

# Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 versão eletrônica

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbne.com.br](http://www.rbne.com.br)

## INTERAÇÃO ENTRE DIETA HIPOCALÓRICA E OCIDENTALIZADA EM RATOS JOVENS EXERCITADOS OU NÃO SOBRE O METABOLISMO E A PREFERÊNCIA ALIMENTAR

Anatália Teixeira da Silva<sup>1</sup>, Gisélia de Santana Muniz<sup>1</sup>, Mariana Sá Ramalho<sup>1</sup>  
Diogo Antônio Alves de Vasconcelos<sup>2</sup>, Elizabeth do Nascimento<sup>1</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Um ambiente nutricional adverso no período perinatal e infância pode favorecer ocorrências de doenças crônicas na prole. **Objetivo:** Analisar a repercussão da ingestão de dieta ocidentalizada sobre parâmetros de crescimento, bioquímicos e preferência alimentar em ratos descendentes de mães alimentadas com dieta hipocalórica submetidos ou não ao exercício físico. **Métodos.** 40 gestantes foram divididas em 2 grupos segundo a dieta: controle (n=20) e hipocalórico (n=20). As ninhadas foram compostas de 8 filhotes, e ao desmame 1 filhote macho de cada ninhada foi selecionado para compor novos grupos segundo a dieta ocidentalizada (C ou H) e o exercício físico (E e NE) compondo os grupos: CNE, CE, HNE e HE. A natação foi realizada do desmame ao 62º dia de vida e avaliou-se: massa corporal, gordura abdominal, parâmetros bioquímicos, consumo alimentar e TOTG. Dados expressos em média e desvio padrão e  $p < 5\%$ . **Resultados.** A dieta hipocalórica causou redução de 28% no peso dos filhotes ao desmame; e a ingestão da dieta ocidentalizada pós desmame pelo grupo hipocalórico igualou os grupos em peso e comprimento, mas não modificou a preferência alimentar. Observou-se dislipidemia no HE e redução da massa corporal no CE comparado ao CNE aos 63 dias de vida (CNE=306,1 ±57,8g; CE=235,5 ±31,5g; HNE=279,9 ±33,6g; HE=243,4 ±38,5g,  $p=0,0038$ ). **Conclusão.** A restrição calórica seguida de dieta ocidentalizada e exercício alterou parâmetros lipêmicos sem mudanças na preferência alimentar, e o exercício físico reduziu a massa corporal nos alimentados com dieta controle antes do desmame, mas não os alimentados com dieta hipocalórica antes do desmame.

**Palavras-chave:** Ingestão alimentar. Gestação. Lactação. Metabolismo. Exercício Físico.

1 - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.

### ABSTRACT

Interaction between hypocaloric and western diet in young rats exercised or not about metabolism and food preference

**Introduction:** Adverse nutritional environment during the fetal period, lactation and infancy may favor occurrences of chronic diseases in the offspring. **Objective:** Analyze the effects of ingestion of a westernized diet on growth parameters, biochemistry, and food preference in the offspring of mothers fed a hypocaloric diet with or without physical activity. **Methods.** 40 rats were divided into 2 groups according to the diet: Control (n=20) and hypocaloric (n=20). The litters were composed of 8 pups, and at weaning 1 male pup from each litter was selected to compose new groups according to the westernized diet (C or H) and physical exercise (E and NE) composing the groups: CNE, CE, HNE and HE. Swimming was carried out from the weaning to the 62nd day of life and evaluated: Body weight, abdominal fat, biochemical parameters, food consumption and OGTT. Data expressed as mean, standard deviation,  $p < 5\%$  **Results.** Hypocaloric maternal diet caused 28% reduction in the weight of the pups at weaning; and the intake of the westernized diet post-weaning diet by the hypocaloric group equaled the groups in weight and length but did not modify food preference. Dyslipidemia was observed in HE and reduced body mass in CE compared to CNE at 63 days of life (CNE=306,1±57,8g; CE=235,5±31,5g; HNE=279,9±33,6g; HE=243,4±38,5g,  $p=0,0038$ ). **Conclusion.** calorie restriction followed by westernized diet and exercise altered lipemic parameters, did not cause changes in dietary preference, and physical exercise reduced body mass in those fed a control diet before weaning, but not those fed a low-calorie diet before weaning.

**Key words:** Food intake. Gestation. Lactation. Metabolism. Physical Exercise.

2 - Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Um ambiente nutricional adverso durante o período fetal e neonatal provoca respostas adaptativas à morfologia e função de órgãos (Lucas, 1991) visando melhorar a capacidade de sobrevivência (Gluckman e Hanson, 2007).

No entanto, o impacto dessas adaptações tem sido associado a ajustes no crescimento, desenvolvimento e ao aumento da susceptibilidade dos descendentes em desenvolver doenças crônicas na vida adulta (Ravelli, Stein, Susser, 1976; Lucas, 1991, 2000; Barker, 1991; Barker e colaboradores, 2002).

O impacto entre privação de nutrientes durante a gestação e aumento da incidência de obesidade e doenças cardiovasculares nos descendentes foi demonstrado no clássico estudo de Ravelli (Ravelli, Stein, Susser, 1976).

A dieta possui relevância destacada não apenas por prover nutrientes e energia para o feto em crescimento, mas, também por já ter sido descrito previamente que a escassez ou o excesso de nutrientes exerce importante papel no potencial da expressão gênica (Ramírez-Alarcón e colaboradores, 2019) com diversas repercussões ao funcionamento do organismo a exemplo da predisposição ao surgimento de doenças crônicas não transmissíveis.

O desbalanço na ingestão de nutrientes ou o estado nutricional materno podem levar a um fenômeno conhecido como imprinting ou programação metabólica, processo em que condições adversas em um período crítico do desenvolvimento resultam em alterações permanentes na estrutura, fisiologia e metabolismo da progênie (Sullivan, Grove, 2010).

Tem sido demonstrado que o estado energético da célula tem intensa participação na modulação da expressão gênica por influenciar na organização das histonas que ancoram o DNA.

Alterações neste estado, o torna mais suscetível ou não as mudanças epigenéticas, transitórias ou permanentes, que podem influenciar o funcionamento dos tecidos, órgãos e expressão do fenótipo (Martí, Moreles, 2008), modulando a susceptibilidade ao aparecimento de doenças crônicas.

A influência da dieta na susceptibilidade ao desenvolvimento de

doenças vai além da dieta materna, destacando-se também a dieta após o desmame.

Estudos prévios têm demonstrado que dietas estilo ocidental ou elevadas em açúcar simples e/ou gordura podem agravar a susceptibilidade da prole a doenças crônicas, a exemplo da hipertensão, dislipidemias e distúrbios no metabolismo da glicose (Tain, e colaboradores, 2018; Ferro-Cavalcante e colaboradores, 2014).

Apesar das adversidades que uma dieta desequilibrada no início da formação do indivíduo pode trazer ao seu desenvolvimento e sua saúde, estudos recentes têm evidenciado cada vez mais que a atividade física regular pode ser um fator de intervenção ambiental benéfico e não invasivo (Muniz e colaboradores, 2013).

Trabalhos recentes têm advogado a relação entre realização precoce de atividade física materna (Fragoso e colaboradores, 2017) ou dos filhotes, sobre os efeitos no desenvolvimento neural e risco de doenças crônicas em ratos oriundos de mães que receberam dieta deficiente em energia e/ou nutrientes na gestação e lactação (Muniz e colaboradores, 2013).

Em estudo de revisão, foi constatado que o exercício físico precoce é capaz de produzir benefícios aos descendentes minimizando os efeitos adversos à saúde e ocorrência de diversas doenças (Blaize, Pearson, Newcomer, 2015).

A prática regular de atividade física desempenha um papel importante no desenvolvimento psicológico e social, assim como, no crescimento e desenvolvimento corporal, aprendizagem motora e aptidão física das crianças (Confederação Panamericana de Medicina Desportiva, 1998).

A partir do exposto, o estudo hipotetiza que a dieta ocidentalizada ofertada após o desmame a ratos oriundos de mães alimentadas com dieta hipocalórica, irá exacerbar possíveis efeitos adversos sobre glicemia, lipemia e alterar a preferência alimentar para alimentos com maior teor de gordura; e que, a atividade física minimizará as respostas adversas.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi analisar os efeitos da ingestão de uma dieta ocidentalizada sobre o crescimento, glicemia, lipemia, ingestão e preferência alimentar de filhotes oriundos de mães alimentadas com

dieta hipocalórica ou normocalórica submetidos ou não ao exercício.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Grupos experimentais e dieta

A realização do estudo foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (protocolo nº: 23076.028444-2012-73).

Fêmeas (n=40) da linhagem Wistar foram acasaladas com machos da mesma linhagem (n=20) obtidos do biotério de criação do Departamento de Nutrição da UFPE na proporção de 2:1.

Após confirmação da gestação, as ratas foram aleatoriamente divididas em 2 grupos: alimentadas com dieta normocalórica/controle (C, n=20) ou dieta hipocalórica (H, n=20) ofertada a partir da 3ª semana até o final da lactação. A dieta controle e hipocalórica foram à base de caseína adaptada da AIN-93 (Reeves, 1997).

A dieta AIN-93 controle continha 18% de proteína, 63% de carboidrato e 19% de lipídio de acordo com o valor energético total, fornecendo 3,6 kcal/g; a hipocalórica continha 18% de proteína, 64% de carboidrato e 18% de lipídio de acordo com o valor energético total, fornecendo 2,4 kcal/g, além de elevado teor de fibras. Detalhes sobre a composição da dieta hipocalórica foi previamente publicado por Muniz e colaboradores (2013).

As proles oriundas dessas mães ( ninhadas compostas de 8 filhotes na lactação) foram alimentadas com dieta ocidentalizada e submetidas à atividade física de nado livre do desmame aos 62±2 dias de vida. Os filhotes machos e fêmeas foram utilizados na investigação.

Contudo, no presente estudo, os resultados referem-se apenas aos machos. Ao nascimento, dois grupos de descendentes foram formados: controle (C, n=20) e hipocalórico (H, n=20).

Ao desmame, novos subgrupos foram formados segundo a dieta pós-desmame (Dieta ocidentalizada, 19% de proteína, 49% de carboidratos e 32% de lipídios de acordo com o valor energético total, fornecendo 4,1 Kcal/g,) e o exercício físico em água.

Os grupos formados foram: controle ocidentalizado não exercitado (CNE, n=12),

controle ocidentalizado exercitado (CE, n=10), hipocalórico ocidentalizado não exercitado (HNE, n=12) e hipocalórico ocidentalizado exercitado (HE, n=12).

Durante todo o período experimental os animais foram mantidos em biotério de experimentação sob temperatura de 22°C±1, umidade relativa de ±60% e ciclo de luz invertido: período claro (20:00 às 8:00h) e período escuro (8:00 às 20:00h).

### Protocolo de exercício físico aquático

O modelo de exercício físico utilizado foi direcionado para se assemelhar a uma atividade física recreativa, que possa ser introduzida em fases precoces da vida (primeira infância), em acordo ao protocolo de Muniz e colaboradores (2013).

Os animais realizaram exercício entre 7:30-8:00h, 5 vezes por semana, intercalado com dois dias de repouso, após o desmame (22º dia).

Na primeira semana, ocorreu uma adaptação à atividade, onde os animais foram submetidos a 10 minutos de natação no primeiro dia e subsequentemente, acrescidos 5 minutos a cada dia, até completarem o tempo de 30 minutos (5º dia).

A partir de então, realizaram 30 minutos por dia até os 63±2 dias de vida.

Os animais nadaram em um recipiente cilíndrico (50,5 cm de diâmetro x 50,00cm de profundidade) dotado de termostato para controle da temperatura da água (trocada diariamente), mantendo-a em torno de 31±2°C.

Para o controle do estresse aquático e da manipulação ambiental, os animais controles permaneceram no mesmo ambiente em gaiolas de polietileno para roedores com água (em quantidade suficiente para que as patas e parte do corpo ficassem em contato com a água) sem realizarem atividade de nado livre.

### Avaliação do crescimento corporal, ingestão alimentar e teste agudo de preferência a macronutrientes, gordura abdominal, glicemia e lipemia

O peso corporal foi aferido periodicamente, com balança eletrônica digital, marca Marte XL 500, classe II, capacidade máxima 500g e acurácia de 0,001g, entre 7:00-7:30 horas durante todo o período

experimental. Do nascimento ao desmame (22<sup>o</sup> dia de vida), o peso foi medido a cada três dias e os grupos chamados de C e H.

Após desmame, o peso foi mensurado semanalmente até o final do estudo. Para a avaliação do ganho ponderal (GP) foi utilizada a fórmula: % GP = [Peso do dia (g) x 100/Peso do 1<sup>o</sup> dia (g)] - 100 (Nery e colaboradores, 2011).

Durante a gestação e lactação aferiu-se a ingestão de alimentos das ratas e dos filhotes a partir do desmame até o final do experimento ( $\pm$ 63-65 dias de vida). A oferta de dieta e água foi ad libitum e a avaliação do consumo foi obtida a partir da subtração do ofertado e do rejeitado.

O consumo médio dos filhotes foi calculado por unidade amostral (a unidade amostral foi de n=2 filhotes por caixa) a partir da quantidade ingerida.

O teste agudo de preferência alimentar a macronutrientes foi realizado na última semana de acompanhamento experimental ( $\pm$ 59-61 dias de vida), durante 3 dias consecutivos.

Foram ofertados simultaneamente três tipos de dietas: predominantemente hiperproteica, predominantemente hiperlipídica e predominantemente hiperglicídica com similar valor energético. A composição nutricional e energética encontra-se exposta no Quadro 1.

Estas, foram confeccionadas com ingredientes semelhantes a AIN-93M (Reeves, 1997) e eram isoenergéticas entre si.

Todas as três dietas foram oferecidas na mesma quantidade e seu consumo mensurado a cada 24 horas. A média percentual da ingestão de cada dieta foi comparada intra e intergrupos.

**Quadro 1** - Composição de macronutrientes segundo o Valor energético total (VET) das rações utilizadas para no teste de preferência alimentar agudo.

Dietas*	Proteína (% cal/Vet)	Carboidrato (% cal/Vet)	Lipídio (% cal/Vet)	VET (cal/G)
Hiperglicídica (CHO)	12,6	73,5	10,9	3,4
Hiperproteica (Ptn)	34,5	53	12,6	3,3
Hiperlipídica (Lip)	11,6	50,1	38,3	3,9

**Legenda:** \*Os cálculos da composição centesimal foram baseados nas informações nutricionais enviadas pela empresa fornecedora dos produtos e na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO).

Aos 63 $\pm$ 2 dias de vida, após jejum de 10-12 horas, os animais foram anestesiados com Ketamina, 80mg/kg, e Xilazina, 10mg/kg.

Subsequentemente, foram eutanasiados após punção cardíaca, para coleta do sangue e retirada da gordura abdominal. Após incisão na região abdominal e torácica, a gordura abdominal, retroperitoneal e gonadal foram retiradas e pesadas.

As amostras sanguíneas foram centrifugadas a 1048 g durante 20 minutos. O soro foi transferido para tubo criogênico e armazenado em freezer a -20°C para posterior realização das dosagens bioquímicas [Glicose, triglicérides, colesterol total e frações lipoprotéicas de alta densidade (HDL) e de baixa densidade (LDL), uréia, creatinina, ácido úrico, aminotransferase de aspartato (TGO) e aminotransferase de alanina (TGP)].

As análises foram realizadas com utilização de kits de reagentes da marca BIOSYSTEMS, assim como sua metodologia,

através de um equipamento automatizado - A15 Clinical Chemistry Analyzer (Biosystems®, Espanha).

A equação de Friedewald (Le Floch e colaboradores, 1990) foi usada para estimar o nível plasmático de LDL-colesterol e VLDL.

#### **Análise estatística**

A normalidade das medidas foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk. Para comparações múltiplas entre os grupos foi utilizada a análise de variância (ANOVA) one way.

Para as medidas de interação entre dois fatores no tempo, foi usado o teste two-way ANOVA com medidas repetidas.

Quando detectada diferença entre grupos, foi utilizado o pós-teste de Holm Sidak ou Tukey.

Foi considerada a significância quando menor de 5%. Os dados foram expressos em

média e desvio-padrão da média (DPM) e foram analisados pelo programa estatístico GraphPadPrism, versão 7.0.

## RESULTADOS

A evolução da massa corporal dos grupos em função do fator tempo foi significativa [F(7, 210) = 2501,  $p < 0,0001$ ], assim como, em função da dieta [F(1,30)=46,  $p < 0,0001$ ] e da interação entre os fatores tempo e dieta [F(7,210)=89,  $p < 0,0001$ ] (Figura 1A).

Os grupos alimentados com dieta hipocalórica chegaram aos 21 dias de vida com diferença de peso cerca de 28% menor que o grupo controle (C=52,6±4,2g; W=38,2±3,2g,  $p < 0,001$ ).

Após a primeira semana de dieta ocidentalizada, seguiu-se o acompanhamento da massa corporal onde observou-se ausência de diferença entre os grupos com exceção do CE vs CNE aos 63 dias de vida (Figura 1B).

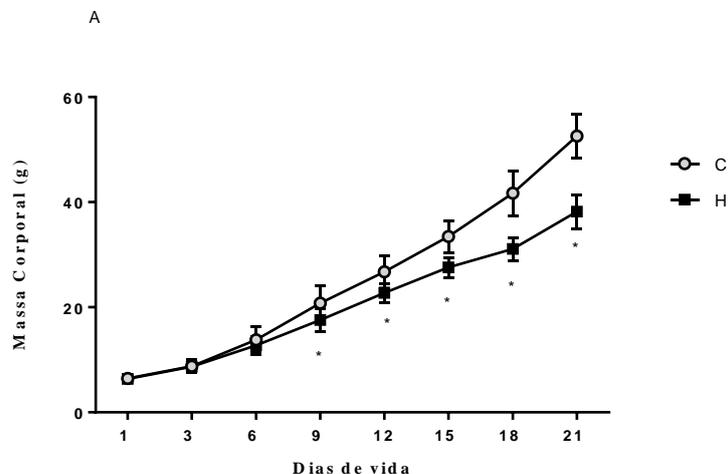
Essas diferenças na massa corporal são corroboradas pelo ganho de massa durante

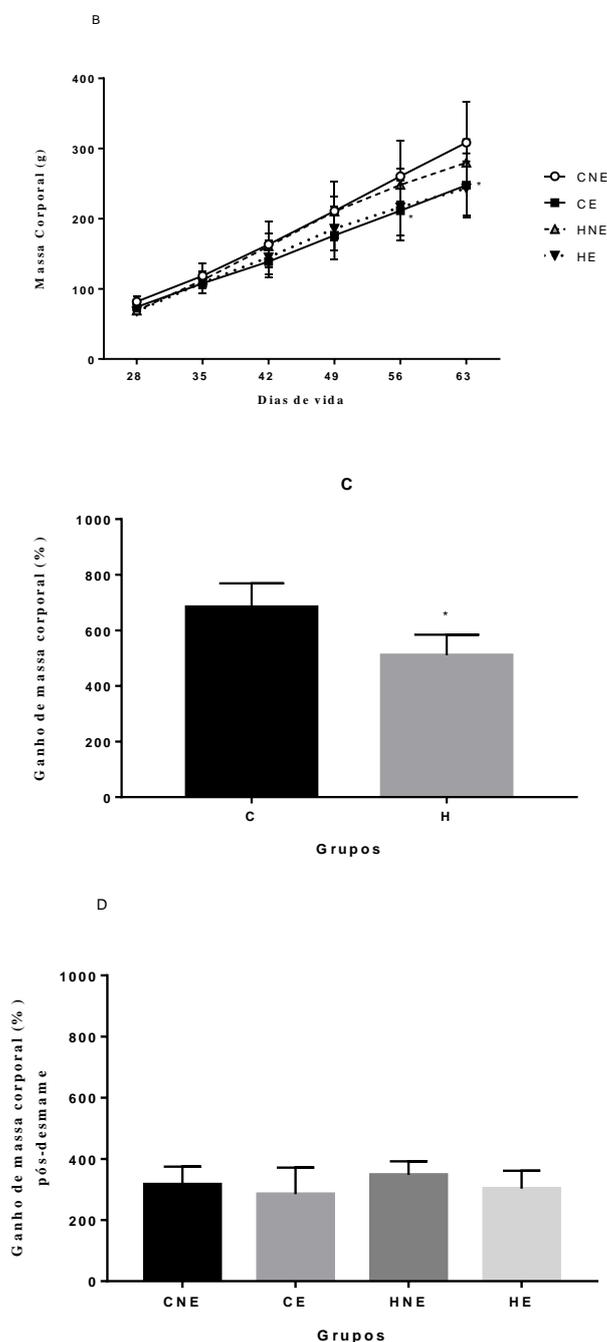
o período de lactação (Figura 1 C) demonstrando o efeito da dieta materna no peso dos filhotes [F(3, 42) = 32,13  $p < 0,0001$ ].

Porém, no período pós-desmame, não se observou significância da interação da dieta e do tempo sobre a massa corporal [F(3, 43) = 2,022  $p = 0,1250$ ] mesmo com os hipocalóricos igualando o peso corporal aos controles (Figura 1D).

Observou-se que não ocorreu um ganho excessivo no grupo hipocalórico, provavelmente porque o grupo comparativo ou controle (Figura C) também recebia dieta ocidentalizada. Acreditamos que o ganho foi suficiente apenas para igualar os pesos entre os grupos.

Contudo, destaca-se a influência da atividade física sobre a massa corporal entre os animais exercitados alimentados com dieta controle durante a gestação/lactação, comparados aos seus pares não exercitados a partir de 56 dias de vida (Figura 1B).





**Figura 1** - Evolução da massa corporal durante a lactação (A) e após o desmame (B), e o percentual de ganho de massa corporal na lactação (C) e após o desmame (D) dos descendentes na condição de diferentes dietas perinatais seguida de dieta ocidentalizada pós-desmame em ratos exercitados ou não. Os dados estão expressos em média  $\pm$  DPM. \*vs grupo de igual condição experimental perinatal e diferente atividade física (B) e vs grupo de diferente condição experimental dietético perinatal e similar tratamento pós-natal (C); Teste estatístico "t" de Student (C) e ANOVA two way de medidas repetidas (A, B) e ANOVA one way (D). A diferença entre os grupos foi detectada pelo teste de Holm-Sidak (A e B) e teste de Tukey (C e D).  $n=10$  por grupo ( $*p<0.05$ ).

O crescimento longitudinal dos animais oriundos da dieta hipocalórica ao desmame foi 5% menor que o do grupo controle (C=11,9±0,5cm; H=11,3±0,4cm, p<0,0001).

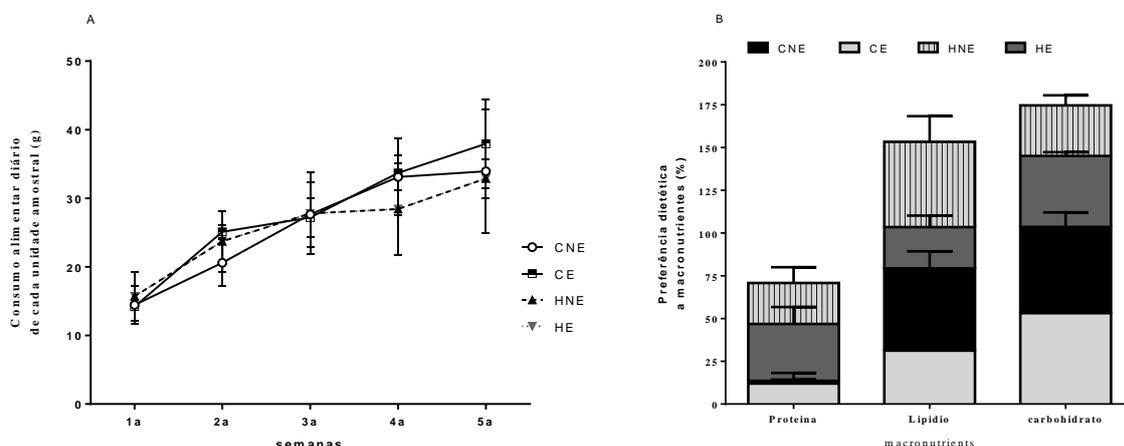
Mas, após o desmame a dieta ocidentalizada promoveu recuperação do crescimento longitudinal no grupo hipocalórico, visto que ao final dos 63 dias de vida, nenhuma diferença foi observada entre os grupos (CNE=21,9±0,7 cm; CE=21,4±1,1cm; HNE=22,0±0,6cm; HE= 21,2±0,7cm, p=0,03).

As intervenções dietéticas perinatais e a dieta pós-natal em descendentes que realizaram ou não atividade física na água, não

revelou interação sobre o consumo alimentar [F (12, 100) = 0,75; p=0,6974] (Figura 2A).

A média diária da ingestão alimentar de cada unidade amostral por semana de acompanhamento mostrou-se similar entre os grupos com ausência de significância [(3,100) = 0,85; p=0,4719].

Com relação ao teste de preferência à macronutrientes usando dietas isoenergéticas mas, elevada em proteína (hiperproteica), carboidrato (hiperglicídica) ou lipídio (hiperlipídica), não se encontrou diferença entre os grupos, nem em função da dieta materna e nem pela prática de exercício físico (Figura 2B).



**Figura 2** - Consumo semanal por unidade amostral em g/dia durante 5 semanas (A) e preferência dietética a macronutrientes (B) de ratos jovens cujas mães se alimentaram de dieta controle ou dieta hipocalórica e receberam dieta ocidentalizada após desmame submetidos ou não ao exercício físico. Dados expressos em média e  $\pm$  DPM. (n=5 unidades por grupo). Teste ANOVA two way de medidas repetidas (A) e one way ANOVA (B).

O depósito de gordura abdominal relativa (g/100g de massa corporal) na região central do corpo do animal também não revelou diferenças entre os grupos (CNE=3,5  $\pm$ 0,6, g/%; COE=4,3  $\pm$ 1,3g/%; HONE= 3,4  $\pm$ 0,9g/%; HOE=3,9  $\pm$ 0,9g/%, p=0,3727).

A tabela 1 mostra as variações nas taxas bioquímicas segundo a condição da dieta

perinatal e pós-natal e a condição exercício físico.

O grupo HOE evidenciou alterações lipêmicas, com destaque para o aumento de triacilglicerol, entretanto, nenhuma alteração foi observada em função da HDLc e da razão TG/HDLc, o qual é considerado importante fator de risco para indícios da síndrome metabólica (Silva e colaboradores, 2012).

**Tabela 1** - Perfil bioquímico de ratos ativos ou não oriundos de mães alimentadas com dieta controle ou hipocalórica na gestação e lactação e dieta pós-desmame controle ou ocidentalizada.

Variáveis sorológicas	Grupo controle com dieta ocidentalizada pós-desmame exercitados ou não (MD±DP)		Grupo hipocalórico com dieta ocidentalizada pós-desmame exercitados ou não (MD±DP)		Valor de p
	CNE (n=10)	CE(n=10)	HNE (n=10)	HE (n=10)	
Glicose (mmol/dL)	8,2 ±2,0	9,5±3,1	7,9±0,6	9,7±1,1	=0,06
Triacilglicerol (mg/dL)	91,9±30,4	88,7±27,4	60,2±13,5	100,0±26,0 <sup>#</sup>	<0.01
VLDLc (mg/dL)	16,6±4,1	15,0±2,2	12,7±2,0	20,0±4=5,2 <sup>#</sup>	<0.01
HDLc (mg/dL)	32,4±6,2	38,1±9,1	27,0±5,0	32,8±5,9	=0,24
Colesterol (mg/dL)	58,7±15,7	55,3±13,7	55,3±5,2	76,2±12,0 <sup>#</sup>	=0,03
TG/HDLc	2,9±0,8	2,8±1,7	2,3±0,7	3,3±1,3	=0,35

**Legenda:** \*Diferença significativa em grupos com diferente condição experimental de dieta perinatal e similar tratamento pós-natal; <sup>#</sup>diferença significativa em grupos com mesma condição experimental dietética e distinta condição de exercício (n=10 por grupo).

## DISCUSSÃO

Este estudo demonstra que leve restrição calórica materna seguida de dieta ocidentalizada pós-desmame causa alterações no crescimento e metabolismo da prole revelando significativas diferenças do efeito da dieta.

Proles oriundas de mães alimentadas com dieta hipocalórica chegam ao final da lactação com peso corporal aproximadamente 28% menor que o grupo controle corroborando estudos prévios que mostram o efeito da dieta materna na massa corporal dos filhotes.

No entanto, a ingestão de dieta ocidentalizada após o desmame iguala a massa corporal entre os grupos.

Em contrapartida, observa-se que animais exercitados alimentados com dieta controle antes do desmame, mesmo recebendo ocidentalizada após desmame, mostram menor peso que seus pares não ativos.

Efeito este, não encontrado nos animais oriundos de mães alimentadas com dieta hipocalórica. Este resultado sugere que a atividade física se mostra benéfica mesmo para indivíduos que se alimentam com dieta nutricionalmente desequilibrada desde que tenham tido adequada alimentação no início da vida.

No perfil bioquímico, apenas o grupo HE apresenta alterações lipêmicas e, em conjunto, as intervenções dietéticas perinatais e a dieta pós-natal em descendentes que

realizaram ou não atividade física na água, não revela interação sobre o consumo e a preferência alimentar.

Consequências adversas da restrição energética por redução da oferta de alimento, de proteína, ou proteico-energética ingerida pelas mães durante a gestação e/ou lactação sobre o crescimento e desenvolvimento dos descendentes, vem sendo demonstrada em estudos anteriores (Oliveira, 2011; Falcão-Tebas e colaboradores, 2012; Fidalgo e colaboradores, 2013).

No entanto, a alteração do crescimento causado por dieta hipocalórica (sem restrição da oferta da dieta), seguida de dieta ocidentalizada, é menos documentado na literatura.

A vantagem deste modelo hipocalórico incide sobre o fato de o animal não ter a restrição alimentar como um fator estresse adicional, configurando como uma variável das respostas fisiológicas e/ou metabólicas encontrada no organismo.

Neste estudo destaca-se que a ingestão da dieta ocidentalizada no grupo hipocalórico não exacerbou o ganho de peso, mas igualou a massa e o comprimento corporal do grupo hipocalórico ao dos animais do grupo comparativo.

Contudo, deve-se ressaltar que em estudo prévio quando os filhotes de dieta hipocalórica foram alimentados com dieta padrão, ganharam mais peso que o controle após o desmame (catch-up), mas, este foi

insuficiente para igualar a massa entre os grupos (Nascimento e colaboradores, 2014). Este mesmo resultado também foi observado em animais oriundos de mães alimentadas com dieta hipoprotéica (Passos e colaboradores, 2011; Silva, Quast, Beloto, 2011).

A persistência de diferenças no peso corporal, mesmo após a “recuperação alimentar”, também foi relatada por Sharma e colaboradores (2012).

Estudos prévios como o de Muniz e colaboradores (2013) e Lira e colaboradores (2015) usando a dieta hipocalórica seguida de dieta controle não observaram recuperação do peso corporal nos descendentes.

Entretanto, Ramalho e colaboradores (2019) usando a mesma dieta hipocalórica encontrou recuperação do peso corporal dos filhotes a seguir de uma dieta equilibrada ou controle.

Assim, pode-se inferir que a composição centesimal, proporção e tipo de macronutrientes entre as dietas após o agravo nutricional deve ser um fator a se considerar na “recuperação da massa corporal” dos descendentes que podem repercutir em consequências diversas em longo prazo.

A interação da dieta materna e da dieta pós-desmame sobre o crescimento corporal dos descendentes parece ser complexa visto que o uso de dieta ocidentalizada na gestação e/ou lactação seguida de dieta controle também promove repercussões diversas.

Ferro-Cavalcante e colaboradores (2014) observaram maior peso ao nascimento em ratos cujas mães foram alimentadas com dieta ocidentalizada. Contudo, menor peso dos filhotes ao nascimento foi observado com dieta hiperlipídica (Mendes-da-Silva e colaboradores, 2014).

As controversas de resultados sobre o peso corporal certamente se relacionam como a diversidade da composição e proporção de nutrientes e os diferentes desenhos experimentais.

A dieta ocidentalizada apresenta elevado teor de lipídios saturados e maior quantidade de carboidratos simples, além de menor teor de fibras (Ferro-Cavalcante e colaboradores, 2014).

Suas repercussões deletérias à saúde abrangem desde o risco de dislipidemias e síndrome metabólica (Barbosa e colaboradores, 2015) até alterações na preferência alimentar em ratos (Queiroz, 2015).

No entanto, ainda tem sido pouco explorado a sua associação com a prática de atividade física.

A quantidade de alimento consumido entre os grupos ao longo das 5 semanas de acompanhamento não apresentou diferença.

Este comportamento também foi observado em estudo prévio entre grupos hipocalóricos seguidos de dieta controle ou ocidentalizada quando comparados aos seus respectivos pares controles (Ramalho e colaboradores, 2019), independentes do exercício físico.

O exercício físico contribui para o equilíbrio energético, afetando o gasto energético e a ingestão alimentar. Alguns estudos mostram atuação distinta na ingestão alimentar, seja aumentando, diminuindo ou não comprometendo o consumo.

Mas, já são evidenciados em estudos a atuação de mecanismos neurais no controle da ingestão alimentar.

O exercício físico modula a expressão de neuropeptídeos relacionados a ingestão alimentar, a exemplo do fator liberador de corticotropina (CRF), neuropeptídeo Y (NPY), transtirretina (TTR) (Zhang, Bi, 2018) e hormônios como grelina (Mani e colaboradores, 2018) e leptina (Lu e colaboradores, 2016).

os quais estão diretamente implicados com a intensidade e duração do exercício, condições fisiológicas e outros fatores.

A prévia manipulação nutricional e a prática de exercício físico com diferentes volumes, frequências, intensidades e duração, podem exercer resultados diversos sobre o metabolismo, sobre a composição corporal e sobre a utilização de substratos energéticos em adolescentes (Couto e colaboradores, 2012), bem como, a quantidade de alimento ingerido.

A influência da prática de atividade física sobre a ingestão alimentar mostra resultados controversos na literatura no que se refere a ausência de diferença em humanos (Lins e colaboradores, 2011) e ratos (Nery e colaboradores 2011; Khajehnasiri e colaboradores, 2019), aumento de ingestão em crianças e adolescentes (Alves, Lima, 2008) ou mesmo, redução da ingestão (Zhang, Bi, 2018; Mani e colaboradores, 2018).

Ao analisar a preferência alimentar em animais que recebem dieta hipocalórica de forma contínua, exercitados ou não, na avaliação intragrupo, observou-se que estes

consumiam dietas com elevado teor de carboidratos.

Mas, na comparação intergrupos, o hipocalórico contínuo mostrou preferência por proteínas e redução por lipídios comparados ao seu par controle (Ramalho e colaboradores, 2019).

No presente estudo, nenhuma significância foi encontrada quanto à preferência à macronutrientes.

Portanto, hipotetizamos que o uso após o desmame de dieta ocidentalizada por todos os grupos pode ter sido mais determinante na construção de uma palatabilidade similar se sobrepondo à dieta hipocalórica no início da vida e à prática do protocolo de atividade física.

Em estudos anteriores foi demonstrado que quando se oferta dieta ocidentalizada na vida perinatal seguida de dieta controle é comum encontrar hiperfagia na idade adulta (Ferro-Cavalcante e colaboradores, 2014) e preferência por dietas palatáveis (Erlanson-Albertsson, 2005).

Borba e colaboradores (2011) e Ferro-Cavalcante e colaboradores (2016) demonstraram que a dieta após o desmame auxilia o desenvolvimento de hiperfagia temporária subsequente, hiperinsulinismo, hipertrigliceridemia, aumento do peso visceral e das taxas sanguíneas de colesterol nos descendentes de mães alimentadas com dieta ocidentalizada.

Estudo utilizando variadas dietas de estilo ocidental (diferentes na composição nutricional e fontes alimentares diversas), mas com teor energético similar, observaram que as respostas ou consequências fisiológicas e metabólicas variam em função dos ingredientes ou nutrientes presentes na dieta (Forbes e colaboradores, 2013), bem como, da dieta prévia à ingestão de uma palatável.

A dieta ocidentalizada ofertada a ratos hipocalóricos após o desmame também não causou aumento da gordura abdominal.

Existem evidências sugerindo que a produção de leptina e sua concentração na circulação materna em roedores, encontram-se positivamente correlacionadas com a adiposidade neonatal (Smith, Waddel, 2003).

Entretanto ao que se refere ao consumo materno de dieta hiperlipídica durante a gestação e lactação é comum encontrar alterações precoces nos descendentes, caracterizadas por maior adiposidade (Pursell, 2011; Lima 2012).

Estes resultados inferem que a depender do momento em que a dieta for ofertada as alterações quanto à adiposidade podem variar.

Na análise do perfil bioquímico deste estudo, apenas o grupo ocidentalizado exercitado descendente de mães alimentadas com dieta hipocalórica apresentou alterações lipêmicas com destaque para o aumento do triacilglicerol, colesterol e VLDL.

Porém, quando analisamos a razão TG/HDL a mesma não apresentou significância, visto que o HDL do grupo HE não estava baixo; o que nos permite inferir que essas alterações lipêmicas apresentadas não possuem relação aumentada com o risco de desenvolvimento da síndrome metabólica (Wang e colaboradores, 2014).

Estudos experimentais mostraram que o consumo de dieta ocidentalizada e hiperlipídica no início da vida tende a provocar alterações no perfil lipídico, com característico aumento do colesterol total (Lima, 2012).

Hipertrigliceridemia e hiperglicemia foram encontradas em ratos descendentes de mães alimentadas com dieta hipocalórica seguida de dieta controle, tipo comercial, independente da realização de exercício físico (Ramalho e colaboradores, 2019) e valores reduzidos quando a dieta controle após desmame foi baseada na AIN-93 (Muniz e colaboradores, 2013).

No entanto, um estudo usando dieta hipoproteica perinatal e após os 60 dias a prole receber dieta elevada em gordura, os filhotes apresentaram hiperglicemia, hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia (Venci e colaboradores, 2018).

Os autores advogam que estas mudanças bioquímicas decorrente da interação da dieta materna com repercussão na idade adulta estejam associadas a mudanças na atividade do sistema nervoso simpático e na regulação da ingestão alimentar (Venci e colaboradores, 2018).

O exercício de intensidade leve ou moderada está associado com uma oxidação de lipídeos de 5 a 10 vezes maior em relação ao gasto em repouso. Isto se deve ao aumento da necessidade energética muscular e da disponibilidade de AG.

Além disso, a porcentagem de AG liberados, que são reesterificados em TG, é reduzida, provavelmente por causa de alterações hormonais e no fluxo sanguíneo que

facilitam a liberação de AG do tecido adiposo para o trabalho muscular (Bonifácio, César, 2005; Horowitz, Klein, 2000).

Portanto, mesmo não estando ainda esclarecidos os mecanismos pelos quais a dieta hipocalórica seguida de dieta ocidentalizada altere parâmetros bioquímicos, ressaltamos a atenção para a influência da diversidade de composição das dietas e dos períodos nos quais são administradas sobre as repercussões no crescimento e metabolismo do animal.

No presente estudo não se confirma a hipótese de que a dieta ocidentalizada e a associação ou não ao exercício na prole de mães com leve restrição energética seja mais deletéria ao organismo que quando ofertada a animais oriundos de dieta comercial (grupo controle).

Todavia, destacamos que este é um dos estudos pioneiros em aliar a interferência da dieta pré e pós-desmame com a realização precoce de exercício físico com perfil recreativo e avaliar suas repercussões sobre crescimento, metabolismo e preferência alimentar.

## CONCLUSÃO

A ingestão por mães de uma dieta com leve restrição calórica seguida de dieta ocidentalizada e/ou atividade física na prole após o desmame, mostra que o exercício elevou os níveis lipídicos nos descendentes de mães hipocalóricas mas sem alteração na preferência alimentar ou risco imediato de resistência à insulina.

Por outro lado, se observa que o exercício físico praticados em descendentes oriundos de mães alimentadas com dieta controle e posteriormente alimentados com dieta ocidentalizada controla o ganho de peso corporal, em que se pode inferir que o exercício se mostra benéfico mesmo para os que se alimentam com dieta inadequada.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse e que este manuscrito não foi enviado ou publicado em outra revista/periódico nacional e internacional.

## REFERÊNCIAS

- 1-Alves, C.; Lima, R.V.B. Linear growth and puberty in children and adolescents: effects of physical activity and sports. *Revista Paulista de Pediatria*. Vol. 26. Num. 4. 2008. p.383-91.
- 2-Barbosa, J.B.; Silva, A.A.M.; Barbosa, F.F.; Guerra, L.F.A.; Barbosa, M.F.L.; Barbosa F.L, Guida, D.L.; Martins, M.L.B; Bouskela, E.; Nascimento, M.D.S.B.; Melo, G.S.O.; Castro, M.M.S. Dislipidemia e risco cardiovascular em afrodescendentes: um estudo em comunidades quilombolas do Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*. Vol. 10. Num. 36. 2015.
- 3-Barker, D.J.; Eriksson, J.G., Forsén, T.; Osmond, C. Fetal origins of adult disease: strength of effects and biological basis. *International journal of epidemiology*. Vol. 31. Num. 6. 2002. p. 1235-1239.
- 4-Barker, D.J.P. The intrauterine environment and adult cardiovascular disease. *The childhood environment and adult disease*. Vol. 156. 1991. p. 3-16.
- 5-Blaise, A.N.; Pearson, K.J.; Newcomer, S. Impact of maternal exercise during pregnancy on offspring chronic disease susceptibility. *Exercise and sport sciences reviews*. Vol. 43. Num 4. 2015. p. 198.
- 6-Bonifácio, N.P.; César, T.B. Metabolismo dos lípidos durante o exercício físico. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol.13. Num. 4. 2005. p. 101-106.
- 7-Borba, A.J.; Rocha, M.G.M.; Silva, M.F.; Tibúrcio, D.T.S.; Pereira, S.A.L.; Reis, L.C.; Júnior, G.T. Low carb hydrate diet used for weight loss induces obesity in rats. *Revista de Nutrição*. Vol.24. Num.4. 2011. p. 519-528.
- 8-Confederação Panamericana de Medicina Desportiva. Atividade física e saúde crianças das Américas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.4. Num.1. 1998.
- 9-Couto, P. G.; Oliveira, F. R.; Bertuzzi, R. C. M.; Lima-Silva, A. E. Metabolismo em crianças e adolescentes durante o exercício. *ACTA Brasileira do Movimento Humano*. Vol. 2. Num. 3. 2012. p. 1-13.

- 10-Erlanson-Albertsson, C. How Palatable Food Disrupts Appetite Regulation. *Basic and clinical Pharmacology e Toxicology*. Vol. 98. Num. 2. 2005.p. 61-73.
- 11-Falcão-Tebas, F.; Bento-Santos, A.; Fidalgo, M.A.; Almeida, M.B.; Santos, J.A.; Lopes de Souza, S.; Manhães-de-Castro, R.; Leandro, C.G. Maternal low-protein diet-induced delayed reflex ontogeny is attenuated by moderate physical training during gestation in rats. *The British journal of nutrition*. Vol.107. Num. 3. 2012. p. 372-377.
- 12-Ferro-Cavalcante, T.C.; Silva, A.A.M.; Lira, M.C.A.; Almeida, L.C.A.; Marques, A.P.I.; Nascimento, E. Early exposure of dams to a westernized diet has long-term consequences on food intake and physiometabolic homeostasis of the rat offspring. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. Vol. 65. Num.8. 2014. p.1-5.
- 13-Ferro-Cavalcante, T. C.; Marcelino Da Silva, A. A.; Almeida, L.C.A.; Tavares, G.A.; Campina, R.C.F.; Do Nascimento, E.; Lopes De Souza, S. Effects of perinatal protein malnutrition and fenfluramine action on food intake and neuronal activation in the hypothalamus and raphe nuclei of neonate rats. *Physiology & Behavior*. Vol. 165. 2016. p. 35-42.
- 14-Fidalgo. M.; Falcão-Tebas, F.; Bento-Santos, A.; Oliveira, E.; Nogueira-Neto, J.F.; Moura, E.G.; Lisboa, P.C.; Castro, R.M.; Leandro, C.G. Programmed changes in the adult rat offspring caused by maternal protein restriction during gestation and lactation are attenuated by maternal moderate-low physical training. *The British journal of nutrition*. Vol. 109. Num. 3. 2013. p. 449-56.
- 15-Forbes, J. M.; Cowan, S.P.; Andrikopoulos, S.; Morley, A.L.; Ward, L.C.; Walker, K.Z.; Cooper, M.E.; Coughlan, M.T. Glucose homeostasis can be differentially modulated by varying individual components of a western diet. *The Journal of nutritional biochemistr*. Vol. 24. Num. 7. 2013. p. 1251-1257.
- 16-Fragoso, J.; Lira, A.O.; Chagas, G.S.; Lucena Cavalcanti, C.C.; Beserra, R.; Santana-Muniz, G; Bento-Santos, A.; Martins, G.; Pirola, L.; Silva Aragão, R.; Leandro, C.G. Maternal voluntary physical activity attenuates delayed neurodevelopment in malnourished rats. *Experimental physiology*. Vol. 102. Núm. 11. p.1486-1499. 2017.
- 17-Gluckman, P.D.; Hanson, M.A. Developmental plasticity and human disease: research directions. *Journal of internal medicine*. Vol. 261. Num. 5. 2007. p. 461-471.
- 18-Horowitz, J.F.; Klein, S. Lipid metabolism during endurance. *Am J Clin Nutr*. Vol. 72. 2000. p.558-563.
- 19-Khajehnasiri, N.; Khazali, H.; Sheikhzadeh, F.; Ghowsi, M. One-month of high-intensity exercise did not change the food intake and the hypothalamic arcuate nucleus proopiomelanocortin and neuropeptide Y expression levels in male Wistar rats. *Endocrine regulations*. Vol. 53. Num. 1. 2019. p. 8-13.
- 20-Le Floch, J.P.; Escuyer, P.; Baudin, E.; Baudon, D.; Perlemuter, L. Blood glucose area under the curve. *Methodological aspects*. *Diabetes Care*. Vol. 13. Num. 2. 1990. p.172-5.
- 21-Lima, M.S. Consumo de dieta hiperlipídica durante a gestação e lactação: efeitos precoces sobre o crescimento somático, perfil glicêmico e colesterolemia em ratos. *Dissertação de Mestrado*. UF-BA. Salvador. 2012.
- 22-Lins, T. A.; Neves, P.R.S.; Tenório, T. R. S.; Cruz, A. D.; Santana, C. C. A.; Prado, W. L. Efeitos agudos de diferentes intensidades de exercício sobre a ingestão alimentar pós-exercício. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 25. Num. 2. 2011. p. 181-188.
- 23-Lira, M.C.A.; Araújo, L.L.; Trindade, N.G.V.; Silva, E.M.S.; Cavalcante, T.C.F.; Muniz, G.S.; Nascimento, E.; Leandro, C.G. Short- and long-term effects of a maternal low-energy diet ad libitum during gestation and/or lactation on physiological parameters of mothers and male offspring. *Eur J Nutr*. Vol. 54. Num. 5. 2015. p.793-802.
- 24-Lucas, A. Programming by early nutrition in man. *Ciba Found Symp*. Vol. 156. 1991. p.38-50.

- 25-Lucas, A. Programming not metabolic imprinting. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 71. Num. 2. 2000. p. 602.
- 26-Lu, Y.; Feng, L.; Xie, M.; Zhang, L.; Xu, J.; He, Z.; You, T. Hypoxic Living and Exercise Training Alter Adipose Tissue Leptin/Leptin Receptor in Rats. *Frontiers in physiology*. Vol. 7. 2016. p. 554.
- 27-Mani, B. K.; Castorena, C. M.; Osborne-Lawrence, S.; Vijayaraghavan, P.; Metzger, N. P.; Elmquist, J.K.; Zigman, J.M. Ghrelin mediates exercise endurance and the feeding response post-exercise. *Molecular metabolism*. Vol. 9. 2018. p. 114-130.
- 28-Martí, A.; Molerés, A. Influencia del ambiente y la alimentación en la programación epigenética de la obesidad. *Revista Española Obesidad*. Vol. 2. Num. 6. 2008. p. 66-74.
- 29-Mendes-da-Silva, C.S.; Giriko, C.A.; Mennitti, L.V.; Hosorme, L.F.; Souto, T.S.; Silva, A.V. Maternal high-fat diet during pregnancy or lactation changes the somatic and neurological development of the offspring. *Arq Neuropsiquiatr*. Vol. 72. Num 2. 2014. p. 136-144.
- 30-Muniz, G.S.; Silva, A.A.M.; Cavalcante, T.C.F.; França, A.K.S.; Ferraz, K.M.; Nascimento, E. Early physical activity minimizes the adverse effects of a low-energy diet on growth and development parameters. *Nutritional neuroscience*. Vol. 16. Num 3. 2013. p. 113-124. 2013.
- 31-Nascimento, E.; Santana Muniz, G.; Muniz, M. G. S.; Souza Alexandre, L.; Rocha, L.S.; Leandro, C.G.; Castro, R.M.; Bolaños-Jimenez, F. Unlimited access to low-energy diet causes acute malnutrition in dams and alters biometric and biochemical parameters in offspring. *Journal of developmental origins of health and disease*. Vol. 5. Num. 1. 2014. p. 45-55.
- 32-Nery, C.S.; Pinheiro, I.L.; Muniz, G.S.; Vasconcelos, D.A.A.; França, S.P.; Nascimento, E. Medidas murinométricas e eficiência alimentar em ratos provenientes de ninhadas reduzidas na lactação e submetidos ou não ao exercício de natação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 17. Num. 1. 2011. p.49-55.
- 33-Oliveira, F.F.T. Treinamento físico antes e durante a gestação e desnutrição perinatal: Respostas adaptativas nas proles de ratos. *Dissertação de Mestrado*. UF-PE. Recife. 2011.
- 34-Passos, M.C.F.; Ramos, C.F.; Teixeira, C.V.; Moura, E.G. Feeding behavior of adult rats submitted to protein malnutrition whose mothers received protein restricted diets during restricted diets during lactation. *Revista de Nutrição*. Vol.14. 2011. p.7-11.
- 35-Pursell, R.H.; Sun, B.; Pass, I.I.; Power, M.I.; Moran, T.H.; Tamashiro, K.I.K. Maternal stress and high-fat diet effect on maternal behavior, milk composition, and pup ingestive behavior. *physiol behav*. Vol. 104. Num. 3. 2011. p.474-479.
- 36-Queiroz, P.M.A. Consumo de alimentos de risco e protetores para desenvolvimento da dislipidemia e fatores associados em adolescentes de escolas públicas de Recife-PE. *Dissertação de Mestrado*. UF-PE. Recife. 2015.
- 37-Ramalho, M.A.; Melo, N.C.O.; Araújo, A.P.J.M.; Muniz, G.S.; Nascimento, E. Mild energy restriction and physical swimming activity: biochemical effects and food preference in male rats. *Sport Sciences for Health*. Vol. 15. 2019. p. 319-328.
- 38-Ramírez-Alarcón, K.; Sánchez-Agurto, A.; Lamperti, L.; Martorell, M. Epigenetics, Maternal Diet and Metabolic Programming. *The Open Biology Journal*. Vol.7. 2019. p. 45-51.
- 39-Ravelli, G.P.; Stein, Z.A.; Susser, M.W. Obesity in young men after famine exposure in utero and early infancy. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 295. Num. 7. 1976. p: 349-353.
- 40-Reeves, P.G. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diet. *J Nutr*. Vol.127. 1997. p.838S-841S.
- 41-Sharma, S.; Zhuang, Y.; Gomez-Pinilla, F. High-fat diet transition reduces brain DHA levels associated with altered brain plasticity and

behaviour. *Scientific Reports*. Vol. 2. 2012. p.431. doi:10.1038/srep00431

42-Silva, A.R.A.; Dourado, K.F.; Pereira, P.B.; Lima, D.S.C.; Fernandes, A.O.; Andrade, A.M.; Henriques, M.A.M. TG/HDL-c Ratio and Anthropometric Indicators as Cardiovascular Disease Risk Predictors. *Revista Brasileira de Cardiologia*. Vol.25. Num. 1.2012. p.:41-49.

43-Silva, C.A.; Quast, A.L.C.; Beloto, P.C.P. Parâmetros eletrocardiográficos de ratos desnutridos e recuperados do ponto de vista nutricional. 2011. <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/9mostra/3/335.pdf>. 2011.

44-Smith, T.J.; Waddell, J.B. Leptin distribution and metabolism in the pregnant rat: transplacental leptin passage increases in late gestation but is reduced by excess glucocorticoids. *Endocrinology*. Vol. 144. Num. 7. 2003. p.3024-30.

45-Sullivan, E.L.; Grove, K.L. Metabolic Imprinting of Obesity. *Forum Nutr*. Vol. 63. 2010. p. 186-194.

46-Tain, Y.L.; Lee, W.C.; Wu, K.L.H.; Leu, S.; Chan, J.Y.H. Maternal high fructose intake increases the vulnerability to post-weaning high-fat diet-induced programmed hypertension in male offspring. *Nutrients*. Vol.10. Num 1. 2018. p. 56.

47-Venci, R.D.O.; Ramos, G.B.; Martins, I.P.; Matusso, C.C.I.; Saavedra, L.P.J.; Ribeiro, T.A.; Fabricio, G.S. Malnutrition during late pregnancy exacerbates high-fat-diet-induced metabolic dysfunction associated with lower sympathetic nerve tonus in adult rat offspring. *Nutritional neuroscience*. 2018. p. 1-12.

48-Wang, H.; Chen, G.; Ren, D.; Yang, S.T. Hypolipidemic activity of Okra is mediated through inhibition of lipogenesis and upregulation of cholesterol degradation. *Phytotherapy Research*. Vol. 28. Num. 2. 2014. p. 268-273.

49-Zhang, N.; Bi, S. Effects of physical exercise on food intake and body weight: role of dorsomedial hypothalamic signaling. *Physiology & behavior*. Vol. 192. 2018. p. 59-63.

E-mail dos autores:

[anaty2104@gmail.com](mailto:anaty2104@gmail.com)

[santana.giselia@gmail.com](mailto:santana.giselia@gmail.com)

[mariramalho5@hotmail.com](mailto:mariramalho5@hotmail.com)

[diogovasconcelos13@yahoo.com.br](mailto:diogovasconcelos13@yahoo.com.br)

[nlizbeth@gmail.com](mailto:nlizbeth@gmail.com)

Recebido para publicação em 07/04/2020

Aceito em 21/01/2021