

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**DESNUTRIÇÃO EXPERIMENTAL E TREINAMENTO FÍSICO:
ESTUDO DE PARÂMETROS MURINOMÉTRICOS DE RATAS
GESTANTES E DOS CONCEPTOS**

MARCO ANTÔNIO FIDALGO AMORIM

**RECIFE
2006**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**DESNUTRIÇÃO EXPERIMENTAL E TREINAMENTO FÍSICO:
ESTUDO DE PARÂMETROS MURINOMÉTRICOS DE RATAS
GESTANTES E DOS CONCEPTOS**

MARCO ANTÔNIO FIDALGO AMORIM

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do Título de Mestre em Nutrição. Área de concentração: Bases Experimentais da Nutrição.

**RECIFE
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**DESNUTRIÇÃO EXPERIMENTAL E TREINAMENTO FÍSICO:
ESTUDO DE PARÂMETROS MURINOMÉTRICOS DE RATAS
GESTANTES E DOS CONCEPTOS**

MARCO ANTÔNIO FIDALGO AMORIM

ORIENTADOR

Dr. Raul Manhães de Castro
Doutor em Farmacologia Experimental e Clínica pela Universidade de Paris 6
Professor Adjunto do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de
Pernambuco

CO-ORIENTADORA

Dra. Carol Virgínia Góis Leandro
Doutora em Ciências do Desporto pela Universidade do Porto/Portugal
Professora Assistente da Escola Superior de Educação Física da Universidade de
Pernambuco

**RECIFE
2006**

Amorim, Marco Antônio Fidalgo

Desnutrição experimental e treinamento físico: estudo de parâmetros murinométricos de ratas gestantes e dos conceptos / Marco Antônio Fidalgo Amorim – Recife : O Autor, 2006.

96 folhas : il., fig., quadros, gráf.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2006.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Nutrição – Desnutrição. 2. Ratos Wistar – Estudo experimental – Gestação – Exercício físico. 3. Adaptações fisiológicas – Crescimento somático – Influência fenotípica. I. Título.

**612.394
612.3**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

**UFPE
BC2006-480**

**Desnutrição experimental e treinamento físico:
estudo de parâmetros murinométricos de ratas gestantes e dos conceptos**

Marco Antônio Fidalgo Amorim

Recife, 24 de março de 2006

Banca examinadora:


Prof.^a. Elizabeth do Nascimento


Prof.^a. Sandra Lopes de Souza


Prof.^a. Jairza Maria Barreto Medeiros

Recife

2006

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia da Nutrição Naíde Teodósio (LAFINNT) do Departamento de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde e recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

**"Ao anoitecer, pode vir o
choro, mas a alegria vem
pela manhã." (Salmo 30:5)**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente às minhas filhas, **Juliana e Fabiana**, mesmo não estando juntos como gostaríamos, saibam que o pai de vocês as ama muito.

Gostaria também de dedicar à **Luciana**, esposa querida. Mesmo o destino tendo nos separado, tu foste muito importante para esta conquista. Que DEUS esteja sempre a abençoando. Muito obrigado por tudo.

Aos meus pais, **Augusto e Rosa** (in memoriam), mesmo tendo convivido pouco com vocês, este pouco me deu forças para tornar-me um homem. Obrigado por terem me dado a vida.

Aos meus irmãos, **Ricardo, Rosana, Zezé, Luiz e Guto**, que, sem dúvida, torceram e torcem por mim.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Acima de tudo, a **DEUS**, por ter me dado esta oportunidade e ter colocado sua mão poderosa sobre a minha cabeça, conduzindo-me nos momentos de tempestade que enfrentei.

Ao meu mestre com carinho.

Professor Raul,

A princípio, obrigado por ter acreditado em mim em momento tão difícil da minha vida. Muito obrigado, também, por ter aberto seu coração nos meus momentos de agrura. Aqui, em nosso laboratório, o senhor tem vários "filhos" e eu me sinto muito orgulhoso de poder agora ser um deles. Fico muito feliz de fazer parte desta família. Queria agradecer, não só pelos momentos alegres, mas, principalmente, pelos "puxões de orelha". Com eles aprendi muito e tenho total entendimento que foram para impulsionar o meu vôo. O senhor, além de ser meu orientador neste trabalho, tornou-se um grande orientador de vida, que, com sabedoria, me auxiliou nos passos a serem dados para tornar-me mais humano. Agradeço a DEUS por ter colocado o senhor no meu caminho e ter nos feito grandes amigos.

Meu querido, muito obrigado e um beijo em seu coração.

AGRADECIMENTOS

A **Carol Leandro**, com muito orgulho, minha co-orientadora e amiga. Querida, meus sinceros agradecimentos por toda a tua dedicação e preocupação. Graças a ti, aprendi muito.

A **Michelle**, pela imensa ajuda e orientação. Não existem palavras para agradecer tudo o que fizeste. Querida, muito obrigado pelo carinho.

A **Wylla**, que se tornou uma grande amiga e que muito me ajudou, dando-me o prazer de tê-la como mais uma "co-orientadora". Querida, obrigado por tudo.

A **Karla Mônica**, que, com seu ombro amigo, me trouxe palavras de força e conforto.

A **Sandra**, que me deu vasta orientação e ajudou muito para a conclusão do estudo.

As minhas brilhantes estagiárias, **Renata, Patrícia e Caroline**. Sem vocês, que se dedicaram com imenso comprometimento e carinho, nada disso teria sido feito e concluído.

A todos do laboratório (**LAFINNT**), especialmente, **Elizabeth, Rogério, Roberta, Soninha e Ribas**, que colaboraram e torceram por mim.

A **Solange**, colega de profissão e de momentos felizes, difíceis e de lutas neste Curso de Mestrado.

As minhas colegas de turma, **Lisiane e Cristiane**, com as quais compartilhei grandes aprendizados.

Aos funcionários e professores do Departamento e da Pós-Graduação em Nutrição da UFPE que contribuíram imensamente para o êxito deste trabalho, especialmente: **Neci Nascimento, Dr. Edeones França, José Paulino, Moisés e Lucia Pires**.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
(**CAPES**) por ter financiado este trabalho no âmbito do projeto: "Desnutrição
experimental e treinamento físico: estudo de parâmetros murinométricos de
ratas gestantes e dos conceptos".

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XIV
LISTA DE TABELAS	XV
LISTA DE GRÁFICOS	XVI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XVIII
RESUMO	XIX
ABSTRACT	XX
1. INTRODUÇÃO	21
2. JUSTIFICATIVA	28
3. HIPÓTESES	30
4. OBJETIVOS	31
4.1 Geral	31
4.2 Específicos	31
5. MATERIAL E MÉTODOS	33
5.1 Amostra	33
5.2 Descrição geral	33
5.3 Treinamento físico	35
5.3.1 Teste de desempenho máximo	35
5.3.2 Avaliação da concentração de lactato sanguíneo	37
5.3.3 Avaliação do consumo máximo de oxigênio	38
5.3.4 Protocolo experimental de treinamento físico	39

5.4 Manipulação nutricional	41
5.5 Grupos experimentais	44
5.6 Avaliação de indicadores de crescimento somático	46
5.6.1 Determinação dos pesos	46
5.6.2 Coleta dos órgãos	47
5.6.3 Determinação da densidade dos órgãos	49
5.6.4 Avaliação murinométrica nos filhotes	50
5.7 Análise estatística	53
6. RESULTADOS	54
6.1 Estabelecimento de protocolo experimental de treinamento físico adaptado para as condições específicas de fêmeas	54
6.1.1 Teste de desempenho máximo	54
6.1.2 Teste de esforço máximo durante o protocolo experimental de treinamento físico	56
6.2 Investigação das eventuais repercussões do treinamento físico sobre parâmetros de crescimento em ratas e suas proles	59
6.2.1 Dados maternos	59
6.2.1.1 Pré-gestacional	59
6.2.1.2 Gestacional	61
6.2.1.3 Pós-parto	62
6.2.2 Dados dos filhotes	66
6.2.2.1 Número de filhotes nascidos por ninhada	66
6.2.2.2 Número de filhotes nativos e natimortos	66

6.2.2.3	Peso das ninhadas	67
6.2.2.4	Peso corporal dos filhotes ao nascer	68
6.2.2.5	Parâmetros murinométricos de crescimento	69
6.2.2.6	Peso dos órgãos	71
7.	DISCUSSÃO	72
8.	CONCLUSÕES	82
9.	PERSPECTIVAS	83
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
11.	ANEXOS	96

LISTA DE ILUSTRAÇÕES**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1	Descrição do teste de desempenho máximo em esteira ergométrica realizado previamente em ratas Wistar com base no protocolo sugerido por Brooks e White (1978) e Taylor e Weibel (1981), com inclinação constante	36
QUADRO 2	Caracterização do protocolo experimental de treino de acordo com a velocidade e a duração de cada sessão para cada uma das cinco semanas de treino	40
QUADRO 3	Caracterização do protocolo experimental de treino de acordo com a velocidade e a duração de cada sessão para cada uma das semanas de treino durante a gestação	41
QUADRO 4	Composição da ração utilizada como padrão no biotério - Labina (Purina do Brasil®)	42
QUADRO 5	Composição centesimal da dieta à base de caseína	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Procedimento da técnica de esfregaço vaginal	34
FIGURA 2	Esteira ergométrica	36
FIGURA 3	Aparelho utilizado para avaliação da concentração de lactato no sangue	37
FIGURA 4	Aparelhos utilizados para avaliação do consumo de oxigênio de ratos	38
FIGURA 5	Procedimento de treinamento físico	39
FUGURA 6	Organograma dos grupos experimentais	44
FIGURA 7	Desenho experimental	45
FIGURA 8	Procedimento de pesagem das fêmeas, das ninhadas e dos filhotes	46
FIGURA 9	Procedimento de perfusão transcárdiaca	47
FIGURA 10	Procedimento de lavagem, secagem e pesagem dos órgãos das fêmeas	48
FIGURA 11	Procedimento de lavagem, secagem e pesagem dos órgãos dos filhotes	49
FIGURA 12	Procedimento de determinação da densidade dos órgãos	50
FIGURA 13A	Procedimento de avaliação do eixo látero-lateral do crânio	51
FIGURA 13B	Procedimento de avaliação do eixo antero-posterior do crânio	51
FIGURA 13C	Procedimento de avaliação do comprimento da cauda	52
FIGURA 13D	Procedimento de avaliação do eixo longitudinal do corpo	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso relativo dos órgãos de ratas	64
TABELA 2	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a densidade dos órgãos de ratas	65
TABELA 3	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a medida dos eixos látero-lateral e ântero-posterior do crânio	70
TABELA 4	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a medida do comprimento da cauda e do eixo longitudinal do corpo	71

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Resultado do teste de desempenho máximo para padronização do protocolo experimental de treinamento físico para ratas	54
GRÁFICO 2	Resultado da concentração de lactato no sangue e do consumo de oxigênio de ratas submetidas ao teste de desempenho máximo para padronização do protocolo experimental de treinamento físico	55
GRÁFICO 3	Efeito do treinamento físico sobre a variação da velocidade máxima atingida no teste de esforço máximo em ratas	56
GRÁFICO 4	Efeito do treinamento físico sobre a variação no consumo de oxigênio no teste de esforço máximo em ratas	57
GRÁFICO 5	Efeito do treinamento físico sobre a variação do percentual de consumo de oxigênio	58
GRÁFICO 6	Efeito do treinamento físico sobre a variação do ganho de peso corporal em ratas	60
GRÁFICO 7	Efeito do treinamento físico sobre a variação percentual do peso corporal em ratas	60
GRÁFICO 8	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a evolução do peso corporal na gestação de ratas	61
GRÁFICO 9	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a evolução percentual do peso corporal na gestação	61
GRÁFICO 10	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso corporal de ratas no 1º dia pós-parto	62
GRÁFICO 11	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o número de filhotes nascidos por ninhada	66
GRÁFICO 12	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o número de filhotes nativos e natimortos	67
GRÁFICO 13	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso das ninhadas	67
GRÁFICO 14	Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso corporal dos filhotes ao nascer	68

GRÁFICO 15 Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso relativo dos órgãos dos filhotes

71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5-HT	5-hidroxitriptamina; serotonina	PARÂMETROS MURINOMÉTRICOS	
ANOVA	Análise de variância	CC	Comprimento da cauda
DBR	Dieta básica regional	EAPC	Eixo ântero-posterior do crânio
DP	Desvio-padrão	ELLC	Eixo látero-lateral do crânio
EPM	Erro padrão da média	EL	Eixo longitudinal
VO ₂ max	Consumo máximo de oxigênio	PC	Peso corporal

GRUPOS EXPERIMENTAIS

NT	Não treinado
T	Treinado
NT-D	Não treinado desnutrido
NT-N	Não treinado nutrido
T-D	Treinado desnutrido
T-N	Treinado nutrido

UNIDADES INTERNACIONAIS

cm ³	Centímetro cúbico
g	Gramma
h	Hora
Kg	Kilograma
l	Litro
min	Minuto
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mM	Milimol
Km	Kilômetro
s	Segundo

RESUMO

O período da concepção até o nascimento é caracterizado pelo crescimento rápido, replicação e diferenciação celular, e maturação de órgãos e sistemas. Um estímulo ambiental, durante o período crítico de desenvolvimento, tem efeito subsequente sobre estruturas e funções de sistemas orgânicos. O presente estudo teve como objetivo estabelecer um protocolo de treinamento físico adaptado para ratas e investigar as repercussões da desnutrição e/ou do treinamento físico em ratas e nos seus conceptos. Foram utilizadas 54 ratas divididas inicialmente em 2 grupos: não treinado (NT) e treinado (T). As treinadas foram submetidas a 8 semanas de treinamento físico em esteira ergométrica. Na 5ª semana, todas as ratas foram acasaladas e, depois de verificado o estado de prenhez, manipuladas nutricionalmente com dieta à base de caseína 17% (nutrido) e 8% (desnutrido) durante toda a gestação formando assim 4 grupos: não treinado nutrido (NT-N), treinado nutrido (T-N), não treinado desnutrido (NT-D) e treinado desnutrido (T-D). O peso corporal das ratas foi avaliado durante 8 semanas. No 1º dia pós-natal, foi avaliado o número de filhotes nascidos por ninhada, o número de nativos e natimortos e o peso da ninhada. Cada neonato foi avaliado quanto: peso corporal; eixos látero-lateral e ântero-posterior do crânio; comprimento da cauda e eixo longitudinal do corpo. No 3º dia pós-natal, fêmeas (n=30) dos 4 grupos foram sacrificadas e retirados os órgãos: coração, pulmões, rim, fígado, útero e encéfalo, para aferição de peso e densidade. Filhotes (n=60) também dos 4 grupos foram sacrificados e retirados coração, pulmões e encéfalo e aferido o peso. O treinamento físico acarretou alterações em parâmetros murinométricos maternos como peso pré-gestacional e peso e densidade de órgãos. Quanto aos neonatos, tanto o treinamento como a desnutrição acarretaram alterações no peso ao nascer e nos eixos do crânio e longitudinal do corpo. Os resultados apontam que estímulos ambientais como a desnutrição durante a gravidez e o treinamento físico pré-gestacional e na gestação alteram parâmetros murinométricos do binômio mãe/filhote.

Palavras-chave: nutrição, exercício físico, período gestacional, ratas

ABSTRACT

The period of conception to the birth is characterized by fast growth, replication, cellular differentiation, and maturation of organs and systems. A stimulus or insult when applied at a critical or sensitive period of development results in a long-term effects of on the structure or function of the organism. The present study had as objective establishes a protocol of physical training adapted for female rats and to investigate the repercussion of both undernutrition and physical training in female rats and their offsprings. We used 54 rats initially randomly divided into two groups: non trained (NT) and trained (T). The trained rats were submitted to 8 weeks of physical training in a treadmill. Over the 5th week, rats were mated, and after verified pregnancy, they were submitted either to a normal protein diet (17% casein - nourished), or low-protein diet (8% casein - undernourished) during whole gestation forming four groups: non trained nourished (NT-N), trained nourished (T-N), non trained undernourished (NT-U), and trained undernourished (T-U).. Body weight was evaluated during 8 weeks. On the 1st day post-birth, it was evaluated the number of born nestlings, the number of alive and dead nestlings and the nest weight. Each pup was evaluated as: body weight, latero-lateral axis of skull, antero-posterior axis of skull, longitudinal axis, and length of tail. On the 3rd day post-birth, mothers (n=30) of the 4 groups were killed and organs were removed to evaluate the weight and density: heart, the lungs, kidney, uterus, and brain. Offsprings (n=60) also of the 4 groups were killed and their organs were removed to evaluate the weight: heart, the lungs, and brain. Physical training induced changes on murinometric as the weight pre-gestation and the weight and density of the organs. In the pups, both training and low-protein diet were associated to changes in the reduced birth weight and in body axis and in the skull. The result point out that environment stimulus before and during pregnancy, as physical training and undernutrition, alter murinometric parameters in both mother and offsprings.

Key-words: nutrition, physical exercise, pregnancy, female rats

1. INTRODUÇÃO

Durante a ontogênese do Sistema Nervoso (SN), as fases que envolvem processos de formação e diferenciação neuronal, sinaptogênese, multiplicação glial e mielinização são particularmente decisivas para a determinação das características morfo-funcionais deste sistema no adulto (MORGANE et al., 1978). Nesta fase de rápida proliferação e diferenciação celular, as modificações ambientais, inclusive as nutricionais, podem alterar aspectos relacionados ao desenvolvimento (MORGANE et al., 2002; MORGANE et al., 1978).

A relação entre a nutrição no período perinatal e a repercussão na vida adulta tem sido reconhecida há várias décadas (HALES e OZANNE, 2003; BARKER et al., 2002; HALES e BARKER, 1992; DELGADO et al., 1982; FORSDAHL, 1977; DAVISON e DOBBING, 1968). Em 1960, Widdowson e McCance demonstraram que o tamanho de ratos adultos estava relacionado ao seu estado nutricional no período de lactação. Davison e Dobbing (1968) formularam a hipótese do período crítico de desenvolvimento, observando efeitos irreversíveis da desnutrição neonatal sobre o desenvolvimento do cérebro.

Evidências epidemiológicas indicaram que a desnutrição no período fetal e na infância predis põe o indivíduo adulto a uma série de doenças, como diabetes mellitus tipo II e hipertensão (FORSDAHL, 1977). O mecanismo subjacente é chamado de programação, onde um estímulo ambiental durante o período crítico de desenvolvimento, tem um efeito subsequente sobre estruturas e funções de sistemas orgânicos (BARKER et al., 2002; LUCAS, 1999; HALES e BARKER, 1992).

Para uma possível explicação da associação entre agressões no período crítico do desenvolvimento e repercussões tardias, Hales e Barker (1998, 1992) sugeriram o modelo da influência fenotípica (ou hipótese do fenótipo protetor, ou hipótese da síndrome metabólica fetal, ou hipótese da influência fenotípica), assumindo que o organismo se adapta favoravelmente a um ambiente hostil prévio. Estes autores inicialmente relataram aspectos relacionados à desnutrição fetal e à incidência de diabetes mellitus tipo II na fase adulta sugerindo que o organismo se adapta à desnutrição perinatal programando o metabolismo da insulina (HALES e BARKER, 1992). Esta adaptação tende a aumentar a aptidão do organismo para um provável ambiente agressivo ulterior (BARKER, 1998).

A hipótese da influência fenotípica expande a idéia enunciada pela teoria do período crítico do desenvolvimento. Propõe uma programação do padrão metabólico do organismo, a partir de agressões nutricionais em períodos sensíveis e críticos do desenvolvimento. Esta hipótese fornece elementos para entender a origem de determinadas patologias, as quais tomaram proporções epidemiológicas (OZANNE e HALES, 1999).

Os estudos sobre as conseqüências tardias da desnutrição precoce se estenderam para além dos efeitos no metabolismo da insulina. Em animais, alguns estudos relatam a ocorrência de alterações somáticas, fisiológicas e comportamentais (BARRETO-MEDEIROS et al., 2004; KEHOE et al., 2001; BENNIS-TALEB et al., 1999; SASTE et al., 1998). Kehoe et al. (2001) constataram uma diminuição no tamanho do cérebro e na concentração de substâncias do hipotálamo e do hipocampo de ratos adultos submetidos à desnutrição neonatal. Barreto-Medeiros et al. (2004) observaram que a desnutrição no período crítico de desenvolvimento, mesmo depois de

longo período de recuperação nutricional, afeta o Sistema Serotoninérgico (sistema de neurotransmissão) de ratos adultos.

Segundo King (2000) durante a gestação, na ocorrência de restrições nutricionais, alguns ajustes fisiológicos acontecem, como por exemplo, redução na taxa de síntese de lipídeos, redução na reserva materno-fetal de gordura e redução do gasto energético. Tais ajustes objetivam poupar as reservas já escassas devido à privação. Além disso, os ajustes são originados devido a um conflito mãe-filho, onde ambos competem pela alocação de reservas conforme suas necessidades (JOHNSTONE, 1997). Assim, a desnutrição durante o período gestacional pode acarretar comprometimento no crescimento e desenvolvimento somático dos sistemas fisiológicos, e em especial, do sistema nervoso central (SNC) dos descendentes (IVANOVIC et al., 2000; BROWN e POLLIT, 1996; BHATIA et al., 1991).

Para o estudo acerca do desenvolvimento do SNC é observada a ontogênese de reflexos. Os reflexos representam uma das expressões comportamentais da função cerebral. A maturação de reflexos específicos em ratos tem sido bem estabelecida (FOX, 1965). Smart e Dobbing (1971) verificaram alterações na ontogênese reflexa de ratos submetidos à desnutrição no período crítico de desenvolvimento do SNC. Distúrbios apresentados sobre a maturação de reflexos podem apontar agressões sobre o crescimento e desenvolvimento do SNC (SMART e DOBBING, 1971). O padrão de atividade locomotora também é um importante dado de observação acerca do desenvolvimento do SNC (SMART e DOBBING, 1971; FOX, 1965). A evolução deste padrão é extremamente significativa para a preservação da espécie no que concerne a aspectos de busca pelo alimento e perpetuação da mesma (BARROS, 1999). Barros (1999) observou déficits na atividade locomotora e no

comportamento exploratório de ratos submetidos à desnutrição no período crítico do desenvolvimento.

Neste sentido, o estudo dos efeitos do exercício físico durante a gestação parece de interesse. As adaptações vão depender da intensidade, duração e frequência do esforço (ZAGATTO et al., 2004; SILVEIRA e DENADAI, 2002). Quanto à intensidade, o exercício físico pode ser classificado como leve, moderado e intenso. Essa classificação toma como base a realização de testes de esforço máximo para avaliar o aumento da concentração de lactato no sangue, o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), ou a frequência cardíaca máxima. Em exercícios de intensidade leve e moderada, a concentração de lactato no sangue permanece estável (variando entre 2 e 4 mM/l), ou seja, o lactato é produzido em menores concentrações (ZAGATTO et al., 2004; SILVEIRA e DENADAI, 2002). O VO_{2max} e a frequência cardíaca máxima são os parâmetros fisiológicos mais comumente utilizado em estudos para referenciar a intensidade do esforço. Assim, um exercício leve geralmente refere de 30 a 50% do VO_{2max} e 35 a 60% da frequência cardíaca máxima, um exercício moderado de 50 a 75% do VO_{2max} e 60 a 80% da frequência cardíaca máxima e o exercício intenso acima de 80% do VO_{2max} e da frequência cardíaca máxima (LEANDRO, 2004; SWAIN, 2000).

Quando o exercício físico é realizado de forma sistemática e com a intensidade do esforço controlada, é referido como treinamento físico. Assim como o exercício físico, o treinamento físico pode ser classificado como leve, moderado e intenso (LEANDRO, 2004; SWAIN, 2000). Estudos relatam que o treinamento físico a 60-75% do VO_{2max} ou 65-80% da frequência cardíaca máxima está associado ao aumento do metabolismo oxidativo e melhoria da capacidade física (ACSM, 2000; ACSM, 1998).

Durante a gestação, o treinamento físico de intensidade leve parece ser o mais indicado. Estudos em humanos quanto em animais relacionaram a intensidade do esforço ao peso corporal ao nascer (BRUM, et al., 2004; CLAPP, et al., 2002; CLAPP III et al., 2000; ROSSI et al., 1999; KARDEL et al., 1998; HATCH et al., 1993). Clapp et al. (2002) verificaram que filhos de mulheres submetidas a um programa de treinamento físico de intensidade moderada (55-60% do $VO_2\text{max}$) apresentaram baixo peso ao nascer. Quando a intensidade do treinamento foi reduzida a 30% do $VO_2\text{max}$, não houve alteração no tamanho e no peso das crianças.

Sabe-se que o treinamento físico acarreta melhorias em várias funções, tais como: cardiovascular e respiratória (BRUM, et al., 2004; DÂMASO et al., 1998; MANDERS et al., 1997) e imunológica (DUARTE et al., 2003; LEANDRO et al., 2002). Na gestação, o treinamento físico leve reduz a frequência cardíaca e a pressão arterial de repouso (BATISTA et al., 2003). Segundo Brum (2004) há um aumento no volume sanguíneo em circulação e maior capacidade de oxigenação. Batista et al. (2003) e Dâmaso et al. (1998) observaram um aumento na captação e utilização da glicose reduzindo o risco de diabetes gestacional. Dâmaso et al. (1998) verificaram um aumento na atividade da enzima lipase de lipoproteínas reduzindo assim o volume das células adiposas. Quanto ao efeito do treinamento físico moderado sobre o sistema imunológico, há um aumento na resposta dos mecanismos de defesa estimulando a fagocitose por macrófagos (LEANDRO et al., 2002) e indução da regulação de alguns mecanismos de defesas antioxidantes (DUARTE et al., 2003).

Particularmente no SNC, o treinamento físico de intensidade leve e moderada parece ter efeitos benéficos alterando as concentrações de neurotransmissores aminos biogênicos, em especial da serotonina (5-HT) (WEICKER et al., 2001; ROSSI et al., 1999; DISHMAN, 1997). A 5-HT é uma amina derivada do aminoácido

triptofano. O sistema que é constituído de neurônios que liberam 5-HT e dos receptores específicos para a mesma é o Sistema Serotoninérgico (MANHÃES DE CASTRO, 1995). Os efeitos das agressões nutricionais e farmacológicas sobre este sistema de neurotransmissão merecem atenção especial, pois o mesmo participa de uma ampla variedade de funções do SNC (MANHÃES DE CASTRO et al., 1999).

Também foi verificado que o treinamento físico moderado pode alterar as concentrações de fatores neurotróficos derivados do cérebro (FNDC) (GOMEZ-PINILLA et al., 2001). Parnpiansil et al. (2003) observaram que filhotes de ratas exercitadas durante a gestação apresentaram um aumento, após o nascimento, na expressão do RNAm de fatores neurotróficos. Os autores correlacionaram este resultado ao aumento na habilidade de aprendizagem espacial (avaliado pelo teste de labirinto em “T”) quando comparados aos seus pares provindos de ratas não exercitadas (PARNPIANSIL et al., 2003).

Manders et al. (1997) observaram que o treinamento físico leve parece não alterar os padrões de frequência cardíaca e movimentos fetais. É sugerido também que durante a gestação o exercício materno esteja associado à hipertermia e hipoxemia. Manders et al. (1997) e Larsson et al. (2005) não encontraram evidências onde o exercício materno esteja ligado a estes fenômenos.

Quanto aos efeitos do treinamento físico sobre o crescimento fetal, existem controvérsias, encontrando-se relato de peso normal (DÂMASO et al., 1998), baixo peso (CLAPP et al., 1990) e aumento de peso (HATCH et al., 1993). Tais efeitos vão depender do tipo, intensidade, frequência, duração do exercício (DÂMASO et al., 1998), período da gestação (CLAPP et al., 2002), hábitos alimentares e histórico de exercício físico (HATCH et al., 1993).

Assim, com base no modelo da influência fenotípica proposta por Hales e Barker (1992), examinaremos a importância que fatores nutricionais e treinamento físico têm sobre o SN, acerca de parâmetros murinométrico do crescimento de gestantes e de sua prole.

2. JUSTIFICATIVA

Estudos epidemiológicos associam o exercício físico leve e moderado à promoção da saúde, melhoria na qualidade de vida e prevenção e/ou controle de diversas doenças. O estudo acerca da influência do treinamento físico sobre a gestação é de grande importância. Ademais, estudos sobre as alterações fisiológicas e metabólicas de gestantes e de seus conceitos ainda são escassos e controversos.

Na gestação, o organismo sofre rápidas alterações. Adaptações fisiológicas são desencadeadas para garantir, sobretudo, um suprimento nutricional adequado para o desenvolvimento do feto. Tais adaptações referem ao entendimento da produção, liberação e ação da insulina e do fator de crescimento *insuline-like* (IGF-1), da utilização da glicose pelos tecidos, da termoregulação, do metabolismo placentário, do equilíbrio ácido-básico e de alterações hemodinâmicas como: relação débito cardíaco/ VO_2 (demanda metabólica sistêmica), distribuição do sangue, irrigação fetoplacentária e batimentos cardíacos fetais.

Fatores genéticos, ambientais e aqueles inerentes ao binômio mãe/filho interferem nos processos de crescimento e desenvolvimento. A influência desses fatores pode resultar em alterações como diminuição de peso, estatura, perímetros cefálico e torácico, podendo acarretar assim, comprometimento funcional e possíveis distúrbios no desenvolvimento neuropsicomotor. Dos fatores, particular atenção tem sido dada aos ambientais por sua decisiva influência no estabelecimento do fenótipo. Dentro desses, destaca-se a nutrição, pois distúrbios como a desnutrição, ainda fazem parte de uma cruel realidade afetando intensamente populações carentes, como as do nordeste

brasileiro. Na gestação, quando o organismo é submetido à carência nutricional, é possível que complicações se manifestem sobre o concepto.

O treinamento físico na fase gestacional, dependendo da sua intensidade, frequência, duração e tipo, pode desencadear adaptações fisiológicas que beneficiem o estado de saúde geral da gestante. É possível também, que o treinamento físico leve possa minimizar os impactos da desnutrição sofridos pela gestante e sua prole. Assim, o estudo dos efeitos da desnutrição e do treinamento físico durante a gestação é de interesse.

3. HIPÓTESES

- Sem interferir na evolução da gravidez, é possível estabelecer um protocolo experimental de treinamento físico de intensidade leve adaptado para as condições específicas da gestação em ratas;

- O treinamento físico em ratas interfere no crescimento do binômio mãe/filhote;

- O treinamento físico reduz os impactos deletérios da desnutrição materna sobre os parâmetros murinométricos de crescimento dos conceptos.

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Estabelecer em ratas um protocolo experimental de treinamento físico adaptado para suas condições específicas e investigar as suas eventuais repercussões sobre parâmetros de crescimento em gestantes desnutridas ou não e em suas proles.

4.2. Específicos

- Estabelecer e validar um protocolo experimental de treinamento físico para ratas a partir de testes de desempenho máximo baseados em resultados da avaliação da concentração de lactato sanguíneo e do consumo máximo de oxigênio;
- Analisar a evolução ponderal de ratas nutridas submetidas ou não ao protocolo de treinamento físico;
- Analisar a evolução ponderal de gestantes nutridas e desnutridas, submetidas ou não ao protocolo de treinamento físico;
- Verificar o número de filhotes nascidos por ninhada e o número de filhotes nativos e natimortos da prole de ratas nutridas ou desnutridas durante a gestação, submetidas ou não ao protocolo de treinamento físico;

- Verificar o peso da ninhada e o peso dos filhotes ao nascer da prole de ratas nutridas ou desnutridas durante a gestação, submetidas ou não ao protocolo de treinamento físico;
- Avaliar os parâmetros murinométricos: peso ao nascer, eixo látero-lateral do crânio, eixo ântero-posterior do crânio, comprimento da cauda e eixo longitudinal, da prole de ratas nutridas ou desnutridas durante a gestação, submetidas ou não ao protocolo de treinamento físico;
- Avaliar no 3º dia pós-parto o peso e a densidade dos órgãos: coração, pulmões, fígado, rim, útero e encéfalo das mães;
- Avaliar no 3º dia pós-natal o peso dos órgãos: coração, pulmões e encéfalo dos filhotes.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Amostra

Foram utilizadas 60 ratas albinas primíparas da linhagem *Wistar*, com peso corporal compreendido entre 180 g e 220 g, da colônia do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco.

Os animais foram mantidos em biotério com temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$, e ciclo claro/escuro invertido de 12:00/12:00 horas (claro das 21:00 às 09:00 h e escuro das 09:00 às 21:00 h). Os animais foram alojados em gaiolas de polipropileno com dimensão de 430x430x200 mm (CxLxA), três ratas por gaiola e tiveram livre acesso à água e ração.

Todas as ratas foram provenientes de biotério com as mesmas características anteriores, salvo o ciclo claro/escuro que era claro das 09:00 às 21:00 h e escuro das 21:00 h às 09:00 h. Para adaptação ao ciclo invertido, todos os animais foram mantidos 15 dias no biotério, sem nenhum tipo de manipulação.

5.2 Descrição geral

Após o período de adaptação, um grupo de ratas (n=6) realizou um teste de esforço máximo em esteira ergométrica com o objetivo de avaliar seu desempenho máximo (velocidade máxima atingida no teste de esforço progressivo). O outro grupo (n=54) foi dividido, de forma aleatória, em dois grupos: não treinado (NT, n=27) e

treinado (T, n=27). O grupo treinado realizou o protocolo experimental de treinamento físico durante oito semanas.

Após cinco semanas do protocolo experimental de treinamento físico (estabelecido neste trabalho como período pré-gestacional), todas as ratas foram mantidas em gaiolas com machos da mesma linhagem para o acasalamento (3 ratas para cada 1 rato). A investigação do estado de gestação foi determinada através da técnica de esfregaço vaginal. A mesma consiste na coleta e extensão de secreção vaginal em lâmina que, em seguida, é corada com solução de violeta de genciana a 0,6%. Por fim, era feita a visualização ou não de espermatozóides no material preparado ao microscópio de luz (MARCONDES et al., 2002) (Figura 1). O teste de gravidez era realizado uma hora antes do início do ciclo escuro. Diagnosticada a gestação, as ratas foram alojadas individualmente, distribuídas aleatoriamente em 4 grupos e manipuladas nutricionalmente.

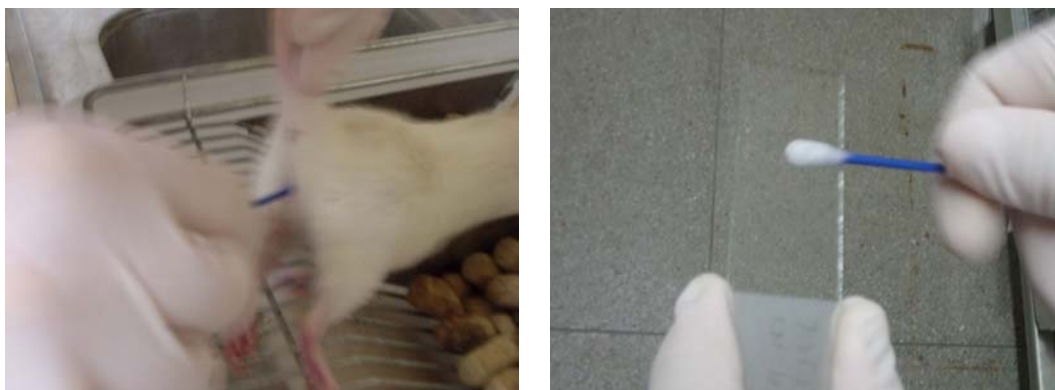


Figura 1. Procedimento da técnica de esfregaço vaginal

O peso corporal das ratas foi registrado semanalmente, no período pré-gestacional, e diariamente, na gestação. Para registro do dia de nascimento dos filhotes, a partir do 19º dia de gestação, as gestantes eram observadas às 10:00, 14:00 e 18:00 h.

Após o nascimento, no 1º dia pós-parto, foi verificado o número de filhotes nascidos por ninhada e o número de filhotes nativos e natimortos. Foi também

aferido peso corporal da fêmea, peso da ninhada, peso corporal e medidas murinométricas de cada neonato. No 3º dia pós-parto, os animais (fêmeas e filhotes) foram sacrificados e os órgãos foram retirados e pesados.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco e seguiu as normas sugeridas pelo Comitê Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

5.3 Treinamento físico

5.3.1 Teste de desempenho máximo

O protocolo de avaliação do desempenho máximo consistiu de estágios de esforço progressivo em esteira ergométrica (Esteira Motorizada EP-131/Insight Equipamentos Ltda) (Figura 2). Inicialmente, as ratas (n=6) correram por 3 minutos a uma velocidade reduzida ($0,3 \text{ km.h}^{-1}$) para a familiarização ao equipamento e aquecimento. A seguir, a velocidade da esteira ergométrica ia sendo aumentada em $0,3 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 3 minutos. A inclinação da esteira foi mantida em 0° (Quadro 1). Para este teste, foram utilizados como base protocolos de outros estudos (TAYLOR e WEIBEL, 1981; BEDFORD et al, 1979; BROOKS e WHITE, 1978). Os testes eram interrompidos quando os animais se mostravam incapazes ou não desejavam continuar a correr sobre a esteira. Após este teste de desempenho máximo as ratas (n=6) foram sacrificadas.



Figura 2. Esteira ergométrica

Quadro 1. Descrição do teste de desempenho máximo em esteira ergométrica realizado previamente em ratas Wistar com base no protocolo sugerido por Brooks e White (1978) e Taylor e Weibel (1981), com inclinação constante

Estágio	Grau de Inclinação	Velocidade (km.h⁻¹)	Duração (min)
1	0	0.3	3
2	0	0.6	3
3	0	0.9	3
4	0	1.2	3
5	0	1.5	3
6	0	1.8	3
7	0	2.1	3
8	0	2.4	3
9	0	2.7	3
10	0	3.0	3

Para controle de alterações metabólicas durante o teste de desempenho máximo, foram avaliados a concentração de lactato sanguíneo e o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). A realização do teste de desempenho máximo inicial permitiu não só definir a intensidade do programa de treinamento a aplicar como, também, serviu de referência para as diversas provas de esforço máximo que foram efetuadas no final de

cada semana do protocolo experimental. Dessa forma foi possível controlar mais efetivamente as repercussões funcionais e metabólicas gerais do programa de treino.

O teste de esforço máximo foi repetido semanalmente (até a quarta semana de treinamento), 24 horas após a última sessão de treino da semana (sábado). Este procedimento consistiu apenas da corrida na esteira e serviu como controle do efeito do treino e da inatividade física, nos animais treinados e não treinados, respectivamente.

5.3.2 Avaliação da concentração de lactato sanguíneo

Durante o teste de desempenho máximo, a cada estágio de esforço, uma alíquota de sangue (0,1 ml) foi coletada da cauda do animal. Foi realizado um pequeno corte com bisturi na extremidade de sua cauda para a coleta. Foram utilizados aparelho para avaliação da concentração de lactato no sangue (Accusport/Accutrend Portable Lactate Analyzer), capilares e tiras para análise de lactato (fitas teste/BM Lactate) (Figura 3).



Figura 3. Aparelho utilizado para avaliação da concentração de lactato no sangue durante o protocolo de desempenho máximo

5.3.3 Avaliação do consumo máximo de oxigênio

Para a avaliação do consumo de oxigênio ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), foram utilizadas 20 ratas. O consumo de oxigênio (VO_2) foi avaliado através de um circuito aberto de calorimetria (Columbus Instruments' Oxymax Deluxe System) (Figura 4). O sistema registra as concentrações de oxigênio e dióxido de carbono através do volume de entrada e saída de ar de uma câmara. A diferença na concentração dos gases e as informações do fluxo foram empregadas nos cálculos do VO_2 , produção de dióxido de carbono (VCO_2) e produção de calor (kcal.h^{-1}). O ar foi ventilado de forma forçada para a câmara a uma taxa constante de 1,6 l/min. O sistema foi desenvolvido com sensores de gás estáveis e otimizados para concentrações de gases próximas às condições ambientais. As avaliações foram acuradamente realizadas com leitores que diferiram menos do que 0,1% do ar de entrada e saída. A taxa de fluxo foi ajustada de acordo com o peso corporal dos animais para assegurar alterações na composição do gás expirado ($>0,05\%$). O fluxo foi controlado e calibrado antes de cada experimento (CO_2 off set = 0,001; CO_2 gain = 0,65%; e $\text{O}_2 = 21,2\%$). Para controlar toda a avaliação dos gases, um software (7400 Oxymax Single Chamber) forneceu medidas calorimétricas específicas.

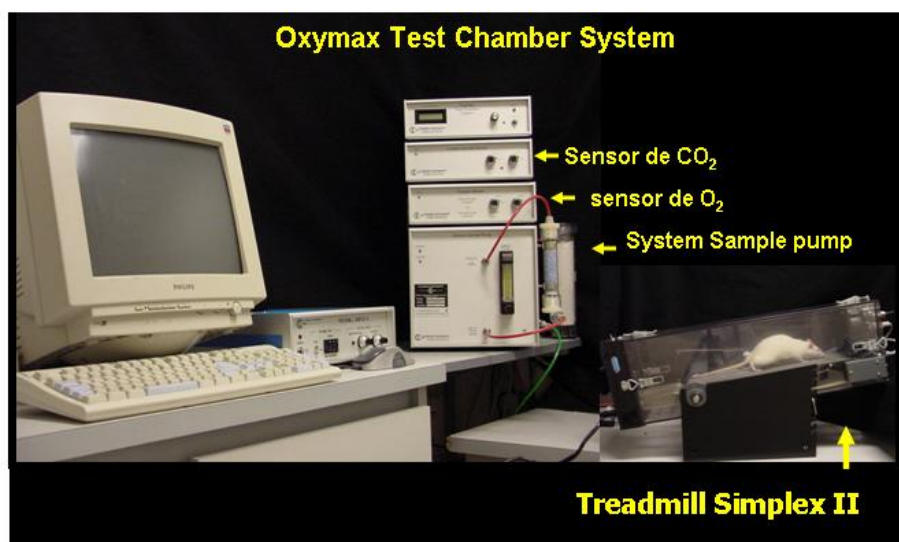


Figura 4. Aparelhos utilizados para avaliação do consumo de oxigênio de ratos

5.3.4 Protocolo experimental de treinamento físico

Após o período de adaptação ao ciclo invertido, o grupo de ratas treinadas (T) realizou uma corrida de baixa intensidade ($0,3 \text{ km.h}^{-1}$, durante 10 minutos) na esteira, durante 3 dias consecutivos, para adaptação ao equipamento. O grupo treinado (T) foi submetido a um programa de treinamento físico moderado (Figura 5), enquanto o grupo não treinado (NT) permaneceu em suas respectivas gaiolas, estando sujeito apenas à manipulação nutricional e ao teste de esforço máximo no final de cada semana (até a quarta semana de treinamento).



Figura 5. Procedimento de treinamento físico

O protocolo experimental de treino consistiu de 8 semanas, 5 dias por semana (segunda à sexta-feira), com as sessões de treino iniciadas 2 horas após o início do ciclo escuro. A intensidade utilizada foi de aproximadamente 50% da velocidade

máxima atingida no teste de desempenho máximo e 70% do VO_{2max} (Quadro 2). A inclinação da esteira foi mantida em 0° .

Quadro 2. Caracterização do protocolo experimental de treino de acordo com a velocidade e a duração de cada sessão para cada uma das cinco semanas de treino

<i>Semanas</i>	<i>Velocidade (km.h⁻¹)</i>	<i>% de esforço relativo ao TDM (Velocidade máxima atingida = 1.8 km.h⁻¹)</i>	<i>Duração (min)</i>	<i>Duração Total do Treino (min)</i>
<i>Inicial (adaptação)</i>	0.3	16.7	5	20
	0.4	22.2	5	
	0.5	27.8	5	
	0.3	16.7	5	
<i>2ª semana</i>	0.4	22.2	5	50
	0.5	27.8	10	
	0.6	33.3	30	
	0.4	44.4	5	
<i>3ª semana</i>	0.4	22.2	5	60
	0.5	27.8	10	
	0.6	33.3	10	
	0.8	44.4	30	
	0.4	22.2	5	
<i>4ª semana</i>	0.5	27.8	5	60
	0.6	33.3	10	
	0.8	44.4	10	
	0.9	50.0	30	
	0.5	27.8	5	
<i>5ª semana</i>	0.5	27.8	5	60
	0.6	33.3	10	
	0.8	44.4	10	
	0.9	50.0	30	
	0.5	27.8	5	

Após cinco semanas de treinamento físico (segundo protocolo estabelecido), e posteriormente ao diagnóstico de gestação, o protocolo foi adaptado com velocidade e duração dos estágios sendo progressivamente diminuídas, caracterizando um treinamento de intensidade leve, com aproximadamente 25% da velocidade máxima atingida no teste de desempenho máximo (Quadro 3). As ratas treinadas (T) continuaram o treino por mais 3 semanas e realizaram sessões de exercício físico até o 19º dia de gestação. As ratas não treinadas (NT) permaneceram em suas gaiolas até o final da gestação.

Quadro 3. Caracterização do protocolo experimental de treino de acordo com a velocidade e a duração de cada sessão para cada uma das semanas de treino durante a gestação

<i>Semana de gestação</i>	<i>Velocidade (km.h⁻¹)</i>	<i>% de esforço relativo ao TDM (Velocidade máxima atingida = 1.8 km.h⁻¹)</i>	<i>Duração (min)</i>	<i>Duração Total do Treino (min)</i>
<i>1^a semana</i>	0.4	22.2	5	50
	0.5	27.8	10	
	0.6	33.3	10	
	0.8	44.4	20	
	0.4	22.2	5	
<i>2^a semana</i>	0.4	22.2	5	30
	0.5	27.8	10	
	0.6	33.3	10	
	0.4	22.2	5	
<i>3^a semana</i>	0.3	16.7	5	20
	0.4	22.2	5	
	0.5	27.8	5	
	0.3	16.7	5	

5.4 Manipulação nutricional

As ratas tiveram livre acesso à água e ração utilizada como padrão no biotério (LABINA, Purina do Brasil®) (Quadro 4) até o final da quinta semana do protocolo experimental de treinamento físico ou da inatividade.

Quadro 4. Composição da ração utilizada como padrão no biotério - Labina (Purina do Brasil®)**ENRIQUECIMENTO (KG DE RAÇÃO) (*)**

Vitamina A	20000 UI
Vitamina D3	6000 UI
Vitamina E	30 UI
Vitamina K	6 mg
Vitamina B12	10 mcg
Vitamina B2	8 mg
Pantotenato de cálcio	24 mg
Niacina	95 mg
Tiamina	4 mg
Colina	2000 mg
Piridoxina	6 mg
Biotina	0,1 mg
Ácido Fólico	0,5 mg
Manganês	50 mg
Iodo	2 mg
Ferro	65 mg
Zinco	35 mg
Cobre	26 mg
Antioxidante	100 mg

NÍVEIS DE GARANTIA

Umidade (max)	13,0%
Proteína (min)	23,0%
Extrato etéreo (min)	2,5%
Matéria fibrosa (max)	9,0%
Matéria mineral (max)	8,0%
Cálcio (max)	1,8%
Fósforo (min)	0,0%

(*) fonte: Purina do Brasil

Composição básica: milho, farelo de trigo, farelo de soja, farinha de carne, farelo de arroz cru, carbonato de cálcio, fosfato bicálcico, sal, pré-mix.

Imediatamente a seguir o diagnóstico de gestação, as ratas foram transferidas para gaiolas individuais onde a dieta foi manipulada. Metade das ratas de cada grupo passou a receber dieta com 17% de proteína (grupo nutrido), enquanto as demais receberam dieta hipoprotéica, com 8% de proteína (grupo desnutrido). Ambas dietas eram confeccionadas à base de caseína. (Quadro 5). A manipulação dietética foi realizada durante todo o período de gestação. Após o nascimento dos filhotes, todas ratas receberam dieta à base de caseína a 17% até o 3º dia pós-parto.

Quadro 5. Composição centesimal da dieta à base de caseína^(**)

CASEÍNA a 8%		CASEÍNA a 17%	
Ingredientes	Quantidade por Kg de ração	Ingredientes	Quantidade por Kg de ração
Caseína	79,30g	Caseína	179,30g
Mix de vitamina	10,00g	Mix de vitamina	10,00g
Mix de sais minerais	35,00g	Mix de sais minerais	35,00g
Celulose	50,00g	Celulose	50,00g
Óleo de soja	70ml	Óleo de soja	70ml
Bitartarato de colina	2,50 g	Bitartarato de colina	2,50 g
DL-metionina	3,00g	DL-metionina	3,00g
Amido	750,20g	Amido	650,20g

^(**) fonte: (REEVES, NIELSEN, FAHEY, 1993)

5.5 Grupos experimentais

Segundo o treinamento físico ou a dieta foram constituídos 4 grupos experimentais: não treinado nutrido (NT-N, caseína à 17% - $n=9$); treinado nutrido (T-N, - $n=11$); não treinado desnutrido (NT-D, caseína à 8% - $n=12$); treinado desnutrido (T-D, $n=13$) (Figura 6).

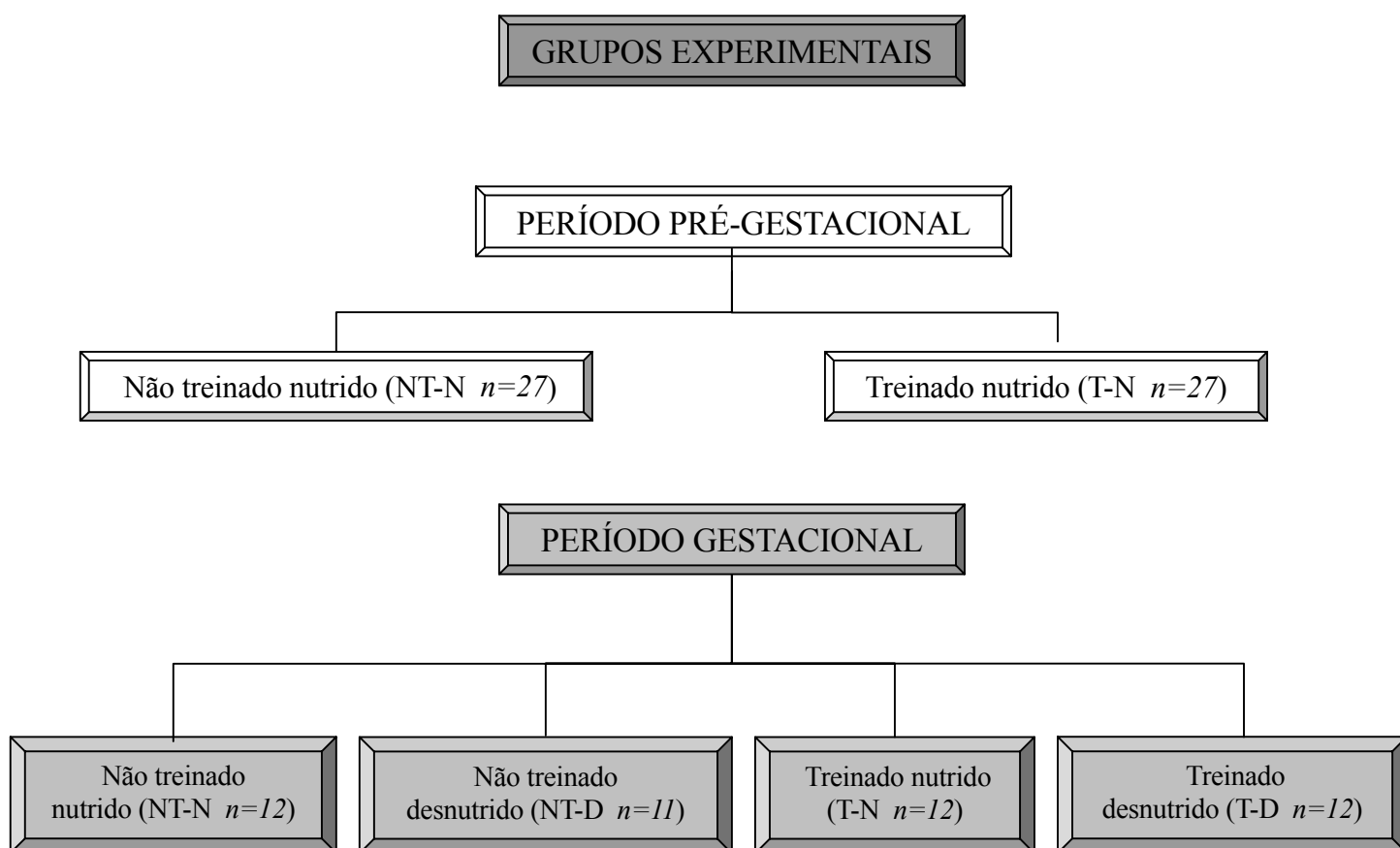


Figura 6. Organograma dos grupos experimentais

Grupo do teste de desempenho máximo

TDM

↓

FÊMEAS COM ~ 70 DIAS DE VIDA	15 DIAS DE ADAPTAÇÃO AO CICLO INVERTIDO	16º DIA NO BIOTÉRIO
LABINA		

Grupo não treinado nutrido (NT-N)

~ 70 DIAS DE VIDA	ADAPTAÇÃO 15 DIAS	PERÍODO PRÉ-GESTACIONAL (SEMANAS)					GESTAÇÃO (SEMANAS)			PÓS-PARTO (DIAS) (***)		
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	1º	2º	3º
LABINA (QUADRO 4)						CASEÍNA 17% (QUADRO 5)						

Grupo treinado nutrido (T-N)

TREINO DE ADAPTAÇÃO – 3 DIAS



~ 70 DIAS DE VIDA	ADAPTAÇÃO 15 DIAS	PERÍODO PRÉ-GESTACIONAL (SEMANAS)					GESTAÇÃO (SEMANAS)			PÓS-PARTO (DIAS) (***)		
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	1º	2º	3º
LABINA (QUADRO 4)						CASEÍNA 17% (QUADRO 5)						
PROTOCOLO DE TREINAMENTO FÍSICO (QUADROS 2 E 3)												

Grupo não treinado desnutrido (NT-D)

~ 70 DIAS DE VIDA	ADAPTAÇÃO 15 DIAS	PERÍODO PRÉ-GESTACIONAL (SEMANAS)					GESTAÇÃO (SEMANAS)			PÓS-PARTO (DIAS) (***)		
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	1º	2º	3º
LABINA (QUADRO 4)						CASEÍNA 8% (QUADRO 5)			CASEÍNA 17% (QUADRO 5)			

Grupo treinado desnutrido (T-D)

TREINO DE ADAPTAÇÃO – 3 DIAS



~ 70 DIAS DE VIDA	ADAPTAÇÃO 15 DIAS	PERÍODO PRÉ-GESTACIONAL (SEMANAS)					GESTAÇÃO (SEMANAS)			PÓS-PARTO (DIAS) (***)		
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	1º	2º	3º
LABINA (QUADRO 4)						CASEÍNA 8% (QUADRO 5)			CASEÍNA 17% (QUADRO 5)			
PROTOCOLO DE TREINAMENTO FÍSICO (QUADROS 2 E 3)												

(***) No 1º dia pós-parto, fêmeas e filhotes foram avaliados quanto aos parâmetros murinométricos e no 3º dia foram sacrificados.

Figura 7. Desenho experimental

5.6 Avaliação de indicadores de crescimento somático

5.6.1 Determinação dos pesos

No período pré-gestacional (5 semanas antes da gestação), as ratas foram pesadas semanalmente, sempre uma hora após o início do ciclo escuro, antes dos treinos. Na gestação, as ratas foram pesadas diariamente no mesmo horário citado anteriormente. O peso (g) corporal foi registrado em balança eletrônica digital (Marte, modelo S-4000, com sensibilidade de 0,1g).

Após o nascimento, no 1º dia pós-parto, foram aferidos o peso corporal das fêmeas, o peso das ninhadas e o peso corporal de cada filhote (peso ao nascer), nos mesmos horários citados (Figura 8).



Figura 8. Procedimento de pesagem das fêmeas, das ninhadas e dos filhotes

5.6.2 Coleta dos órgãos

No 3º dia pós-parto, ratas (n=30) de cada um dos 4 grupos experimentais foram sacrificadas. Os sacrifícios foram realizados a partir das 14:00h. Os animais foram anestesiados, com uretana a 12,5%, e foi feita perfusão transcardíaca. Para a perfusão, o animal foi posicionado em decúbito dorsal. Para o acesso ao ventrículo esquerdo, foi realizado inicialmente um corte na parede do abdômen expondo-se o processo xifóide. O corte foi realizado em forma de "V" na musculatura e costelas, permitindo assim, a exposição do coração na cavidade torácica. Em seguida, foi introduzida cânula para perfusão no ventrículo esquerdo do coração, infundindo 200ml de soro fisiológico (NaCl a 0,9%) a temperatura ambiente. Por fim, foi feito um corte no átrio direito do coração para que o sangue de dentro dos vasos pudesse escoar. (Figura 9).



Figura 9. Procedimento de perfusão transcardíaca

Ao final do procedimento, os órgãos extraídos: coração, pulmões, rim esquerdo, fígado, útero e encéfalo foram limpos, retirando-se toda gordura e vasos ao seu redor, lavados em soro fisiológico, secos e imediatamente pesados em balança eletrônica digital (MARTE, modelo AL 500, com sensibilidade de 0,001) (Figura 10).

Quinze filhotes de cada um dos 4 grupos experimentais foram também sacrificados no 3º dia pós-natal, por decaptação. Foram escolhidos aleatoriamente ratos para extrair o coração, pulmões e encéfalo. Após serem extraídos, os órgãos foram lavados, secos e imediatamente pesados (Figura 11).

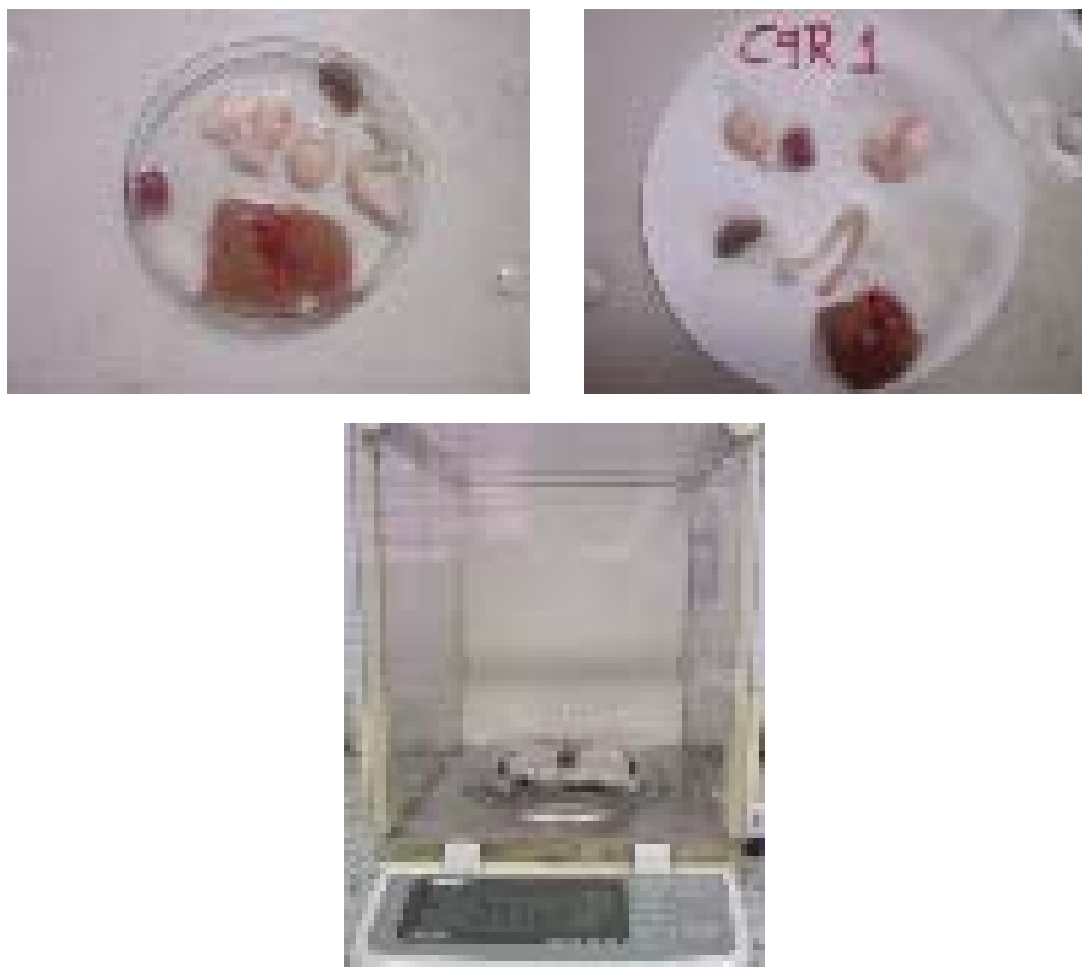


Figura 10. Procedimento de lavagem, secagem e pesagem dos órgãos das fêmeas



Figura 11. Procedimento de lavagem, secagem e pesagem dos órgãos dos filhotes

5.6.3 Determinação da densidade dos órgãos

A densidade (g/cm^3) estabelece a massa total de um corpo. A medida de densidade forneceu subsídios para verificar a relação da massa do órgão com sua função. A densidade foi aferida em balança eletrônica digital (MARTE, modelo AL 500, com sensibilidade de 0,001) (Figura 12). O órgão, ou parte dele, foi depositado em uma cesta de tela a qual ficou imersa em um recipiente contendo água. Devido a sua pureza, foi utilizada água Mille Q para não haver interferência nos resultados. Foram avaliadas as densidades do coração, pulmão, rim, fígado, útero e encéfalo das fêmeas.

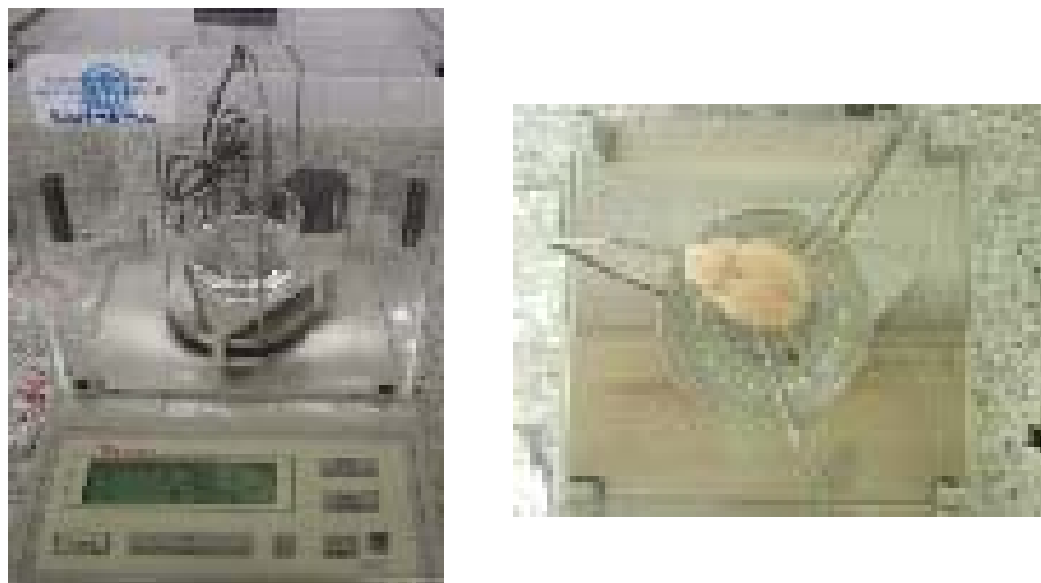


Figura 12. Procedimento de determinação da densidade dos órgãos

5.6.4 Avaliação murinométrica nos filhotes

No 1º dia pós-natal, foram determinadas, nos neonatos, as medidas do: a) eixo látero-lateral do crânio (ELLC); b) eixo ântero-posterior do crânio (EAPC); c) comprimento da cauda (CC) e; d) eixo longitudinal do corpo (EL) (SILVA, 2005; FOX, 1965). As medidas foram avaliadas as 10:00h em ambiente claro.

- ELLC – O animal era contido com uma das mãos, tendo sua cabeça entre os dedos indicador e polegar do pesquisador. Foi considerado para este eixo, a linha imaginária perpendicular ao eixo longitudinal do crânio, dividindo os pavilhões auriculares ao meio. Assim, com um paquímetro de aço inoxidável (marca Starrett), foi obtida a medida, em milímetros (mm), considerando os dois pontos de inserção mais externos em cada orelha (Figura 13A).



Figura 13A. Procedimento de avaliação do eixo látero-lateral do crânio

- EAPC – O animal era contido com uma das mãos, tendo sua cabeça entre os dedos indicador e polegar do pesquisador. Foi considerado como referência para este eixo a linha média que vai da extremidade do focinho até a região da crista occipital externa. Assim, com o paquímetro, foi obtida a medida, em milímetros (mm) (Figura 13B).



Figura 13B. Procedimento de avaliação do eixo ântero-posterior do crânio

- CC – A extremidade posterior do animal foi apoiada na borda de uma mesa lisa e plana. A cauda do animal era mantida bem estendida sobre a mesa. Assim, com o paquímetro, foi obtida a medida da distância, em milímetros (mm), entre o ânus do animal e a ponta da cauda. (Figura 13C).

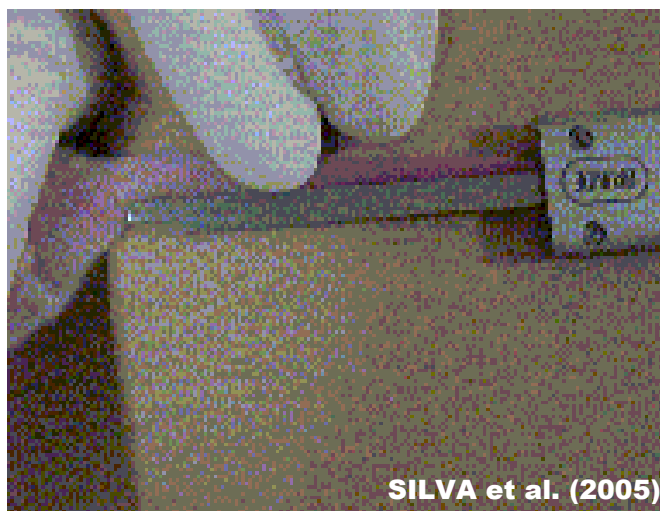


Figura 13C. Procedimento de avaliação do comprimento da cauda

- EL – O animal foi contido, em decúbito ventral, sobre uma mesa, com os dedos anular, médio e indicador do pesquisador comprimindo, respectivamente, as regiões dorso-anterior e dorso-posterior do corpo do animal de encontro à superfície de uma mesa lisa e plana. Assim, com o paquímetro, foi obtida a medida da distância, em milímetros (mm), entre o ânus e o focinho do animal (Figura 13D).



Figura 13D. Procedimento de avaliação do eixo longitudinal do corpo

5.7 Análise estatística

Quando os dados revelaram normalidade das distribuições e homogeneidade de variâncias, foram empregados os testes paramétricos T-Student e Análise de Variância (ANOVA). Quando esta revelava diferença entre os grupos, utilizou-se o teste de Tukey para identificar as diferenças médias entre eles. Quando os dados não revelaram normalidade das distribuições e homogeneidade de variância, foram utilizados os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. Quando este último apresentava diferença entre os grupos, foi realizado o teste de Dunn para identificar a diferença média entre eles. Foi admitido um nível de significância de 5% em todos os casos. Para análise dos dados foi utilizado o programa SIGMASTAT 2.0.

6 – RESULTADOS

6.1 ESTABELECIMENTO DE PROTOCOLO EXPERIMENTAL DE TREINAMENTO FÍSICO ADAPTADO PARA AS CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DE FÊMEAS

6.1.1 TESTE DE DESEMPENHO MÁXIMO

A velocidade máxima atingida pelas ratas no teste de desempenho máximo foi de $1,8 \pm 0,0 \text{ Km.h}^{-1}$ (Gráfico 1).

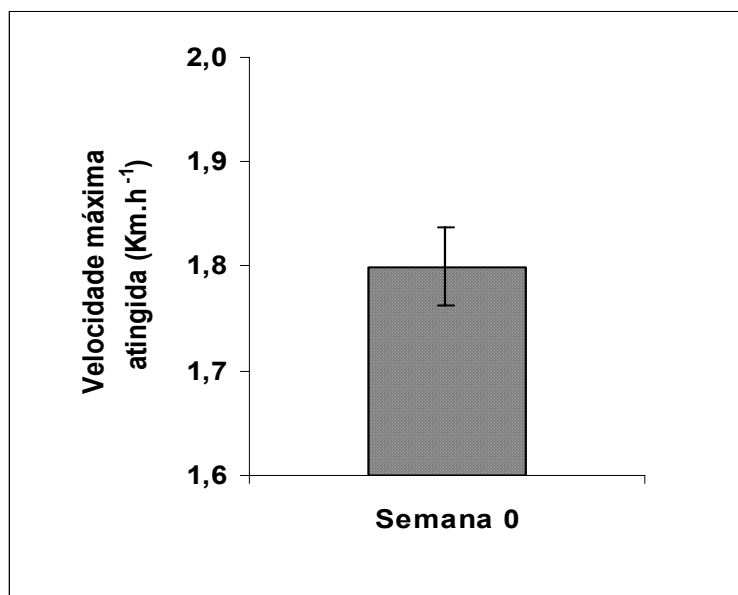


Gráfico 1 – Resultado do teste de desempenho máximo para padronização do protocolo experimental de treinamento físico para ratas. O teste foi realizado por ratas primíparas (n=6). Para o teste, a velocidade inicial foi de $0,3 \text{ Km.h}^{-1}$ e foi elevada em $0,3 \text{ Km.h}^{-1}$ a cada 3 minutos. O desempenho máximo (velocidade máxima) foi obtido quando a rata se mostrava incapaz ou não desejava continuar a correr sobre a esteira, permanecendo parada no final da baia. Os dados estão representados em média±EPM (erro padrão da média).

A concentração de lactato do sangue (mM) aumentou durante o teste de desempenho máximo de $1,3 \pm 0,2$ (valores de repouso) para $4,8 \pm 0,4$ (na velocidade de $1,5 \text{ Km.h}^{-1}$) ($p < 0,05$) (Gráfico 2A). O consumo de oxigênio ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) aumentou progressivamente durante o teste de desempenho máximo (valores de repouso = $25,5 \pm 3,2$ e na velocidade máxima atingida = $52,0 \pm 4,9$) (Gráfico 2B).

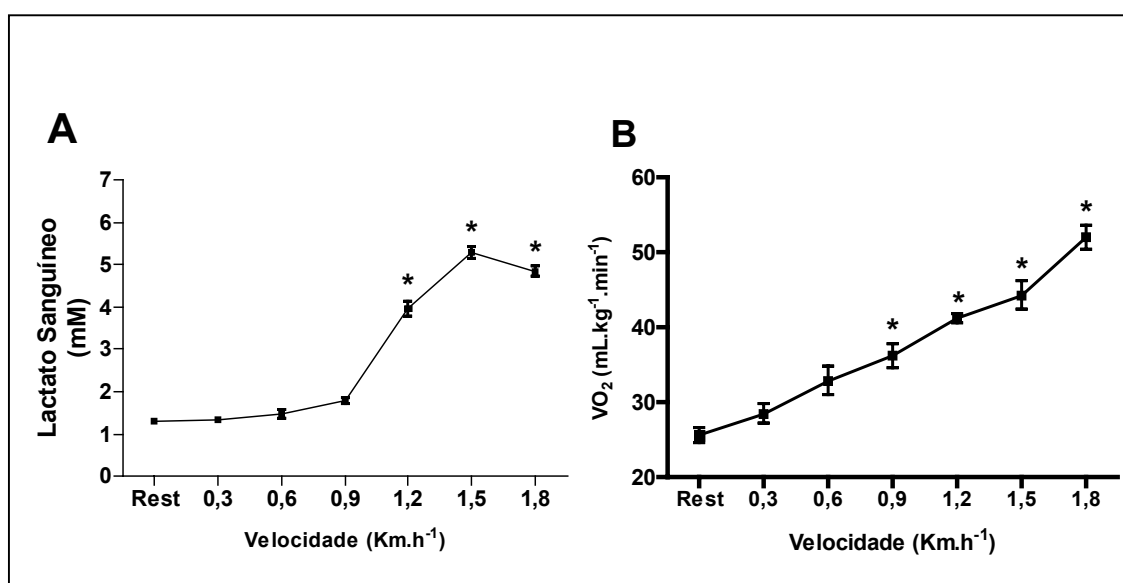


Gráfico 2. Resultado da concentração de lactato no sangue (A) e do consumo de oxigênio (B) de ratas submetidas ao teste de desempenho máximo para padronização do protocolo experimental de treinamento físico. O teste foi realizado por ratas primíparas ($n=6$ para análise da concentração de lactato no sangue e $n=10$ para análise do consumo de oxigênio). Os dados estão representados em média \pm DP (desvio-padrão). * $p < 0,05$ na comparação com os valores iniciais (rest) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

6.1.2 TESTE DE ESFORÇO MÁXIMO DURANTE O PROTOCOLO EXPERIMENTAL DE TREINAMENTO FÍSICO

Os animais do grupo não treinado nutrido (NT-N) atingiram velocidades máximas menores ($1,0 \pm 0,04$; $1,0 \pm 0,05$; $1,2 \pm 0,05$; $1,2 \pm 0,06$) ($p < 0,005$) no teste de esforço máximo em comparação com as velocidades atingidas pelos animais do grupo treinado nutrido (T-N) ($1,4 \pm 0,08$; $1,3 \pm 0,09$; $1,7 \pm 0,05$; $1,9 \pm 0,10$) nas quatro semanas do protocolo de treinamento físico (Gráfico 3). Houve diferença também em relação ao VO_{2max} (Gráfico 4), onde o grupo de animais treinado nutrido (T-N) apresentou valores maiores ($p < 0,05$) em relação aos do grupo não treinado nutrido (NT-N).

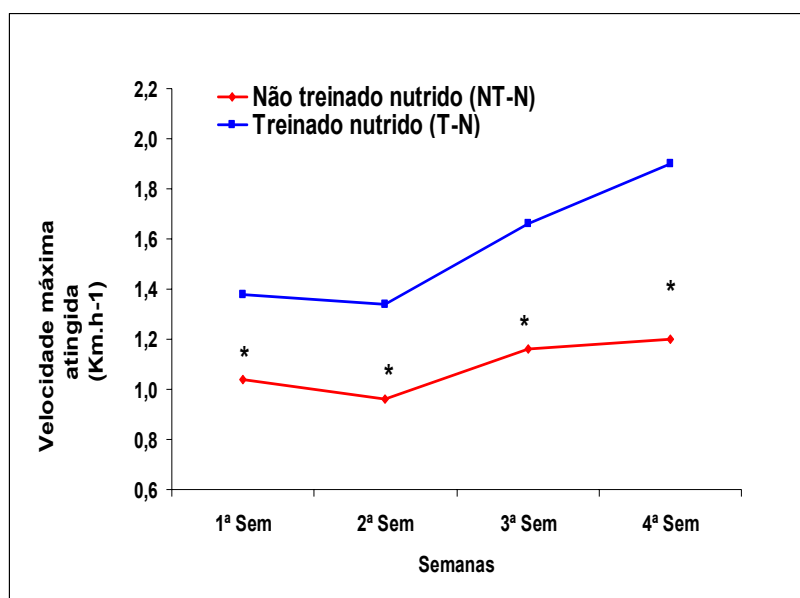


Gráfico 3 – Efeito do treinamento físico sobre a variação da velocidade máxima atingida no teste de esforço máximo em ratos. O teste foi realizado por ratos dos grupos treinado nutrido (T-N, n=15) e não treinado nutrido (NT-N, n=15) durante 4 semanas do período de treinamento físico. Para o teste, a velocidade inicial foi de $0,3 \text{ Km.h}^{-1}$ e esta foi elevada em $0,3 \text{ Km.h}^{-1}$ a cada 3 minutos. O desempenho máximo (velocidade máxima) foi obtido quando a rata se mostrava incapaz ou não desejava continuar a correr sobre a esteira, permanecendo parada no final da baia. O teste foi realizado ao final de cada semana, uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em média±EPM. * $p < 0,05$ na comparação entre os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) (Teste t de Student).

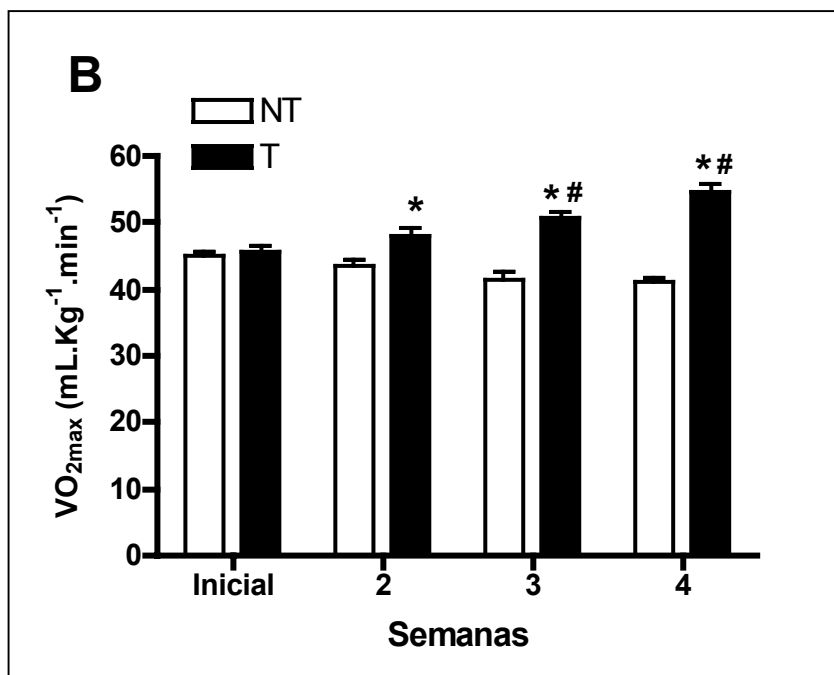


Gráfico 4. Efeito do treinamento físico sobre a variação no consumo de oxigênio no teste de esforço máximo em ratas. O teste foi realizado por ratas dos grupos treinado nutrido (T-N, n=10) e não treinado nutrido (NT-N, n=10) ao longo das 4 primeiras semanas do protocolo experimental de treinamento físico. Os dados estão representados em média±DP. * p<0,05 na comparação entre os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N). # p<0.05 na comparação com os valores iniciais (Teste t deStudent).

A avaliação do consumo de oxigênio durante o protocolo experimental de treinamento físico é apresentado no Gráfico 5. As ratas apresentaram um consumo médio de 78±0,4 % de oxigênio durante as sessões de treinamento.

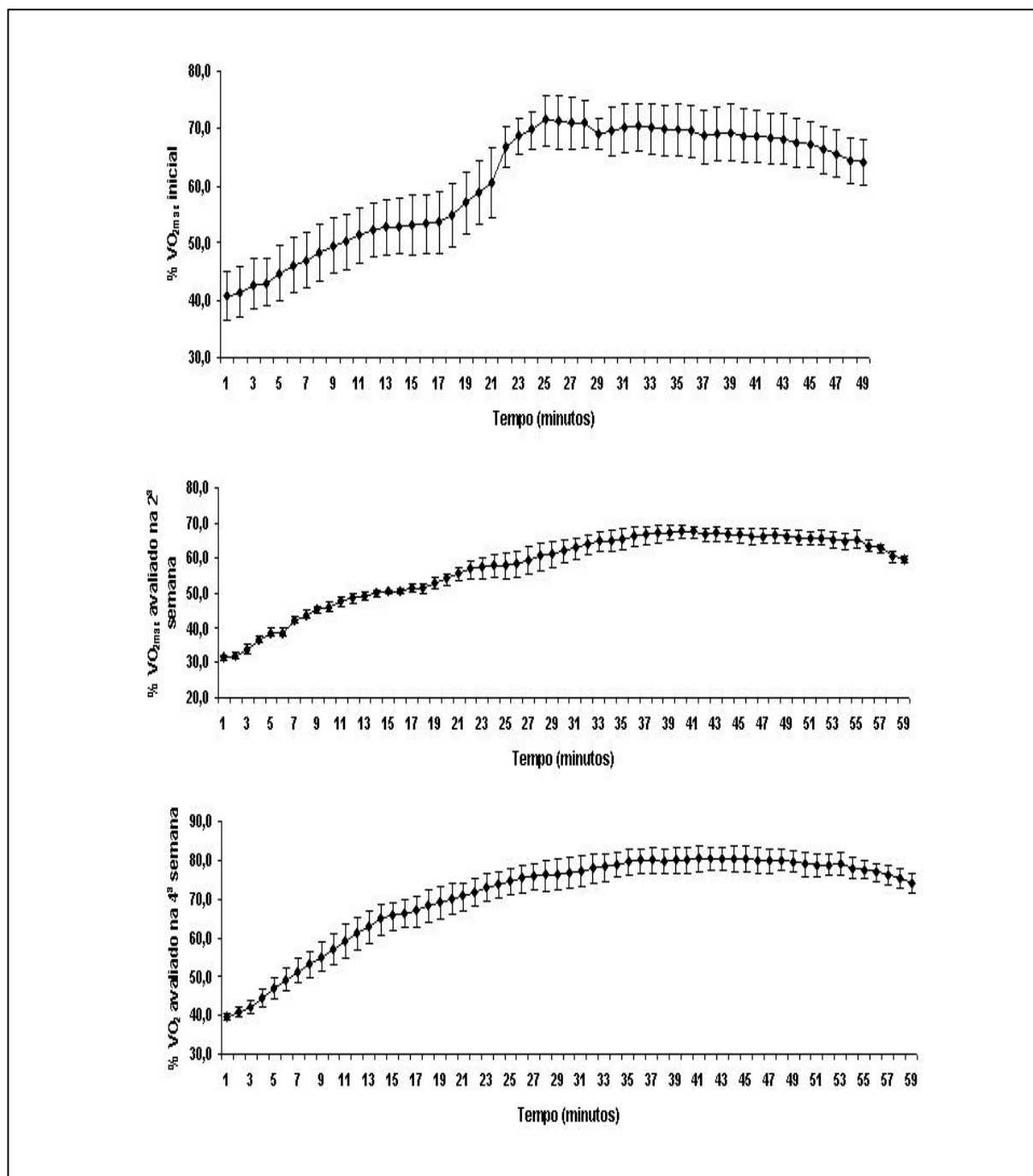


Gráfico 5. Efeito do treinamento físico sobre a variação do percentual de consumo de oxigênio. Os valores foram relativos ao consumo máximo avaliado na semana precedente, durante as quatro primeiras semanas do protocolo experimental de treinamento físico em ratos. O teste foi realizado por ratos dos grupos treinado nutrido (T-N, n=10) e não treinado nutrido (NT-N, n=10) ao longo das 4 primeiras semanas do protocolo experimental de treinamento físico. Os dados estão representados em média±DP.

6.2 INVESTIGAÇÃO DAS EVENTUAIS REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO FÍSICO SOBRE PARÂMETROS DE CRESCIMENTO EM RATAS E SUAS PROLES

6.2.1 DADOS MATERNOS

6.2.1.1 Pré-gestacional

- **Peso corporal durante as 5 semanas do protocolo experimental de treinamento**

Nas cinco semanas de treinamento que antecederam a gestação e a manipulação nutricional, o ganho de peso corporal (g) dos animais do grupo treinado nutrido (T-N) comparado aos dos animais do grupo não treinado nutrido (NT-N) não apresentou diferença (Gráfico 6).

Comparando-se os valores relativos de ganho de peso corporal, só houve diferença na quinta semana de treinamento. Foi revelada uma redução ($p < 0,05$) do grupo treinado nutrido (T-N) ($5,8 \pm 0,7$) em relação ao grupo não treinado nutrido (NT-N) ($7,9 \pm 0,8$) (Gráfico 7).

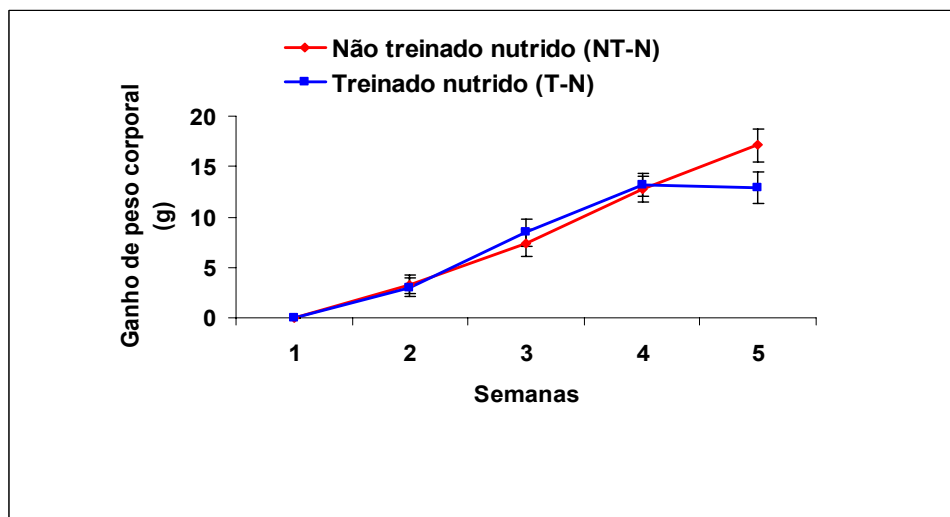


Gráfico 6 – Efeito do treinamento físico sobre a variação do ganho de peso corporal em ratos. Os animais (grupo treinado nutrido T-N, n=27; grupo não treinado nutrido NT-N, n= 27) foram submetidos a 5 semanas de treinamento físico em esteira ergométrica. O peso corporal-PC foi obtido uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h) e antes do treino. Os dados estão representados em média±EPM. Não houve diferença entre os grupos (Teste t de Student).

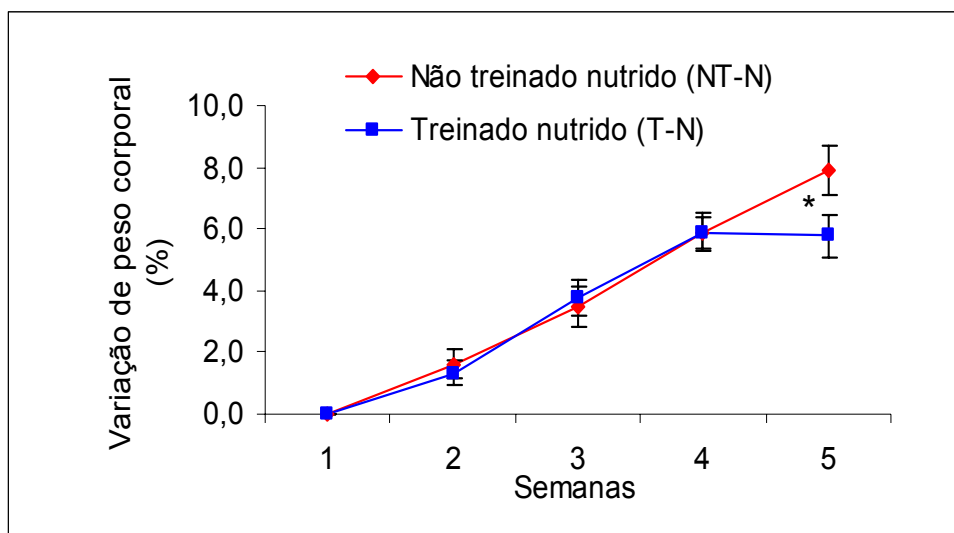


Gráfico 7 – Efeito do treinamento físico sobre a variação percentual do peso corporal em ratos. Os animais (grupo treinado nutrido T-N, n=27; grupo não treinado nutrido NT-N, n= 27) foram submetidos a 5 semanas de treinamento físico em esteira ergométrica. O peso corporal-PC foi obtido uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h) e antes do treino. Os dados estão representados em média±EPM. * p<0,05 na comparação entre os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) (Teste t de Student).

6.2.1.2 Gestacional

- **Peso corporal durante a gestação**

O ganho de peso corporal absoluto dos grupos experimentais não apresentou diferença (Gráfico 8). O mesmo foi observado para o ganho de peso corporal relativo (Gráfico 9).

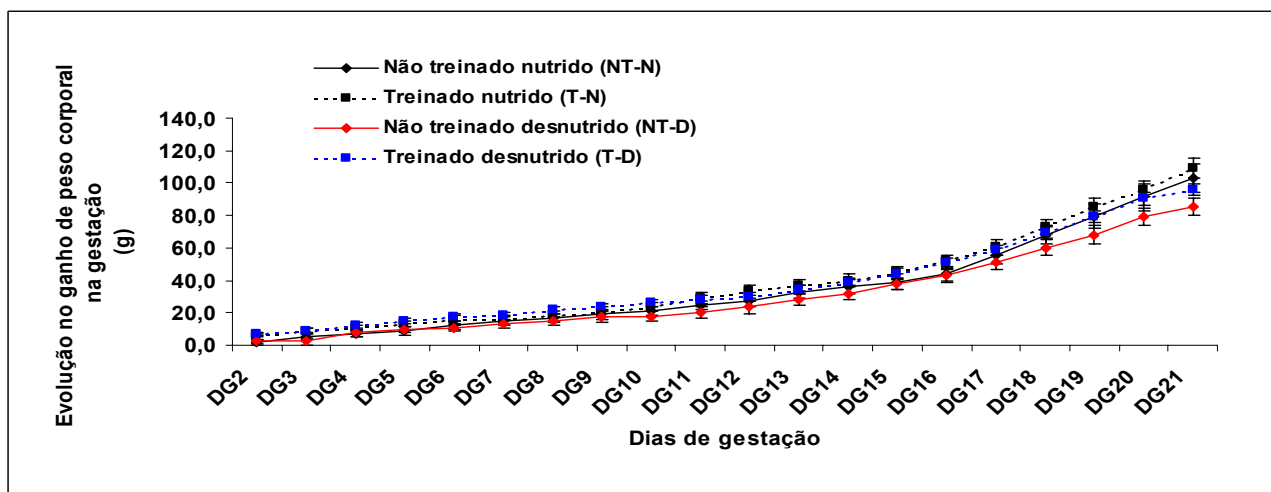


Gráfico 8 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a evolução do peso corporal na gestação de ratas. Na gestação, os animais permaneceram por mais 3 semanas treinando e foram manipulados nutricionalmente com caseína a 17% e 8%, formando assim os grupos: não treinado nutrido (NT-N, n=12); treinado nutrido (T-N, n=12); não treinado desnutrido (NT-D, n=11) e treinado desnutrido (T-D, n=12). O peso corporal-PC foi obtido diariamente, uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h) e antes do treino. Os dados estão representados em média±EPM. Não houve diferença entre os grupos na gestação (ANOVA).

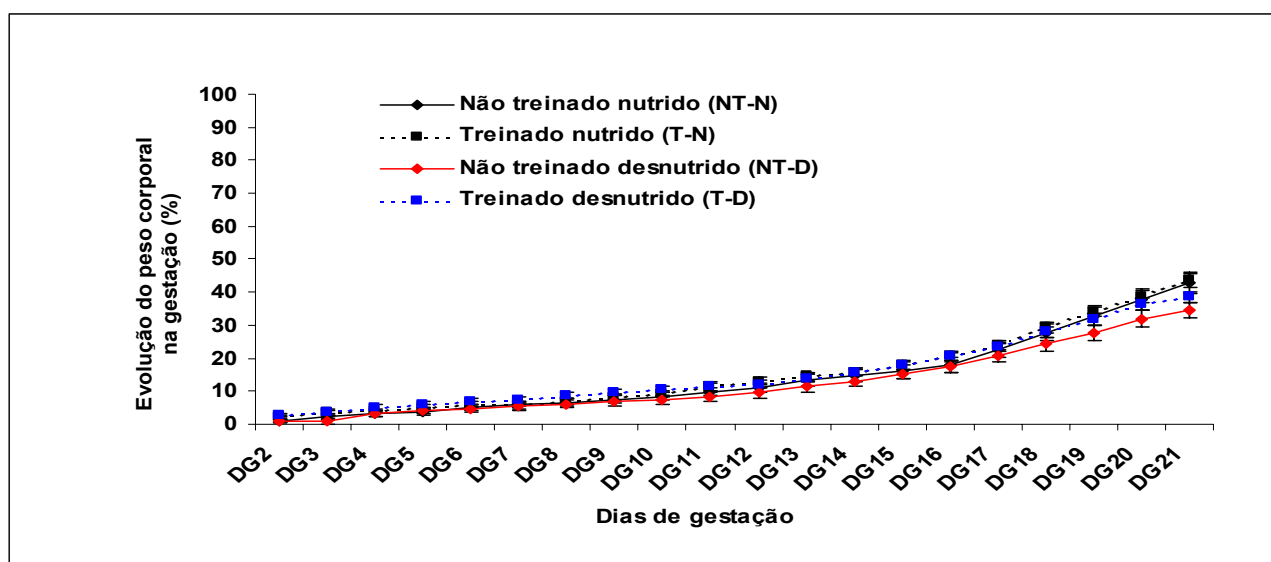


Gráfico 9 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a evolução percentual do peso corporal na gestação de ratas. Na gestação, os animais permaneceram por mais 3 semanas treinando e foram manipulados nutricionalmente com caseína a 17% e 8%, formando assim os grupos: não treinado nutrido (NT-N, n=12); treinado nutrido (T-N, n=12); não treinado desnutrido (NT-D, n=11); treinado desnutrido (T-D, n=12). O peso corporal-PC foi obtido diariamente, uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h) e antes do treino. Os dados estão representados em média±EPM. Não houve diferença entre os grupos durante a gestação (ANOVA).

6.2.1.3 Pós-parto

- **Peso corporal das fêmeas no 1º dia pós-parto**

O peso corporal (g) das fêmeas dos grupos experimentais no 1º dia pós-parto foi semelhante, não apresentando diferença entre si. Comparando-se os valores relativos dos pesos corporais dos animais de cada grupo, observou-se que também não houve diferença entre eles (Gráfico 10).

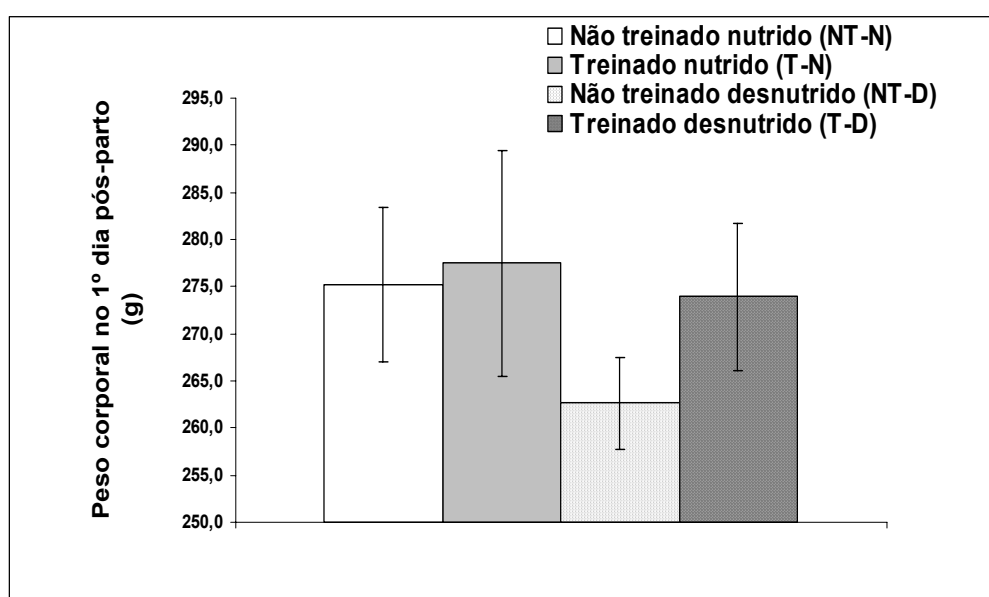


Gráfico 10 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso corporal de ratas no 1º dia pós-parto. O peso corporal-PC dos grupos: não treinado nutrido (NT-N, n=11); treinado nutrido (T-N, n=11); não treinado desnutrido (NT-D, n=11) e treinado desnutrido (T-D, n=11) foi obtido uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em média±EPM. Não houve diferença entre os grupos (ANOVA).

- **Peso dos órgãos**

Os valores relativos dos pesos dos órgãos das fêmeas analisadas encontram-se na Tabela 1.

Coração

O peso do coração dos animais do grupo treinado nutrido (T-N) foi menor ($p < 0,05$) ($0,355 \pm 0,034$) que o dos animais dos grupos não treinado nutrido (NT-N) ($0,365 \pm 0,029$). Entre os grupos não treinado desnutrido (NT-D) e não treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Pulmões

Os animais do grupo treinado nutrido (T-N) apresentou valores maiores ($p < 0,05$) ($0,592 \pm 0,098$) em relação aos animais do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($0,564 \pm 0,046$). Entre os grupos não treinado desnutrido (NT-D) e não treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Fígado

Os valores de peso dos animais do grupo treinado nutrido (T-N) foram maiores ($p < 0,05$) ($3,895 \pm 0,232$) do que aqueles dos animais do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($3,786 \pm 0,350$). Entre os grupos não treinado desnutrido (NT-D) e não treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Rim

Os animais do grupo treinado nutrido (T-N) apresentaram valores maiores ($p < 0,05$) ($0,455 \pm 0,052$) em relação aos animais do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($0,441 \pm 0,017$). Entre os grupos não treinado desnutrido (NT-D) e não treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Útero

Não houve diferença entre os valores de peso do útero das fêmeas de cada grupo.

Encéfalo

Os valores de peso de encéfalo das fêmeas de todos os grupos foram semelhantes.

Tabela 1 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso relativo dos órgãos de ratas. Foi avaliado o peso relativo do coração, pulmões, fígado, rim, útero e encéfalo. Os órgãos foram extraídos dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=8); treinado nutrido (T-N, n=7); não treinado desnutrido (NT-D, n=7) e treinado desnutrido (T-D, n=8). Os pesos foram obtidos no 3º dia pós-natal.

Grupos experimentais	Peso relativo dos órgãos					
	Coração	Pulmões	Fígado	Rim	Útero	Encéfalo
Não treinado nutrido (NT-N)	0,365 ± 0,029	0,564 ± 0,046	3,786 ± 0,350	0,441 ± 0,017	0,278 ± 0,065	0,685 ± 0,077
Treinado nutrido (T-N)	0,355 ± 0,034 a	0,592 ± 0,098 a	3,895 ± 0,232 a	0,455 ± 0,052 a	0,313 ± 0,108	0,665 ± 0,066
Não treinado desnutrido (NT-D)	0,364 ± 0,039	0,749 ± 0,175	3,937 ± 0,590	0,400 ± 0,036	0,306 ± 0,079	0,660 ± 0,099
Treinado desnutrido (T-D)	0,381 ± 0,035	0,670 ± 0,204	4,187 ± 0,528	0,430 ± 0,046	0,311 ± 0,054	0,697 ± 0,063

Os dados estão representados em média±DP. **a** $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado nutrido (NT-N) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

- **Densidade dos órgãos**

Coração

Os valores para densidade dos animais do grupo treinado nutrido (T-N) foram maiores ($p < 0,05$) ($0,85 \pm 0,01$) em relação aos do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($0,82 \pm 0,0$). Entre os grupos não treinado desnutrido (NT-D) e não treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Nas comparações entre os valores de densidade realizadas para os outros órgãos (pulmões, fígado, rim, útero e encéfalo) não foram encontradas diferenças entre os animais de cada grupo (Tabela 2).

Tabela 2 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a densidade dos órgãos de ratas. Foi avaliada a densidade (g/cm^3) do coração, pulmões, fígado, rim, útero e encéfalo. Os órgãos foram extraídos dos animais dos grupos não treinado nutrido (NT-N, $n=7$); treinado nutrido (T-N, $n=7$); não treinado desnutrido (NT-D, $n=7$) e treinado desnutrido (T-D, $n=7$). A densidade foi obtido no 3º dia pós-parto em balança eletrônica.

Grupos experimentais	Densidade dos órgãos					
	Coração	Pulmões	Fígado	Rim	Útero	Encéfalo
Não treinado nutrido (NT-N)	$0,82 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,02$	$0,84 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,03$	$0,81 \pm 0,03$	$0,81 \pm 0,03$
Treinado nutrido (T-N)	$0,85 \pm 0,03$ a	$0,79 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02$
Não treinado desnutrido (NT-D)	$0,82 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,03$	$0,85 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$
Treinado desnutrido (T-D)	$0,83 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,02$	$0,84 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$	$0,82 \pm 0,01$

Os dados estão representados em média \pm DP. **a** $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado nutrido (NT-N) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

6.2.2 DADOS DOS FILHOTES

6.2.2.1 Número de filhotes nascidos por ninhada

Para o número (nº) de filhotes nascidos por ninhada, observou-se semelhanças entre os grupos (Gráfico 13).

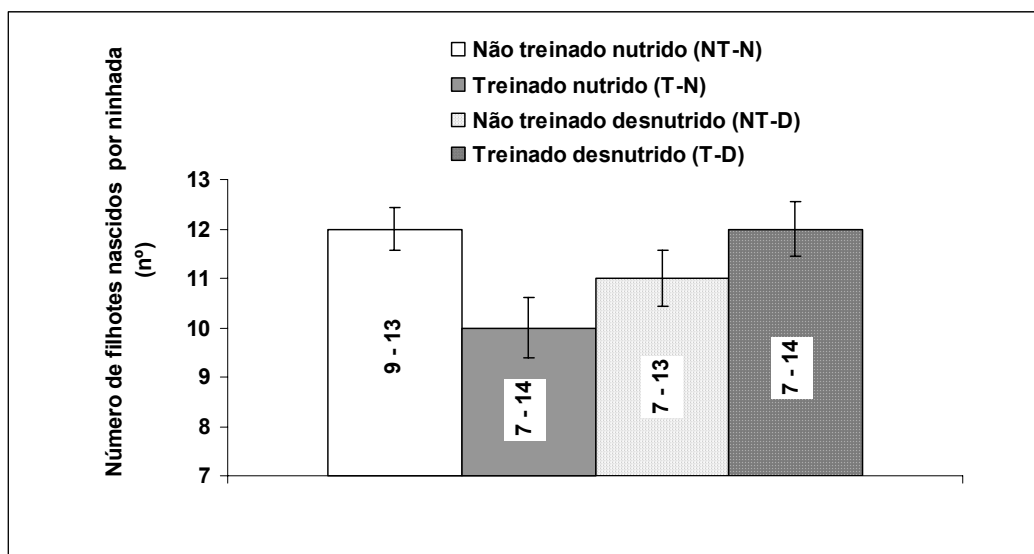


Gráfico 11 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o número de filhotes nascidos por ninhada. O número de filhotes dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=11); treinado nutrido (T-N, n=11); não treinado desnutrido (NT-D, n=11) e treinado desnutrido (T-D, n=11). Foi obtido no 1º dia pós-natal uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em mediana com valores máximos e mínimos. Não houve diferença entre os grupos (Teste de Kruskal-Walis = NS).

6.2.2.2 Número de filhotes nativos e natimortos

O número (nº) de filhotes nascidos vivos, assim como o de natimortos não apresentou diferença entre os grupos (Gráfico 14).

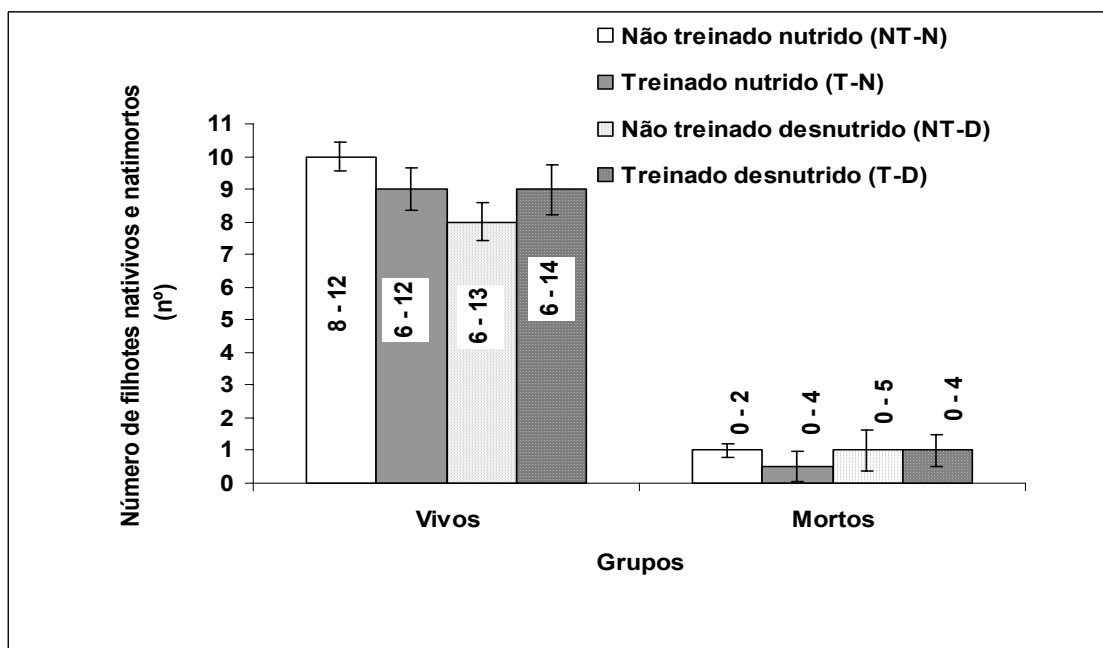


Gráfico 12 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o número de filhotes nativos e natimortos. O número dos filhotes nativos e natimortos dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=11); treinado nutrido (T-N, n=11); não treinado desnutrido (NT-D, n=11) e treinado desnutrido (T-D, n=11) foi obtido no 1º dia pós-natal uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em mediana com valores máximos e mínimos. Não houve diferença entre os grupos (Teste de Kruskal-Wallis = NS).

6.2.2.3 Peso das ninhadas

Entre os grupos não houve diferença para o peso (g) das ninhadas

(Gráfico 11).

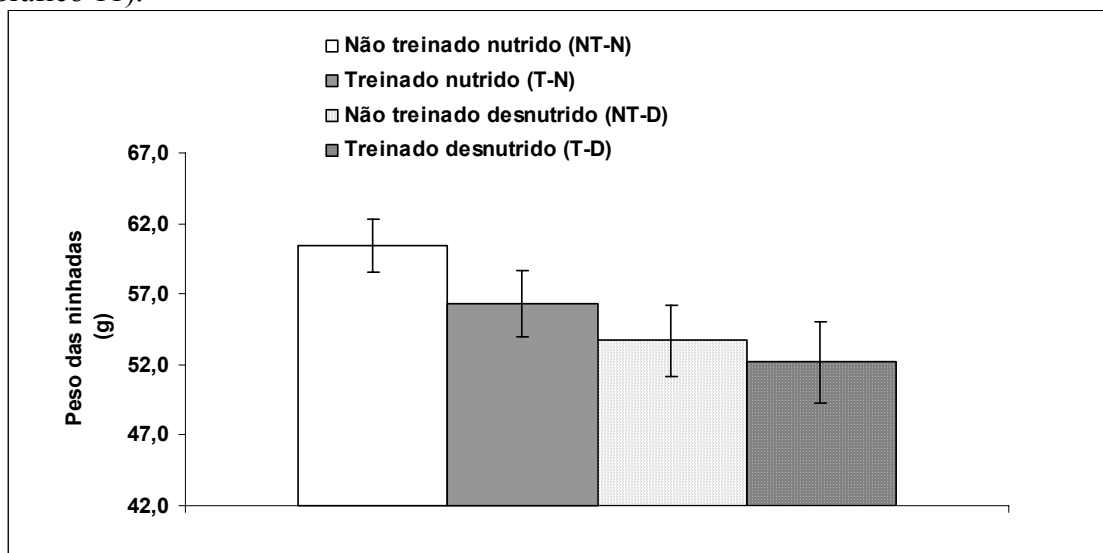


Gráfico 13 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso das ninhadas. O peso das ninhadas dos grupos: não treinado nutrido (NT-N, n=11); treinado nutrido (T-N, n=11); não treinado desnutrido (NT-D, n=11) e treinado desnutrido (T-D, n=11) foi obtido no 1º dia pós-natal uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em média ± EPM. Não houve diferença entre os grupos (ANOVA).

6.2.2.4 Peso corporal dos filhotes ao nascer

Houve diferença entre os grupos ($p < 0,05$) no peso corporal (g) dos filhotes ao nascer. O peso corporal dos neonatos do grupo não treinado desnutrido (NT-D) apresentou peso corporal menor ($5,3 \pm 0,09$) do que os do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($5,9 \pm 0,08$). Já os animais do grupo treinado desnutrido (T-D) ($4,8 \pm 0,04$) foi menor do que os do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($5,3 \pm 0,09$) (Gráfico 12). Para os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) não foi verificada diferença.

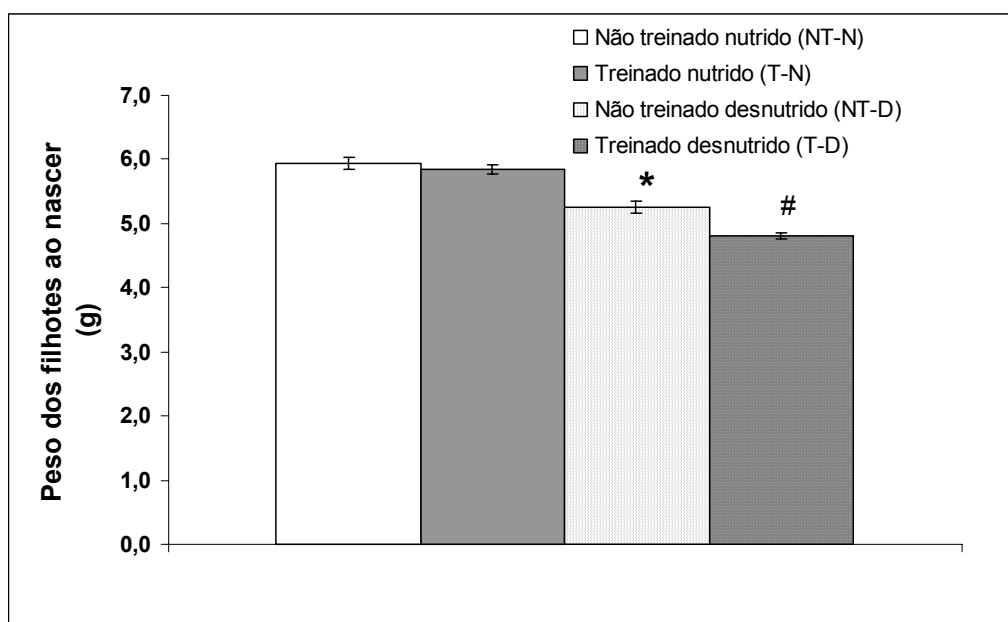


Gráfico 14 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso corporal dos filhotes ao nascer. Foram avaliados os pesos corporais de cada filhote dos grupos: não treinado nutrido (NT-N, n=95); treinado nutrido (T-N, n=89); não treinado desnutrido (NT-D, n=83) e treinado desnutrido (T-D, n=98). O peso corporal-PC foi obtido no 1º dia pós-natal uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h). Os dados estão representados em média±EPM. * $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado nutrido (NT-N); # $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado desnutrido (NT-D) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

6.2.2.5 Parâmetros murinométricos de crescimento

Eixo Látero-Lateral do Crânio

Os valores do ELLC dos filhotes do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($9,5 \pm 0,6$) foram menores ($p < 0,05$) do que os dos filhotes do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($9,9 \pm 0,4$). Já os valores dos filhotes do grupo treinado desnutrido (T-D) ($9,1 \pm 0,4$) foram menores ($p < 0,05$) que os do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($9,5 \pm 0,6$) (Tabela 3). Para os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) não foi verificada diferença.

Eixo Ântero-Posterior do Crânio

Os valores do EAPC dos filhotes do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($17,5 \pm 0,7$) foram menores ($p < 0,05$) do que dos filhotes do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($18,1 \pm 0,8$). Já os valores dos filhotes do grupo treinado desnutrido (T-D) ($17,2 \pm 0,5$) foram menores ($p < 0,05$) que os do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($17,5 \pm 0,7$) (Tabela 3). Para os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) não foi verificada diferença.

Comprimento da Cauda

Os valores do CC dos filhotes do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($15,9 \pm 1,3$) foram menores ($p < 0,05$) em relação aos filhotes do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($16,5 \pm 1,3$) (Tabela 4). Entre os grupos treinado nutrido (T-N) e não

treinado nutrido (NT-N) e entre os grupos treinado desnutrido (T-D) e não treinado desnutrido (NT-D) não foi verificada diferença.

Eixo Longitudinal do Corpo

Os valores do EL dos filhotes do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($48,3 \pm 2,5$) foram menores ($p < 0,05$) do que dos filhotes do grupo não treinado nutrido (NT-N) ($49,4 \pm 2,3$). Já os valores dos filhotes do grupo treinado desnutrido (T-D) ($47,0 \pm 2,1$) foram menores ($p < 0,05$) que os do grupo não treinado desnutrido (NT-D) ($48,3 \pm 2,5$) (Tabela 4). Para os grupos treinado nutrido (T-N) e não treinado nutrido (NT-N) não foi verificada diferença.

Tabela 3 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a medida dos eixos látero-lateral e ântero-posterior do crânio dos filhotes. As medidas dos eixos (mm) de cada filhote dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=95); treinado nutrido (T-N, n=89); não treinado desnutrido (NT-D, n=83) e treinado desnutrido (T-D, n=98) foram obtidas no 1º dia pós-natal, uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h).

Parâmetros murinométricos				
Grupos experimentais	ELLC		EAPC	
	Não treinado nutrido (NT-N)	9,9	± 0,4	18,1
Treinado nutrido (T-N)	9,9	± 0,3	18,1	± 0,8
Não treinado desnutrido (NT-D)	9,5	± 0,6	17,5	± 0,7
Treinado desnutrido (T-D)	9,1	± 0,4	17,2	± 0,5

Os dados estão representados em média±DP. **a** $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado nutrido (NT-N); **b** $p < 0,05$ indica diferença quando comparado ao grupo não treinado desnutrido (NT-D) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

Tabela 4 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre a medida do comprimento da cauda (CC) e do eixo longitudinal do corpo (EL) dos filhotes. As medidas dos eixos (mm) de cada filhote dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=95); treinado nutrido (T-N, n=89); não treinado desnutrido (NT-D, n=83) e treinado desnutrido (T-D, n=98) foram obtidas no 1º dia pós-natal, uma hora após o início do ciclo escuro (10:00 h).

Parâmetros murinométricos				
Grupos experimentais	CC		EL	
	Não treinado nutrido (NT-N)	16,5	± 1,3	49,4
Treinado nutrido (T-N)	16,2	± 0,9	49,0	± 2,6
Não treinado desnutrido (NT-D)	15,9	± 1,3	48,3	± 2,5 a
Treinado desnutrido (T-D)	15,5	± 1,0	47,0	± 2,1 b

Os dados estão representados em média±DP. **a** p<0,05 indica diferença quando comparado ao grupo não treinado nutrido (NT-N); **b** p<0,05 indica diferença quando comparado ao grupo não treinado desnutrido (NT-D) (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

6.2.2.6 Peso dos órgãos

Não houve diferença entre os valores de peso relativo dos órgãos (coração, pulmões e encéfalo) dos filhotes entre os grupos (Gráfico 15).

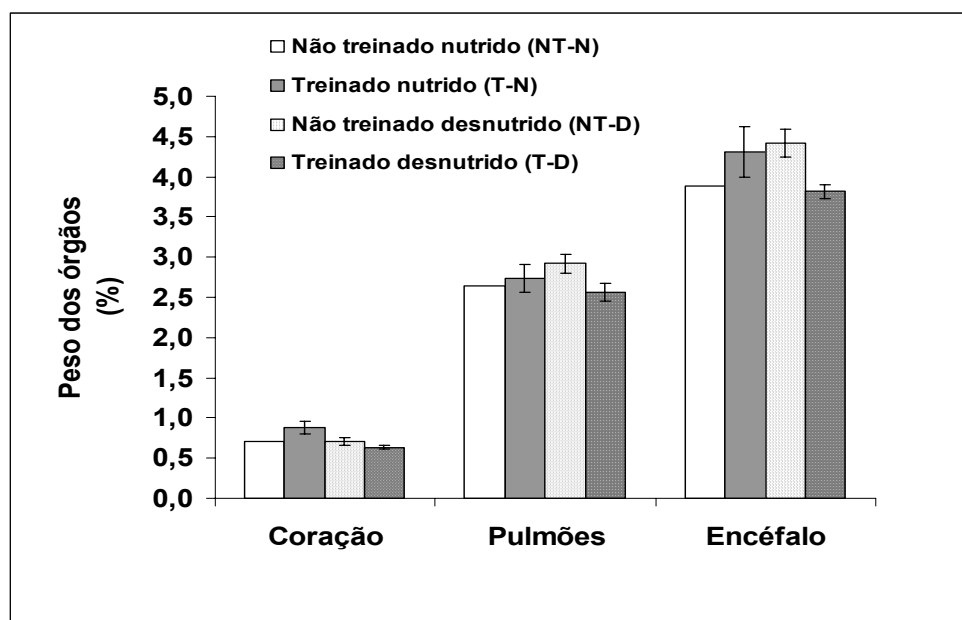


Gráfico 15 – Efeito do treinamento físico e/ou desnutrição sobre o peso relativo dos órgãos dos filhotes. Foi avaliado o peso relativo do coração, pulmões e encéfalo. Os órgãos foram extraídos dos grupos não treinado nutrido (NT-N, n=15); treinado nutrido (T-N, n=15); não treinado desnutrido (NT-D, n=15) e treinado desnutrido (T-D, n=15) e os pesos foram obtidos no 3º dia pós-natal. Os dados estão representados em média±EPM (ANOVA seguida do Teste de Tukey).

7 – DISCUSSÃO

Embora muito recomendado o exercício físico em gestante é ainda uma área pouco explorada do ponto de vista científico, há inclusive recomendações para gestante humana com base unicamente empírica. Na literatura científica, mesmo em se tratando de estudos experimentais em animais, as referências para ratas gestantes são escassas. Partindo desses pressupostos, para qualquer estudo experimental na gestação, era necessário inicialmente encontrar um protocolo experimental de treinamento físico adaptado à esta condição específicas de fêmeas .

A partir do protocolo de Leandro (2004) para ratos, foram feitas adaptações que, principalmente, consistiram em suprimir a inclinação da esteira. Assim, durante o teste de desempenho máximo em esteira, as ratas alcançaram a velocidade máxima de $1,8 \pm 0,0 \text{ km.h}^{-1}$, a concentração de lactato do sangue de $4,8 \pm 0,4 \text{ mM}$, e o consumo de oxigênio de $52,0 \pm 4,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Os resultados referentes a concentração de lactato sanguíneo e consumo de oxigênio obtidos no presente estudo são compatíveis com treinamento físico de intensidade moderada (ZAGATTO et al., 2004; LEANDRO, 2004; SILVEIRA e DENADAI, 2002; SWAIN, 2000; TAYLOR et al., 1955). Ademais, os valores obtidos nestes parâmetros serviram como base para estabelecer e validar o protocolo de treinamento físico das fêmeas para realização dos estudos *a posteriori*. Além das variáveis metabólicas obtidas, a efetividade do treinamento foi também constatada após a comparação de animais submetidos ao protocolo experimental estabelecido com animais ingênuos.

Para o treinamento físico durante o período gestacional, a velocidade e a duração das sessões obtidas, no protocolo desenvolvido em nosso laboratório, foram

progressivamente reduzidas muito abaixo da velocidade atingida no teste de desempenho máximo. Exercícios intensos na gestação, além de inibir o crescimento fetal não promovem aumento significativo no VO_{2max} (CLAPP III, 2003). Em seguida, após estabelecimento do protocolo viável que manteve íntegra as condições de sanidade das ratas gestantes, realizou-se o objetivo principal do trabalho, ou seja, investigação das eventuais repercussões do treinamento físico sobre parâmetros de crescimento em gestantes desnutridas ou não e em suas proles.

Durante as cinco semanas que antecederam a gestação e a manipulação nutricional, o treinamento só acarretou redução no ganho de peso corporal na quinta semana. Vale salientar que, durante as 4 primeiras semanas do protocolo experimental de treinamento físico (período pré-gestacional), os pesos corporais das fêmeas dos 2 grupos não apresentaram diferença. O fato de não haver diferença entre os grupos pode decorrer da necessidade de um período maior para se manifestarem as adaptações fisiológicas provenientes do treinamento físico (ACSM, 1998).

A redução do peso corporal observada na 5^a semana quando os animais foram comparados aos seus pares sedentários foi em relação ao peso inicial (peso relativo). O estudo da relação percentual do peso corporal em relação ao peso corporal absoluto pode informar sobre a capacidade de adaptação. Os resultados obtidos são semelhantes aos observados em estudo realizado por Moraska et al. (2000), e Rieth et al. (1997), cujos ratos submetidos à corrida em esteira, apresentaram também redução no peso corporal. Também foi observado por Marques et al. (2003) e Couto (1995) que ratos exercitados com natação apresentaram percentual de gordura da carcaça menores em relação aos sedentários. Já Griffiths et al. (1993) observaram pesos semelhantes das ratas exercitadas em esteira com o grupo não treinado.

A redução de peso pode estar relacionada a ação de determinados hormônios como o do crescimento, tireoidianos, cortisol, catecolaminas, glucagon, insulina, no caso da mulher, os hormônios ovarianos, entre outros, que vão atuar na deposição de gordura corporal (TSUJI et al., 1993). Esses hormônios têm efeito importante sobre processos metabólicos (catabolismo/anabolismo) nas espécies mamíferas, como, na captação de glicose, síntese de glicogênio muscular e hepático e síntese de gordura no tecido adiposo, sendo também importante na regulação do metabolismo das lipoproteínas (CANALI et al., 2001).

Um mecanismo fisiológico que está associado à redução do peso corporal em resposta ao treinamento físico é o aumento da atividade da lipase de lipoproteínas (DÂMASO et al., 1998). A lipase de lipoproteínas é a principal enzima no processo de hidrólise dos triglicerídeos circulantes (lipólise) e atua na modulação dos estoques de gordura (SASAKI et al., 1993). Outro mecanismo relevante é o progressivo aumento da utilização de gorduras para suprir as necessidades energéticas assegurando, desta forma, a disponibilidade de glicose (GALDINO DA SILVA et al., 2000). Segundo Dâmaso (1996) o treinamento físico pode atenuar as respostas deletérias associadas ao padrão alimentar excessivo ou a hipoatividade. O treinamento físico de intensidade moderada, de média à longa duração, pode promover diminuição no volume de células adiposas, na concentração de triglicerídeos circulantes e da LDL-Colesterol, e aumento da fração de HDL-Colesterol, da massa magra e da taxa metabólica basal (DÂMASO et al., 1998).

Durante a gestação ou no primeiro dia pós-parto, independente da manipulação nutricional, o treinamento não influenciou o ganho de peso. Não existe consenso sobre a relação entre o ganho de peso gestacional e a prática de exercícios físicos (LARSSON et al., 2005; MATSUDO et al., 2004; ACOG, 2002; CLAPP III et

al., 2000; EVANS et al., 1999; DÂMASO et al., 1998; KARDEL et al., 1998; CLAPP et al., 1995). Todavia, o Colégio Americano de Obstetrícia e Ginecologia (ACOG) reconhece que o treinamento físico durante a gestação parece atuar no controle do ganho de peso nesse período e no pós-parto, especialmente quando o suprimento nutricional é adequado. Resultados semelhantes ao nosso estudo foram encontrados por Munoz et al. (1999) em estudo com ratas exercitadas em esteira porém não manipuladas nutricionalmente. Diferente dos resultados encontrados neste trabalho, De-Mello (1990), em estudo experimental, observou que o treinamento de natação durante o período gestacional reduziu o ganho do peso. Piçarro et al. (1989) observou diferença entre os grupos treinado e não treinado, sendo o ganho de peso corporal menor para as ratas treinadas. Segundo Dâmaso et al. (1998), parece que o treinamento físico diminui a adiposidade sem alterar o desenvolvimento fetal. Pinto et al. (1995) em estudo com ratas jovens treinadas em natação previamente à gestação (10 dias), durante a gestação e na lactação observaram que o treinamento causou redução no ganho de massa corporal materna. Já Joshi et al. (2003), Pessoa (1997) e Teodósio et al. (1990), em ratas que foram submetidas somente à imposição de dieta hipoprotéica, observaram um menor ganho de peso em relação ao grupo nutrido. É possível que os resultados para manutenção no ganho de peso das ratas desnutridas encontrados neste estudo estejam de acordo com a programação *in útero* conforme enuncia a hipótese da Influência Fenotípica (BARKER et al., 1998). Para manutenção de seu peso e de suas reservas, o organismo materno restringiria para o feto a alocação de recursos (OZANNE et al., 1999).

Após o parto, quanto ao peso relativo e densidade de órgãos, as fêmeas nutridas treinadas apresentaram coração menos pesado e mais denso e pulmões, fígado e rim mais pesados. A imposição da dieta hipoprotéica no período de gestação não

ocasionou seqüelas no peso relativo e densidade dos órgãos. As fêmeas submetidas à dieta hipoprotéica mesmo treinadas também não apresentaram alterações de peso relativo e de densidade dos órgãos. Comparando os resultados do peso relativo dos órgãos com os encontrados por Pessoa (1997), que também utilizou o mesmo modelo de desnutrição, encontram-se semelhanças somente nos pesos do fígado e do rim. Naquele estudo, o encéfalo do grupo nutrido era menor e o coração era maior. Já Toscano (2004), em ratos neonatos com 30 dias de vida, encontrou diferença no peso relativo do coração do grupo desnutrido (DBR – dieta básica regional, TEODÓSIO et al., 1990) em relação ao grupo nutrido. Corroborando o presente estudo, Piçarro et al. (1989) também encontraram peso menor do coração nas ratas treinadas. Contudo, Diffie et al. (2003) encontraram o oposto, peso maior do coração nas ratas treinadas. Não foi encontrado estudo que tenha analisado pulmões e útero.

O fato das ratas treinadas apresentarem o coração mais leve porém mais denso em relação às não treinadas, sugere a possibilidade que esta condição não cause prejuízo funcional. Por ser mais denso, é possível que não haja redução na concentração e no volume de células miocárdicas. Ocorrendo realmente isto, as propriedades contráteis não seriam afetadas e estariam adaptadas para manter, por exemplo, débito cardíaco e volume de ejeção sistólico satisfatórios (MEDEIROS et al., 2000; KARDEL, 2005). Porém, Toscano (2004), em ratos submetidos à desnutrição, observou redução no número e volume de miócitos.

O aumento do peso dos demais órgãos (pulmões, fígado e rim) observados neste estudo, parece estar ligado ao aumento de suas funções para atender a demanda metabólica oriunda do exercício físico. Para o treino é necessário maior aporte de oxigênio. Essa necessidade é suprida pelo aumento significativo no consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) o qual é garantido pela elevação da ventilação minuto

(WILMORE, 1994). Sendo assim, pulmões maiores favorecerão uma maior captação de oxigênio e as trocas gasosas.

Durante o exercício físico há uma maior necessidade de metabolização de substratos energéticos e de lipoproteínas no fígado, podendo induzir aumento na sua função e, por consequência, em seu peso (AOKI et al., 2003). Há também uma perda acentuada de líquidos e eletrólitos pela sudorese e uma maior necessidade de excreção de produtos originados pelas reações metabólicas. Os níveis plasmáticos de renina, angiotensina e aldosterona bem como do hormônio ADH (antidiurético) aumentam como forma de manter os níveis de líquidos e eletrólitos para garantir o equilíbrio ácido-básico e a homeostasia. Essa regulação pode provocar aumento da função renal e, por consequência, em seu peso (WILMORE, 1994).

Em relação à prole, tanto o treinamento físico como a imposição de uma dieta hipoprotéica ou a combinação dos dois, não acarretaram alterações no número de filhotes nascidos por mãe, no número de filhotes nativos e natimortos e no peso da ninhada por mãe. Munoz et al. (1999), De-Mello (1990) e Piçarro et al. (1989) encontraram número de filhotes nascidos por mãe semelhantes nos grupos treinado ou não treinado. Já Pessoa (1997) obteve em seus resultados um número menor de filhotes nascidos por ninhada e de filhotes nativos e natimortos de fêmeas desnutridas em relação ao grupo nutrido. Wilson et al. (1980) encontraram na prole de ratas treinadas um número maior de natimortos. Pinto et al. (1995) observaram que o treinamento de natação causou redução na massa da prole ao nascer.

A dieta hipoprotéica foi fator importante na diminuição do peso corporal de cada filhote ao nascer. O treinamento parece ter acentuado ainda mais as consequências da desnutrição sobre o peso dos neonatos. Para este parâmetro, diversos estudos obtiveram o mesmo resultado deste trabalho, no qual a desnutrição acarretou

redução no peso corporal ao nascer (PESSOA, 1997; GRESSENS et al., 1997; PARRA et al., 1995; TEODÓSIO et al., 1990). Quanto ao treinamento físico, Mottola et al. (1992) encontraram pesos menores para os filhotes de animais treinados. Sobre a manipulação nutricional, somente De-Mello (1990) encontrou o oposto, ou seja, que a desnutrição não afetou o peso corporal dos filhotes ao nascer. É possível que o baixo peso ao nascer seja desencadeado por diversos fatores. O treinamento tende a reduzir a irrigação fetoplacentária, diminuindo assim o aporte de nutrientes para o feto (CLAPP III, 2003). Outro ponto relevante é o aumento da temperatura central originada pelo esforço. Esta temperatura elevada acarretaria desconforto fetal, causando danos nos mecanismos de absorção placentária de nutrientes pelo feto (OSÓRIO et al., 2003). No que se refere à associação de treinamento físico e desnutrição, os resultados corroboram o modelo teórico do conflito mãe-filhote (WELLS, 2003; TRIVERS, 1974). O período gestacional seria caracterizado por um conflito de alocação de recursos, os quais seriam disputados constantemente por mãe e filho. Em ambientes nutricionalmente desfavoráveis, a seleção natural favoreceria a economia de investimento materno em detrimento das necessidades da prole (WELLS, 2003; TRIVERS, 1974).

Outros parâmetros murinométricos dos filhotes como os eixos do crânio, o comprimento da cauda e o eixo longitudinal do corpo não foram alterados pelo treinamento da mãe na gestação, mas foram reduzidos pela imposição da dieta hipoprotéica. O treinamento parece ter acentuado ainda mais os efeitos da desnutrição sobre os eixos corporais, com exceção do comprimento da cauda. Barros (1999) obteve os mesmos resultados deste trabalho em ratos sob influência da desnutrição com DBR. Pessoa (1997) observou a redução do tamanho da cauda dos animais submetidos à imposição de dieta hipoprotéica (caseína a 6%).

A combinação ou não do treinamento com a imposição de dieta hipoprotéica não acarretaram alteração sobre o peso relativo dos órgãos. Joshi et al. (2003) observaram que ratos submetidos à desnutrição apresentavam peso relativo de encéfalo menor e de rim maior. Desai et al. (1996) observaram coração, rim, pulmão, e cérebro menores nos animais desnutridos. Parra et al. (1995) observaram fígado, rim e baço menores. Galdino da Silva et al. (2000) constataram redução no número de células do coração de fetos de mães que ingeriram dieta hipoprotéica, conforme sugerem os baixos teores de DNA cardíaco dos mesmos. Gressens et al. (1997) observaram que a desnutrição no período embrionário induz alterações múltiplas no desenvolvimento do cérebro. Os autores constataram redução na espessura cortical do cérebro em ratos desnutridos. Morgane et al. (1993) observaram redução no número de neurônios e dos circuitos neuronais, alterações no sistema de neurotransmissão e na maturação do cérebro em animais desnutridos. Porém, mesmo diante de insultos ambientais o cérebro parece ser poupado (LUMBERS et al., 2001). Duas vias são responsáveis por esse mecanismo. A primeira, é o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA) que regula a elevação dos níveis de glicocorticóides os quais agiram reduzindo o crescimento encefálico. O segundo, é o sistema simpatoadrenal, pois, as catecolaminas também são responsáveis por inibirem o crescimento (LUMBERS et al., 2001). Parece que estas vias afetam também o crescimento de outros órgãos. Com efeito, um órgão ou organismo com crescimento retardado em condições nutricionais desfavoráveis necessita de menos nutrientes para sua manutenção.

A influência da nutrição sobre o crescimento e desenvolvimento dos órgãos em modelos experimentais tem sido estudada (JOSHI et al., 2003; GALDINO DA SILVA et al., 2000; DESAI et al., 1996). Os efeitos da desnutrição sobre o desenvolvimento do encéfalo em modelos experimentais também são muito pesquisados

(KOEHNLE et al., 2004; PARNPIANSIL et al., 2003; MORGANE et al., 2002; SASTE et al., 1998). Retardo no crescimento, e em especial dos órgãos, poderá acarretar alterações em sua estrutura e metabolismo ocasionando assim a possibilidade de doenças como, diabete mellitus tipo II, doenças cardiovasculares e obesidade na fase adulta (HALES e BARKER, 1992). Tal mecanismo conhecido como programação, cujo um estímulo ou um insulto durante um período crítico da vida intrauterina resultaria em alterações na fisiologia e metabolismo também durante a vida adulta (WELLS et al. 2003; HALES e OZANNE, 2003; OZANNE et al., 2003; OZANNE et al., 1999; HALES e BARKER, 1992).

Durante a evolução das espécies, a disponibilidade dos alimentos constituiu uma intensa pressão de seleção. Ao longo da evolução, a necessidade vital de alimento e sua oferta condicionaram ao mesmo tempo a morfologia, o desenvolvimento e o comportamento das espécies. O meio ambiente apresenta uma extensa e contínua variabilidade, o que obriga o organismo a constantes adaptações, sobretudo em relação à nutrição e principalmente quando este se encontra em estado gestacional.

Na gestação há necessidade de um cuidado nutricional maior, devido às demandas nutricionais referentes à mãe e aquelas relacionadas com o crescimento e desenvolvimento do feto. A condição de fêmeas desnutridas que apresentem baixo ganho em peso corporal durante a gestação, possivelmente, afetará o crescimento e o desenvolvimento normal do concepto. A desnutrição materna é um dos fatores determinantes de crescimento intra-uterino retardado (CIUR), o que é evidenciado por baixo ganho de peso gestacional. Em países em desenvolvimento o crescimento intra-uterino retardado é um grande problema de saúde pública. Grande incidência de crescimento intra-uterino retardado deve ser interpretada como um sinal social urgente. Autoridades de saúde, e a sociedade como um todo, devem estar atentos aos novos

paradigmas no trato com as gestantes e principalmente quando estas estão submetidas à carência alimentar.

Este estudo buscou uma alternativa no que concerne amenizar os impactos deletérios da desnutrição sobre mães e seus conceptos. Os resultados obtidos no mesmo e a importância do tema apontam a necessidade de continuidade das investigações, testando novamente o treinamento materno associado à dieta e observando outros parâmetros relevantes.

8 – CONCLUSÕES

- É factível estabelecer um protocolo experimental de treinamento físico de intensidade leve adaptado para as condições específicas da gestação sem interferir na evolução da gravidez;

- O treinamento físico, segundo o protocolo utilizado, interfere nos parâmetros de crescimento materno;

- O treinamento físico, segundo o protocolo utilizado, não reduz os impactos deletérios da desnutrição materna sobre os parâmetros murinométricos de crescimento dos conceptos.

9 – PERSPECTIVAS

O presente estudo suscitou o interesse para outras investigações futuras, as quais:

- Estender o período de treinamento físico para 8 semanas antes do período gestacional para observar a evolução da curva ponderal;
- Utilizar a análise sobre o VO_2 no período gestacional para obter resultados mais efetivos das repercussões funcionais e metabólicas do programa de treino;
- Estudar os efeitos do treinamento físico em ratas não primíparas;
- Avaliar o consumo alimentar de ratas exercitadas ou não e submetidas ou não à desnutrição;
- Avaliar a composição corporal de ratas exercitadas ou não e submetidas ou não à desnutrição;
- Analisar na fase neonatal o desenvolvimento da ontogênese de reflexos dos filhotes de ratas exercitadas submetidas ou não à desnutrição;

- Estudar os efeitos do treinamento físico sobre a evolução do processo de crescimento e desenvolvimento da prole de ratas exercitadas e submetidas ou não à desnutrição;
- Investigar os padrões hormonais e metabólicos de filhotes e mães em resposta à associação do treinamento físico com a desnutrição;
- Desenvolver estudo histológico dos órgãos de ratas exercitadas e submetidas ou não à desnutrição.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOG (American College of Obstetricians and Gynecologists). Committee on Obstetric. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Practice n.º 267. *Am. Col. Obstet. Gynecol.* v. 99: p.171-173, 2002.

AOKI, M.S.; BELMONTE, M.A.; Marília Cerqueira Leite SEELAENDER, M.C.L. Influência da suplementação lipídica sobre a indução do efeito poupador de glicogênio em ratos submetidos ao exercício de “endurance”. *Rev. paul. Educ. Fis., São Paulo*, v.17: p.93-103, 2003.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.32: p.1345-60, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.30: p.1-34, 1998.

ARTAL, R., WISWELL, R., ROMEM, Y., DOREY, F. Pulmonary responses to exercise in pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, v.154: p.378-83, 1986.

ASCENSÃO, A.A.; MAGALHÃES, J.F.; SOARES, J.M.; FERREIRA, R.M.; NEUPARTH, M.J.; APPELL, H.J.; DUARTE, J.A. Cardiac mitochondrial respiratory function and oxidative stress: the role of exercise. *Int. J. Sports Med.*, v.26: p.258-267, 2005.

ASCENSÃO, A.; MAGALHÃES, J.; SOARES, J.; OLIVEIRA, J.; DUARTE, J.A. Exercise and cardiac oxidative stress. *Rev. Port. Cardiol.*, v.22: p.651-678, 2003.

BARKER, D.J.P.; ERIKSSON, J.G.; OSMOND, C. Fetal origins of adult disease: strength of effects and biological basis. *International Journal of Epidemiology*, v.31: p.1235-39, 2002.

BARKER, D.J.P. In utero programming of chronic disease. *Clin. Sci*, v.95: p.115-128, 1998.

BARRETO-MEDEIROS, J.M.; FEITOZA, E.G.; MAGALHÃES, K.; CABRAL-FILHO, J.E.; MANHÃES-DE-CASTRO, C.M.; MANHÃES-DE-CASTRO, R. Malnutrition during brain growth spurt alters the effect of fluoxetine on aggressive behavior in adult rats. *Nutr. Neurosci.*, v.7: p.49-52, 2004.

BARRETO-MEDEIROS, J.M. Agressão intraespecífica e consumo alimentar em ratos adultos; efeitos da desnutrição progressiva e/ou de inibidor seletivo de recaptação serotonina. Recife, 1998. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 1998.

BARROS, K.M.F.T. Efeitos da desnutrição neonatal e/ou do tratamento com agonista 5-HT_{1A} sobre o desenvolvimento sensorio-motor e atividade exploratória em ratos. Recife, 1999. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 1999.

BATISTA, D.C.; CHIARA, V.L.; GUGELMIN, S.A.; MARTINS, P.D. Atividade física e gestação: saúde da gestante não atleta e crescimento fetal. *Rev. Bras. Saúde Mater. Infant.*, v.3: p.151-158, 2003.

BEDFORD, T.G.; TIPTON, C.M.; WILSON, N.C.; OPPLIGER, R.A.; GISOLFI, C.V. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures. *J. Appl. Physiol: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.*, v. 47: p.1278-83, 1979.

BENNIS-TALEB, N.; REMACLE, C.; HOET, J.J.; REUSENS, B. A Low-Protein Isocaloric Diet During Gestation Affects Brain Development and Alters Permanently Cerebral Cortex Blood Vessels in Rat Offspring. *J. Nutr.*, v.129: p.1613-19, 1999.

BHATIA, J.; RASSIN, D.K.; CERRETO, M.C.; BEE, D.E. Effect of protein/energy ratio on growth and behavior of premature infants: Preliminary findings. *The Journal of Pediatrics*, v.119: p.103-110, 1991.

BRENNER, I.K.M.; WOLFE, L.A.; MONGA, M.; MCGRATH, M.J. Physical conditioning effects on fetal heart rate responses to graded maternal exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31: p.792-799, 1999.

BROOKS, G.A.; WHITE, T.P.. Determination of metabolic and heart rate responses of rats to treadmill exercise. *J. Appl. Physiol: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.*, v.45: p.1009-15, 1978.

BROWN, L.; POLLIT, E. Malnutrition, poverty and intellectual development. *Scientific American*, v.274: p.38-43, 1996.

BRUM, P.C.; FORJAZ, C.L.M.; TINNUCI, T.; NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev. paul. Educ. Fís.*, v.18: p.21-31, 2004.

CANALI, E.S.; KRUEL, L.F.M. Respostas hormonais ao exercício. *Rev. paul. Educ. Fís.*, v.15: p.141-153, 2001.

CHERIF, H.; TARRY, J.L.; OZANNE, S.E.; HALES, C.N. Ageing and telomeres: a study into organ- and gender-specific telomere shortening. *Nucleic Acids Research*, v.31: p.1576-83, 2003.

CLAPP III, J.F. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and feto-placental growth. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, v.110: p.80-85, 2003.

CLAPP, J.F.; KIM, H.; BURCIU, B.; SCHMIDT, S.; PETRY, K.; LOPEZ, B. Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, v.186:p.142-7, 2002.

CLAPP, J.F.; KIM, H.; BURCIU, B.; LOPEZ, B. Beginning regular exercise in early pregnancy: Effect on fetoplacental growth. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, v.183: p.1484-8, 2000.

CLAPP III, J.F. Exercise during pregnancy. A clinical update. *Clin. Sports. Med.*, v.19: p.273-86, 2000.

CLAPP, J.F.; LITTLE, K.D. Effect of recreational exercise on pregnancy weight gain and subcutaneous fat deposition. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, v.27: p.170-7, 1995.

CLAPP, J.F.; Capeless, E.L. Neonatal morphometrics after endurance exercise during pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, v.163: p.1805-11, 1990.

COSTANZO, J. L'alimentation préhistorique: alimentation de demain? *Nutr.Clin. Métabol.*, v.15: p.124-130, 2001.

COUTO, G.E.C. Efeito do exercício físico contínuo sobre o metabolismo lipídico de ratos tornados obesos pelo tratamento com glutamato monossódico (MSG). São Paulo, 1995. **Dissertação (Mestrado)**. Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, 1995.

DÂMASO, A.R.; OLLER DO NASCIMENTO, C.M. Efeitos do exercício realizado durante o ciclo reprodutivo sobre o metabolismo lipídico: análise de estudos utilizando animais experimentais. *Rev. paul. Educ. Fis.*, v.12: p.54-70, 1998.

DÂMASO, A.R. Efeitos do exercício agudo e crônico sobre o metabolismo lipídico e a celularidade adiposa de ratas no período de lactação e após o desmame. São Paulo, 1996. **Dissertação (Mestrado)**. UNIFESP-EPM, S.P., 1996.

DELGADO, H.C.; VALVERDE, V.E.; MARTORELL, R.; KLEIN, R.E. Relationship of maternal and infant nutrition to infant growth. *Early Hum. Dev.*, v.6: p.273-286, 1982.

DE-MELO, M.A. Effect of maternal exercise during pregnancy on maternal body components and fetal growth in young and adult rats. *Braz. J. Med. Biol. Res.* v.23: p.713-7, 1990.

DESAI, M.; CROWTHER, N.J.; LUCAS, A.; HALES, N. Organ-selective growth in the offspring of protein-restricted mothers. *British Journal of Nutrition*, v.76: p.591-603, 1996.

DIFEE, G.M.; NAGLE, D.F. Exercise training alters length dependence of contractile properties in rat myocardium. *J. Appl. Physiol.*, v.94: p.1137-44, 2003.

DISHMAN, R.K. Brain monoamines, exercise, and behavioral stress: animal models. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, p.63-74, 1997.

DOBBING, J. Vulnerable periods in developing brain. **In:** DAVISON, A.N.; DOBBING, J. (ed) *Applied Neurochemistry*, p. 287-316, 1968.

ESPOZEL, A.C.B.; KOURY, J.C. Lactação e atividade física. *R. Nutr.*, v.8: p.214-230, 1995.

EVANS, W. Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v.31: p.12-17, 1999.

FERNANDEZ-TWINN, D.S.; OZANNE, S.E.; EKIZOGLU, S.; DOHERTY, C.; JAMES, L.; GUSTERSON, B.; HALES, C.N. The maternal endocrine environment in the low-protein model of intra-uterine growth restriction. *British Journal of Nutrition*, v.90: p.815-822, 2003.

FORSDAHL, A. Are poor living conditions in childhood and adolescence an important risk factor for arteriosclerotic disease? *Br. J. Prev. Soc. Med.*, v.31: p.91-95, 1977.

FOX, W.M. Reflex-ontogeny and behavioural development of the mouse. *Animal Behaviour*, v.13, p.234-241, 1965.

GALDINO DA SILVA, R.; ROSTOM DE MELLO, M.A. Efeitos da ingestão de dieta hipoprotéica e de exercício físico moderado sobre a evolução da gestação e o desenvolvimento fetal em ratas jovens. *Rev. paul. Educ. Fis.*, v.14: p.118-27, 2000.

GOMEZ-PINILLA, F. ; SO, V. ; KESSLAK, J.P. Spatial learning induces neurotrophin receptor and synapsin I in the hippocampus. *Brain Res.*, v.904: p.13-19, 2001.

GRESSENS, P.; DE MUAKU; BESSE, L.; NSEGBE, E.; GALLEGGO, J.; DELPECH, B.; GAULTIER, C.; EVRARD, P.; KETELSLEGERS, J.M.; MAITER, D. Maternal protein restriction early in rat pregnancy alters brain development in the progeny. *Cérebro Res.*, v.20: p.21-35, 1997.

GRIFFITHS, M.A.; BAKER, D.H.; NOVAKOFSKI, J.E.; JI, L.L. Effects of exercise training on diet-induced lipogenic enzymes and body composition in rats. *J. Am. Coll. Nutr.*, v. 12: p.155-61, 1993.

HALES, C.N.; OZANNE, S.E. The dangerous road of catch-up growth. *Journal of Physiology*, v.547.1: p.5-10, 2003.

HALES, C.N.; BARKER, D.J.P. Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia*, v.35: p.595-601, 1992.

HALES, C.N.; BARKER, D.J.P. The thrifty phenotype hypothesis. *British Medical Bulletin*, v.60: p.5-20, 1992.

HATCH, M.C.; SHU, X-O.; MCLEAN, D.E.; LEVIN, B.; BEGG, M.; REUSS, L.; SUSSER, M. Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am. J. Epidemiol.*, v.137: p.1105-14, 1993.

IVANOVIC, D.M.; LEIVA, B.P.; PEREZ, H.T.; INZUNZA, N.B.; ALMAGIÀ, A.F.; TORO, T.D.; URRUTIA, M.S.C.; CERVILLA, J.O.; BOSCH, E.O. Long-term effects of severe undernutrition during the first year of life on brain development and learning in Chilean high-school graduates. *Nutrition*, v.16: p.1056-63, 2000.

JENNINGS, B.J.; OZANNE, S.E.; HALES, C.N. Nutrition, Oxidative Damage, Telomere Shortening, and Cellular Senescence: Individual or Connected Agents of Aging? *Molecular Genetics and Metabolism*, v.71: p. 32–42, 2000.

JOHNSTONE, R.A. Begging signals and parent-offspring conflict: do parents always win? *Proc. R. Soc. London*, v.263: p.1677-81, 1997.

JOSHI, S.; GAROLE, V.; DAWARE, M.; GIRIGOSAVI S, R.A.O. S. Maternal protein restriction before pregnancy affects vital organs of offspring in Wistar rats. *Metabolism*, v.52: p.13-8, 2003.

KARDEL, K.R.; KASE, T. Training in pregnant women: effects on fetal development and birth. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, v.178: p.280-6, 1998.

KEHOE, P.; MALLINSON, K.; BRONZINO, J.; MCCORMICK, C.M. Effects of prenatal protein malnutrition and neonatal stress on CNS responsiveness. *Developmental Brain Research*, v.132: p.23-32, 2001.

KING, J.C. Physiology of pregnancy and nutrient metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.71: p.1218-25, 2000.

KOEHNLE, T.J.; STEPHENS, A.L.; GIETZEN, D.W. Threonine-imbalanced diet alters first-meal microstructure in rats. *Physiology and Behavior*, v.81: p.15-21, 2004.

LARSSON, L.; LINDQVIST, P.G. Low-impact exercise during pregnancy – a study of safety. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.*, v.84: p.34–38, 2005.

LEANDRO, C. Influência do treino de resistência moderado na resposta imunológica de ratos submetidos à contenção aguda. **Tese (Doutorado)**. Universidade do Porto, 2004.

LEANDRO, C.; NASCIMENTO, E.; MANHÃES DE CASTRO, R.; DUARTE, J.A.; CASTRO, C.M.M.B. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos e integrações. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v.2: p.80-90, 2002.

LÓPEZ-LUNA, P.; IGLESIAS, M.A.; MUÑOZ, C.; HERRERA, E. Aerobic exercise during pregnancy reverts maternal insulin resistance in rats. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.30: p.1510-14, 1998.

LUCAS, A.; FEWTRELL, M.S.; COLE, T.J. Fetal origins of adult disease – the hypothesis revisited. *BMJ*, v.319: p.245-249, 1999.

LUMBERS, E.R.; YU, Z.Y.; GIBSON, K.J. The selfish brain and the barker hypothesis. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, v.28: p.942–947, 2001.

MANDERS, M.A.M.; SONDER, G.J.B; MULDER, E.J.H; VISSER, G.H.A. The effects of maternal exercise on fetal heart rate and movement patterns. *Early human Development*, v.48: p.237-247, 1997.

MANHAES-DE-CASTRO, R.; SOUGEY, E.B.; BITTENCOURT, A.M.; CASTRO, C.M.M.B.; DEIRÓ, T.C.B.J.; MAGALHÃES, C.P. Serotonina: uma história permeada de avanços tecnológicos em neurociências. *Neurobiologia*, v.62: p.47-51, 1999.

MANHAES-DE-CASTRO, R. Etude de la Participation des Recepteurs Centraux de la Serotonine du type 5-HT_{1b} dans les reactions cerebrales au stress et dans le mecanisme d'action des antidepresses. Paris, 1995, **Tese (Doutorado)**. Universite Pierre et Marie Curie, Paris, França, 1995.

MARCONDES, F.K.; BIANCHI, F.J.; TANNO, A.P. Determination of the estrous cycle phases of rats: some helpful considerations. *Braz. J. Biol.*,v.62: p.609-614, 2002.

MARQUES, A.P.J.; BION, F.M.; GUIMARÃES, F.; CAMPOS, F.A.C.S.C. Influência de dietas à base de alimentos regionais e da natação em ratos de meia idade. *Rev. Paul. Educ. Fís.*,v.17:p. 64-73, 2003.

MARSÁL, K.; LÖFGREN, O.; GENNSER, G. Fetal breathing movements and maternal exercise. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.*, v.58: p.197-201, 1979.

MATSUDO, S.M.M. Nutrição, atividade física e gestação. *Anuário Nutrição Esportiva*, v.23: p.19-24, 2004.

MEDEIROS, A.; GIANOLLA, R.M.; KALIL, L.M.P.; BACURAU, R.F.P.; ROSA, L.F.B.C; NEGRÃO,C.E.; BRUM, P.C. Efeito do treinamento físico com natação sobre o sistema cardiovascular de ratos normotensos. *Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo*, v.14: p.7-15, 2000.

MENDES-DA-SILVA, C.; SOUZA, S.L.; FREITAS-SILVA, S.R.; ANTUNES, D.E.C.; CUNHA, A.D.U.; RIBAS, V.R.; FRANÇA, M.F.S.; NOGUEIRA, M.I.; MANHAES-DE-CASTRO, R. Neonatal treatment with fluoxetine reduces depressive behavior induced by forced swim in adult rats. *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, v.60: p.928-931, 2002.

MORASKA, A.; DEAK., T.; SPENCER, R.L.; ROTH, D.; FLESHNER, M. Treadmill running produces both positive and negative physiological adaptations in Sprague-Dawley rats. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, v.279: p.1321-9, 2000.

MORGANE, P.J.; MOKLER, D.J.; GALLER, J.R. Effects of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v.26: p.471-483, 2002.

MORGANE, P.J.; AUSTIN-LAFRANCE, R.; BRONZINO, J.; TONKISS, J.; DIAZ-CINTRA, S.; CINTRA, L.; KEMPER, T.; GALLER, JR. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosci Biobehav.*v.17: p.91-128, 1993.

MORGANE, P.J.; MILLER, M.; KEMPER, T.; STERN, W.; FORBES, W.; HALL, R.; BRONZINO, J.; KISSANE, J.; HAWRYLEWICZ, E.; RESNICK, O. The effects of protein malnutrition on the developing. Central Nervous System in the rat. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v.2: p.137-230, 1978.

MOTTOLA, M.F.; PLUST, J.H.; PALÁDIO, DE CHRISTOPHER, C.L.; DE SCHACHTER. Effects of exercise on maternal glycogen storage patterns and fetal outcome in mature rats. *Lata J. Physiol. Pharmacol.*, v.70: p.1634-8, 1992.

MUNOZ, C.; LOPEZ-LUNA, P.; HERRERA, E. Treadmill training enhances glucose tolerance more in pregnant than in virgin rats. *Biol Neonate.*, v.75:p.337-42, 1999.

NOGUEIRA, M.I.; TAKASE, L.F.; SOUZA, S.L.; MASCARO, M.B.; OCANÃ, R.P.; MANHAES-DE-CASTRO, R. Serotonina: a trajetória evolutiva de uma molécula de ampla ação trófica e neurológica. *Ciência Hoje*, v.34: p.30-35, 2004.

NUNES, M.L.; BATISTA, B.B.; MICHELI, F.; BATISTELA, V. Efeitos da desnutrição precoce e reabilitação nutricional em ratos. *J. Pediatr.*, v.79: p.39-44, 2002.

OHTAKE, P.J.; WOLFE, L.A. Physical conditioning attenuates respiratory responses to steady-state exercise in late gestation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.30: p.17-27, 1998.

OHTAKE, P.J.; WOLFE, L.A.; HALL, P.; MCGRATH, M.J. Physical conditioning effects on exercise heart rate and perception of exertion in pregnancy. *Can. J. Sports. Sci.*, v.13: p.71-73, 1988.

OLIVEIRA, E.M.; RAMIRES, P.R.; LANCHÁ JUNIOR, A.H. Nutrição e bioquímica do exercício. *Rev. paul. Educ. Fis.*, v.18: p.7-19, 2004.

OSORIO, R.A.L.; SILVEIRA, V.L.F.; MALDJIAN, S.; MORALES, A.; CHRISTOFANI, J.S.; RUSSO, A.K.; SILVA, A.C.; PICARRO, I.C. Swimming of pregnant rats at different water temperatures. *Physiology*, v.135: p.605-611, 2003

OZANNE, S.E.; OLSEN, G.S.; HANSEN, L.L.; TINGEY, K.J.; NAVE, B.T.; WANG, C.L.; HARTIL, K.; PETRY, C.J.; BUCKLEY, A.J.; MOSTHAF-SEEDORF, L. Early growth restriction leads to down regulation of protein kinase C zeta and insulin resistance in skeletal muscle. *Journal of Endocrinology*, v.177: p.235-241, 2003.

OZANNE, S.E.; HALES, C.N. The long-term consequences of intra-uterine protein malnutrition for glucose metabolism. *Nutrition Society*, v..58: p.615-619, 1999.

PARNPIANSIL, P.; JUTAPAKDEEGULA, N.; CHENTANEZB, T.; KOTCHABHAKDIA, N. Exercise during pregnancy increases hippocampal brain-derived neurotrophic factor mRNA expression and spatial learning in neonatal rat pup. *Neuroscience Letters*, v.352: p.45-48, 2003.

PARRA, M.; HERNANDEZ-BLASQUEZ, J.; DE SOUSA E SILVA, R.A.; DA SILVA, J.R.; PEDUTO, L., MALTAURO SOARES, M.; ABRAO SAAD, W.; ABRAO SAAD W JR. Reduction of liver mass due to malnutrition in rats. Correlation with emaciation of animals and size of organs not inserted in the portal system. *São Paulo Med .J.* v.113: p.903-9, 1995.

PESCADOR, M.V.B; STREHER, A.L.F; SILVA, J.M.F.; VALENTE, G.C.C.; NAKAGIRI, M.; BOGUSZEWSKI, M.C.S. Aspectos Endocrinológicos das Crianças e Adultos Nascidos Pequenos para a Idade Gestacional. *Arq. Brás. Endocrinol. Metab.*, v.45, 2001.

PESSOA, D.C.N.P. Efeitos da desnutrição pela dieta básica regional (DBR), em três gerações de ratos, sobre a reprodução, crescimento corporal e desenvolvimento de órgãos. Recife, 1997. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 1997.

PIÇARRO, I.C.; TURECKI, G.X.; BARROS-NETO, T.L.; RUSSO, A.K., SILVA, A.C; TARASANTCHI, J. Effect of exercise training during pregnancy: maternal and fetal responses of the rat. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, v.22: p.1535-8, 1989.

PINTO, M.L.; SHETTY, P.S. Influence of exerciseinduced maternal stress on fetal outcome in wistar rats: inter-generational effects. *British Journal of Nutrition*, v.73: p.645-53, 1995.

PIVARNIK, J.M.; STEIN, A.D.; RIVERA, J.M. Effect of pregnancy on heart rate/oxygen consumption calibration curves. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.34: p.750-755, 2002.

PIVARNIK, J.M. Potential effects of maternal physical activity on birth weight: brief review. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.30: p.400-406, 1998.

PIVARNIK, J.M. Cardiovascular responses to aerobic exercise during pregnancy and postpartum. *Semin. Perinatol.*, v.20: p.242-9, 1996.

RAGONESI, S.M.A.; BERTINI, A.M; CAMANO, L. Crescimento intra-uterino retardado: aspectos atuais. *Rev. Ass. Med. Brasil*, v.43: 173-8, 1997.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C.JR. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76 rodent diets. *Journal Nutrition*, v.123: p.1939-51, 1993.

RIETH, N.; LARUE-ACHAGIOTIS, C. Exercise training decreases body fat more in self-selecting than in chow-fed rats. *Physiol.. Behav.* v.62: p.1291-7, 1997.

ROSSI, L.; TIRAPAGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev. paul. Educ. Fis.*, v.13: p.67-82, 1999.

RÖSSNER, S. Physical activity and prevention and treatment of weight gain associated with pregnancy: current evidence and research issues. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.31: p.560-3, 1999.

SASAKI, A.; SIVARAM, P.; GOLDBERG, I.J. Lipoprotein lipase binding to adipocytes: evidence for the presence of a heparin-sensitive binding protein. *American Journal of Physiology*, v.265: p.880-8, 1993.

SASTE, M.D.; CARVER, J.D.; STOCKARD, J.E.; BENFORD, V.J.; CHEN, L.T.; PHELPS, C.P. Maternal diet fatty acid composition affects neurodevelopment in rat pups. *J. Nutr.*, v.128: p.740-743, 1998.

SHEPHARD, R.J. Exercise and training in women, Part II: Influence of menstrual cycle and pregnancy. *Can. J. Appl. Physiol.*, v.25: p.35-54, 2000.

SHEPHERD, R.E.; GOLLNICK, P.D. Oxygen uptake of rats at different work intensities. *Pflugers Archiv.*, v.362: p.219-222, 1976.

SILVA, H.J.; MARINHO, S.M.O.; SILVA, A.E.T.M.; ALBUQUERQUE, C.G.; MORAES, S.R.A.; MANHÃES-DE-CASTRO, R. Protocol of mensuration to avaluation of indicators of somatic development of Wistar rats. *Int. J. Morphol.*, v.23: p.227-230, 2005.

SILVA, S.R.F. Incentivo farmacológico a recaptação da serotonina: conseqüências sobre o crescimento e desenvolvimento neonatal em ratos. Recife, 2002. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2002.

SILVEIRA, L.R.; DENADAI, B.S. Efeito modulatório de diferentes intensidades de esforço sobre a via glicolítica durante o exercício contínuo e intermitente. *Rev. paul. Educ. Fís.*, v.16: p.186-197, 2002.

SMART, J.L.; DOBBING, J. Vulnerability of developing brain. II. Effects of early nutritional deprivation on reflex ontogeny and development of behavior in the rat. *Brain Research*, v.28: p.85-95, 1971.

SMYTHIES, J.; GALZIGNA, L. The oxidative metabolism of catecholamines in the brain: a review. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.1380: p.159-162, 1998.

SOUZA, S.L. Ontogênese do comportamento alimentar em rato sua relação com a desnutrição. Recife, 2001. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2001.

STEIN, A.D.; RIVERA, J.M.; PIVARNIK, J.M. Measuring Energy Expenditure in Habitually Active and Sedentary Pregnant Women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.35: p.1441-46, 2003.

SWAIN, D.P. Energy cost calculations for exercise prescriptions: an update. *Sports Med.*, v.30: p.17-22, 2000.

TAYLOR, C.R.; WEIBEL, E.R.. Design of the mammalian respiratory system I-IX. *Respir. Physiol.*, v.44: p.1-164, 1981.

TAYLOR, H.L.; BUSKIRK, E.R.; HENSCHL, A. maximal oxygen intake as an objective measure of cardiorespiratory performance. *Journal Of Applied Physiology.*, v.8: p.73-80, 1955.

TEODÓSIO, N.R.; PEREZ, E.P.; ALVES, A.J.; DIMENSTEIN, W.; GUEDES, R.C.A. A new dietary supplement based on bovine blood: recovering brazilian children from malnutrition. *Nutritional Neuroscience*, v.3: p.73-86, 2000.

TEODÓSIO, N.R.; LAGO, E.S.; ROMANI, S.A.M.; GUEDES, R.C.A. A regional basic diet from northeast Brazil as a dietary model of experimental malnutrition. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, v.40: p. 533-547, 1990.

TOSCANO, A.E. Desnutrição e manipulação serotoninérgica neonatais: repercussões sobre o desenvolvimento da morfologia cardíaca. Recife, 2004. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2004.

TOSCANO, A.E.; MORAES, S.R.A.; MANHAES-DE-CASTRO, R. Papel da serotonina no desenvolvimento cardíaco. *An. Fac. Méd. Univ. Fed. Pernamb.*, v.49: p.47-51, 2004.

TRIVERS, R. L. Parent-offspring conflict. *Am. Zool.*, v.14: p.247-262, 1974.

TSUJI, H.; CURI, P.R.; BURINI, R.C. Alterações metabólicas e hormonais em nadadores durante o treinamento físico. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v.7: p.35-41, 1993.

VOLTARELLI, F.A.; GOBATTO, C.A.; MELLO, M.A.R. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, v.35: p.1389-94, 2002.

WEICKER, H.; STRÜDER, H.K. Influence of exercise on serotonergic neuromodulation in the brain. *Amino Acids*, v.20: p.35-47, 2001.

WELLS, J.C.K. The thrifty phenotype hypothesis: thrifty offspring or thrifty mother? *J. Theor. Biol.*, v.221: p.143-161, 2003.

WELLS, J.C.K.; DAVIES, P.S.W. Estimation of the energy cost of physical activity in infancy. *Arch. Dis. Child*, v.78: p.131-136, 1998.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics, 1994.

WILSON, N.C.; GISOLFI, C.V. Effects of exercising rats during pregnancy. *J. Appl. Physiol.* v.48: p.34-40, 1980.

WOLFE, L.A.; PRESTON, R.J.; BURGGRAF, G.W.; MCGRATH, M.J. Effects of pregnancy and chronic exercise on maternal cardiac structure and function. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, v.77: p.909-17, 1999.

WOLFE, L.A.; MOTTOLA, M.F. Aerobic exercise in pregnancy: an update. *Can. J. Appl. Physiol.*, v.18: p.119-47, 1993.

YANO, H.; YANO, L.; KINOSHITA, S.; TSUJI, E. Effect of voluntary exercise on maximal oxygen uptake in young female Fischer 344 rats. *Japanese Journal of Physiology*, v.47: p.139-141, 1997.

ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M.; CAPUTO, F.; MENDES, O.C.; DENADAI, B.S.; BALDISSERA, V.; GOBETTO, C.A. Comparação entre a utilização de saliva e sangue para determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa-tenistas. *Rev. Brás. Méd. Esporte*, v.10: p.475-480, 2004.

11. ANEXOS

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)