

MARCELINA RODRIGUES PARREIRA ²⁴⁸

EXERCÍCIO FÍSICO ASSOCIADO A DIFERENTES TEORES DE PROTEÍNA NA DIETA:
ESTUDO DAS ALTERAÇÕES BIOQUÍMICAS E CORPORAIS EM RATOS ADULTOS.

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
Marcelina Rodrigues Parreira
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao
Instituto de Biologia da Uni-
versidade Estadual de Campi-
nas, para obtenção do título
de Mestre em Ciências Biológi-
cas, área de Fisiologia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Celso/Ramalho ^t

CAMPINAS

1993

UNICAMP

9315495

Dedico este trabalho,

Aos meus pais José e Neusa, por todo amor, carinho e compreensão a mim dedicados.

Aos meus irmãos Leci, Cecilia e Pepe, pelo apoio e incentivo presentes em todo os momentos vividos.

Aos meus companheiros Roberto e Marcelo, pela presença sempre constante e principalmente pelo amor que sempre me dedicaram.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Celso Ramalho pela orientação e sugestões para o presente trabalho.

A Profª Maria Cristina Cintra Gomes pela amizade e participação decisiva em minha formação científica.

Ao Prof. Miguel Arcanjo Areas pela amizade e espírito de colaboração durante a execução deste trabalho.

Aos Profs. Drs. Ernesto José Dottaviano e Antonio Carlos Boschero pela minha formação científica.

A Profª Maria Alice R. de Mello pelo apoio recebido e sugestões na redação deste trabalho.

A Profª Maria Beatriz Rocha Ferreira pela cuidadosa leitura deste trabalho e participação na banca examinadora.

A Srª Aparecida da Silva Geraldo pela amizade e dedicação técnica para com os experimentos.

Ao Sr. Francisco Leite pela amizade e colaboração no manuseio dos animais.

Aos Srs. José Ribeiro e Léscio Domingos Teixeira pelo apoio técnico durante as diversas fases experimentais.

Ao Sr. Carlos Aparecido Zamai pelo apoio técnico ao longo de todo o trabalho experimental.

As amigas Marise Auxiliadora de Barros Reis e Carol F. Elias pela desinteressada colaboração durante a execução deste trabalho.

A Srª Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto pela detalhada revisão do capítulo Referências Bibliográficas.

A todos os colegas de pós-graduação pela amizade e colaboração ao longo de todos esses anos de convivência.

A Ivania Geraldo Lemos do Departamento de Matemática, da Universidade Federal de Viçosa pelo tratamento estatístico dos dados.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Fisiologia e Biofísica da Unicamp, pela amizade e colaboração.

Ao Departamento de Fisiologia e Biofísica da Unicamp, por proporcionar-me a oportunidade de realização dessa dissertação de mestrado.

Ao Laboratório de Histologia Experimental da Faculdade de Educação Física da Unicamp, pela cessão da esteira rolante.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a influência do conteúdo protéico da dieta associado ao exercício físico intenso, sobre o metabolismo protéico de ratos adultos. Ratos Wistar machos (90 dias de idade), treinados em esteira rolante e controles (sedentários), foram alimentados com dietas semipurificadas contendo 6% (hipoprotéica), 25% (normoprotéica) e 35% (hiperprotéica) de caseína. Em nossas condições experimentais, verificou-se que os animais do grupo hipoprotéico apresentaram reduções significativas do ganho de peso corporal, do balanço nitrogenado, da eficiência alimentar e da proteína hepática em relação aos animais normoprotéicos. Estas reduções foram mais acentuadas nos animais treinados. Ratos do grupo hiperprotéico mostraram níveis mais elevados de eficiência alimentar, balanço nitrogenado e ganho de peso corporal em relação aos

animais normoprotéicos. Os animais submetidos a dieta normoprotéica apresentaram parâmetros bioquímicos e corporais constantes, ocorrendo no entanto diminuição significativa do ganho de peso corporal e eficiência alimentar nos ratos treinados. O exercício físico associado a diferentes dietas promoveu, em todos os grupos experimentais, discreta elevação dos teores de água corporal e massa corpórea magra e diminuição da gordura corporal, bem como, redução significativa do ganho de peso corporal, eficiência alimentar e proteína hepática em relação aos animais sedentários. Baseados nesses resultados, concluímos que dietas com diferentes níveis de proteína promoveram alterações significativas no metabolismo protéico de ratos adultos. Essas alterações foram mais acentuadas nos animais submetidos a dieta hipoprotéica.

SUMÁRIO

RESUMO

1 - INTRODUÇÃO	01
2 - OBJETIVOS	08
3 - MATERIAL E MÉTODOS	09
3.1 - Composição das Dietas	09
3.2 - Grupos Experimentais	10
3.3 - Procedimento Experimental	11
3.3.1 - Treinamento Físico	12
3.3.1.1 - Características do Treinamento Físico	12
3.3.1.2 - Características da Esteira Rolante	14
3.3.2 - Urina e Fezes	15
3.3.3 - Balanço Nitrogenado	15
3.3.4 - Sacrifício de Animais	16
3.4 - Dosagens Bioquímicas	17
3.4.1 - Composição Corpórea Química	17
3.4.2 - Proteínas Totais, Albumina e Globulinas do Soro ..	17
3.4.3 - Proteínas Totais do Músculo e Fígado	17
3.4.4 - Nitrogênio da Dieta, Fezes e Urina	17
3.5 - Ganho de Peso Corporal	17
3.6 - Eficiência Alimentar	18
3.7 - Tratamento Estatístico	18
4 - RESULTADOS	20
4.1 - Ingestão Alimentar	20
4.1.1 - Eficiência Alimentar	21
4.2 - Ganho de Peso Corporal	21

4.3 - Balanço Nitrogenado	22
4.4 - Composição Corpórea Química	23
4.4.1 - Gordura Corporal	23
4.4.2 - Água Corporal	24
4.4.3 - Massa Corpórea Magra	24
4.5 - Proteínas Totais , Albumina e Globulinas do Soro	25
4.5.1 - Proteínas Totais	25
4.5.2 - Albumina	25
4.5.3 - Globulinas	26
4.6 - Proteína Total Muscular	26
4.7 - Proteína Total Hepática	26
5 - DISCUSSÃO	49
6 - CONCLUSÕES	70
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ABSTRACT	
GLOSSÁRIO	

1 - INTRODUÇÃO

Entre os vários nutrientes existentes nos alimentos que ingerimos, os carboidratos e as gorduras são as maiores fontes de energia para a atividade física de curta duração. Já a utilização de proteína como fonte energética ocorre durante a realização de exercício físico de longa duração (FELIG, 1975).

A utilização dos dois principais combustíveis (carboidratos e gorduras) no metabolismo energético durante a atividade física depende de fatores como o tipo de trabalho muscular: breve (provas de 200 m até 800 m) ou prolongado (maratona), leve (volei) ou pesado (halterofilismo). Depende também, do estado de treinamento do indivíduo, destreinado ou bem treinado; Além disso, outro importante fator é a composição da dieta, com alto ou baixo teor de carboidratos (ASTRAND, RODAHL, 1987).

O treinamento físico promove o aumento da captação máxima de oxigênio, facilitando desta forma a utilização de gordura como fonte de energia muscular durante a realização de certos tipos de atividades. (LEWIS, GUTIN, 1973)

O adequado suprimento de oxigênio, para o tecido muscular que está sendo solicitado pelo exercício físico, é de importância fundamental, pois a oxidação dos ácidos graxos livres depende do oxigênio como "receptor" de hidrogênio. Portanto, um suprimento insuficiente de oxigênio, de certa forma, restringe o combustível utilizável aos carboidratos, cujas reservas são limitadas. Além disso, a oxidação anaeróbia dos carboidratos produz 12 vezes menos energia do que sua oxidação aeróbia. Então, quando o suprimento de oxigênio é insuficiente, a oxidação de carboidratos se processa somente até a formação de lactato. Assim, o aumento de lactato pode inibir a mobilização dos ácidos graxos livres limitando dessa forma o suprimento desses substratos para as células musculares. Portanto, quanto maior a captação máxima de oxigênio, maior será a contribuição da gordura para o metabolismo energético (LEWIS, GUTIN, 1973, ASTRAND, RODAHL, 1987).

Quanto aos carboidratos, sua utilização é limitada durante um trabalho moderado e prolongado, mas, mesmo assim, a disponibilidade de glicose poderá representar um fator que limita o desempenho da atividade física. Apesar disto, durante o exercício físico prolongado processa-se uma utilização significativa de glicose nos músculos ativos. Isto é em parte equilibrado por maior gliconeogênese hepática à partir de precursores como, por exemplo, glicerol e alanina (ASTRAND, RODAHL, 1987).

Quando a atividade física é rápida, porém, extremamente pesada, o glicogênio constitui a principal fonte de energia para executar o trabalho muscular. Nessas condições, o metabolismo energético é predominantemente anaeróbico, limitando assim o combustível aos carboidratos (ASTRAND, RODAHL, 1987).

A utilização de substratos energéticos durante o exercício físico tem sido amplamente estudada. Os mecanismos que envolvem a regulação do metabolismo de carboidratos e lipídeos, durante o exercício físico, são bem conhecidos, no entanto, as alterações no metabolismo de proteínas têm sido menos caracterizadas.

Existe consenso na literatura que em humanos no estado isocalórico (alimentados com dieta contendo 42 % de carboidrato, 41% de gordura e 17% de proteína), o glicogênio e os ácidos graxos livres constituem a maior fonte de energia durante o exercício físico de curta duração (LEMON, NAGLE, 1981).

É conhecido que o exercício físico promove mudanças importantes no metabolismo de aminoácidos. Essas mudanças podem resultar em respostas anabólicas ou catabólicas, dependendo de grande número de fatores. Os fatores mais importantes são a nutrição, especialmente o tipo e a quantidade da dieta consumida, e o exercício físico, especialmente quanto a intensidade, duração e frequência (LEMON, CHANEY III, 1988).

Alguns autores têm fornecido evidências que suportam a idéia de uma ativa utilização de proteínas, principalmente, durante o exercício físico de longa duração (GONTZEA et al. 1975, HARALAMBIE, BERG, 1976, LEMON, MULLIN, 1980). Nesta condição, estima-se que cerca de 5 a

10% da fonte energética necessária ao desempenho da atividade física seria suprida por aminoácidos (LEMON, MULLIN, 1980, BROOKS, 1987).

WHITE, BROOKS (1981) e LEMON et al. (1982), demonstraram que a oxidação de aminoácidos, principalmente os aminoácidos de cadeia ramificada, estava aumentada durante exercício físico de intensidade moderada e alta. Como os aminoácidos de cadeia ramificada são aminoácidos essenciais, é provável que o exercício físico do tipo resistência aeróbica eleve as necessidades dietéticas diárias desses compostos (LEMON, CHANEY III, 1988).

Alguns estudos indicam que esses aminoácidos, quando oxidados para servir como fonte energética necessária à atividade física, são catabolisados à partir da proteína hepática e muscular (LEMON et al., 1985).

Pode ocorrer mobilização de proteína durante o estado catabólico por diminuição da síntese e/ou aumento da degradação da proteína. Durante o exercício físico, a mobilização protéica é resultado da diminuição da síntese e do aumento da degradação de proteína no músculo e fígado. (DOHM et al., 1987).

Todas as proteínas são renovadas por constantes processos de síntese e degradação. Quando o animal está em balanço nitrogenado a razão de síntese e degradação protéica é igual e não há ganho ou perda de proteína tecidual (DOHM, 1986).

DOHM et al. (1980) demonstraram que a síntese de proteínas está diminuída e a degradação aumentada em músculos de ratos exercitados, quando comparados com animais sedentários. Estes autores sugerem que o aumento na degradação de proteína muscular, durante o exercício físico, tem duas finalidades: primeiro, como substrato oxidável para

suprir o aumento do gasto energético, segundo, como fonte de grupo amino para a remoção do piruvato, via o ciclo da alanina, servindo como precursor gliconeogênico para a manutenção da concentração sanguínea de glicose, durante a execução da atividade física.

DOHM et al. (1981) registraram um aumento de tirosina em músculo, fígado e plasma após exercício exaustivo e aumento na concentração de leucina nesses mesmos tecidos, em ratos treinados até a exaustão.

Os dados anteriormente citados têm servido de estímulo para a investigação da relação existente entre o conteúdo protéico da dieta e a intensidade da atividade física.

Estudos em seres humanos demonstraram que o exercício físico causou a diminuição no balanço nitrogenado em indivíduos que recebiam uma dieta adequada quanto as recomendações da R.D.A./C.D.A.* (1g de proteína por kg de peso corporal por dia) (GONTZEA et al., 1975).

MOLÉ, JOHNSON (1971) encontraram aumento da excreção urinária de nitrogênio em homens exercitados que receberam uma dieta que fornecia 2g de proteína por kg de peso corporal por dia e suprimento energético (1000 kcal) acima do necessário para a manutenção da atividade física.

CONSOLAZIO et al. (1975) estudaram dois grupos de indivíduos que consumiram dietas com dois diferentes níveis de proteína (1,4 e 2,8g de proteína por kg de peso corporal por dia) durante um período experimental de 40 dias de intensa atividade física. Embora o balanço nitrogenado tenha se mantido constante nos dois grupos, somente o gru-

* Recommended Dietary Allowance/Comitee of Dietary Allowances

po que recebeu maior teor de proteína na dieta aumentou significativamente a massa corpórea magra.

Confirmando esses resultados, o trabalho de LARITCHEVA et al. (1978) apud WILMORE, FREUND (1986) conclui que a ingestão de 2 g de proteína por Kg de peso corporal por dia, não foi adequada para manter o balanço nitrogenado, quando levantadores de peso treinavam intensamente para uma competição.

Estudos recentes, comparando balanço nitrogenado em atletas que recebiam dietas contendo 0,8g. de proteína por kg de peso corporal dia (R.D.A./C.D.A.) e 1,5g. de proteína por kg de peso corporal dia (rica em proteína), demonstraram que a retenção de nitrogênio foi significativamente reduzida durante o período em que os atletas recebiam dieta com 0,8 g. de proteína. Os autores sugerem que a quantidade de proteína recomendada pela R.D.A. pode estar inadequada para atletas enquadrados em atividade física crônica de alta intensidade (FRIEDMAN, LEMON, 1989).

DOHM et al. (1977) e HENDERSON et al. (1985) demonstraram que o exercício físico do tipo resistência aeróbica aumenta a oxidação de aminoácidos. No entanto, tais autores acreditam que o exercício de resistência aeróbica de intensidade moderada e alta, promova resposta protéica catabólica, especialmente se a ingestão de aminoácidos e de energia estiver inadequada.

Por outro lado, o exercício de baixa repetição e alta intensidade como o treinamento com peso é primariamente de natureza protéico anabólica, o qual promove aumento da captação de aminoácido pelo músculo que está sendo trabalhado (GOLDBERG et al., 1975). Em humanos, o aumento da captação de aminoácidos pelo músculo leva ao aumento da

síntese protéica e, conseqüentemente, aparece a hipertrofia muscular (GOLLNICK et al., 1983 apud LEMON, CHANEY III, 1988).

O estímulo anabólico que ocorre no músculo ativo é muito efetivo, pois a hipertrofia ocorre mesmo quando a ingestão de energia é inadequada e os tecidos inativos estão sendo degradados (GOLDBERG et al., 1975).

Pelo que se depreende da literatura, os resultados sugerem que a necessidade de proteína e/ou aminoácidos possam estar realmente elevadas em indivíduos que participam ativamente de um programa de treinamento (FRIEDMAN, LEMON, 1989).

À vista do exposto e sabendo-se que o exercício físico de intensidade moderada e alta utiliza proteínas como fonte de energia, propusemo-nos a estudar bioquimicamente a influência de três diferentes dietas, com diferentes teores de proteína, no metabolismo protéico de ratos adultos treinados.

2 - OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi estudar a influência das variações do teor de proteína da dieta sobre o metabolismo protéico de ratos adultos submetidos ao exercício crônico intenso, através da análise dos seguintes parâmetros:

- comportamento de ingestão alimentar, eficiência alimentar e ganho de peso corporal;
- balanço nitrogenado;
- composição corpórea química (massa corpórea magra, água e gordura corporal).
- teores de proteínas totais, albumina e globulinas séricas;
- teor de proteína total hepática e muscular;

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 95 ratos machos Wistar adultos com 90 dias de idade e peso inicial de $233 \pm 7g$, provenientes do Biotério Central da Universidade Estadual de Campinas.

A temperatura do ambiente foi mantida entre 24 e 28 °C e ciclo de luz de 12 horas claro - 12 horas escuro. Os animais receberam dieta e água ad libitum.

3.1 - Composição das Dietas

As dietas semipurificadas empregadas no presente estudo foram elaboradas em nosso laboratório e contém quantidades previamente estabelecidas de proteínas, lipídeos, carboidratos, minerais e vitami-

nas. (NEWBERNE, 1979). A composição das mesmas encontra-se descrita no quadro 1.

Quadro 1 - Composição das dietas consumidas pelos ratos dos grupos experimentais.

ingredientes (g)	normoprotéica (25% de proteína)	hipoprotéica (6% de proteína)	hiperprotéica (35% de proteína)
caseína ***	333,3	80	466,7
metionina	7	7	7
sacarose	164	212	91,9
dextrose	108,7	229	119,7
amido	183	268	110,7
óleo de milho	150	150	150
mistura de sais*	40	40	40
mistura de vitamina**	10	10	10
colina	4	4	4

* ROGERS, HARPER, J. Nutr., 87: 267-273, 1965.

** MILLER et al. J. Nutr., 77: 397-402, 1962.

*** corrigida em relação ao teor de proteína contida na caseína e determinada pelo método de KJELDAHL (ALBANESE, ORTO, 1963).

3.2 - Grupos Experimentais

Os animais foram aleatoriamente distribuídos nos seguintes grupos experimentais:

- GRUPO NORMOPROTÉICO CONTROLE (NC) constituído de 17 animais sedentários que receberam dieta contendo 25% de proteína;
- GRUPO NORMOPROTÉICO TREINADO (NT) constituído de 13 animais treinados que receberam dieta contendo 25% de proteína;

- GRUPO HIPERPROTÉICO CONTROLE (HC) constituído por 19 animais sedentários, que receberam dieta contendo 35% de proteína;
- GRUPO HIPERPROTÉICO TREINADO (HT) constituído por 13 animais treinados, que receberam dieta contendo 35% de proteína;
- GRUPO HIPOPROTÉICO CONTROLE (DC) constituído de 18 animais sedentários, que receberam dieta contendo 6% de proteína;
- GRUPO HIPOPROTÉICO TREINADO (DT) constituído por 15 animais treinados, que receberam dieta contendo 6% de proteína;

3.3 - Procedimento Experimental

Os ratos permaneceram 7 dias em período de adaptação antes do início do período experimental, em gaiolas metabólicas individuais recebendo as respectivas dietas. Após este período os animais foram mantidos sob experimentação durante 56 dias, nos quais se fez o treinamento físico da metade dos animais experimentais.

A pesagem dos animais foi realizada sempre pela manhã, antes de iniciar a atividade física. A dieta semipurificada foi oferecida em recipientes especiais (comedouros), localizados na parte externa da gaiola metabólica, para evitar contaminação por fezes e urina. Os animais receberam 30g de dieta e após 48 horas, foi realizada a pesagem das sobras, calculando-se dessa maneira as quantidades ingeridas.

3.3.1 - Treinamento Físico

Os animais foram submetidos ao exercício físico crônico através de um programa progressivo de treinamento em esteira rolante, por 8 semanas, conforme proposto por NEGRÃO (1985) com algumas modificações em relação a inclinação e velocidade da esteira (figura 1).

O treinamento iniciou com a velocidade de 15 metros/minuto, a 0% de inclinação da esteira e 15 minutos de duração. Progressivamente foi intensificado até atingir, na 3ª semana, a velocidade de 25 metros/minutos, 9% de inclinação e 60 minutos de duração, permanecendo assim até o final do período de treinamento. O quadro 2 mostra o programa de treinamento progressivo. Esse protocolo de exercício físico é considerado intenso pois utiliza cerca de 74% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), segundo BEDFORD et al. 1979.

3.3.1.1 - Características do treinamento físico

Todas as manhãs, de segunda a sexta-feira, entre oito e dez horas, os ratos foram submetidos ao exercício físico sempre em grupos de sete animais, enquanto os animais controles permaneciam nas gaiolas metabólicas.

Os ratos que apresentaram dificuldades em se adaptar ao exercício físico foram mantidos na parte dianteira da esteira, seguros pela cauda, até que retomassem o ritmo adequado de treinamento. Não utilizamos recursos para motivação dos animais como por exemplo choque elétrico usado por outros autores (NEGRÃO, 1985).

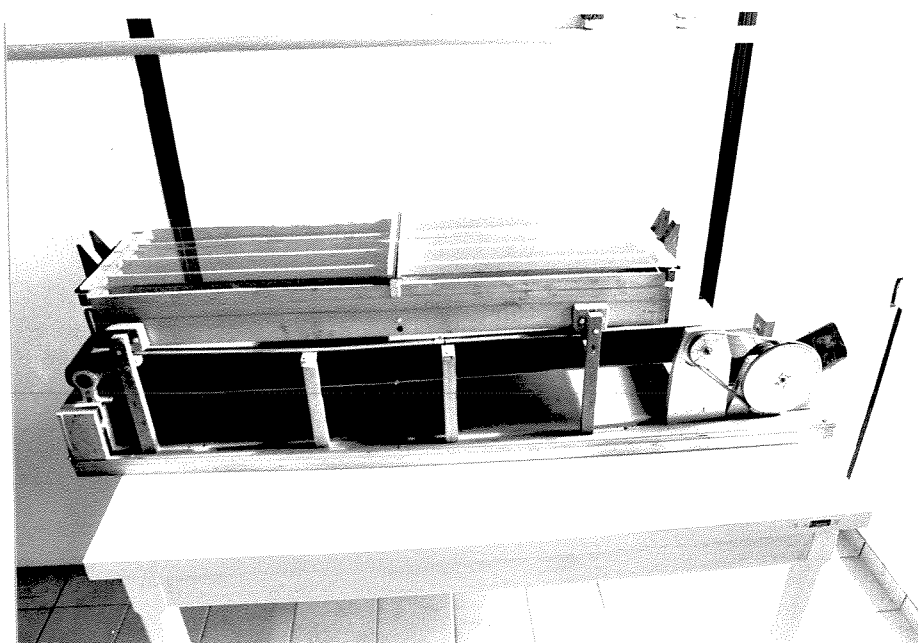


Figura 1: Esteira rolante usada para o treinamento dos animais experimentais.

Quadro 2: Programa progressivo de treinamento físico em esteira rolante.

semana	dia	velocidade da esteira (metros/minuto)	inclinação (%)	duração (min)
1	1	15	0	15
	2	15	0	20
	3-5	15	0	30
2	1	20	0	30
	2	25	0	30
	3	25	0	40
	4	25	0	50
	5	25	0	60
3	1-5	25	9	60
		25	9	60
4	1-5	25	9	60
		25	9	60
5-8	1-5	25	9	60

3.3.1.2 - Características técnicas da esteira rolante

A esteira rolante utilizada no treinamento dos animais é composta por unidade motriz elétrica, sistema de roldanas, conjunto de cilindros, esteira e pistas de corrida (figura 1).

O motor elétrico 12V/2,5W/0,3A movimenta um sistema de roldanas com relação aproximada de 2:1; 1:1; 1:3; 1:4 o que permite variação da velocidade transmitida do motor aos cilindros.

A esteira rolante é contínua e estirada entre dois cilindros de borracha, sendo um deles ligado ao sistema de roldanas. O material da esteira é de lona encerada impermeável e praticamente inextensível.

Sobre a esteira rolante localiza-se um conjunto de 8 pistas de corrida, cujas dimensões favorecem que os animais adotem posição

quadrúpede alinhada com o deslocamento linear da esteira, quando em movimento.

O teto das pistas de corrida é construído em vidro transparente o que permite a visualização dos animais durante o treinamento e também eventuais intervenções do treinador em situações de interrupção do treinamento.

3.3.2 - Urina e fezes

Foi feita a coleta e avaliação do volume urinário, para determinação do nitrogênio excretado em 24 horas e posterior cálculo do balanço nitrogenado. Antes do início de cada período de coleta de urina, duas gotas de ácido sulfúrico concentrado foram acrescentadas para evitar a contaminação por bactérias.

As fezes retidas na rede de malha fina da gaiola metabólica foram recolhidas com auxílio de pinça e armazenadas em papel alumínio. Posteriormente, o material fecal foi pesado e transferido para a estufa à temperatura de 105°C, durante 48 horas, sendo então novamente pesado para determinação do peso seco.

As fezes e a urina foram guardadas em congelador a -20°C para posterior dosagem de nitrogênio.

3.3.3 - Balanço nitrogenado

O balanço nitrogenado foi calculado como a diferença entre a ingestão e a excreção do nitrogênio. Entende-se por ingestão a quan-

tidade de nitrogênio fornecida pela dieta e, por excreção, a soma das quantidades eliminadas na urina e nas fezes.

O balanço nitrogenado (B.N.), que mede o nitrogênio retido, foi avaliado pela fórmula:

$$BN = I - (U+F)$$

Onde se considera (I) ingestão alimentar, (U) eliminação urinária e (F) eliminação fecal de 24 horas (TAGLE, 1981).

Os cálculos do B.N. foram realizados nos dias 1º, 7º, 14º, 21º, 28º, 35º, 45º, 56º que foram escolhidos de forma aleatória.

3.3.4 - Sacrifício de animais

Os ratos foram sacrificados por decapitação, colhendo-se o sangue para dosagens bioquímicas. O soro foi obtido por centrifugação do sangue coagulado e, a seguir, guardado em congelador a -20°C.

Após o sacrifício, as carcaças dos animais foram preservadas para posterior determinação da composição corpórea química.

No momento do sacrifício realizou-se a dissecação da pata posterior direita para a retirada do músculo gastrocnêmio, que foi posteriormente pesado e armazenado em congelador a -20°C.

Retirou-se o fígado que foi pesado obtendo-se, em seguida, fragmento para dosagem de proteína. Este fragmento foi pesado e guardado em congelador a -20°C.

3.4 - Dosagens Bioquímicas

3.4.1 - Composição corpórea química segundo a técnica padronizada no laboratório de Metabologia Cirúrgica do Departamento de Técnica Cirúrgica da Faculdade de Medicina da USP. A Técnica consiste em: a - determinação do teor de água corpórea: coloca-se a carcaça do animal em estufa à temperatura de 50-55°C até a obtenção de peso constante; por diferença de peso fresco menos peso seco obteve-se a quantidade de água. b - determinação do teor de gordura: coloca-se a carcaça seca em aparelho de Soxhlet (extrator de gorduras) juntamente com éter de petróleo, como solvente; por diferença de peso seco menos o peso da carcaça, após passar pelo extrator determinou-se a quantidade de gordura.

3.4.2 - Proteínas totais, albumina - determinação pelo método biureto e verde de bromocresol (HENRY, 1974, DOUMAS et al., 1971 respectivamente) pela diferença entre os valores de proteínas totais e albumina, calculou-se o teor de globulinas.

3.4.3 - Proteínas muscular e hepática - determinação pelo método de LOWRY et al. (1951).

3.4.4 - Teor de nitrogênio total da dieta, fezes e urina - realizado pelo método de KJELDAHL (ALBANESE, ORTO, 1963).

3.5 - Ganho de peso corporal, expresso em porcentagem, obtido pela relação:

Peso final - peso inicial

$$G.P = \frac{\text{-----}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.6 - Eficiência Alimentar, obtida pela relação:

Peso final - peso inicial

$$E.A = \frac{\text{-----}}{\text{ingestão alimentar total no período experimental}}$$

3.7 - Tratamento Estatístico

Para todos os resultados foram obtidas médias e desvios padrões que foram analisados estatisticamente. Os dados obtidos pelas dosagens bioquímicas (proteínas totais, albumina, globulinas séricas, proteína total hepática e muscular) e composição corpórea química foram comparados estatisticamente por análise de variância e Teste de TUKEY no caso de F significativo (VIEIRA, 1983).

Os resultados obtidos das variáveis ingestão alimentar, ganho de peso corporal, balanço nitrogenado foram analisados através de estudos longitudinais que permitiram a avaliação do comportamento dessas variáveis ao longo do tempo. Esses resultados foram analisados estatisticamente através da análise de variância multivariada (MANOVA) para dados emparelhados, seguida de testes estatísticos multivariados. (ANDRADE et al., 1988).

Esta análise permitiu avaliar o paralelismo e a igualdade entre as seis (6) diferentes curvas que representam os seis grupos ex-

perimentais. O teste do paralelismo mostrou o desempenho dos diferentes grupos, ao longo do período experimental. Já o teste da igualdade mostra a coincidência entre as curvas correspondentes aos grupos experimentais (ANDRADE, SINGER, 1986).

Utilizamos $\alpha = 5\%$. Os valores de probabilidade (p) maiores que 0,05 não foram considerados estatisticamente significantes.

4 - RESULTADOS

4.1 - Ingestão Alimentar

Ao longo do período experimental, não foram observadas mudanças no comportamento alimentar (Fig. 2a, 2b e tab. 1). Os diferentes grupos ingeriram as variadas dietas de forma regular.

Notou-se queda moderada na ingestão alimentar durante a primeira metade do período experimental. Porém, na segunda metade, os animais mantiveram níveis constantes de ingestão.

A análise estatística não demonstrou diferenças significativas quanto a ingestão alimentar entre os grupos experimentais.

Analisando o paralelismo entre as seis curvas, verificou-se que os desempenhos foram paralelos [$F = (40,430) = 1.386$ $p = 0,083$].

Comparando-se a igualdade entre as diferentes curvas, constatou-se que todas são coincidentes [$F = (5,89) = 1.386$ $p = 0,085$], ou seja, apresentaram o mesmo comportamento quanto a ingestão alimentar.

4.1.1 - Eficiência Alimentar

A análise da eficiência alimentar mostrou-se progressivamente crescente até o final do período experimental (Fig. 2c e Tab. 1a). Os ratos dos grupos hiperprotéicos controles (HC) apresentaram eficiência alimentar semelhante aos ratos normoprotéicos controles (NC). Por outro lado, os animais hipoprotéicos controles (DC) apresentaram eficiência alimentar significativamente reduzida em relação aos animais normoprotéicos controles (NC).

Os grupos treinados (NT, HT) apresentaram diminuição significativa da eficiência alimentar, quando comparados aos respectivos controles (NC, HC). Porém os animais hipoprotéicos treinados (DT) não apresentaram diferenças significativas deste parâmetro, em relação aos animais controles (DC).

Verificou-se que os animais treinados (NT e HT) apresentaram eficiência alimentar semelhante, porém significativamente elevada em relação aos animais hipoprotéicos (DT).

4.2 - Ganho de Peso Corporal

O comportamento do ganho de peso corporal (Fig. 3 e Tab. 2) mostrou-se progressivamente crescente até o final do período experimental. Os ratos controles do grupo hiperprotéico (HC) apresentaram

ganho de peso corporal significativamente mais elevado quando comparados aos animais normoprotéicos controles (NC) enquanto que o menor ganho de peso estatisticamente significativo foi observado nos animais hipoprotéicos controles (DC).

Os ratos treinados normoprotéicos (NT) e hiperprotéicos (HT) apresentaram ganho de peso significativamente reduzido em relação aos respectivos controles (NC, HC).

Verificou-se que nos animais treinados normoprotéicos (NT) e hiperprotéicos (HT) o ganho de peso corporal foi significativamente maior quando comparados aos animais hipoprotéicos treinados (DT).

Os testes de paralelismo e igualdade, para comparação do comportamento do ganho de peso mostraram desempenhos paralelos e coincidentes para as curvas correspondentes aos grupos hiperprotéico treinado (HT) e normoprotéico treinado (NT) [$F = (1,85) = 1,411$ $p = 0,238$].

Verificou-se também paralelismo e igualdade entre as curvas representantes dos grupos hipoprotéico controle (DC) e hipoprotéico treinado (DT) [$F = (1,85) = 0,036$ $p = 0,084$]. Para as comparações entre as demais curvas rejeitou-se a hipótese de paralelismo e igualdade, sendo detectadas diferenças significativas, ao nível de $p < 0,05$.

4.3 - Balanço Nitrogenado

Os ratos do grupo hiperprotéico controle (HC) apresentaram balanço nitrogenado significativamente mais elevado quando comparados aos animais normoprotéicos controles (NC), porém a menor incorporação nitrogenada estatisticamente significativa foi encontrada nos animais hipoprotéicos controles (DC) (Fig. 4 e Tab. 3).

Nos animais treinados (NT,HT,DT), a evolução do balanço nitrogenado mostrou-se semelhante a dos animais controles (NC,HC,DC) ao longo de todo período experimental.

A incorporação nitrogenada mostrou-se significativamente aumentada nos animais treinados hiperprotéicos (HT) em relação aos animais normoprotéicos treinados (NT), enquanto que os animais hipoprotéicos treinados (DC) apresentaram o menor balanço nitrogenado estatisticamente significativo.

A análise do paralelismo e igualdade mostrou que as seis curvas são paralelas, ou seja, apresentam o mesmo comportamento, porém não são coincidentes [$F = (35,140) = 0,235$ $p = 0,867$].

Encontramos desempenhos paralelos e coincidentes apenas para as comparações entre os grupos normoprotéico controle (NC) e treinado (NT) [$F = (1,30) = 1.775$ $p = 0.192$], hiperprotéico controle (HC) e treinado (HT) [$F = (1,30) = 0.144$ $p = 0.706$], hipoprotéico controle (DC) e treinado (DT) [$F = (1,30) = 0.550$ $p = 0.463$],

As demais curvas apresentaram desempenhos paralelos, porém não coincidentes, sendo detectadas diferenças significativas, ao nível de $p < 0,05$.

4.4 - Composição Corpórea Química

4.4.1 - Gordura Corporal

Ao final do período experimental a análise do teor de gordura corporal (Fig. 5 e Tab. 4) não apontou diferenças significativas quando comparou-se os animais pertencentes aos diferentes grupos con-

troles (NC, HC, DC). Novamente observamos semelhanças quanto a gordura corporal quando comparamos os animais treinados (NT, HT, DT) aos seus respectivos controles (NC, HC, DC).

Os animais treinados (NT, HT, DT) também não apresentaram diferenças significativas no teor de gordura corporal. Porém os animais treinados (NT e DT) apresentaram redução significativa da gordura corporal quando comparados aos animais hiperprotéicos controles (HC).

4.4.2 - Água Corporal

A análise do teor de água corporal (Fig. 6 e Tab. 4) mostrou níveis semelhantes de água corporal nos animais controles (NC, HC, DC).

Quando comparamos os animais treinados (HT e DT) observamos teores de água corporal semelhantes, porém os animais normoprotéicos (NT) apresentaram o conteúdo de água corporal significativamente elevado em relação aos controles (NC).

Quanto aos ratos treinados (NT, HT, DT) não encontramos diferenças significativas quanto ao teor de água corporal.

4.4.3 - Massa Corpórea Magra

Encontrou-se teor de massa corpórea magra semelhante entre os diferentes grupos controles (NC, HC, DC) (Fig. 7 e Tab. 4)

Em relação aos animais treinados (NT, HT, DT) a análise do teor de massa corpórea magra encontrou valores semelhantes quando comparados aos respectivos controles (NC, HC, DC). Porém quando compara-

mos os animais treinados (NT, HT, DT) observamos que os animais hipoprotéicos (DT) apresentaram massa corpórea magra significativamente reduzida em relação aos demais (NT, HT).

4.5 - Proteínas Totais, Albumina e Globulinas do Soro

4.5.1 - Proteínas Totais

Ao final do período experimental, a análise das proteínas totais séricas (Fig. 8 e Tab. 5) mostrou concentrações significativamente mais elevadas entre os animais hiperprotéicos controles (HC) em relação aos animais hipoprotéicos controles (DC). Os ratos do grupo normoprotéico controle (NC) apresentaram concentrações de proteínas totais séricas semelhantes quando comparados aos animais hipoprotéicos controles (DC).

Os animais submetidos ao treinamento físico (NT, HT, DT) apresentaram proteinemia semelhante a dos animais controles (NC, HC, DC). Além disso, observamos também que os ratos treinados do grupo hiperprotéico (HT) apresentaram concentrações significativamente maiores de proteínas totais séricas quando comparados aos ratos hipoprotéicos treinados (DT).

4.5.2 - Albumina

Observou-se níveis semelhantes de albumina sérica entre os grupos experimentais (Fig. 9 e Tab. 5).

4.5.3 - Globulinas

A análise estatística do teor de globulinas séricas (Fig. 10 e Tab. 5) não demonstrou diferenças significativas entre os grupos experimentais.

4.6 - Proteína Total Muscular

Ao final do período experimental, a análise da concentração de proteína total do músculo gastrocnêmio (Fig. 11 e Tab. 6), mostrou níveis semelhantes entre os animais dos grupos controles (NC, HC, DC).

Novamente observamos concentrações semelhantes de proteína muscular, quando comparamos os animais treinados (NT, HT, DT) com os seus respectivos controles (NC, HC, DC).

Os animais submetidos ao treinamento físico (NT e HT) apresentaram concentrações semelhantes de proteína muscular, porém os animais hiperprotéicos (HT) apresentaram elevação significativa desse parâmetro quando comparados aos ratos hipoprotéicos (DT).

4.7 - Proteína Total do Fígado

A análise da proteína hepática (Fig. 12 e Tab. 7) mostrou que os animais controles (NC e HC) apresentaram concentrações semelhantes, porém, significativamente maiores em relação aos animais hipoprotéicos (DC).

Quando comparamos os níveis de proteína hepática nos animais treinados (NT e HT) com seus respectivos controles (NC e HC), encon-

tramos redução significativa da proteína hepática nos animais treinados.

Os animais treinados (HT e DT) apresentaram concentrações semelhantes de proteína hepática, porém as mesmas foram significativamente maiores, quando comparadas aos animais normoprotéicos (NT).

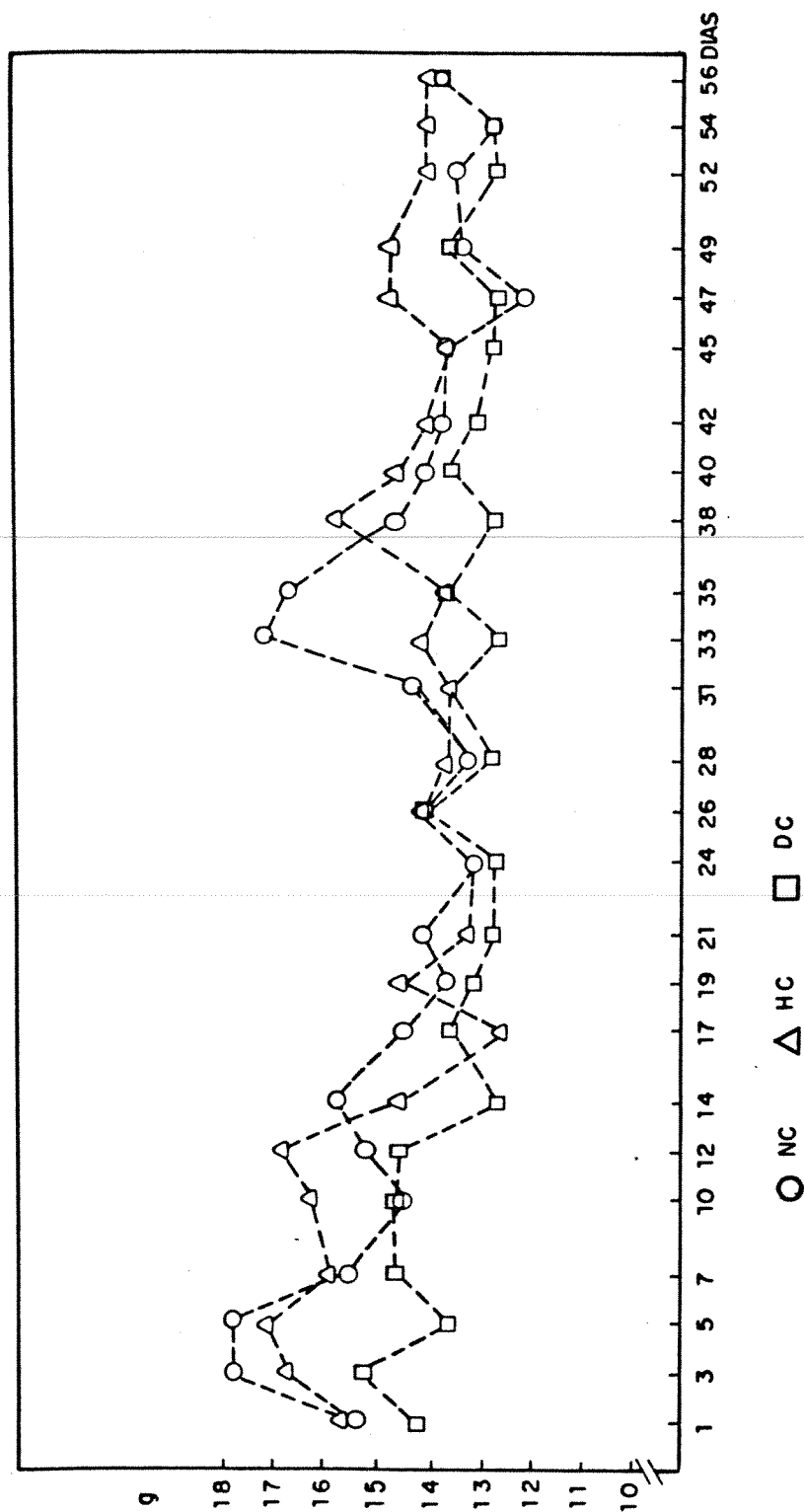


Figura 2a: Ingestão alimentar, expressa em g. de dieta por dia, de ratos adultos controles. NC= normoprotéico controle; HC= hiperprotéico controle; DC= hipoprotéico controle.

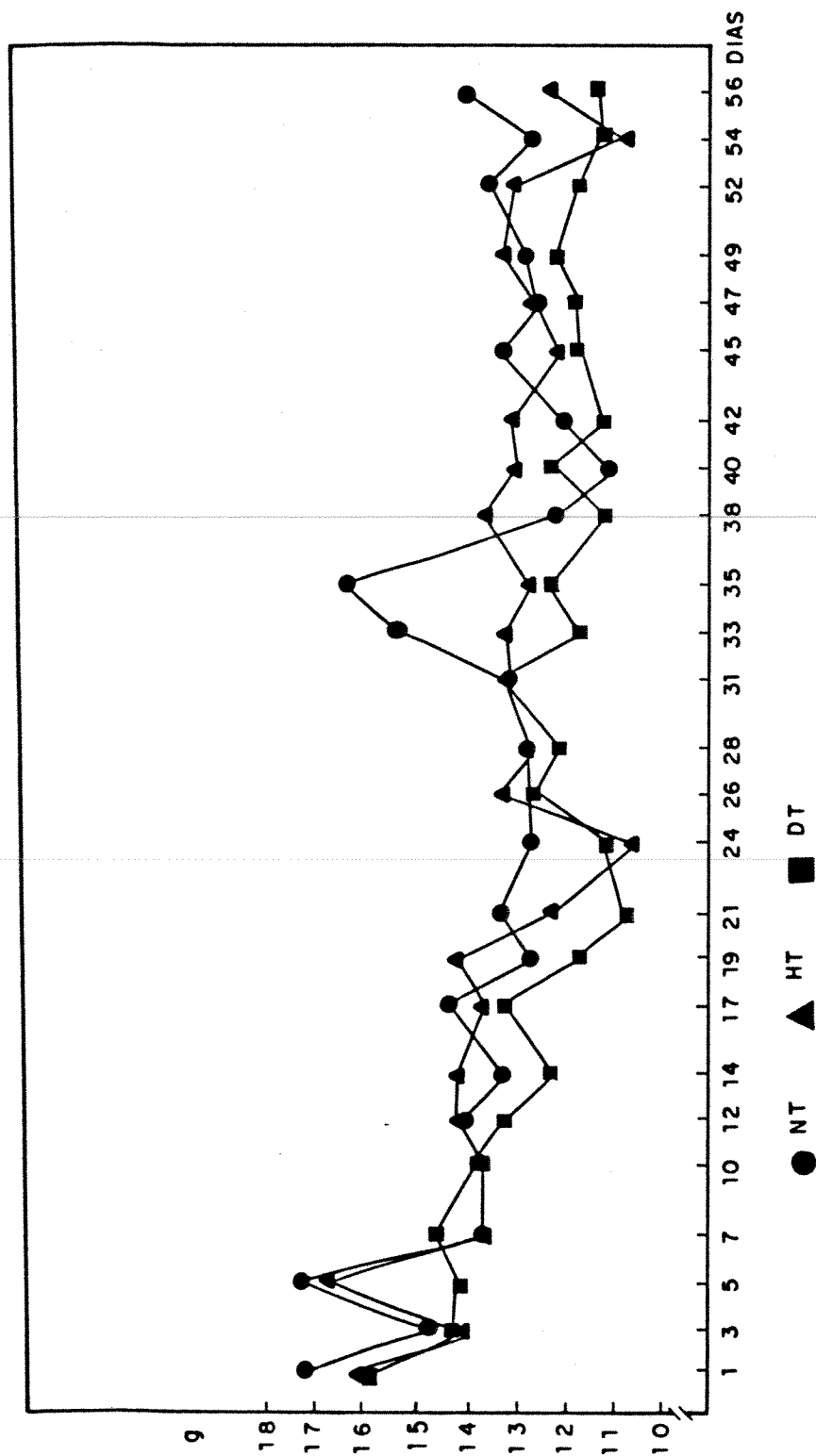


Figura 2b: Ingestão alimentar, expressa em g. de dieta por dia, de ratos adultos treinados. NT= normoprotéico treinado; HT= hiperprotéico treinado, DT= hipoprotéico treinado.

Tabela 1

Ingestão alimentar, expressa em gramas da dieta por dia, dos ratos adultos ao longo do período experimental.

Dia	NC	NT	HC	HT	DC	DT
1	15,4 ± 2,5 (17)	17,2 ± 5,9 (13)	15,6 ± 3,1 (19)	16,0 ± 2,5 (13)	14,4 ± 3,0 (18)	15,7 ± 3,0 (15)
3	17,8 ± 3,7 (17)	14,8 ± 3,1 (13)	16,7 ± 4,3 (19)	14,0 ± 3,8 (12)	15,2 ± 3,1 (19)	14,4 ± 3,0 (15)
5	17,8 ± 3,6 (17)	17,3 ± 2,5 (12)	17,2 ± 4,0 (19)	16,7 ± 5,4 (12)	13,6 ± 3,0 (18)	14,1 ± 1,7 (15)
7	15,5 ± 3,2 (17)	13,7 ± 2,9 (13)	15,9 ± 2,5 (19)	13,5 ± 4,0 (13)	14,6 ± 2,4 (18)	14,5 ± 3,0 (15)
10	14,5 ± 3,6 (17)	13,7 ± 4,9 (13)	16,3 ± 2,4 (19)	13,6 ± 3,2 (13)	14,7 ± 2,2 (18)	13,8 ± 2,9 (15)
12	15,2 ± 4,8 (17)	14,1 ± 3,8 (13)	16,8 ± 2,9 (19)	14,4 ± 3,1 (13)	14,5 ± 3,0 (18)	13,3 ± 2,1 (15)
14	15,7 ± 3,1 (17)	13,4 ± 2,5 (13)	14,5 ± 2,9 (19)	14,2 ± 2,2 (13)	12,5 ± 3,5 (18)	12,4 ± 2,1 (15)
17	14,5 ± 2,2 (17)	14,4 ± 3,4 (13)	12,5 ± 3,5 (19)	13,7 ± 1,7 (13)	13,5 ± 2,5 (18)	13,3 ± 2,8 (15)
19	13,7 ± 2,5 (17)	12,7 ± 3,0 (13)	14,6 ± 2,3 (19)	14,3 ± 2,7 (13)	13,1 ± 3,2 (18)	11,7 ± 2,8 (15)
21	14,1 ± 2,8 (17)	13,4 ± 2,3 (13)	13,4 ± 2,8 (19)	12,4 ± 2,7 (13)	12,9 ± 3,0 (18)	10,9 ± 1,9 (15)
24	13,0 ± 3,3 (17)	12,7 ± 3,1 (13)	13,0 ± 2,5 (19)	10,5 ± 3,0 (13)	12,8 ± 2,3 (18)	11,0 ± 3,1 (15)
26	14,0 ± 4,1 (17)	12,7 ± 2,3 (13)	14,3 ± 1,8 (19)	13,3 ± 3,3 (13)	14,0 ± 3,4 (18)	12,7 ± 2,4 (15)
28	13,3 ± 3,6 (17)	12,9 ± 2,2 (13)	13,8 ± 1,6 (19)	12,9 ± 2,3 (13)	12,9 ± 3,1 (18)	12,0 ± 2,6 (15)
31	14,3 ± 3,3 (17)	13,0 ± 1,8 (12)	13,6 ± 2,9 (19)	13,3 ± 3,5 (13)	13,5 ± 2,8 (18)	13,2 ± 3,4 (15)
33	17,1 ± 6,5 (17)	15,4 ± 6,2 (13)	14,3 ± 2,3 (19)	13,2 ± 3,1 (13)	12,5 ± 2,7 (18)	11,8 ± 2,1 (15)
35	16,6 ± 7,3 (17)	16,4 ± 6,4 (13)	13,8 ± 2,8 (19)	12,8 ± 3,7 (13)	13,7 ± 3,8 (18)	12,4 ± 4,0 (15)
38	14,6 ± 2,0 (17)	12,3 ± 3,6 (13)	15,8 ± 3,2 (19)	13,7 ± 3,5 (13)	12,8 ± 2,8 (18)	11,1 ± 2,0 (15)
40	14,1 ± 2,5 (17)	11,0 ± 2,9 (13)	14,6 ± 2,8 (19)	13,1 ± 3,1 (13)	13,6 ± 3,3 (18)	12,4 ± 2,2 (15)
42	13,8 ± 1,6 (17)	12,1 ± 2,3 (13)	14,1 ± 2,4 (19)	13,0 ± 2,8 (13)	13,1 ± 3,1 (18)	11,2 ± 2,9 (15)
45	13,7 ± 2,8 (17)	13,4 ± 3,0 (13)	13,6 ± 3,2 (19)	12,1 ± 3,9 (13)	12,9 ± 3,1 (17)	11,9 ± 2,3 (15)
47	12,1 ± 2,2 (17)	12,6 ± 2,2 (13)	14,9 ± 2,3 (19)	12,8 ± 2,8 (13)	12,8 ± 3,7 (17)	11,9 ± 2,1 (15)
49	13,4 ± 3,9 (17)	12,8 ± 3,7 (13)	14,9 ± 2,6 (19)	13,3 ± 2,2 (13)	13,5 ± 3,8 (18)	12,2 ± 2,7 (15)
52	13,5 ± 3,4 (17)	13,6 ± 2,5 (12)	14,0 ± 1,9 (19)	13,0 ± 3,3 (13)	12,8 ± 3,9 (16)	11,7 ± 3,3 (15)
54	12,8 ± 2,8 (17)	12,7 ± 3,2 (12)	14, ± 2,4 (19)	10,6 ± 2,2 (13)	12,8 ± 4,2 (18)	11,3 ± 2,4 (15)
56	13,8 ± 4,3 (17)	14,0 ± 3,1 (13)	14,1 ± 2,4 (19)	12,4 ± 1,9 (13)	13,7 ± 2,1 (17)	11,4 ± 2,7 (15)

Os números representam a ingestão alimentar (média ± d.p.).

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado; HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado; DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

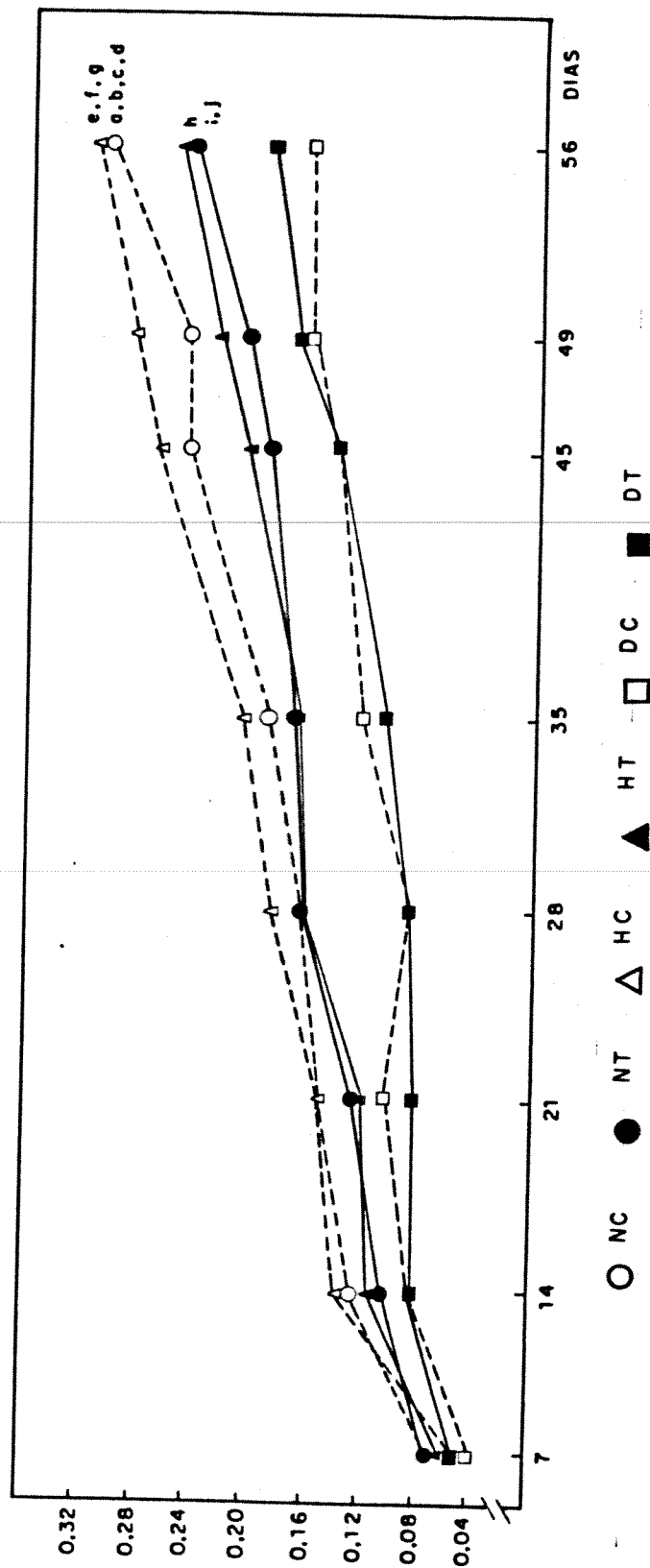


Figura 2c: Eficiência alimentar, de ratos adultos controles e treinados dos NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado. a= NC ≠ NT; b= NC ≠ HT; c= NC ≠ DC; d= NC ≠ DT; e= HC ≠ HT; f= HC ≠ DC; g= HC ≠ DT; h= HT ≠ DT; i= NT ≠ DC; j= NT ≠ DT para p < 0,05.

Tabela 1a

Eficiência alimentar, expressa em gramas, de ratos adultos ao longo do período experimental.

Dia	NC	NT	HC	HT	DC	DT
7 (12)	0,07 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,05 ± 0,03	0,06 ± 0,03	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,02
14 (12)	0,12 ± 0,04	0,10 ± 0,04	0,13 ± 0,02	0,11 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02
21 (12)	0,15 ± 0,05	0,13 ± 0,04	0,15 ± 0,02	0,12 ± 0,05	0,10 ± 0,03	0,08 ± 0,05
28 (12)	0,16 ± 0,06	0,16 ± 0,06	0,18 ± 0,03	0,16 ± 0,04	0,09 ± 0,04	0,09 ± 0,04
35 (12)	0,19 ± 0,06	0,17 ± 0,06	0,20 ± 0,02	0,17 ± 0,06	0,12 ± 0,04	0,11 ± 0,04
45 (12)	0,24 ± 0,07	0,19 ± 0,06	0,26 ± 0,04	0,20 ± 0,07	0,14 ± 0,04	0,14 ± 0,06
49 (12)	0,24 ± 0,06	0,20 ± 0,06	0,28 ± 0,04	0,22 ± 0,07	0,16 ± 0,04	0,17 ± 0,05
56 (12)	0,29 ± 0,06	0,24 ± 0,07	0,31 ± 0,04	0,25 ± 0,06	0,16 ± 0,05	0,19 ± 0,06

Os números representam a eficiência alimentar (média ± d.p.).

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado, HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado, DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

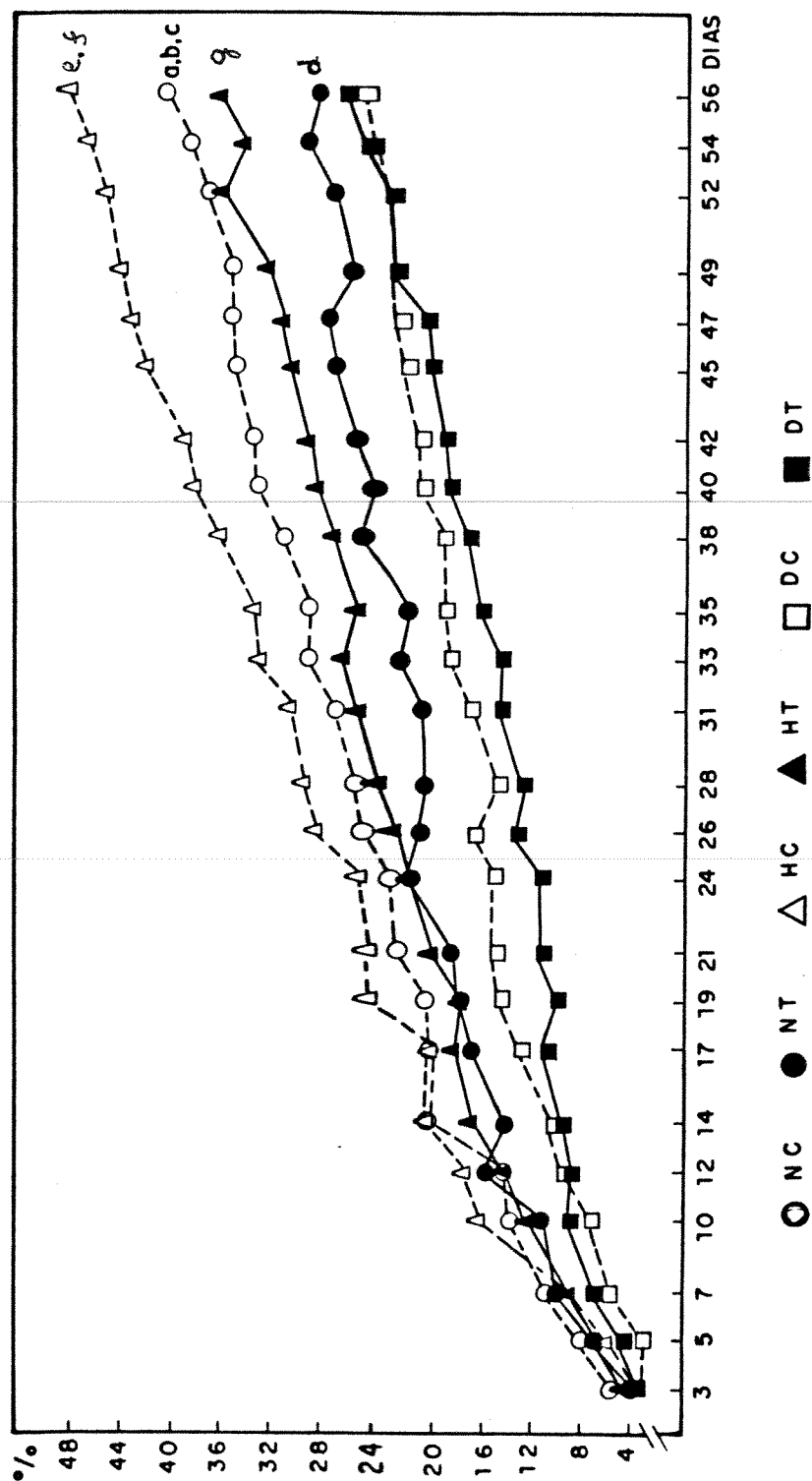


Figura 3: Ganho de peso corporal, expresso em %, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado; a= NC $\neq$ NT; b= NC $\neq$ HC; c= NC $\neq$ DT; e= HC $\neq$ HT; f= HC $\neq$ DC; g= HT $\neq$ DT para $p < 0,05$.

Tabela 2

Ganho de peso corporal, expresso em porcentagem, de ratos adultos ao longo do período experimental.

Dia	NC	NT	HC	HT	DC	DT
3	5,0 ± 3,0 (14)	3,8 ± 2,6 (8)	4,0 ± 2,3 (15)	4,0 ± 2,5 (8)	3,1 ± 1,9 (10)	3,0 ± 1,7 (7)
5	8,4 ± 4,0 (17)	7,7 ± 3,9 (12)	6,6 ± 2,7 (19)	7,1 ± 2,9 (12)	3,7 ± 2,8 (17)	4,8 ± 2,5 (12)
7	11,4 ± 5,2 (17)	10,0 ± 4,0 (11)	9,5 ± 4,4 (19)	9,6 ± 4,4 (11)	6,2 ± 3,0 (18)	6,6 ± 2,4 (14)
10	13,1 ± 7,2 (14)	11,2 ± 4,1 (10)	16,0 ± 3,6 (11)	12,9 ± 4,7 (12)	7,8 ± 2,7 (16)	8,6 ± 2,6 (14)
12	15,5 ± 7,1 (17)	16,1 ± 13,9 (12)	16,7 ± 5,1 (19)	14,4 ± 5,1 (11)	9,6 ± 4,2 (18)	8,8 ± 3,3 (15)
14	20,2 ± 7,2 (17)	14,3 ± 6,4 (12)	20,3 ± 5,5 (19)	17,2 ± 5,9 (12)	11,5 ± 5,2 (18)	10,1 ± 3,6 (15)
17	20,2 ± 7,2 (17)	16,7 ± 6,5 (12)	20,9 ± 5,6 (19)	18,1 ± 6,1 (10)	13,1 ± 5,3 (18)	11,1 ± 4,2 (14)
19	20,5 ± 6,0 (17)	17,4 ± 7,3 (12)	24,3 ± 6,9 (19)	18,2 ± 8,6 (13)	14,0 ± 5,6 (18)	10,5 ± 6,0 (14)
21	22,3 ± 9,1 (17)	19,3 ± 7,9 (12)	24,4 ± 7,0 (19)	20,5 ± 10,6 (13)	15,1 ± 6,1 (18)	11,3 ± 6,1 (14)
24	23,4 ± 9,4 (17)	22,0 ± 10,3 (12)	25,1 ± 8,3 (19)	22,3 ± 10,0 (13)	15,4 ± 6,1 (18)	11,6 ± 5,7 (15)
26	24,9 ± 9,2 (17)	21,4 ± 8,5 (12)	28,2 ± 7,6 (19)	23,8 ± 10,9 (13)	16,6 ± 6,0 (18)	12,8 ± 6,8 (15)
28	25,0 ± 11,3 (17)	21,4 ± 9,2 (12)	29,1 ± 8,5 (19)	24,4 ± 9,8 (13)	15,5 ± 7,4 (18)	12,5 ± 5,9 (13)
31	27,1 ± 10,6 (17)	21,9 ± 8,3 (12)	30,3 ± 10,0 (19)	25,0 ± 12,3 (13)	17,0 ± 6,7 (18)	15,0 ± 6,5 (13)
33	29,5 ± 11,0 (17)	22,9 ± 11,3 (12)	33,6 ± 9,6 (19)	26,0 ± 12,1 (12)	18,7 ± 7,3 (18)	15,5 ± 5,7 (13)
35	29,0 ± 11,6 (16)	22,1 ± 10,5 (12)	33,8 ± 10,4 (19)	24,8 ± 10,2 (12)	19,6 ± 8,1 (18)	16,1 ± 5,5 (13)
38	31,3 ± 11,8 (17)	24,7 ± 10,2 (12)	36,7 ± 11,3 (19)	27,2 ± 11,8 (12)	19,9 ± 7,2 (18)	17,0 ± 6,3 (13)
40	32,9 ± 12,4 (17)	24,1 ± 11,9 (12)	38,0 ± 11,0 (19)	28,3 ± 11,0 (12)	21,0 ± 6,6 (18)	18,9 ± 6,8 (13)
42	33,5 ± 11,2 (17)	24,8 ± 11,6 (12)	39,8 ± 10,8 (19)	29,4 ± 11,8 (12)	21,1 ± 6,8 (18)	19,3 ± 6,4 (13)
45	35,5 ± 12,7 (17)	26,6 ± 11,5 (12)	42,2 ± 11,5 (19)	30,4 ± 12,5 (12)	21,8 ± 6,9 (18)	20,8 ± 6,4 (13)
47	35,8 ± 13,4 (17)	27,9 ± 12,4 (11)	43,3 ± 12,1 (19)	31,4 ± 12,5 (12)	22,4 ± 7,1 (18)	21,7 ± 8,0 (13)
49	35,9 ± 12,8 (17)	25,3 ± 12,3 (11)	44,4 ± 12,3 (19)	32,1 ± 12,5 (12)	22,7 ± 7,9 (18)	23,0 ± 6,3 (13)
52	36,9 ± 15,1 (17)	26,9 ± 11,0 (10)	45,1 ± 14,2 (18)	36,8 ± 12,6 (12)	22,9 ± 8,5 (18)	23,4 ± 6,3 (13)
54	38,5 ± 13,8 (17)	29,2 ± 12,8 (11)	47,5 ± 13,4 (19)	34,4 ± 12,2 (12)	24,3 ± 8,0 (17)	24, ± 6,8 (13)
56	41,1 ± 12,8 (16)	28,5 ± 11,2 (10)	48,5 ± 13,2 (19)	36,05 ± 11,9 (12)	25,0 ± 9,0 (18)	24,1 ± 7,1 (13)

Os números representam a porcentagem de ganho de peso corporal (média ± d.p.).

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado, HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado, DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

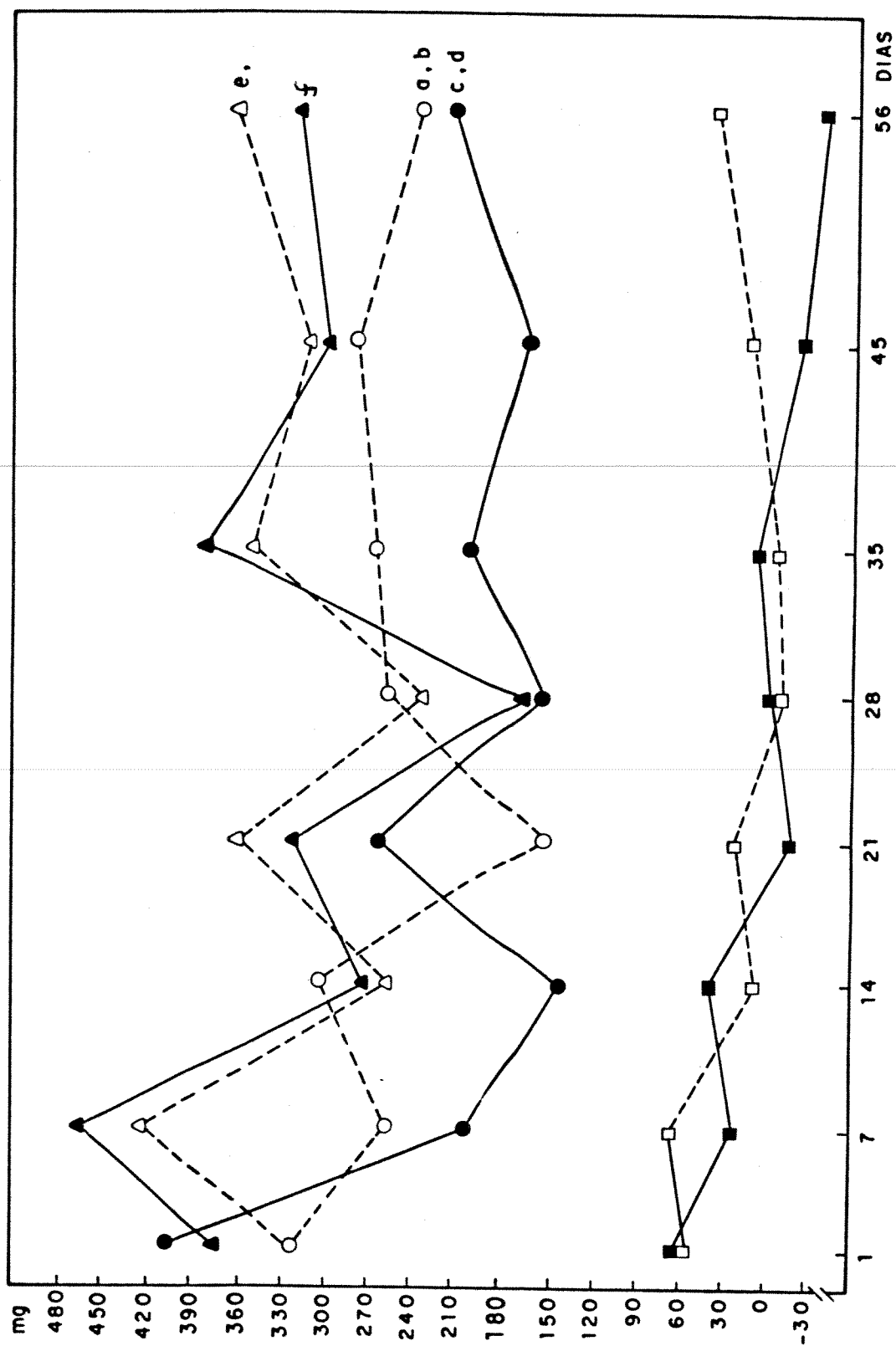


Figura 4: Balanço nitrogenado, expresso em mg de N por dia, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado; a= NC $\neq$ HC; b= NC $\neq$ DC; c= NT $\neq$ HT; d= NT $\neq$ DT; e= HC $\neq$ HT; f= HT $\neq$ DT.

Tabela 3

Balanco nitrogenado, expresso em miligramas de nitrogênio por dia, de ratos adultos ao longo do período experimental.

Dia	NC	NT	HC	HT	DC	DT
1	321,5 ± 97,0 (6)	411,3 ± 310,5 (7)	326,8 ± 105,3 (6)	372,2 ± 166,4 (6)	56,3 ± 56,1 (7)	60,1 ± 30,1 (7)
7	258,8 ± 196,5 (6)	197,9 ± 236,5 (6)	421,2 ± 155,8 (6)	470,8 ± 185,5 (6)	63,1 ± 43,7 (7)	21,0 ± 69,8 (7)
14	303,7 ± 129,5 (8)	149,7 ± 197,2 (6)	251,2 ± 118,8 (6)	271,4 ± 103,8 (7)	10,2 ± 66,8 (7)	38,2 ± 30,8 (7)
21	151,5 ± 258,3 (6)	261,9 ± 148,2 (7)	365,7 ± 142,2 (7)	323,5 ± 129,9 (7)	22,2 ± 59,1 (7)	-15,8 ± 62,8 (5)
28	259,2 ± 83,6 (6)	157,2 ± 134,9 (6)	236,7 ± 134,5 (8)	166,8 ± 161,9 (7)	-15,5 ± 114,7 (8)	-0,18 ± 43,0 (7)
35	268,5 ± 37,5 (6)	198,4 ± 120,8 (6)	353,5 ± 183,1 (5)	385,3 ± 246,5 (5)	-2,1 ± 90,5 (7)	11,4 ± 112,0 (5)
45	281,2 ± 90,8 (6)	169,0 ± 131,6 (6)	317,6 ± 142,9 (6)	303,3 ± 347,7 (6)	13,1 ± 48,7 (7)	-23,9 ± 79,4 (5)
56	235,2 ± 111,96 (6)	212,8 ± 146,4 (6)	365,4 ± 212,5 (6)	327,3 ± 235,2 (6)	34,3 ± 28,0 (7)	-37,9 ± 25,7 (5)

Os números representam a concentração média ± d.p. de nitrogênio expressa em miligramas.

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado; HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado; DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

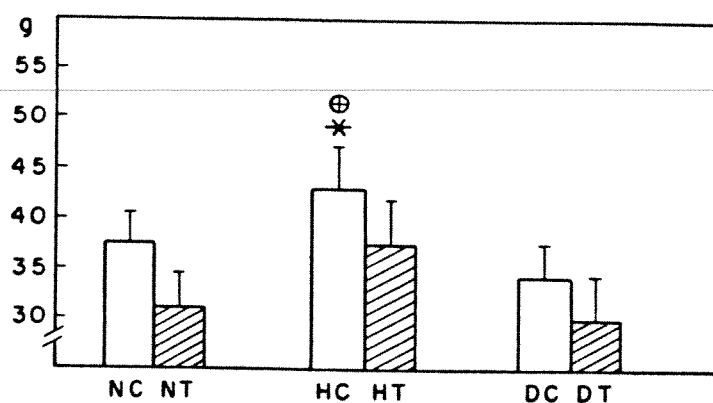


Figura 5: Teor de gordura, expresso em g, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado. * HC $\neq$ NT; $\oplus$ HC $\neq$ DT para $p < 0,05$.

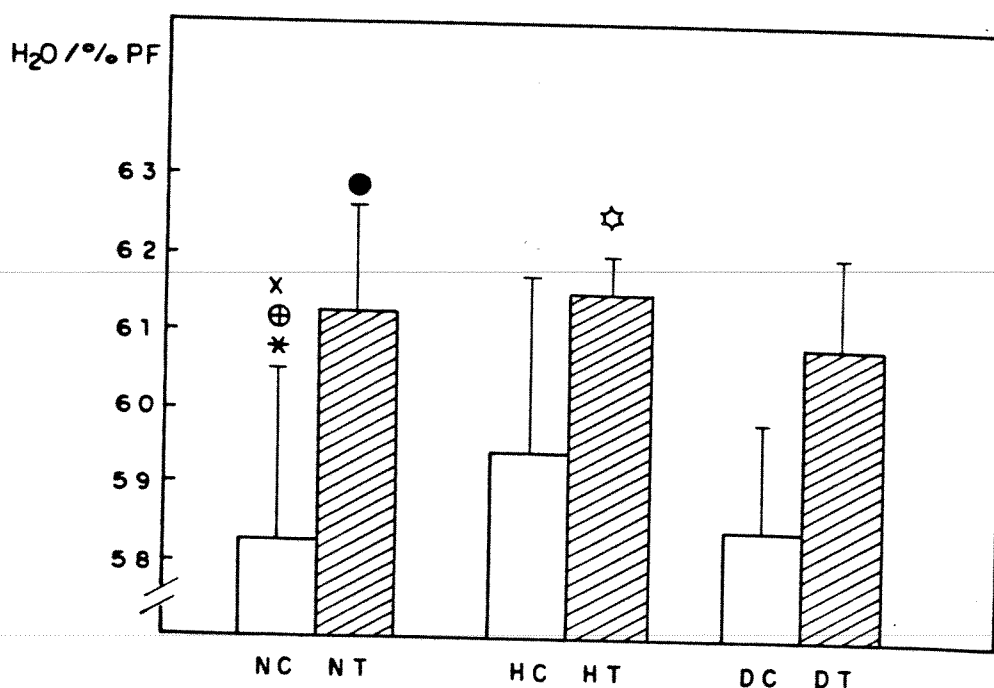


Figura 6: Teor de água corporal, expresso em g%, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

*NC ≠ NT; ⊕NC ≠ HT; xNC ≠ DT; ●NT ≠ DC; ☆HT ≠ DC, para $p < 0,05$.

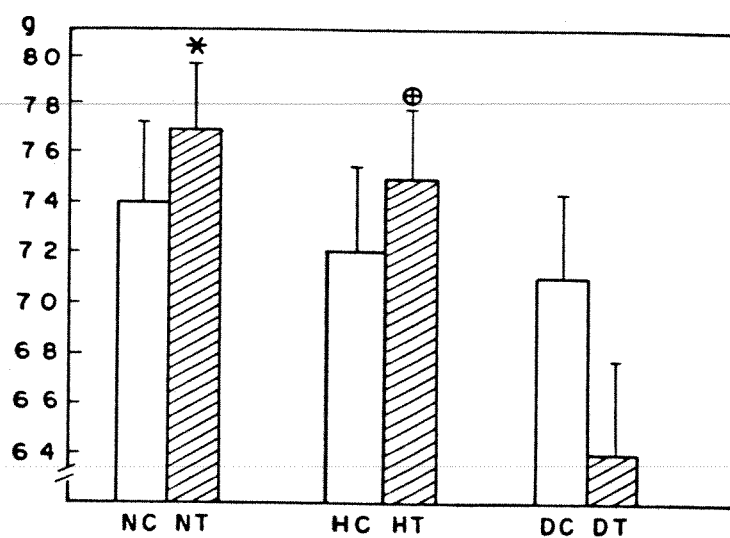


Figura 7: Teor de massa corpórea magra, expresso em g, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

* NT $\neq$ DT; $\oplus$ HT $\neq$ DT, para $p < 0,05$.

Tabela 4

Composição corpórea química, expressa em gramas, de ratos adultos.

	Gordura corporal (g)	Água corporal H ₂ O/% P.F.	Massa corpórea magra (g)
NC	37,93 ± 6,16 (7)	58,25 ± 4,53 (9) a,b,c	74,0 ± 6,25 (7)
NT	31,95 ± 7,66 (7)	61,23 ± 2,24 (9) d	77,39 ± 4,76 (7) a
HC	43,69 ± 8,37 (7) a,b	59,39 ± 4,68 (9)	72,02 ± 6,30 (7)
HT	37,11 ± 8,74 (7)	61,57 ± 0,81 (9) e	75,54 ± 5,44 (7) b
DC	34,41 ± 7,01 (7)	58,47 ± 2,70 (9)	71,30 ± 6,31 (7)
DT	30,78 ± 8,86 (7)	60,85 ± 2,48 (9)	64,81 ± 6,66 (7)

Os números representam as concentrações médias ± d.p. de gordura corporal, água corporal e massa corpórea magra.

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado; HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado; DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

As diferenças significativas encontradas entre os grupos, para valores de $p < 0,05$ são representadas pelas letras: Gordura corporal a= HC ≠ NT, b= HC ≠ DT; Água corporal a= NC ≠ NT, b= NC ≠ HT, c= NC ≠ DT, d= NT ≠ DC, e=HT ≠ DC; Massa corpórea magra a= NT ≠ DT, b= HT ≠ DT.

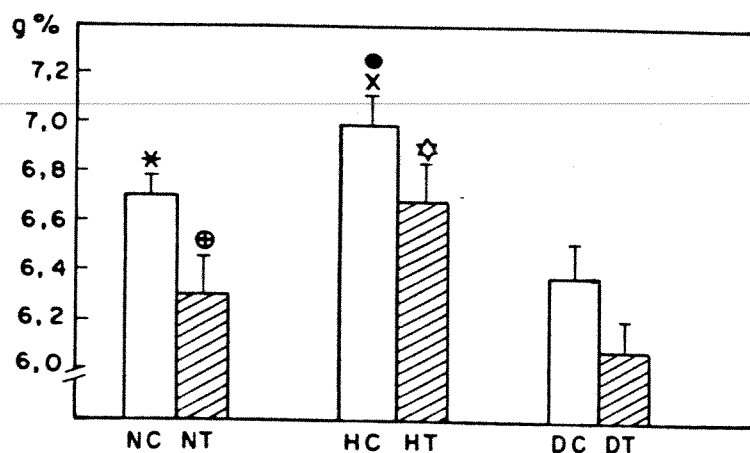


Figura 8: Teor de proteínas totais séricas, expresso em g%, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

*NC $\neq$ DT; $\oplus$ NT $\neq$ HC; X HC $\neq$ DC; $\bullet$ HC $\neq$ DT; $\star$ HT $\neq$ DT para $p < 0,05$.

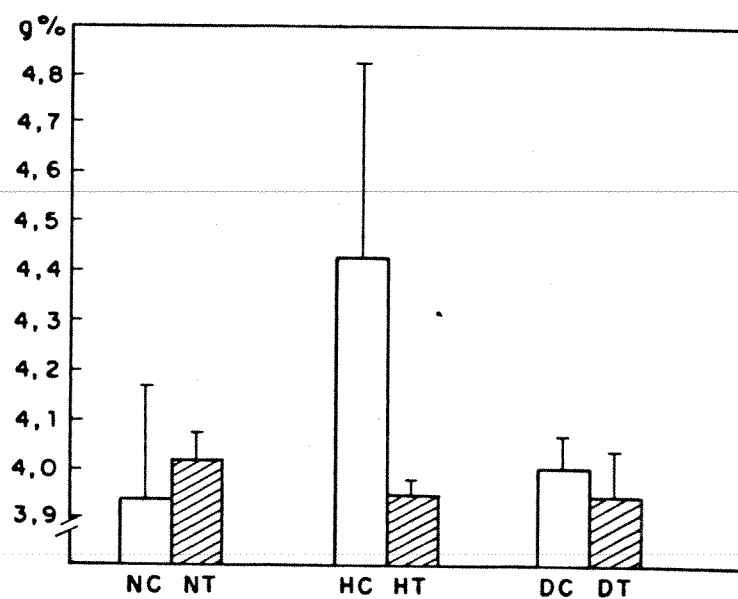


Figura 9: Teor de albumina sérica, expresso em g%, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

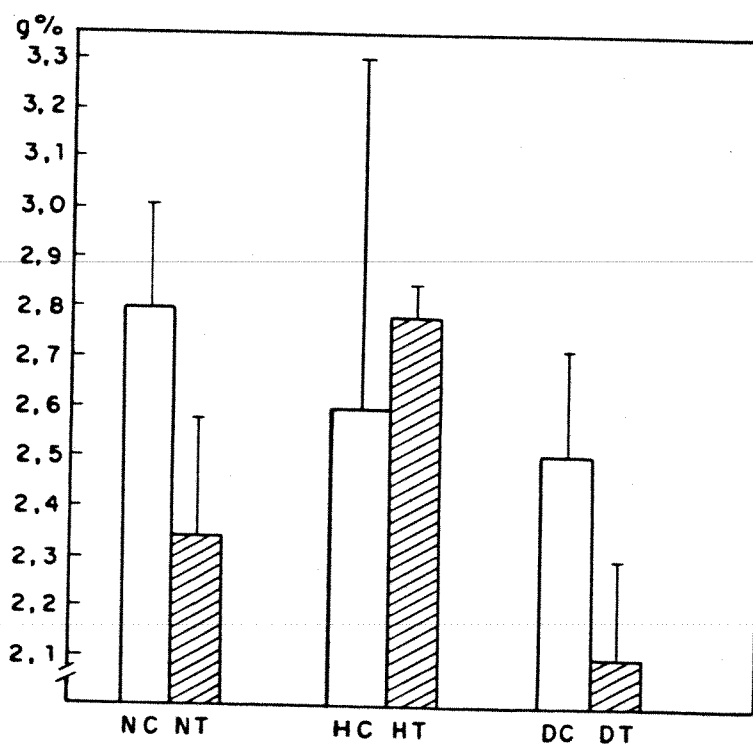


Figura 10: Teores de globulinas séricas, expresso em g%, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

Tabela 5

Concentrações de proteínas totais, albumina e globulinas séricas de ratos adultos.

	proteínas totais g%	Albumina g%	Globulina g%
NC (13)	6,75 ± 0,16 a	3,94 ± 0,49	2,80 ± 0,57
NT (13)	6,35 ± 0,32 b	4,02 ± 0,10	2,34 ± 0,49
HC (13)	7,04 ± 0,23 c,d	4,43 ± 0,98	2,60 ± 1,39
HT (13)	6,73 ± 0,28 e	3,94 ± 0,06	2,78 ± 0,14
DC (13)	6,42 ± 0,28	4,01 ± 0,12	2,51 ± 0,44
DT (13)	6,11 ± 0,27	3,95 ± 0,18	2,10 ± 0,39

Os números representam as concentrações médias ± d.p. de proteínas totais, albumina e globulinas séricas.

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado, HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado, DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; () = Número de Animais.

As diferenças significativas encontradas entre os grupos, para valores de $p < 0,05$ são representadas pelas letras: a= NC ≠ DT, b= NT ≠ HC, c= HC ≠ DC, d= HC ≠ DT e e= HT ≠ DT

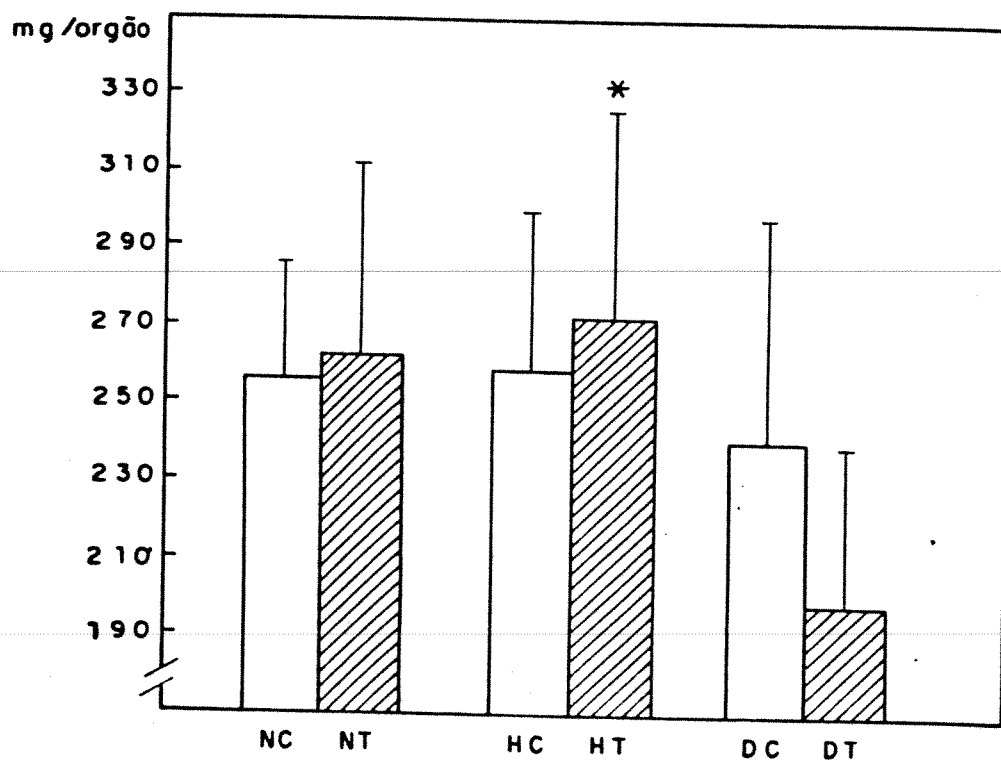


Figura 11: Concentração de proteína total do músculo gastrocnêmio expressa em mg/órgão, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado. *HT $\neq$ DT para $p < 0,05$.

Tabela 6

Concentração de proteína total do músculo gastrocnêmio, expressa em mg/órgão, de ratos adultos.

proteína muscular		
mg/órgão		

NC	(10)	256,28 ± 59,25
NT	(10)	261,28 ± 105,06
HC	(10)	259,30 ± 83,06
HT	(10)	272,80 ± 112,12 a
DC	(10)	240,22 ± 117,30
DT	(10)	198,23 ± 81,54

Os números representam a concentração média ± d.p. de proteína muscular.

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado; HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado; DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

A diferença significativa encontrada entre os grupos, para valores de $p < 0,05$ é representada pela letra: a= HT ≠ DT

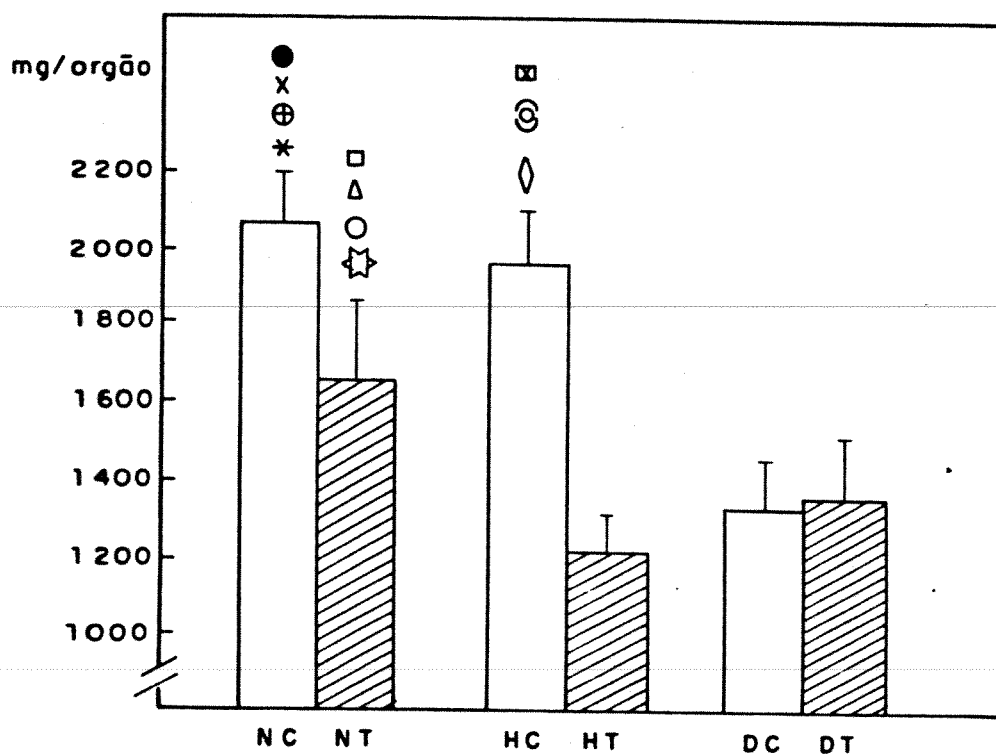


Figura 12: Concentração de proteína total hepática, expressa em mg/órgão, de ratos adultos controles e treinados. NC= normoprotéico controle; NT= normoprotéico treinado; HC= hiperprotéico controle; HT= hiperprotéico treinado; DC= hipoprotéico controle; DT= hipoprotéico treinado.

*NC ≠ NT; ⊕NC ≠ HT; xNC ≠ DC; ●NC ≠ DT;
 ☆NT ≠ HC; ○NT ≠ HT; △NT ≠ DC; □NT ≠ DT;
 ◇HC ≠ HT; ⊙HC ≠ DC; ⊠HC ≠ DT para $p < 0,05$

Tabela 7

Concentração de proteína total do fígado, expressa em mg/órgão, de ratos adultos.

proteína hepática mg/órgão		
NC	(10)	2065,61 ± 264,75 a,b,c,d,
NT	(10)	1677,40 ± 396,17 e,f,g,h
HC	(10)	1950,98 ± 285,40 i,j,k
HT	(10)	1218,26 ± 190,73
DC	(10)	1366,00 ± 214,70
DT	(10)	1392,15 ± 325,41

Os números representam a concentração média ± d.p. de proteína hepática.

NC= Normoprotéico Controle, NT= Normoprotéico Treinado; HC= Hiperprotéico Controle, HT= Hiperprotéico Treinado; DC= Hipoprotéico Controle, DT= Hipoprotéico Treinado; ()= Número de Animais.

As diferenças significativas encontradas entre os grupos, para valores de $p < 0,05$ são representadas pelas letras:

a= NC ≠ NT, b= NC ≠ HT, c= NC ≠ DC, d= NC ≠ DT, e= NT ≠ HC, f= NT ≠ HT, g= NT ≠ DC, h= NT ≠ DT, i= HC ≠ HT, j= HC ≠ DC e k= HC ≠ DT.

5 - DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que a ingestão alimentar de ratos controles e treinados permanece constante durante o período experimental (Fig. 2a, 2b e Tab. 1). Não observamos diferenças significativas entre os grupos experimentais, porém, encontramos tendência entre os animais hipoprotéicos controles (DC) a apresentarem ingestão alimentar reduzida quando comparados aos animais normoprotéicos (NC) e hiperprotéicos (HC) (Fig. 2a e Tab. 1).

Resultados semelhantes foram encontrados por DOLLET et al. (1985) que observaram que ratos jovens (24 dias de idade) submetidos a dieta contendo 5% de caseína durante 23 semanas apresentavam redução significativa na ingestão alimentar quando comparados aos animais controles (dieta contendo 18% de caseína).

Segundo TACKMAN et al. (1990) se ratos são alimentados com dietas contendo baixo teor de proteína e provavelmente desproporcionais quantidades de alguns aminoácidos, eles diminuem sua ingestão alimentar. Dietas com baixo teor de proteína promovem um desbalanço de aminoácidos que resulta em alterações nas concentrações dos mesmos no cérebro e no plasma. O papel dos aminoácidos no controle da ingestão alimentar é muito importante, porém o mecanismo pelo qual o animal sente a mudança dos níveis de aminoácidos e responde pelo ajuste da ingestão alimentar não é conhecido, mas o cérebro parece exercer papel fundamental no mecanismo controlador (TACKMAN et al., 1990).

Quanto aos animais treinados (NT, HT, DT), observamos ligeira tendência à redução da ingestão alimentar em relação aos respectivos controles (NC, HC, DC). Porém os animais treinados (NT e HT) apresentaram eficiência alimentar significativamente reduzida em relação aos controles (NC e HC) (Fig. 2c e Tab. 1a). Nossos dados se assemelham aos encontrados por CURI et al., (1990) que observaram que ratos adultos (90 dias de idade) submetidos ao exercício físico moderado (natação, durante 30 minutos diários por 4 semanas) e dieta ad libitum, ingeriram menor quantidade de dieta quando comparados aos ratos não treinados (controles).

Segundo PI-SUNYER, WOO (1985) o efeito do exercício físico na ingestão alimentar é complexo e pode ser afetado pelo estado nutricional, sexo, dieta, duração e, possivelmente, pela intensidade do exercício, podendo variar também nas diferentes espécies usadas para os estudos semelhantes a este aqui discutido (THOMPSON et al. 1988).

Resultados semelhantes aos nossos mostram que o exercício exaustivo executado regularmente diminui a quantidade de dieta consu-

mida por ratos machos, resultando em diminuição de peso e gordura corporal, causada pelo custo calórico promovido pelo exercício. Por outro lado, fêmeas exercitadas regularmente aumentaram a ingestão alimentar, compensando dessa forma o custo calórico do exercício, resultando então, em ganho de peso semelhante ao das ratas controles (sedentárias) (CREWS et al. 1989 apud STATEN, 1991).

STEVENSON (1967) sugere que a diminuição da ingestão alimentar ocorre porque o exercício físico exaustivo é capaz de estimular a quebra de glicogênio no fígado, dessa maneira, elevando a glicemia e diminuindo conseqüentemente o apetite.

WOO, PI-SUNYER (1985) estudaram mulheres normais (quanto ao peso corporal entre 21-51 anos de idade) submetidas a um programa de treinamento em esteira rolante durante 62 dias, sendo composto de três períodos (sedentário, exercício leve $\pm$ 139 min, 4 Km/h e exercício moderado $\pm$ 250 min, 5 Km/h). Os autores observaram que a ingestão alimentar estava aumentada durante os períodos de treinamento físico (leve e moderado) quando comparada ao período sedentário (controle).

Portanto, os autores sugerem que o aumento na ingestão alimentar foi induzido pelo exercício físico (leve e moderado) através de sinais metabólicos que exercem papel hiperfágico na regulação da ingestão alimentar de mulheres normais (em relação ao peso corporal).

OSCAI et al. (1972) sugerem que o efeito do exercício na supressão do apetite está muito mais relacionado com a intensidade do trabalho físico do que com a duração do mesmo. Assim exercício físico de longa duração não diminui o apetite, entretanto pequenos períodos de atividade intensa (extenuante) promovem respostas hipofágicas. Os

autores sugerem que a supressão do apetite é mediada pelo aumento dos níveis de catecolaminas associado com exercício vigoroso.

BAILE et al. (1970) encontraram diminuição da ingestão alimentar em macacos após a injeção intravenosa de lactato. Com base nesses resultados HERMANSEN (1971) apud OSCAI et al. (1972) sugere que a hipofagia observada após a realização de exercício físico extenuante é decorrente do aumento de lactato sanguíneo encontrado após a atividade física.

Nossos resultados mostram que os animais controles submetidos a dieta hiperprotéica (HC) apresentam maior ganho de peso corporal em relação aos animais normoprotéicos (NC) e o menor ganho de peso corporal encontramos nos animais hipoprotéicos (DC) (Fig. 3 e Tab. 2). Acreditamos que o maior ganho de peso corporal encontrado nos animais controles (NC e HC) esteja relacionado com a ingestão alimentar ligeiramente aumentada e eficiência alimentar significativamente aumentada nesses animais em relação aos hipoprotéicos (DC).

Nossos dados estão de acordo com DONALD et al. (1981) que estudaram ratos adultos (10 semanas) durante oito semanas, submetidos a dietas com seis diferentes teores de proteína (2, 5, 10, 15, 25 e 35% de lactoalbumina). Os autores observaram que ao final do período experimental, os ratos alimentados com dietas contendo teores mais elevados de proteína (25 e 35% de lactoalbumina), apresentaram peso corporal significativamente elevado em relação aos animais cujas dietas eram compostas de 2, 5, 10 e 15% de lactoalbumina. Segundo DONALD et al. (1981) animais alimentados com dietas contendo menores teores de proteína, não armazenam calorias em tecido adiposo tão eficiente-

mente quando comparados aos animais que receberam dietas com teores de proteína elevados.

Quanto aos animais submetidos ao treinamento físico, os grupos normoprotéico (NT) e hiperprotéico (HT) apresentam ganho de peso corporal significativamente reduzido em relação aos respectivos controles (NC, HC) (Fig. 3 e Tab. 2). Provavelmente isto se deve ao fato de encontrarmos eficiência alimentar reduzida e também tendência a ingerir menor quantidade de dieta nos animais treinados (NT e HT) em relação aos animais sedentários (NC e HC) (Fig 2a, 2b, 2c e Tab. 1 e 1a).

Observamos também, entre os animais treinados, que os grupos normoprotéico (NT) e hiperprotéico (HT) apresentam ganho de peso corporal semelhante ao longo do período experimental, porém, à partir do 49º dia, os animais normoprotéicos (NT) apresentam tendência a reduzir o ganho de peso corporal em relação aos animais hiperprotéicos (HT). Esses dados sugerem que o maior teor de proteína na dieta (35%), beneficiou, através do maior ganho de peso corporal, os animais do grupo hiperprotéico treinado (HT). Além disso, acreditamos que um período experimental mais prolongado (maior que 8 semanas) poderia acentuar essa diferença no ganho de peso corporal dos animais treinados (NT, HT).

CURI et al. (1990) estudando ratos adultos (90 dias de idade) submetidos ou não ao exercício físico moderado (natação durante 30 minutos diários por 4 semanas) e dieta ad libitum verificaram que os animais treinados apresentaram menor ganho de peso corporal em relação aos respectivos controles (sedentários).

OSCAI et al. (1972) também encontraram menor peso corporal entre os ratos jovens submetidos ao programa progressivo de treinamento físico (natação, por 6 dias por semana, inicialmente 15 minutos chegando a atingir, na 4ª semana 360 minutos, durante 16 semanas) quando comparados aos ratos sedentários. Como ambos os grupos (treinados e sedentários) consumiram a mesma quantidade de dieta contendo igual valor calórico diário, os autores sugerem que o menor peso corporal dos animais treinados possa ser atribuído ao aumento das necessidades calóricas do próprio exercício.

Nossos resultados mostram que os animais dos grupos hipoprotéico controle (DC) e treinado (DT) não apresentam diferenças no ganho de peso corporal e eficiência alimentar que se mantém progressivamente crescente ao longo do período experimental, embora quando comparados aos demais grupos experimentais (NC, HC, NT, HT), apresentam ganho de peso corporal e eficiência alimentar significativamente reduzidos (Fig 2c, 3 e Tab. 1a, 2). Esses resultados sugerem que a dieta hipoprotéica (6% caseína) em ratos adultos não causa severos efeitos sobre o desenvolvimento corporal desses animais.

Dados semelhantes foram encontrados por DONALD et al. (1981) que observaram que animais (adultos 10 semanas) submetidos a diferentes teores de proteína na dieta (5, 10, 15 e 25% de lactoalbumina) durante 8 semanas, ganharam quantidade significativa de peso corporal ao longo do período experimental. Somente os animais que receberam dieta contendo 2% de lactoalbumina, apresentaram perda de peso significativa durante a experimentação. Os autores observaram que os animais que receberam dietas contendo 5, 10 e 15% apresentaram-se saudáveis e bem nutridos, em relação aos animais que receberam dieta com 25 e 35% de

proteína, quando avaliados pelos parâmetros ingestão alimentar, peso corporal, comprimento corporal e comprimento de cauda. Porém, os animais alimentados com dieta contendo 5% de lactoalbumina apresentaram redução (não significativa) no peso corporal em relação aos que receberam maiores teores de proteína. Esses dados se assemelham aos nossos resultados encontrados nos animais hipoprotéicos (DC) que também apresentam ganho de peso corporal reduzido em relação aos demais (NC e HC).

Quanto ao balanço nitrogenado, notamos que os ratos hiperprotéicos controles (HC) apresentam maior incorporação nitrogenada quando comparados aos animais normoprotéicos controles (NC), porém o balanço nitrogenado mais reduzido foi encontrado no grupo hipoprotéico controle (DC), (Fig. 4 e Tab. 3). Esses dados sugerem que o maior balanço nitrogenado entre os animais hiperprotéicos (HC) contribui para o maior ganho de peso corporal. Além disso, esses animais (HC) apresentam tendência a ingerir maior quantidade de dieta e eficiência alimentar aumentada em relação aos demais grupos experimentais (NC, DC) (Fig. 2a, 2b, 2c e Tab. 1 e 1a).

Resultados semelhantes foram observados por SCALFI et al. (1990) em homens (32 a 39 anos de idade) submetidos a dietas com diferentes quantidades de proteína (34, 40, 60, 77 g por dia) e restrição calórica durante 20 dias. Os autores encontraram maior balanço nitrogenado ao longo do período experimental naqueles indivíduos que receberam dietas contendo 60 e 77 g de proteína por dia em relação aos indivíduos que recebiam dietas contendo 34 e 40 g de proteína por dia.

GOMES (1985) observou que ratos adultos (90 dias de idade) submetidos a dieta hipoprotéica (6% de caseína) por 12 dias, apresen-

taram balanço nitrogenado e ganho de peso corporal constantes porém reduzidos em relação aos animais controles (25% de caseína). Por outro lado, quando analisou animais jovens (25 dias de idade), a autora encontrou incorporação nitrogenada muito baixa acompanhada de redução do incremento de peso corporal. A autora sugere que em animais adultos e, portanto, estabilizados quanto ao seu crescimento, a dieta hipoprotéica (durante 12 dias) não teve influência acentuada sobre o ganho de peso corporal e incorporação nitrogenada.

Os animais treinados (NT, HT, DT) apresentam balanço nitrogenado semelhante aos respectivos controles (NC, HC, DC) ao longo de todo período experimental. Porém, entre os ratos submetidos ao treinamento físico encontramos maior incorporação nitrogenada entre os animais do grupo hiperprotéico treinado (HT) em relação ao grupo normoprotéico treinado (NT), e valores mais reduzidos de balanço nitrogenado foram encontrados nos animais hipoprotéicos treinados (DT) (Fig. 4 e Tab. 3).

Apesar de não encontrarmos diferenças estatisticamente significativas entre os animais normoprotéicos (NC e NT) observamos uma tendência entre os animais treinados (NT) a apresentarem balanço nitrogenado reduzido em relação aos respectivos controles (NC).

Em relação aos animais hipoprotéicos (DT) encontramos, à partir do 21º dia de experimentação, alguns valores negativos de balanço nitrogenado. Ao final do período experimental (à partir do 45º dia), essa redução torna-se mais acentuada, o que nos leva a acreditar que o balanço nitrogenado negativo contribui para o menor ganho de peso corporal encontrado no grupo hipoprotéico (DT). Além disso, esses animais apresentam tendência a ingerir menor quantidade de dieta e

eficiência alimentar reduzida quando comparados aos animais normoprotéicos (NT).

Nossos resultados se assemelham aos de GORANZON, FORSUM (1985) que encontraram redução no balanço nitrogenado e aumento na excreção urinária de nitrogênio em indivíduos (homens e mulheres entre 22-29 anos de idade) com aumento de atividade física (bicicleta ergométrica, 2-3 horas diárias por 21 dias). Esses indivíduos foram submetidos a dieta com baixo teor de proteína (0,57 g por Kg de peso corporal por dia). Os autores sugerem que o aumento na excreção urinária de nitrogênio se deve a mobilização de proteínas corporais (por exemplo fígado, pâncreas e mucosa intestinal).

Sabe-se que durante o crescimento a incorporação de nitrogênio (à partir da dieta) excede a sua excreção. Uma vez que o crescimento do indivíduo tenha se completado, a quantidade de nitrogênio obtida do alimento se iguala àquela perdida na urina. Qualquer indivíduo que esteja excretando mais nitrogênio na urina do que recebe dos aminoácidos provenientes da dieta, encontra-se em balanço nitrogenado negativo (GREEN, 1983).

Como o tecido muscular contém cerca de 70% da proteína total corporal, quando o indivíduo está em balanço nitrogenado negativo pode ocorrer diminuição da massa muscular e conseqüentemente perda de peso corporal (LEMON, 1987). Nossos resultados corroboram esta afirmativa pois encontramos redução significativa de proteína muscular entre os animais hipoprotéicos (DT) quando comparados aos hiperprotéicos (HT). Além disso os animais hipoprotéicos (DT) também apresentam redução significativa no ganho de peso corporal em relação aos demais grupos (NT e HT).

FRIEDMAN, LEMON (1989) também observaram balanço nitrogenado reduzido em atletas (homens entre 24-29 anos de idade) que recebiam dietas contendo 0,8 g de proteína por Kg de peso corporal por dia (R.D.A./C.D.A.) em relação aos atletas que recebiam dieta constituída de 1,4 g de proteína por Kg de peso corporal por dia (rica em proteína). Os autores sugerem que atletas que participam de treinamento físico de resistência aeróbica podem necessitar de maior quantidade de proteína na dieta para manter o balanço nitrogenado positivo.

Com relação a composição corpórea química, sabe-se que a massa corpórea magra é definida como peso corporal menos gordura extraída por éter ou estimada pelo potássio total corporal, água corporal ou densidade corporal. Esse parâmetro pode ser afetado pela idade, raça, estado nutricional do indivíduo. É sabido que indivíduo desnutrido apresenta massa corpórea magra reduzida, a qual, por outro lado, está aumentada nos indivíduos bem nutridos. O exercício físico também é capaz de alterar massa corpórea magra, tendo em vista que nos atletas esta é ligeiramente aumentada em relação aos indivíduos sedentários (FORBES, 1985).

ASTRAND, RODAHL (1987) referem que durante o treinamento físico intensivo a densidade do corpo aumenta, enquanto que a espessura das pregas cutâneas diminui. Um aumento na densidade indica uma redução no conteúdo lipídico. Ao mesmo tempo ocorre um certo aumento, especialmente, na massa muscular e no volume sanguíneo.

De acordo com nossos resultados percebemos tendência entre os animais controles do grupo hipoprotéico (DC) a apresentarem massa corpórea magra reduzida em relação aos animais normoprotéicos controles (NC). Resultados semelhantes foram encontrados por DONALD et al.

(1981), que observaram ao final de 8 semanas, redução (não significativa) da massa corpórea magra e gordura corporal (significativa) em ratos adultos submetidos a dieta contendo 5% de proteína (lactoalbumina), quando comparados aos animais que receberam dieta com 25% de proteína.

Quanto a gordura corporal observamos tendência entre os animais hipoprotéicos (DC) a apresentar redução deste parâmetro em relação aos animais hiperprotéicos (HC). Porém quando comparados (DC) aos animais normoprotéicos (NC) observamos teores semelhantes de gordura corporal. Acreditamos que isto se deve ao fato de que, apesar das diferentes dietas serem isocalóricas, a quantidade de carboidratos encontrada na dieta hipoprotéica (6% de caseína) é maior em relação as demais (25 e 35% de caseína). O que provavelmente faz com que a maior quantidade de carboidratos ofertada aos animais hipoprotéicos (DC) seja convertida em gordura corporal, mantendo dessa forma valores próximos aos dos animais normoprotéicos (NC).

Além disso, sugerimos também que a gordura corporal ligeiramente aumentada nos animais hiperprotéicos (HC) seja decorrente da maior quantidade de proteína ofertada na dieta (35% de caseína), o que possivelmente contribui para aumentar o estoque de gordura corporal.

Sabe-se que o corpo não possui reserva de proteína. Uma vez consumida a proteína necessária para o crescimento e reparo dos tecidos, o excesso é usado como fonte energética ou armazenado na forma de gordura (KATCH, McARDLE, 1984, LEMON, 1987).

Nossos resultados sobre ganho de peso corporal, eficiência alimentar e balanço nitrogenado corroboram esta afirmativa, pois mostram que os animais normoprotéicos controles (NC) e hiperprotéicos

controles (HC) apresentam ganho de peso corporal, balanço nitrogenado e eficiência alimentar significativamente elevados em relação aos animais hipoprotéicos (DC). Além disso, observamos tendência entre os animais, cujas dietas contêm maior teor de proteína (25% e 35% de caseína) a aumentar a ingestão alimentar quando comparados aos animais que recebiam dietas com baixo teor protéico (6% de caseína).

Quanto aos animais submetidos ao treinamento físico (NT, HT) observamos tendência à diminuição da gordura corporal e aumento da massa corpórea magra, quando comparados aos respectivos controles (NC, HC) (Fig. 5,7 e Tab. 4). CONSOLAZIO et al. (1975) observaram resultados semelhantes em homens (20-23 anos de idade) treinados intensamente (esteira rolante, caminhada, exercício isométrico e outras atividades esportivas) durante 40 dias, cujas dietas eram diferentes quanto ao teor de proteína (1,4 e 2,8g de proteína por Kg de peso corporal por dia). Os autores observaram redução significativa na gordura corporal e aumento da proteína seca avaliadas por densitometria em ambos os grupos (quanto ao teor de proteína na dieta) ao final do período experimental. Embora, os dois grupos tenham apresentado aumento da massa corpórea magra, somente naqueles indivíduos que receberam dieta com maior teor de proteína, esse parâmetro foi significativamente elevado em relação aos valores do período controle (período sedentário durante 6 dias onde os indivíduos receberam dietas contendo 1,4 g de proteína por Kg de peso corporal por dia). Os autores sugerem que o aumento significativo na proteína corporal encontrado no grupo que recebeu teores mais elevados de proteína na dieta (2,8 g de proteína por Kg de peso corporal por dia) foi devido a maior ingestão protéica e que du-

rante o treinamento físico, a gordura corporal foi perdida e "substituída" por proteína corporal.

Quando comparamos os animais hipoprotéicos (DC e DT) observamos que os ratos treinados (DT) apresentam gordura corporal e massa corpórea magra ligeiramente reduzidas em relação aos respectivos controles (DC) (Fig. 5, 7 e Tab. 4). Esses dados sugerem que, apesar dos animais hipoprotéicos treinados (DT) receberem dietas contendo maior conteúdo de carboidratos, eles não conseguem manter o teor de massa corpórea magra próximo ao do grupo controle (DC). Isto ocorre provavelmente devido ao custo calórico promovido pelo exercício físico.

Além disso, encontramos redução significativa no teor de massa corpórea magra entre os animais hipoprotéicos treinados (DT) em relação aos que receberam maior quantidade de proteína na dieta (25 e 35% de caseína).

Em relação a água corporal observamos que os animais treinados (NT) apresentam teores de água corporal significativamente elevados em relação aos animais controles (NC) (Fig. 6 e Tab. 4).

Nossos resultados estão de acordo com os de CONSOLAZIO et al. (1975) que encontraram aumento na proteína corporal de indivíduos submetidos ao treinamento físico que receberam dietas contendo 1,4 e 2,8g de proteína por Kg de peso corporal por dia. Esse aumento na proteína corporal em indivíduos treinados em relação ao grupo controle (sedentário) ocorreu principalmente naqueles indivíduos que receberam dieta contendo maior teor de proteína (2,4g de proteína por Kg de peso corporal por dia). O aumento na proteína corporal resultou em aumento na água total corporal também observado nesse estudo. Segundo os autores isto se deve ao fato do tecido muscular humano ser composto de

cerca 70% de água. Nossos dados sobre proteína muscular mostram tendência entre os animais treinados (NT e HT) a apresentarem aumento desse parâmetro em relação aos respectivos controles (NC e HC).

Encontramos concentrações de proteínas totais séricas significativamente elevadas nos animais do grupo hiperprotéico controle (HC) quando comparados aos animais do grupo hipoprotéico controle (DC).

Quando analisamos a proteinemia dos animais submetidos ao treinamento físico (NT, HT, DT), não detectamos diferenças significativas em relação aos seus respectivos controles (NC, HC, DC) (Fig. 8 e Tab. 5) Porém, entre os animais treinados observamos que o grupo hiperprotéico (HT) apresenta proteinemia significativamente elevada em relação ao grupo hipoprotéico (DT). Por outro lado os animais normoprotéicos treinados (NT) apresentam proteinemia semelhante aos animais hipoprotéicos treinados (DT).

Resultados semelhantes aos nossos foram observados por DARLING et al. (1944) apud WILMORE, FREUND (1986) que não encontraram diferenças quanto a quantidade de hemoglobina, eritrócitos e proteínas totais séricas em atletas (resistência aeróbica) submetidos a dietas contendo teores normais e elevados de proteína (95-113 g por dia e 151-292 g por dia respectivamente). Os autores sugerem que não há necessidade de aumentar a quantidade de proteína na dieta de atletas de resistência aeróbica.

Por outro lado, YOSHIMURA (1961) e YOSHIMURA et al. (1980) observaram declínio no conteúdo de hemoglobina e proteinemia em atletas que executaram atividade física de alta intensidade submetidos a dieta contendo 1,3 g de proteína por Kg de peso corporal por dia. Os

autores observaram também que dieta contendo 2,0 g de proteína por Kg de peso corporal por dia prevenia o aparecimento da redução do conteúdo de hemoglobina e proteinemia em atletas submetidos a atividade física de alta intensidade. Segundo YOSHIMURA et al. (1980), as proteínas totais séricas foram catabolisadas em resposta ao exercício físico e os aminoácidos resultantes foram usados para sintetizar tecido muscular.

Em relação as concentrações de albumina e globulinas séricas não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os animais dos diferentes grupos experimentais (Fig. 9, 10 e Tab. 5). Porém, observamos uma tendência nos animais do grupo hiperprotéico controle (HC) a apresentarem albuminemia mais elevada quando comparados aos demais grupos experimentais. Resultados semelhantes foram encontrados por GOMES (1985) que também não observou diferenças nas concentrações de albumina e globulinas séricas de ratos jovens (25 dias) e adultos (90 dias) submetidos a dieta hipoprotéica (6% de caseína) e normoprotéica (25% de caseína) durante 12 dias.

LUNN et al. (1976) estudaram ratos jovens submetidos a dieta hipoprotéica (3,5% de caseína) e normoprotéica (21% de caseína) durante 3 semanas. Os autores observaram ao término do período experimental que os ratos submetidos a dieta hipoprotéica apresentavam albuminemia reduzida em relação ao início da experimentação, porém os animais normoprotéicos não apresentaram diferença na concentração de albumina sérica.

Quanto aos animais treinados (NT, HT, DT) não observamos diferenças na albuminemia, quando comparados aos respectivos controles (NC, HC, DC).

Nossos resultados diferem daqueles encontrados por YAMAJI (1951a) e YAMAJI (1951b) apud CONSOLAZIO et al. (1975), que observaram que atletas submetidos ao exercício físico vigoroso (exaustivo) por 30 dias e dieta adequada quanto ao teor de proteína (1-1,5 g de proteína por Kg de peso corporal por dia), incorporaram relativamente pequena quantidade de nitrogênio e apresentaram redução transitória de hemoglobina sanguínea e albumina sérica no início do período experimental. Por outro lado, atletas que receberam 3g de proteína por Kg de peso corporal por dia aumentaram a incorporação de nitrogênio e diminuíram os efeitos de redução das proteínas do sangue. Os autores sugerem que proteína muscular foi sintetizada às custas das proteínas do sangue e que um aumento na ingestão protéica na dieta durante o treinamento vigoroso (exaustivo) deve ser contínuo até que o atleta atinja o nível de preparação física desejável.

Quanto a proteína muscular, observamos que os animais controles (NC, HC, DC) apresentam concentrações semelhantes desse parâmetro.

Resultados semelhantes foram observados por GOMES (1985) que também não encontrou diferenças nas concentrações de proteína muscular de ratos adultos (90 dias de idade) submetidos a dieta hipoprotéica (6% de caseína) e submetidos a dieta normoprotéica (25% de caseína) durante 12 dias.

Quanto a proteína muscular, encontramos concentração significativamente aumentada entre os animais do grupo hipoprotéico treinado (DT). Além disso, observamos também uma tendência entre os animais treinados (NT, HT) a apresentarem maior concentração de proteína mus-

cular em relação aos respectivos controles (NC, HC) (Fig. 11 e Tab. 6).

Nossos resultados diferem daqueles observados por DOHM et al. (1978) que encontraram perda de 10 a 15% de proteína muscular e hepática entre ratos adultos treinados exaustivamente em esteira rolante durante 3 semanas (35 m/min., 8% de inclinação na esteira, 1 hora/dia, 6 dias/semana). Ao término da terceira semana os animais foram submetidos ao exercício exaustivo (30 m/min., durante 82 minutos) e os animais receberam ao longo do período experimental dieta comercial de biotério. Os autores sugerem que essa perda de proteína muscular contribuiu com o fornecimento de aminoácidos para suprir uma fração significativa do gasto energético aumentado durante o exercício físico. Os autores acreditam que três mecanismos possam estar envolvidos na perda de proteína muscular durante o exercício: a diminuição da síntese de proteína, aumento da degradação de proteína e outra possível causa de perda de proteína muscular poderia ser a "saída" de várias enzimas solúveis despreendidas do músculo como resultado do exercício exaustivo.

Acreditamos que as diferenças encontradas entre os nossos resultados e os observados por DOHM et al. (1978) se devam aos diferentes protocolos de treinamento utilizados pelos investigadores (exercício físico crônico intensivo, por nós utilizado, comparado ao exercício exaustivo utilizado por DOHM et al. (1978).

Porém, a concentração de proteína muscular significativamente reduzida, observada no grupo hipoprotéico treinado (DT) em relação ao grupo hiperprotéico (HT), se assemelha aos dados encontrados no estudo de DOHM et al. (1978).

Quanto a proteína hepática observamos redução significativa desse parâmetro nos animais controles hipoprotéicos (DC) em relação aos animais normoprotéicos e hiperprotéicos (NC e HC) (Fig. 12 e Tab. 7).

Resultados semelhantes foram observados por ROZOVSKY, TEMKIN (1984) que encontraram redução de proteína total, RNA e DNA hepáticos em ratos jovens (2 meses de idade) submetidos a dieta contendo 6% de caseína, durante 1 semana, quando comparados aos animais controles que receberam dieta contendo 25% de caseína. Porém, ratos velhos (19 meses de idade) também submetidos a dieta de 6% de caseína durante 1 semana, não apresentaram diferenças quanto a concentração de proteína total, RNA e DNA hepático em relação aos animais controles (25% de caseína). Foi sugerido que, em ratos, as necessidades de proteína diminuem com a velhice devido ao aumento na habilidade de conservar as proteínas (GOODMAN, RUDERMAN, 1980, ROZOVSKI, TEMKIN, 1984).

Em relação aos animais treinados (NT, HT) observamos concentrações significativamente reduzidas de proteína hepática quando comparados aos respectivos controles (NC, HC). Nos ratos treinados hipoprotéicos (DT), observamos concentração semelhante de proteína hepática em relação aos respectivos controles (DC).

Resultados semelhantes foram observados por KASPEREK et al. (1982) que observaram perda de proteína total hepática em ratos adultos jovens (250g) submetidos ao treinamento físico exaustivo (esteira rolante 28 m/min., 0% de inclinação, durante 180 minutos) em relação aos animais controles (sedentários). Os autores sugerem que o exercício causou aumento na fragilidade mecânica e osmótica dos lisossomos, significativa perda de água hepática, glicogênio, proteína, fosfolipí-

deos e RNA hepáticos, perda de proteína solúvel e frações mitocondrial e microssomal, perda de atividade de enzimas mitocondrial e microssomal e citosólica aumento no número vacúolos autofágicos e aumento no tamanho dos lisossomos do fígado; juntos estes resultados sugerem que o exercício causa degradação da proteína hepática com o resultado da autofagia e proteólise de material celular semelhantes as que ocorrem em ratos jovens em jejum ou na ausência de insulina.

Nas condições experimentais deste estudo, verificamos que a redução do teor de proteína na dieta comparada ao grupo normoprotéico, proporciona aos animais hipoprotéicos menor ganho de peso corporal, menor eficiência alimentar, levando à diminuição da incorporação nitrogenada. A análise dos dados corporais concordam com os parâmetros bioquímicos apenas para a proteína hepática que foi significativamente reduzida. Isto sugere que os animais adultos apresentam a capacidade de se adaptarem a dietas restritas em proteína sem apresentarem danos severos no desenvolvimento e metabolismo protéico corporal.

Por outro lado quando aumentamos o teor de proteína da dieta observamos que os animais hiperprotéicos controles (HC) apresentam ganho de peso corporal, eficiência alimentar e balanço nitrogenado significativamente elevados, em relação aos animais normoprotéicos controles (NC). A análise dos parâmetros bioquímicos mostra tendência a apresentar gordura corporal elevada, provavelmente justificando o maior ganho de peso corporal, balanço nitrogenado e eficiência alimentar (ligeiramente aumentada) encontrados nesses animais. Isto possivelmente ocorre em função da grande quantidade de proteína encontrada na dieta hiperprotéica, ocasionando então, aumento da gordura corporal (KATCH, McARDLE, 1984, LEMON, 1987).

Os dados deste trabalho, associando diferentes teores de proteína na dieta com treinamento físico, mostram que os animais treinados normoprotéicos e hiperprotéicos (NT e HT), apresentam redução do peso corporal, da eficiência alimentar, proteína hepática e tendência à elevação da massa corpórea magra e redução na gordura corporal, em relação aos respectivos controles (NC e HC).

Segundo FORBES (1985) o exercício físico também é capaz de alterar a massa corpórea magra tendo em vista que os atletas apresentam elevação deste parâmetro, quando comparados aos indivíduos sedentários.

O exercício físico resulta em significativo decréscimo na porcentagem de gordura corporal com proporcional aumento na massa corpórea magra (BIERMAN, HIESCH, 1981).

Por outro lado a menor oferta de proteína na dieta para os animais submetidos ao treinamento físico (DT) proporciona manutenção dos parâmetro corporais quando comparados aos ratos sedentários (DC). Além disso o exercício físico também proporciona nesses animais (DT) tendência à redução da gordura corpora, massa corpórea e proteína muscular em relação aos animais controles (DC).

Entretanto, quando analisamos os animais hipoprotéicos treinados (DT) em relação aos normoprotéicos treinados (NT), verificamos redução significativa na maioria dos parâmetros bioquímicos avaliados neste estudo. Apesar de haver maior oferta de carboidratos na dieta recebida pelos animais hipoprotéicos (DC e DT) em relação aos normoprotéicos (NC e NT), aventa-se que os animais hipoprotéicos treinados (DT) apresentam maior dispêndio energético decorrente da atividade física e conseqüente perda de peso associada ao balanço nitrogenado e

eficiência alimentar reduzidas em relação aos animais normoprotéicos treinados (NT). Acreditamos também que, provavelmente, a quantidade de proteína ofertada na dieta hipoprotéica (6% de caseína) não é suficiente para manter a massa corpórea magra como é verificado nos animais normoprotéicos treinados (NT), sugerindo então depleção de suas reservas corporais.

Cabe ainda ressaltar que o programa de treinamento físico por nós utilizado mostra não promover severas alterações no metabolismo protéico corporal como aqueles utilizados por outros autores (exercício exaustivo, DOHM et al., 1978).

6 - CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada, os resultados obtidos permitem sugerir que dietas com níveis protéicos diferenciados promoveram alterações significativas no metabolismo de proteínas em ratos adultos.

As alterações mostraram-se mais acentuadas em animais submetidos a dieta hipoprotéica (DC), que apresentaram ganho de peso corporal, eficiência alimentar, balanço nitrogenado e concentração de proteína hepática significativamente reduzidos em relação aos animais normoprotéicos (NC).

Porém os animais submetidos a dieta hiperprotéica (HC) apresentaram aumento significativo no ganho de peso corporal, incorporação nitrogenada e concentração de proteína hepática, em relação aos

animais normoprotéicos (NC). Além disso, os animais hiperprotéicos, apresentaram também tendência a aumentar a gordura corporal em relação aos animais normoprotéicos (NC).

A associação exercício físico intenso e dieta normoprotéica promoveu a manutenção dos parâmetros corporais e bioquímicos avaliados, diminuindo significativamente o ganho de peso corporal, eficiência alimentar e concentração de proteína hepática, em relação aos animais sedentários (NC). Esses animais (NT) apresentaram também tendência à redução na gordura corporal e elevação da massa corpórea magra e água corporal (significativa) em relação aos animais não treinados (NC).

O exercício físico intenso associado a dieta hipoprotéica promoveu redução significativa do ganho de peso corporal, eficiência alimentar, balanço nitrogenado, massa corpórea magra, proteína hepática e proteína muscular (não significativa) em relação aos animais normoprotéicos treinados (NT). Esses resultados sugerem que esses animais (DT) sofreram depleção de suas reservas corporais, provavelmente relacionada ao fornecimento de substrato energético para a manutenção da atividade física.

O exercício físico associado a dieta hiperprotéica promoveu aumento significativo no balanço nitrogenado, ganho de peso corporal, gordura corporal e proteína total sérica (não significativo), bem como redução significativa da proteína hepática, em relação aos animais normoprotéicos treinados (NT). Esses resultados sugerem que a dieta hiperprotéica beneficiou os animais treinados (HT) conservando e aumentando as reservas corporais.

O exercício físico intenso promoveu redução significativa do ganho de peso corporal, eficiência alimentar, proteína hepática e gordura corporal (não significativa) bem como aumento não significativo da água corporal e massa corpórea magra nos animais normoprotéicos e hiperprotéicos (NT e HT) em relação aos animais sedentários (NC e HC).

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (*)

- 01) ALBANESE, A. A., ORTO, L. A. Proteins and aminoacids. In: ALBANESE, A.A. News Methods of Nutritional Biochemistry. New York: Academic Press, 1963. p. 84. v. 1. cap. 1.
- 02) ANDRADE, D. F., MOURA, M. F., TERNES, S. Uso do S.O.C. na análise de modelos lineares multivariados. Com. Técnico CT-NTIA - 8805 (NTIA/EMBRAPA, 1988).

(*) De acordo com:

Associação Brasileira de Normas Técnicas - Referências Bibliográficas: NB-66. In --. Normas ABNT sobre documentação. Rio de Janeiro, 1989, p. 13-20.
SERIAL Sources for the BIOSIS data Base. Philadelphia, BIOSIS, 1991.

- 03) ANDRADE, D. F., SINGER, J. M. Análise de dados longitudinais In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 1986, Campinas: Associação Brasileira de Estatística, 1986, 105 p.
- 04) ASTRAND, P. O., RODAHL, K. Tratado de fisiologia do exercício. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1987, 617 p.
- 05) BAILE, C. A., ZINN, W. M., MAYER, J. Effects of lactate and other metabolic on food intake of monkeys. Am. J. Physiol., Bethesda, v. 219, p. 1608-1613, 1970
- 06) BARBANTI, V. J. Enciclopédia do treinamento. In: Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo: Edgard Blucher, 1979. p. 4-40.
- 07) BEDFORD, T. G., TIPTON, C. M., WILSON, N. C. et al. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures. J. Appl. Physiol.: respirat., environ., exercise physiol., Bethesda, v. 47, n. 6, p. 1278-1283, 1979.
- 08) BIERMAN, HIESCH. Obesit In: WILLIAMS, R. H. Textbook of endocrinology. 6 ed. Philadelphia: SAUNDERS Company, 1981, p. 907-921.
- 09) BROOKS, G. A. Amino acid and protein metabolism during exercise and recovery. Med. Sci. Sports Exerc., Indianapolis, v. 19, n. 5, p. S150-S156, 1987.

- 10) BUTTERFIELD, G. E. Whole-body protein utilization in humans. Med. Sci. Sports Exerc., Indianapolis, v. 19, n. 5, p. S157-S165, 1987.
- 11) Committee on Dietary Allowances: Recommended Dietary Allowances, ed. 9. Washington, D.C.; National Academy of Sciences, 1980, p. 39-54 apud FRIEDMAN, J.E., LEMON, R.W.R. (1989), p. 118
- 12) CONSOLAZIO, C. F., JOHNSON, H. L., NELSON, R. A. et al. Protein metabolism during intensive physical training in the young adult. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 28, p. 29-35, 1975.
- 13) CREWS, E. L. III., FUGE, K. W., OSCAI, L. B. et al. Weight, food intake and body composition: effects of exercise and of protein deficiency. Am. J. Physiol., Bethesda, v. 63, p. 216-359, 1989. apud STATEN, M.A. (1991), p. 27.
- 14) CURI, R., HELL, N. S., TIMO-IARIA, C. Meal-feeding and physical effort. 1. Metabolic changes induced by exercise training. Physiol. Behav., Elmsford, v. 47, n. 5, p. 869-873, 1990.
- 15) DARLING, R.C., JOHNSON, R.E., PITTS, G.C. et al. J. Nutr., Bethesda, v. 28, p. 273, 1944. apud WILMORE, J.H., FREUND, D. (1986) p. 77.
- 16) DOHM, G. L. Protein as a fuel for endurance exercise. Exercise Sport. Sci. Rev., New York, v. 14, p. 143-173, 1986.

- 17) ----- BEECHER, G. R., WARREN, R. Q., WILLIAMS, R. T. In-
fluence of exercise on free amino acid concentration in rat tis-
sue. J. Appl. Physiol.: respirat. environ. exercise physiol.,
Bethesda, v. 50, n. 1, p. 41-44, 1981.

- 18) ----- HECKER, A., BROWN, W. E., KLAIN, G. J. et al. Adap-
tation of protein metabolism to endurance training: increased
amino acid oxidation in response to training. Biochem. J., Lon-
don, v. 164, p. 705-708, 1977.

- 19) ----- KASPEREK, G. J., TAPSCOTT, E. B., BEECHER, G. R. Ef-
fect of exercise on synthesis and degradation of muscle protein.
Biochem. J., London, v. 188, p. 255-262, 1980.

- 20) ----- PUENTE, F. R., SMITH, C. P., EDGE, A. Changes in
tissue protein levels as a result of endurance exercise. Life
Sci., Tucson, v. 23, p. 845-850, 1978.

- 21) ----- TAPSCOTT, E. B., KASPEREK, G. J. Protein degradation
during endurance exercise and recovery. Med. Sci. Sports Exec.,
Indianápolis, v. 19 n. 5, p. S166-S171, 1987.

- 22) DOLLET, J.M., BECK, B., VILLAUME, C. et al. Progressive adapta-
tion of the endocrine pancreas during long-term protein defi-
ciency in rats: Effects on blood glucose homeostasis an on pan-
creatic insulin, glucagon and somatostatin concentrations. J.
Nutr. Bethesda, v. 115, p. 1581-1588, 1985.

- 23) DONALD, P., PITTS, G.C., POHL, S.L. Body weight and composition in laboratory rats: Effects of diets with high or low protein concentrations. Science, New York, v. 211, p. 185-186, 1981.
- 24) DOUMAS, B.T., WATSON, W.A., BIGGS, H.G. Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol gel. Clin. Chem. Acta, Basel, v. 31, n. 1, p. 87-96, 1971.
- 25) FELIG, P. Amino acid metabolism in man. Ann. Rev. Biochem., Palo Alto, v. 44, p. 933-956, 1975.
- 26) FORBES, G. B. Body composition as affected by physical activity and nutrition. Federation Proc., Baltimore, v. 44, p. 343-347, 1985.
- 27) FRIEDMAN, J. E., LEMON, P. W. R. Effect of chronic endurance exercise on retention of dietary protein. Int. J. Sports Med., Stuttgart, v. 10, n. 2, p. 118-123, 1989.
- 28) GOLDBERG, A. L., ETILINGER, J. D., GOLDSPINK, D. F. et al. Mechanisms of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. Med. Sci. Sports, Indianapolis, v. 7, n. 4, p. 248-261, 1975.
- 29) GOLLNICK, P. D., PARSON, D., RIEDY, M. et al. An evaluation of mechanisms modulating muscle size in response to varying perturbations. In: BOKER, K. T., EDINGTON, D. W., WHITE, T. P. Fron-

tiers of Exercise Biology. Champaign: Human Kinetics, 1983. apud LEMON, P.W.R., CHANEY III, M.M. (1988) p. 62.

- 30) GOMES, M. C. C. Desnutrição protéico-calórica, desenvolvimento corporal e crescimento do carcinossarcoma de Walker 256 (Alterações metabólicas em ratos jovens) São Paulo, 1985, 113 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) Universidade de São Paulo, 1985.
- 31) GONTZEA, I., SUTZESCU, R., DUMITRACHE, S. The influence of adaptation to physical effort on nitrogen balance in man. Nutr. Rep. Int., Stoneham, v. 11, n. 3, 231-236, 1975.
- 32) GOODMAN, M. N., RUDERMAN, N. B. Starvation in the rat I. Effect of age and obesity on organ weights, RNA, DNA and protein. Am. J. Physiol., Bethesda, v. 239, p. E269-E276, 1980.
- 33) GORANZON, H., FORSUM, E. Effect of reduced energy intake versus increased physical activity on the outcome of nitrogen balance experiments in man. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 41, p. 919-928, 1985.
- 34) GREEN, J. H. Metabolismo. In. Fisiologia Clínica Básica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983, p. 81-88.

- 35) HARALAMBIE, G., BERG, A. Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. Eur. J. Appl. Physiol., occup. physiol., Heidelberg, v. 36, p. 39-48, 1976.
- 36) HENDERSON, S. A., BLACK, A. L., BROOKS, G. A. Leucine turnover and oxidation in trained rats during exercise. Am. J. Physiol., Bethesda, v. 249, n. 12, p. E137-E144, 1985.
- 37) HENRY, R. J. Determination of serum protein by biuret reaction. In: Clinical Chemistry Principles and Technics, 2 ed. Hagerstown: Harper, How, 1974, p. 413.
- 38) HERMANSEN, L. Lactate production during exercise. In: Muscle Metabolism. During. Exercise, New York: Plenum Press, 1971, p. 401-407, apud OSCAI et al. (1972), p. 592.
- 39) KASPEREK, G. J., DOHM, G. L., BARAKAT, H. A., et al. The role of lisosomes in exercise-induced hepatic protein loss. Biochem. J., London, v. 202, p. 281-288, 1982.
- 40) KATCH, F. I., McARDLE, W. D. Nutrição Controle de Peso e Exercício. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1984. 327 p.
- 41) LARITCHEVA, K. A., YALOVAYA, N. I., SHUBIN, V. I. et al. "Study of Energy Expenditure and Protein Needs of Top Weight Lifters". In: KOVA, J. Paris, ROGOSKIN, V. A. Nutrition, Physycal Fitness,

and Health, Baltimore: University Park, 1978. p. 155-163. apud
WILMORE, J.H., FREUND, B.J. (1986) p. 78.

- 42) LEMON, P. W. R. Protein and Exercise: Update 1987. Med. Sci. Sports Exerc., Indianapolis, v. 19, n. 5, p. S179-S190, 1987.
- 43) ----- BENEVENGA, N. J., MULLIN, J. P., NAGLE, F. J. Effect of daily exercise and food intake on leucine oxidation. Biochem. Med., New York, n. 33, p. 67-76, 1985.
- 44) ----- CHANEY III, M. A. Physiologic effects of amino acid supplementation. In: GARRET, W. E., MALONE, T. R. Muscle Development: nutritional alterations to anabolic steroids. Columbus: Ross Laboratories, 1988. p. 62-67.
- 45) ----- MULLIN, J. P. Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. J. Appl. Physiol. respirat. environ. exercise physiol., Bethesda, v. 48, n. 4, p. 624-629, 1980.
- 46) ----- NAGLE, F. J. Effects of exercise on protein and amino acid metabolism. Med. Sci. Sports Exerc., Indianapolis, v. 13, n. 3, p. 141-149, 1981.
- 47) ----- NAGLE, F. J., MULLIN, J. P., BENEVENGA, N. J. In vivo leucine oxidation at rest and during two intensities of

exercise. J. Appl. Physiol.: respirat. environ. exercise physiol., Bethesda, v. 53, n. 4, p. 947-954, 1982.

48) LEWIS, S., GUTIN, B. Nutrition and endurance. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 26, p. 1011-1014, 1973.

49) LOWRY, O. H., ROSEMBROUGH, N. J., FARR, A. L. et al. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem., Baltimore, v. 193, p. 265-275, 1951.

50) LUNN, P. G., WHITEHEAD, R. G., BAKER, B.A. The relative effects of a low-protein-high-carbohydrate diet on the free amino acid composition of liver and muscle. Br. J. Nutr., Cambridge, v. 36, p. 219-230, 1976.

51) MILLER, S. A., DUMSZA, H. A., GOLDBLATH, S. A. Cholesterolemia and cardiovascular sudanophilia in rat fed saline mixtures. J. Nutr., Bethesda, v. 77, p. 397-402, 1962.

52) MOLÉ, P. A., JOHNSON, R. E. Disclosure by dietary modification of an exercise-induced protein catabolism in man. J. Appl. Physiol., Bethesda, v. 31, n. 2, p. 185-190, 1971.

53) NEGRÃO, C. E. Metabolic consequences of D. and L-carnitine administration in chronically trained and untrained rats. Madison, 1985, 214 p. Tese (Doutorado em Fisiologia) University of Wisconsin, 1985.

- 54) NEWBERNE, P. M. Committee on laboratory animal diets control of diets in laboratory animal experimentation. Nutr. Abst. Rev., Aberdeen, v. 49, p. 413-419, 1979.
- 55) OSCAI, L. B., SPIRAKIS, C. N., WOLFF, C.A. et al. Effects of exercise and of food restriction on adipose tissue cellularity. J. Lipid Res., Bethesda, v. 13, p. 588, 1972.
- 56) PI-SUNYER, F. X., WOO, R. Effect of exercise on food intake in human subjects. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 42, p. 983-990, 1985.
- 57) ROGERS, O. R., HARPER, H. E. Amino acids diets and maximal growth in the rat. J. Nutr., Bethesda, v. 87, p. 267-273, 1965.
- 58) ROZOVSKI, S. J., TEMKIN, M. E. Protein malnutrition in aged rats: an experimental model. J. Nutr., Bethesda, v. 114, p. 1199-1203, 1984.
- 59) SCALFI, L., LAVIANO, A., REED, L. A., et al. Albumin and labile-protein serum concentrations during very-low-calorie diets with different compositions. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 51, p. 338-342, 1990.
- 60) STATEN, M. A. The effect of exercise on food intake in men and women. Am. J. Clin. Nutr., Baltimore, v. 53, p. 27-31, 1991.

- 61) STEVENSON, J. A. F. Exercise, food intake and health in experimental animals. Can. Med. Assoc. J., Ottawa, v. 96, p. 862-866, 1967.
- 62) TACKMAN, J.M., TEWS, J.K., HARPER, A.E. Dietary disproportions of amino acids in the rat: Effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. J. Nutr., Bethesda, v. 120, p. 521-533, 1990.
- 63) TAGLE, M. A. Proteína: qualidade química e biológica. In: Nutrição, São Paulo: Artes Médicas, 1981, p. 48-65, cap. 4.
- 64) THOMPSON, D. A., WOLFE, L. A., EIKELBOOM, R. Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. Med. Sci. Sports Exerc., Indianapolis, v. 20, n. 3, p. 222-227, 1988.
- 65) VIEIRA, S. Introdução à bioestatística. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1983. 294 p.
- 66) WHITE, T. P., BROOKS, G. A. [U-14C] glucose-alanine, and-leucine oxidation in rats at rest and two intensities of running. Am J. Physiol., Bethesda, v. 240, p. E155-E165, 1981.
- 67) WILMORE, J. H., FREUND, G. Nutritional enhancement of athletic performance. Curr. Concepts Nutr., New York, v. 15, p. 67-97, 1986.

- 68) WOO, R., PI-SUNYER, F. X. Effect of increased physical activity on voluntary intake in lean women. Metabolism, New York, v. 34 n. 9, p. 836-841, 1985.
- 69) YAMAJI, R. Studies on protein metabolism during muscular exercise (a). Nitrogen metabolism in training for heavy muscular exercise. J. Physiol. Soc. Japan, Tokyo, v. 13, p. 476, 1951 apud CONSOLAZIO, C. F. et al. (1975) p. 29.
- 70) ----- Studies on protein metabolism during muscular exercise (b). Changes of blood properties during training for heavy muscular exercise. J. Physiol. Soc. Japan, Tokyo, v. 13, p. 483, 1951 apud CONSOLAZIO, C. F. et al. (1975) p. 29.
- 71) YOSHIMURA, H. Adult protein requirements. Fed. Proc., Bethesda, v. 20, p. 103-110, 1961. apud BUTTERFIELD G. E. (1987) p. 158.
- 72) ----- INOVE, T., YAMADA, T., SHIRAKI, K. Anemia during hard physical training (sports anemia) and its causal mechanism with special reference to protein nutrition. World Rev. Nutr. Diet., Basel, v. 35, p. 1-85, 1980.

ABSTRACT

The objective of this research was to study the influence of dietary protein content associated with intense physical exercise, on the protein metabolism of adult rats. Male Wistar rats (90 days old), trained on a treadmill and controls (sedentary) were fed on semi-purified diets containing 6% (hypoproteic), 25% (normoproteic) and 35% (hyperproteic) casein. Under the experimental conditions used, it was shown that the animals in the hypoproteic group presented significant reductions in body weight gain, N₂ balance, alimentary efficiency and liver protein in relation of the normoproteic animals. These reductions were more accentuated in the trained animals. The hyperproteic group of rats showed higher levels of alimentary efficiency, N₂ balance and body weight gain in relation to the normoproteic animals. The animals on a normoproteic diet presented

constant biochemical parameters although there was a significant reduction in body weight gain and alimentary efficiency in the trained animals. Physical exercise associated with different diets promoted in all experimental groups slight increases in body water content and lean body mass and reduction in body fat content, as well as a significant reduction in body weight gain, alimentary efficiency and liver protein in relation of the sedentary animals. Based on these results it was concluded that diets with different levels of protein resulted in significant alterations in the protein metabolism of adult rats. These alterations were more pronounced in animals on a hypoproteic diet.

GLOSSÁRIO:

Exercício físico exaustivo: atividade que requer cerca de 93% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). (BUTTERFIELD, 1987)

Exercício físico de alta intensidade: atividade que requer cerca de 65% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). (BUTTERFIELD, 1987)

Exercício físico de moderada intensidade: atividade que requer cerca de 50% do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). (BUTTERFIELD, 1987)

Resistência: "Capacidade de resistir ao cansaço, quer dizer executar pelo maior tempo possível uma atividade, sem diminuir a

qualidade do trabalho. Sua qualidade é determinada pelo sistema cárdio respiratório, pelo sistema nervoso, pelo metabolismo, pelo sistema orgânico, pela coordenação dos movimentos e pelos componentes psíquicos". (BARBANTI, 1979)

Resistência Aeróbica Geral: "é a qualidade de que permite resistir à fadiga nos esforços de longa duração e de intensidade moderada. Exemplos de esforços de resistência aeróbica geral: corrida de longa distância, ciclismo de estrada e natação em longas distâncias, etc..." (BARBANTI, 1979)

Treinamento: "é a soma de todos os estímulos realizados em um determinado espaço de tempo, levando à modificações funcionais e morfológicas do organismo, ou seja, a uma adaptação objetivando elevar um rendimento. Essas adaptações permitem realizar melhor e mais facilmente os trabalhos físicos solicitados". (BARBANTI, 1979).