5,55	2,29	2,26		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 14. Coeficiente e estimativas dos contrastes, no grupo pesado, para porcentagem de fibras médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	7,67	0,0567
B versus D	0	-1	0	1	9,90	0,0141
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	17,57	0,0039
Médias	90,34	92,21	82,66	82,31		
Desvio padrão	1,22	20,55	7,56	2,68		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

O gráfico da Figura 9 representa a distribuição das fibras musculares nos diferentes intervalos de diâmetro. Pode-se observar maior frequência de diâmetros entre 25 a 30 μ m para o grupo referência, 35 a 40 μ m para o grupo controle e 30 a 35 μ m para os grupos restrição e realimentação.

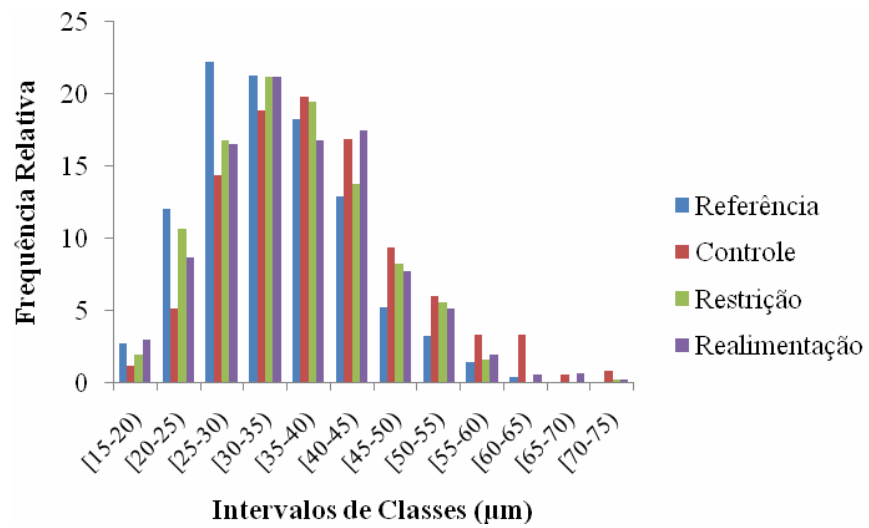


FIGURA 9. Intervalo de classe e frequência do diâmetro de fibra muscular no *Semimembranoso* de cordeiros nos tratamentos estudados.

5 CONCLUSÕES

A restrição alimentar afetou os músculos *Semimembranosus* e *Longissimus* de maneira diferente.

As proporções de fibras musculares do *Longissimus dorsi* não foram afetadas pela restrição alimentar, independente da faixa de peso analisada.

O músculo *Semimembranosus* dos animais pesados submetidos à restrição alimentar apresentou maiores proporções de fibras SO do que os animais que não sofreram restrição alimentar, sem que houvesse modulações no sentido inverso, durante a realimentação.

O diâmetro das fibras musculares não foi afetado pela restrição alimentar ou realimentação em ambos os músculos analisados. A restrição alimentar parece ter sido imposta aos animais após o período de maior desenvolvimento dos músculos avaliados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, M.T.; PEARSON, A.M.; PRICE, J.F.; HOOPER, G.R. Ultrastructural changes during autolysis of red and white porcine muscle. **Journal of Food Science**, Champaign, v.42, n.5, p.1185-1188, Sept. 1977.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
- ALMEIDA, M.I.V.; FONTES, C.A.A.; ALMEIDA, F.Q.; CAMPOS, O.F. Conteúdo corporal e exigências líquidas de energia e proteína de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.205-214, jan./fev. 2001.
- ALMEIDA, T.R.V. **Efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na composição tecidual da carcaça e dos cortes de cordeiros da raça Santa Inês**. 2005. 127p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ARRIGONI, M.B.; ALVES JUNIOR, A.; DIAS, P.M.A.; MARTINS, C.L.; CERVIERI, R.C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; CHARLUDO, L.A.L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, out. 2004.
- ARRIGONI, M.B.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, A.C. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.7, p.1121-1127, jul. 1998.
- ASHMORE, C.R.; TOMPKINS, G.; DOERR, L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.34, n.1, p.37-41, 1972.
- BANKS, W.J. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1991. 629p.
- BEE, G.; CALDERINI, M.; BIOLLEY, C.; GUEx, G.; HERZOG, W.; LINDEMANN, M.D. Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as affected by feed

restriction, slaughter age, or slaughter weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, p.1030-1045, 2007.

BERGEN, W.G.; MERKEL, R.A. Protein accretion. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals**: advances in meat research. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.169-202.

BRANDSTETTER, A.M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Regional variations of muscle fibre characteristics in m. semitendinosus of growing cattle **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, Dordrecht, v.18, p.57-62, 1997.

BRANDSTETTER, A.M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Muscle fibre characteristics in four muscles of growing male cattle I. Postnatal differentiation. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.53, p.15-23, 1998a.

BRANDSTETTER, A.M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Muscle fibre characteristics in four muscles of growing male cattle II: effect of castration and feeding level. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.53, p.24-36, 1998b.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A.; HIOSHI, E.H. **Manipulação do número e tipo de fibra muscular e a produção de carne suína**. Disponível em: <http://www2.uel.br/pessoal/ambridi/Carnes%20e%20Carcacas_arquivos/Desenvolvimento%20das%20fibras%20musculares.pdf>. Acesso em: 20 out. 2008.

BROCKS, L.; KLONT, R.E.; BUIST, W.; GREEF, K. de; TIEMAN, M.; ENGEL, B. The effects of selection of pigs on growth rate vs leanness on histochemical characteristics of different muscles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.1247-1254, 2000.

ČANDEK-POTOKAR, M.; LEFAUCHEUR, L.; ŽLENDER, B.; BONNEAU, M. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. **Meat Science**, Berking, v.52, p.195-203, 1999.

CASSAR-MALEK, I.; KAHL, S.; JURIE, C.; PICARD, B. Influence of feeding level during postweaning growth on circulating concentrations of thyroid hormones and extrathyroidal 5'-deiodination in steers1. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.2679-2687, 2001.

CIABATTARI, O.; DAL PAI, A.; DAL PAI, V. Efeito da natação associado a diferentes dietas sobre o músculo tibial anterior do rato: estudo morfológico e

histoquímico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n.2, p.121-125, mar./abr. 2005.

CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DELAVAUD, C.; FAULCONNIER, Y.; BONNET, M.; GUERRE-MILLO, M.; MARTIN, P.; FERLAY, A. La leptine chez le ruminant: facteurs de variation physiologiques et nutritionnels. **INRA Productions Animales**, Paris, v.12, n.3, p.225-237, 1999.

COUTINHO, L.L.; GABRIEL, J.E.; ALVARES, L.E. Controle molecular do desenvolvimento da musculatura esquelética. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, 1999. p.355-376.

DALL PAI, V.; CURI, P.R. Crescimento Pós-Natal do coelho Norfolk: correlação entre parâmetros somáticos e área dos tipos de fibras musculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.12, p.1623-1633, dez. 1992.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. **Muscle biopsy: a modern approach**. London: Saunders, 1973. 719p.

EVEN, P.; NICOLAÏDIS, S. Adaptive changes in energy expenditure during mild and severe feed restriction in the rat. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.70, p.421-431, 1993.

FERRÃO, S.P.B. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. 175p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FONTES, C.A.A.; GUIMARÃES, R.F.M.; ALMEIDA, M.I.V.; CAMPOS, O.F.; ALMEIDA, F.Q.; SANT'ANA, N.F. Avaliação do ganho compensatório em novilhos mestiços Holandês-Gir: consumo e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.3, p.698-708, 2007.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

FOX, D.G.; JOHNSON, R.R.; PRESTON, R.L.; DICKERTY, R.T.; KLOSTARMAN, E.W. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.34, n.2, p.310-318, 1972.

GRANT, A.L.; HELFERICH, W.G. An overview of growth. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals**: advances in meat research. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p.1-11.

GREENWOOD, P.L.; HUNT, A.S.; HERMANSON, J.W. Effects of birth weight and post natal nutrition on neonatal sheep II: skeletal muscle growth and development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.1, p.50-61, 2000.

HADLICH, J.C. **Características do crescimento animal, do tecido muscular esquelético e da maciez da carne de bovinos nelore e mestiços no modelo biológico superprecoce**. 2007. 87p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

HAWKINS, R.R.; MOODY, W.G.; KEMP, J.D. Influence of genetic type, slaughter weight and sex on ovine muscle fiber and fat-cell development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, n.5, p.1154-1163, 1985.

HENRICKS, D.M.; JENKINS, T.C.; WARD, J.R.; KRISHNAN, C.S.; GRIMES, L. Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and realimentation in young bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.2289-2297, 1994.

HOCH, T.; BEGON, C.; CASSAR-MALEK, I.; PICARD, B.; SAVARY-AUZÉLOUX, I. Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants. **INRA Productions Animales**, Paris, v.16, n.1, p.49-59, 2003.

JONES, S.J.; STARKEY, D.C.; CALKINS, C.R.; CROUSE, J.D. Myofibrillar protein turnover in feed-restricted and realimented beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.2707-2715, 1990.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. Tecido muscular. In: _____. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.

LAWRIE, R.A. A estrutura e o crescimento do músculo. In: _____. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

LOBLEY, G.E. Protein metabolism and turnover. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: CAB International, 1993. p.313-339.

MEXIA, A.A.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, R.M.G.; SAKAGUTI, E.S.; SANTELLO, G.A.; CAPOVILLA, L.C.T.; ZUNDT, M.; SASA, A. Desempenho e características das fibras musculares esqueléticas de cordeiros nascidos de ovelhas que receberam suplementação alimentar em diferentes períodos da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.4, p.1780-1787, 2006. Supplement.

MINAMOTO, V.B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.12, n.3, p.50-55, 2005.

MOODY, W.G.; KEMP, J.D.; MAHYUDDIN, M.; JOHNSTON, D.M.; ELY, D.G. Effect of feeding system, slaughter weight and sex on histological properties of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, n.2, p.249-256, 1980.

MOORE, K.L.; PERSAUD, T.V.N. O sistema muscular. In: _____. **Embriologia básica**. São Paulo: Elsevier, 2008. cap.17, p.10-14.

ONO, Y.; SOLOMON, M.B.; EVOCK-CLOVER, C.M.; STEELE, N.C.; MARUYAMA, K. Effects of porcine somatotropin administration on porcine muscles located within different regions of the body. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.2282-2288, 1995.

ORTIGUES, I.; DURAND, D. Adaptation of energy metabolism to undernutrition in ewes: contribution of portaldrained viscera, liver and hindquarters. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.73, p.209-226, 1995.

PACHECO, G.D.; BRIGANÓ, M.V.; OBA, A.; PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. Efeitos da restrição alimentar seguida de ganho compensatório sobre a qualidade da carne de suínos. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.56, n.216, p.895-906, 2007.

PARK, B.Y.; KIM, N.K.; LEE, C.S.; HWANG, I.H. Effect of fiber type on postmortem proteolysis in longissimus muscle of Landrace and Korean native black pigs. **Meat Science**, Barking, v.77, p.482-491, 2007.

PEARSE, A.G.E. **Histochemistry**: theoretical and applied. 2.ed. Baltimore: Willians and Wikins, 1972. 599p.

PETER, J.B.; BARNARD, R.J.; EDGERTON, V.R.; GILLESPIE, C.A.; STEMPEL, K.E. Metabolic profile of three fiber types of skeletal muscle in

guinea pigs and rabbits. **Biochemistry**, Washington, v.11, n.14, p.2627-2633, 1972.

PETHICK, D.W.; ROWE, J.B. The effect of nutrition and exercise on the level of glycogen in skeletal muscle of sheep. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Clermont-Ferrand. **Annales de Zootechnie**, Paris, v.44, p.298, 1995.

PICARD, B.; JURIE, C.; CASSAR-MALEK, I.; HOCQUETTE, J.F. Typologie et ontogenèse des fibres musculaires chez le bovin. **INRA Productions Animales**, Paris, v.16, n.2, p.125-131, 2003.

PICARD, B.; MICOL, D.; DOZIAS, D.; GEAY, Y. Effects of compensatory growth on muscle characteristics in 2 yearold beef steers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Clermont-Ferrand. **Annales de Zootechnie**, Paris, v.44, p.298, 1995.

PILAR CEÑA, I.J.; BELTRAN, J.A.; RONCALES, P. Postmortem shortening of lamb longissimus oxidative and glycolytic fibers. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.3, n.3, p.253-260, 1992.

REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.66, p.177-188, 2000.

RIVERO, J.L.L.; DIZ, A.M. Skeletal muscle histochemistry of andalusian horses: a comparative study with other breeds. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.41, n.154, p.50, 1992.

ROSSI, J.E.; LOERCH, S.C.; KELLER, H.L.; WILLETT, L.B. Effects of dietary crude protein concentration during periods of feed restriction on performance, carcass characteristics, and skeletal muscle protein turnover in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.3149-3157, 2001.

RYAN, W.J.; WILLIAMS, I.H.; MOIR, R.J. Compensatory growth in sheep and cattle: I. growth pattern and feed intake. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sydney, v.44, p.1609-1621, 1993.

SAINZ, R.D.; TORRE, F.; OLTJEN, J.W. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refeed beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.2971, 1995.

SANTELLLO, G.A. **Desempenho, análise econômica e características histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiras terminadas em diferentes sistemas**. 2005. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SAS INSTITUTE. **User's guide**: statistical analysis system institute. 5.ed. North Carolina: Cray, 1996. 596p.

SILVA, J.F.C. da; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. São Paulo: Livroceres, 1979. 380p.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M. Freezing and calcium chloride marination effects on beef tenderness and calpastatin activity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, p.3081-3085, 1992.

ANEXOS

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO, FOG e FG no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados.....	55
TABELA 2A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO, FOG e FG no músculo <i>Semimembranosus</i> , segundo os tratamentos estudados.....	55
TABELA 3A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	55
TABELA 4A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	56
TABELA 5A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	56
TABELA 6A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG no músculo <i>Semimembranoso</i>	56
TABELA 7A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG no músculo <i>Semimembranoso</i>	57
TABELA 8A. Resumo da análise de variância diâmetro de fibras SO, FOG e FG no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados	57
TABELA 9A. Resumo da análise de variância diâmetro de fibras SO, FOG e FG no músculo <i>Semimembranosus</i> , segundo os tratamentos estudados	57
TABELA 10A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras SO no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	58
TABELA 11A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FOG no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	58

TABELA 12A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FG no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	58
TABELA 13A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras SO no músculo <i>Semimembranosus</i>	59
TABELA 14A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FOG no músculo <i>Semimembranosus</i>	59
TABELA 15A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FG no músculo <i>Semimembranosus</i>	59
TABELA 16A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO pequenas, médias e grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados	60
TABELA 17A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FOG pequenas, médias e grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados	60
TABELA 18A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FG pequenas, médias e grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados	60
TABELA 19A. Resumo da análise de variância do desdobramento para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , segundo os tratamentos estudados.....	61
TABELA 20A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO pequenas no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	61
TABELA 21A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO médias no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	61
TABELA 22A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	62

TABELA 23A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG pequenas no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	62
TABELA 24A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG médias no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	62
TABELA 25A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	63
TABELA 26A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	63
TABELA 27A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG médias no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	63
TABELA 28A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	64
TABELA 29A.	Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras pequenas, médias e grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i> , desconsiderando o tipo de fibra analisado, segundo os tratamentos estudados.....	64
TABELA 30A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras pequenas no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	64
TABELA 31A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras médias no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	65
TABELA 32A.	Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras grandes no músculo <i>Longissimus dorsi</i>	65

TABELA 33A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO pequenas, médias e grandes no músculo <i>Semimembranosus</i> , segundo os tratamentos estudados.....	65
TABELA 34A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FOG pequenas, médias e grandes no músculo <i>Semimembranosus</i> , segundo os tratamentos estudados.....	66
TABELA 35A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FG pequenas, médias e grandes no músculo <i>Semimembranosus</i> segundo os tratamentos estudados.....	66
TABELA 36A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO pequenas no músculo <i>Semimembranosus</i>	66
TABELA 37A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO médias no músculo <i>Semimembranosus</i>	67
TABELA 38A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO grandes no músculo <i>Semimembranosus</i>	67
TABELA 39A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG pequenas no músculo <i>Semimembranosus</i>	67
TABELA 40A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG médias no músculo <i>Semimembranosus</i>	68
TABELA 41A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG grandes no músculo <i>Semimembranosus</i>	68
TABELA 42A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo <i>Semimembranosus</i>	68

TABELA 43A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG médias no músculo <i>Semimembranosus</i>	69
TABELA 44A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG grandes no músculo <i>Semimembranosus</i>	69
TABELA 45A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras pequenas, médias e grandes no músculo <i>Semimembranosus</i> , desconsiderando o tipo de fibra analisado, segundo os tratamentos estudados.....	69
TABELA 46A. Resumo da análise de variância do desdobramento para porcentagem de fibras pequenas e médias no músculo <i>Semimembranosus</i> , segundo os tratamentos estudados.....	70
TABELA 47A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras pequenas no músculo <i>Semimembranosus</i>	70
TABELA 48A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras médias no músculo <i>Semimembranosus</i>	70
TABELA 49A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras grandes no músculo <i>Semimembranosus</i>	71

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO, FOG e FG no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		%SO	%FOG	%FG
Sistemas (S)	3	4,8435 (0,7104)	19,0939 (0,3787)	26,2044 (0,1508)
Peso (P)	1	12,6048 (0,2882)	1,0811 (0,8061)	21,0692 (0,2193)
S x P	3	16,2186 (0,2404)	10,0633 (0,6364)	1,0537 (0,9687)
Erro	15	10,40	17,31	12,82
CV		10,52	12,90	9,6492
Pr<W		0,8402	0,2839	0,9898

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO, FOG e FG no músculo *Semimembranosus*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		%SO	%FOG	%FG
Sistemas (S)	3	36,4162 (0,0037)	13,1671 (0,3267)	5,4029 (0,6292)
Peso (P)	1	16,6305 (0,0944)	26,7197 (0,1321)	0,8443 (0,7650)
S x P	3	26,8314 (0,0121)	19,2876 (0,1847)	10,2014 (0,3725)
Erro	15	5,21	10,53	9,11
CV		7,37	11,01	7,62
Pr<W		0,6537	0,0153	0,5675

TABELA 3A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-0,51	0,8032
B versus D	0	-1	0	1	1,13	0,5748
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	0,62	0,8302
Médias	31,43	29,18	30,92	30,31		
Desvio padrão	4,09	3,79	3,22	2,29		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 4A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-3,74	0,1734
B versus D	0	-1	0	1	-2,60	0,3240
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-6,34	0,1031
Médias	34,62	33,08	30,88	30,48		
Desvio padrão	4,15	3,37	4,26	3,87		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 5A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	4,26	0,0783
B versus D	0	-1	0	1	1,47	0,5138
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	5,72	0,0887
Médias	33,95	37,74	38,20	39,20		
Desvio padrão	3,56	4,59	2,69	2,22		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 6A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG no músculo *Semimembranoso*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-3,13	0,1461
B versus D	0	-1	0	1	-2,34	0,2576
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-5,47	0,0742
Médias	30,60	30,30	27,47	27,96		
Desvio padrão	2,50	4,65	3,37	3,34		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 7A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG no músculo *Semimembranoso*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-1,92	0,3288
B versus D	0	-1	0	1	-1,61	0,3972
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-3,53	0,2030
Médias	40,76	40,54	38,84	38,93		
Desvio padrão	3,37	2,41	2,87	3,24		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação

TABELA 8A. Resumo da análise de variância diâmetro de fibras SO, FOG e FG no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		SO	FOG	FG
Sistemas (S)	3	25,0951 (0,1609)	16,1832 (0,4701)	30,7979 (0,1964)
Peso (P)	1	14,0705 (0,3091)	56,2252 (0,0995)	153,3081 (0,0096)
S x P	3	14,1209 (0,3752)	26,9838 (0,2602)	31,0019 (0,1942)
Erro	15	12,70	18,24	17,42
CV		11,01	12,71	11,05
Pr<W		0,3076	0,3076	0,1609

TABELA 9A. Resumo da análise de variância diâmetro de fibras SO, FOG e FG no músculo *Semimembranosus*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)		
		SO	FOG	FG
Sistemas (S)	3	30,3146 (0,2150)	21,4529 (0,2771)	23,7528 (0,3120)
Peso (P)	1	63,2727 (0,0812)	51,7215 (0,0845)	89,2362 (0,0433)
S x P	3	17,1306 (0,4432)	8,9747 (0,6295)	7,1905 (0,7602)
Erro	15	18,10	15,15	18,32
CV		14,02	12,15	11,29
Pr<W		0,0460	0,0670	0,0704

TABELA 10A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras SO no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-1,03	0,6526
B versus D	0	-1	0	1	-1,29	0,5628
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-2,32	0,4696
Médias	30,79	34,52	29,76	33,22		
Desvio padrão	2,91	2,95	4,43	3,77		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 11A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FOG no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-0,52	0,8478
B versus D	0	-1	0	1	-1,12	0,6735
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-1,65	0,6665
Médias	31,94	35,15	31,41	34,02		
Desvio padrão	4,35	5,32	4,34	4,38		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 12A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FG no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-0,01	0,9964
B versus D	0	-1	0	1	-2,47	0,3485
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-2,49	0,5079
Médias	35,06	40,12	35,05	37,65		
Desvio padrão	6,04	6,30	3,62	4,25		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 13A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras SO no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	1,85	0,5004
B versus D	0	-1	0	1	-1,52	0,5671
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	0,32	0,9321
Médias	26,83	32,39	28,67	30,87		
Desvio padrão	4,22	5,49	5,26	2,28		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 14A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FOG no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	3,93	0,1297
B versus D	0	-1	0	1	-1,59	0,5155
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	2,34	0,5042
Médias	28,51	33,26	32,43	31,68		
Desvio padrão	3,47	6,03	3,03	2,38		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 15A. Coeficiente e estimativas dos contrastes de interesse para diâmetro de fibras FG no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr > t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	3,69	0,1899
B versus D	0	-1	0	1	-1,89	0,4817
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	1,81	0,6377
Médias	34,18	39,36	37,88	37,47		
Desvio padrão	4,74	6,23	2,99	3,28		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 16A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO pequenas, médias e grandes no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0383 (0,0287)	0,0118 (0,4675)	0,0123 (0,6172)
Peso (P)	1	0,0031 (0,5769)	0,0162 (0,2863)	0,0972 (0,0435)
SXP	3	0,0123 (0,3188)	0,0233 (0,1985)	0,0371 (0,1807)
Erro	15	0,01	0,01	0,02
CV		26,74	10,53	58,29
Pr<W		0,0673	0,7103	0,5880

TABELA 17A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FOG pequenas, médias e grandes no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0346 (0,1991)	0,0094 (0,6624)	0,0362 (0,2964)
Peso (P)	1	0,0205 (0,3242)	0,0715 (0,0615)	0,2758 (0,0059)
SXP	3	0,05167 (0,0896)	0,0287 (0,2220)	0,0099 (0,7769)
Erro	15	0,02	0,02	0,03
CV		55,13	11,28	76,84
Pr<W		0,0983	0,3261	0,0736

TABELA 18A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FG pequenas, médias e grandes no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0250 (0,1402)	0,0241 (0,4901)	0,0574 (0,2725)
Peso (P)	1	0,0532 (0,0506)	0,1802 (0,0239)	0,3962 (0,0067)
SXP	3	0,0439 (0,0347)	0,0104 (0,7802)	0,0280 (0,5665)
Erro	15	0,01	0,03	0,04
CV		66,83	15,45	50,64
Pr<W		0,0482	0,2387	0,3996

TABELA 19A. Resumo da análise de variância do desdobramento para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo *Longissimus dorsi*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)
		Pequenas FG
Sistemas dentro leves	3	0,0398 (0,0464)
Sistemas dentro pesados	3	0,0277 (0,1135)
Erro	15	0,01

TABELA 20A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO pequenas no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	6,17	0,1901
B versus D	0	-1	0	1	-0,61	0,8686
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	5,56	0,4001
Médias	15,68	9,48	21,85	8,87		
Desvio padrão	9,25	4,35	8,94	3,52		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 21A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO médias no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-6,68	0,2680
B versus D	0	-1	0	1	0,70	0,8611
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-5,98	0,4945
Médias	80,42	80,81	73,74	81,51		
Desvio padrão	8,80	10,76	7,70	11,50		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 22A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO grandes no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,51	0,8821
B versus D	0	-1	0	1	-0,09	0,8926
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	0,42	0,9904
Médias	3,90	9,71	4,41	9,62		
Desvio padrão	2,71	8,71	3,86	12,82		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 23A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG pequenas no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-0,62	0,9976
B versus D	0	-1	0	1	-0,16	0,9776
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-0,78	0,9826
Médias	13,55	4,42	12,93	4,26		
Desvio padrão	11,67	3,28	12,50	2,28		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 24A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG médias no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	6,52	0,3670
B versus D	0	-1	0	1	6,35	0,8907
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	9,11	0,4567
Médias	81,12	86,35	85,37	87,61		
Desvio padrão	8,35	13,67	11,43	10,22		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 25A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG grandes no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-3,63	0,2334
B versus D	0	-1	0	1	-1,10	0,9421
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-4,73	0,3614
Médias	5,33	9,23	1,70	8,13		
Desvio padrão	5,37	15,76	4,77	12,22		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 26A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-1,05	0,9409
B versus D	0	-1	0	1	0,08	0,9537
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-0,70	0,9899
Médias	8,79	1,84	6,49	2,01		
Desvio padrão	9,92	1,49	4,37	1,67		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 27A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG médias no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	7,99	0,3084
B versus D	0	-1	0	1	9,33	0,2957
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	17,33	0,1515
Médias	77,72	73,19	85,72	82,52		
Desvio padrão	6,54	24,02	9,43	15,20		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 28A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG grandes no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-5,70	0,6755
B versus D	0	-1	0	1	-9,50	0,3374
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-15,20	0,3345
Médias	13,49	24,97	7,79	15,46		
Desvio padrão	14,12	24,96	12,07	15,97		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 29A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras pequenas, médias e grandes no músculo *Longissimus dorsi*, desconsiderando o tipo de fibra analisado, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0299 (0,0416)	0,0040 (0,8225)	0,0262 (0,3169)
Peso (P)	1	0,0109 (0,2759)	0,0739 (0,0324)	0,2013 (0,0068)
SXP	3	0,0231 (0,0819)	0,0133 (0,4211)	0,0150 (0,5460)
Erro	15	0,01	0,01	0,02
CV		33,21	10,34	46,05
Pr<W		0,0515	0,1212	0,1246

TABELA 30A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras pequenas no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,45	0,7557
B versus D	0	-1	0	1	-0,40	0,8718
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	0,05	0,9119
Médias	12,65	5,06	13,10	4,65		
Desvio padrão	10,12	2,15	7,79	1,78		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 31A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras médias no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	2,40	0,6790
B versus D	0	-1	0	1	4,20	0,4778
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	6,60	0,4305
Médias	79,77	79,79	82,16	83,99		
Desvio padrão	7,58	16,02	5,06	11,36		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 32A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras grandes no músculo *Longissimus dorsi*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-2,86	0,6252
B versus D	0	-1	0	1	-3,80	0,5412
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-6,66	0,4398
Médias	7,58	15,14	4,73	11,34		
Desvio padrão	7,03	16,16	5,67	13,04		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 33A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras SO pequenas, médias e grandes no músculo *Semimembranosus*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0750 (0,1392)	0,0693 (0,0916)	0,0041 (0,1392)
Peso (P)	1	0,1113 (0,8726)	0,1112 (0,0592)	0,0001 (0,8726)
SXP	3	0,0742 (0,9939)	0,0742 (0,0783)	0,0001 (0,9939)
Erro	15	0,02	0,03	0,01
CV		319,98	14,89	319,98
Pr<W		<0,0001	0,0916	<0,0001

TABELA 34A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FOG pequenas, médias e grandes no músculo *Semimembranosus*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0134 (0,7236)	0,0076 (0,8112)	0,0114 (0,1674)
Peso (P)	1	0,0515 (0,2134)	0,0650 (0,1224)	0,0002 (0,8585)
SXP	3	0,0653 (0,1402)	0,0687 (0,0763)	0,0101 (0,2053)
Erro	15	0,03	0,02	0,01
CV		60,63	12,24	125,33
Pr<W		0,3087	0,8940	0,2271

TABELA 35A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras FG pequenas, médias e grandes no músculo *Semimembranosus* segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0108 (0,2575)	0,0223 (0,0687)	0,0228 (0,3479)
Peso (P)	1	0,0069 (0,3425)	0,0193 (0,1308)	0,0732 (0,0714)
SXP	3	0,0150 (0,1496)	0,0094 (0,3276)	0,0237 (0,3329)
Erro	15	0,01	0,01	0,02
CV		52,44	6,81	63,24
Pr<W		0,9685	0,8944	0,2534

TABELA 36A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO pequenas no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-9,57	1,0000
B versus D	0	-1	0	1	7,48	0,0580
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-2,09	0,1604
Médias	37,0	13,32	27,45	20,80		
Desvio padrão	26,33	7,70	13,91	5,16		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 37A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	9,57	0,3336
B versus D	0	-1	0	1	-6,65	0,2737
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	2,92	0,9083
Médias	62,97	85,85	72,55	79,20		
Desvio padrão	26,33	9,25	13,91	5,16		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 38A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras SO grandes no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,00	1,0000
B versus D	0	-1	0	1	-0,83	0,0580
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-0,83	0,1604
Médias	0,00	0,83	0,00	0,00		
Desvio padrão	0,00	9,00	0,00	0,00		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 39A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG pequenas no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-9,20	0,3263
B versus D	0	-1	0	1	1,28	0,7249
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-7,92	0,6570
Médias	16,79	9,39	7,59	10,66		
Desvio padrão	14,49	8,39	8,94	8,37		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 40A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	8,39	0,3531
B versus D	0	-1	0	1	-2,15	0,8655
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	6,23	0,5926
Médias	83,21	89,48	91,60	87,32		
Desvio padrão	14,49	11,93	8,68	9,61		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 41A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FOG grandes no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,81	0,3662
B versus D	0	-1	0	1	0,88	0,5289
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	1,69	0,2843
Médias	0,00	1,13	0,81	2,01		
Desvio padrão	0,00	13,70	1,75	2,02		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 42A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG pequenas no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-1,98	0,3841
B versus D	0	-1	0	1	3,09	0,0794
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	1,10	0,4758
Médias	4,42	1,98	2,44	5,07		
Desvio padrão	3,75	1,50	3,17	2,05		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 43A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	1,24	0,5035
B versus D	0	-1	0	1	-9,31	0,0184
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-8,07	0,1711
Médias	91,22	93,89	92,47	84,58		
Desvio padrão	4,15	27,15	6,20	8,11		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 44A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras FG grandes no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes ¹				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,74	0,7137
B versus D	0	-1	0	1	6,21	0,2805
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	9,96	0,3049
Médias	4,35	4,13	5,10	10,35		
Desvio padrão	6,70	26,79	6,33	10,11		

¹ A – grupo de referência; B – grupo controle; C – grupo restrição; D – grupo realimentação.

TABELA 45A. Resumo da análise de variância para porcentagem de fibras pequenas, médias e grandes no músculo *Semimembranosus*, desconsiderando o tipo de fibra analisado, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio (p-valor)		
		Pequenas	Médias	Grandes
Sistema (S)	3	0,0134 (0,2131)	0,0130 (0,0673)	0,0108 (0,1752)
Peso (P)	1	0,0372 (0,0483)	0,0151 (0,0828)	0,0245 (0,0575)
SXP	3	0,0316 (0,0315)	0,0256 (0,0087)	0,0086 (0,2521)
Erro	15	0,01	0,01	0,01
CV		25,96	5,53	52,75
Pr<W		0,1731	0,0204	0,4047

TABELA 46A. Resumo da análise de variância do desdobramento para porcentagem de fibras pequenas e médias no músculo *Semimembranosus*, segundo os tratamentos estudados

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio (p-valor)	
		Pequenas	Médias
Sistemas dentro leves	3	0,0039 (0,0456)	0,0203 (0,0191)
Sistemas dentro pesados	3	0,0152 (0,1723)	0,0181 (0,0275)
Erro	15	0,10	0,05

TABELA 47A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras pequenas no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	-4,75	0,3653
B versus D	0	-1	0	1	4,14	0,2153
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-0,61	0,7854
Médias	17,56	7,93	12,81	12,08		
Desvio padrão	12,79	4,13	7,21	3,18		

TABELA 48A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras médias no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	4,55	0,2153
B versus D	0	-1	0	1	-6,05	0,0453
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	-1,50	0,5105
Médias	80,70	89,84	85,26	83,79		
Desvio padrão	10,83	16,36	6,52	2,74		

TABELA 49A. Coeficientes e estimativas dos contrastes de interesse para porcentagem de fibras grandes no músculo *Semimembranosus*

Contrastes	Coeficientes				Estimativa contraste	Pr>t
	A	B	C	D		
A versus C	-1	0	1	0	0,20	0,7185
B versus D	0	-1	0	1	1,91	0,3533
A e B versus C e D	-1	-1	1	1	2,11	0,3611
Médias	1,73	2,22	1,93	4,13		
Desvio padrão	2,55	18,08	2,35	2,81		