

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

LETÍCIA DA SILVA PACHÊCO

**EFEITO DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE CONSUMO
ALIMENTAR, DESENVOLVIMENTO DE TECIDO ADIPOSE E HEPÁTICO DA
PROLE SUBMETIDA A UMA DIETA OCIDENTALIZADA**

Vitória de Santo Antão

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

LETÍCIA DA SILVA PACHÊCO

**EFEITO DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE CONSUMO
ALIMENTAR, DESENVOLVIMENTO DE TECIDO ADIPOSE E HEPÁTICO DA
PROLE SUBMETIDA A UMA DIETA OCIDENTALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco em cumprimento ao requisito da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, ministrada pelo professor Sebastião Rogério de Freitas Silva sob orientação da Professora MSc Talitta Ricarlly Lopes de Arruda Lima.

Vitória de Santo Antão

2020

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB4/2018

P116e Pachêco, Letícia da Silva.
Efeito da atividade física voluntária materna sobre consumo alimentar,
desenvolvimento de tecido adiposo e hepático da prole submetida a uma dieta
ocidentalizada/ Letícia da Silva Pachêco. - Vitória de Santo Antão, 2020.
48 folhas.; Il.: color.

Orientadora: Talitta Ricarly Lopes de Arruda Lima.
TCC (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV,
Bacharelado em Nutrição, 2020.
Inclui referências e anexo.

1. Dieta. 2. Atividade física. 3. Tecido Adiposo. I. Lima, Talitta Ricarly
Lopes de Arruda (Orientadora). II. Título.

613.26 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE - 113/2020

LETÍCIA DA SILVA PACHÊCO

EFEITO DA ATIVIDADE FÍSICA VOLUNTÁRIA MATERNA SOBRE CONSUMO ALIMENTAR, DESENVOLVIMENTO DE TECIDO ADIPOSE E HEPÁTICO DA PROLE SUBMETIDA A DIETA OCIDENTALIZADA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco em cumprimento a requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição

Data: 18/11/2020

Banca Examinadora:

Anderson Apolonio da Silva Pedroza (Examinador Externo)

Mestre em Bioquímica e Fisiologia – Universidade Federal de Pernambuco

Matilde Cesiana da Silva (Examinadora Interna)

Profª Drª Adjunta IV do Centro Acadêmico de Vitória – Universidade Federal de Pernambuco

Tafnes Laís Pereira Santos de Oliveira (Examinadora Externa)

Mestre em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica – Universidade Federal de Pernambuco/ Centro Acadêmico de Vitória

Aos meus pais, Maria Verônica e Carlos Pachêco, pelo apoio incondicional, por todo esforço e dedicação em me educar, por sempre incentivar e compreender a importância do estudo em minha vida. Espero retribuir tudo o que vocês fizeram e fazem por mim!

A minha irmã, Isabela Pachêco, por me alegrar nos momentos de dificuldades.

Ao meu namorado, Cezar Falcão, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Vocês são minha base e têm todo o meu amor e minha gratidão!

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus por ter me dado saúde e sabedoria, me permitindo evoluir a cada novo desafio.

Aos meus pais, pelo exemplo de força de vontade, pois apesar de tudo conseguimos vencer os desafios da vida. O apoio e esforço incondicional foi essencial para que eu chegasse até aqui. Sou imensamente grata! Mesmo que não verbalize frequentemente EU AMO VOCÊS!

À minha irmã, pelo carinho e companheirismo. E que, as vezes, mesmo sem saber me alegra todos os dias com suas histórias. Não sei como seria minha vida sem você para “aperriar”. Te amo!

Ao meu futuro marido, Cezar Falcão, que compreendeu meus momentos de ausência e me apoiou sempre que precisei. Obrigada por tudo que você fez para que esse sonho se concretizasse e que apesar dos obstáculos da rotina você sempre acreditou no meu potencial. Obrigada pelo seu carinho e seu esforço em me ver feliz. Sem você a minha caminhada seria bem mais complicada. Gratidão! Te amo demais!!

Aos meus avós, Amaro (In memoriam), Ceça e Iraci (In memoriam) por serem exemplos de vida! Vovô Amaro, meu maior exemplo de luta, sei que o senhor está imensamente feliz em me ver concluir mais uma etapa, infelizmente não pôde ser em vida. Vovó Ceça, obrigada pela educação e cuidar de mim na infância, sua dedicação nunca será esquecida. Vovó Iraci, meu exemplo de superação, saiba que o seu carinho e sua alegria me motivam até hoje!

À minha tia Maria Celestina que contribuiu em meus estudos e auxiliou minha família sempre que necessário, serei eternamente grata!

Ao meu quarteto, Bruna, Catharina e Caroline pela companhia de todos os dias, pelos toques de realidade, pelas conversas, pelos sorrisos, pelos aprendizados e pelos desafios vencidos. Sem vocês não teria conseguido realizar tudo isso que fizemos. Juntas nós fomos e somos incríveis. Cada uma com sua caminhada e com seu jeitinho que somou tanto na minha vida. Vocês foram fundamentais nessa jornada e conseguiram amolecer meu coração pra muita coisa! Obrigada, minhas meninas!

À minha orientadora, Talitta Ricarly, rainha da mitocôndria, por auxiliar nos momentos que precisei, pelos ensinamentos passados e pela dedicação. Você é incrível, um exemplo de pessoal e profissional e me inspira a ser assim como você!

À minha co-orientadora, Mariana Pinheiro, por acreditar em mim e me receber no laboratório de braços abertos, saiba que você também me inspira!

A Winglinson Oliveira pela parceria nos experimentos e no biotério, também pelas conversas aleatórias que deixavam os dias cheios de análises mais leves. Você vai longe! Obrigada por tudo, menino Will!

A Gizele Santiago que me ensinou e ajudou bastante. Foi uma amizade inesperada no final da graduação. Você também me inspira!

A todos do LABMEX, o melhor laboratório do CAV, todos vocês me ensinaram de maneira direta ou indireta. Foi muito bom trabalhar com vocês!

Aos meus amigos atemporais, Débora, Karolinny e Vitor, por cada conversa, cada sorriso e cada incentivo. Mesmo distante fisicamente vocês estarão eternamente em meu coração.

Ao CAV, por ser esse ambiente acolhedor e me proporcionar esses quatro anos de vivências incríveis, espero contribuir a sociedade tudo que conquistei aqui.

Ao corpo docente do núcleo de nutrição, por todo ensinamento e experiência compartilhada. Todos contribuíram bastante na minha formação acadêmica e pessoal.

À Banca examinadora do meu trabalho de conclusão de curso, Anderson, Matilde e Tafnes, pela disponibilidade e atenção.

Ao Cnpq por conceder bolsa de estudos, fator essencial para minha permanência e foco no estudo.

Aos ratos que doaram a vida pela ciência.

A todos que fizeram parte na minha trajetória, por um breve ou longo tempo, meu muito obrigada!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”. (Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Nas últimas décadas, o consumo de alimentos densamente calóricos de baixo valor nutricional foram crescentes, aumentando a prevalência de obesidade e doenças associadas. A atividade física (AF) materna está relacionada a consequências positivas sobre o desenvolvimento de doenças crônicas. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da AF voluntária materna durante a gestação e lactação, na prole de ratos submetidos a dieta ocidentalizada pós desmame, como moduladora no consumo alimentar, desenvolvimento do tecido hepático e do tecido adiposo. Ratas Wistar foram colocadas individualmente nas GAFV por um período de 30 dias de adaptação, seguido do período para o acasalamento. As ratas foram classificadas em três grupos de acordo com o nível de atividade física diário, Inativo (I): (percorreram < 1.0 (km.dia⁻¹), durante o tempo < 20 (min.dia⁻¹), com gasto calórico (kcal.dia⁻¹) < 10.0); Ativo (A): (percorreram $> 1.0 \leq 5.0$ (km.dia⁻¹), durante o tempo $> 20 \leq 120.0$ (min.dia⁻¹) e gastos calóricos diário de $> 10.0 \leq 40.0$); e Muito Ativo (MA): (percorreram > 5.0 (km.dia⁻¹), durante o tempo > 120.0 (min.dia⁻¹) com gasto calórico (kcal.dia⁻¹) > 40.0). No dia do desmame, os filhotes receberam dieta controle AIN-93M (C) e dieta ocidentalizada (O) até atingirem a idade de realização do protocolo experimental. Aos 70 dias, os filhotes machos foram eutanasiados e os tecidos removidos para análise do peso. Nossos resultados apresentaram menor consumo alimentar em todos os grupos de dieta ocidentalizada quando comparados aos seus respectivos controles. Também verificamos maior consumo de dieta ocidentalizada conforme maior nível de atividade física quando comparado o grupo inativa ao grupo ativa e grupo A ao MA. Porém, entre esses últimos grupos houve variação quanto ao consumo. Esses resultados refletiram no maior ganho de peso corporal. No grupo MA ocidentalizada notou-se maior peso corporal comparado ao seu homólogo controle, bem como quando comparado ao grupo I ocidentalizada. O peso do tecido adiposo subcutâneo e tecido hepático não apresentaram diferenças entre os grupos analisados. Quanto ao peso do tecido adiposo abdominal houve aumento no grupo A ocidentalizada comparado ao grupo controle de mesmo nível de AF. Entre os grupos MA ocidentalizada e seu respectivo controle, observa-se aumento do peso do tecido adiposo visceral no grupo submetido a dieta ocidentalizada. Também demonstrou-se aumento do peso do tecido visceral no grupo MA ocidentalizada em relação ao grupo A de mesma dieta. O presente estudo evidenciou que a dieta ocidentalizada foi capaz de aumentar o peso corpóreo e adiposidade até mesmo na prole de ratas que realizaram o protocolo de AF voluntária. Constatando-se que a AF materna não desempenhou efeito protetor na prole frente a alimentação obesogênica. Nessa perspectiva, incentiva-se novas pesquisas com base no presente modelo experimental com intuito de investigar repercussões na prole em diferentes idades, bem como outros parâmetros bioquímicos e metabólicos.

Palavras-chave: Dieta. Atividade Física voluntária materna. Consumo Alimentar. Tecido hepático. Tecido Adiposo.

ABSTRACT

In the last decades, the consumption of high calorie foods with low nutritional value has been increasing, increasing the prevalence of obesity and associated diseases. Maternal physical activity (PA) is related to positive consequences on the development of chronic diseases. The objective of this work was to evaluate the effects of voluntary maternal PA during pregnancy and lactation, in the offspring of rats submitted to a westernized post-weaning diet, as a modulator in food consumption, development of liver tissue and adipose tissue. Wistar rats were placed individually in GAFV for a period of 30 days of adaptation, followed by the period for mating. The rats were classified into three groups according to the level of daily physical activity, Inactive (I): (covered <1.0 (km.day⁻¹), during time <20 (min.day⁻¹), with caloric expenditure (kcal.dia⁻¹) <10.0); Active (A): (covered $1.0 \leq 5.0$ (km.day⁻¹), during the time $20 \leq 120.0$ (min.day⁻¹) and daily caloric expenditure of $10.0 \leq 40.0$); and Very Active (MA): (covered > 5.0 (km.day⁻¹), during the time > 120.0 (min.day⁻¹) with caloric expenditure (kcal.day⁻¹) > 40.0). On the day of weaning, the puppies received AIN-93M control diet (C) and westernized diet (O) until they reached the age of completion of the experimental protocol. At 70 days, the male puppies were euthanized and the tissues removed for weight analysis. Our results showed lower food consumption in all groups of Westernized diet when compared to their respective controls. We also found a higher consumption of a westernized diet according to a higher level of physical activity when the inactive group was compared to the active group and group A to the MA. However, among the latter groups there was variation in consumption. These results reflected in the greater body weight gain. In the Westernized MA group, greater body weight was noted compared to its control counterpart, as well as when compared to Westernized Group I. The weight of subcutaneous adipose tissue and liver tissue did not differ between the groups analyzed. As for the weight of abdominal fat, there was an increase in the westernized group A compared to the control group with the same level of PA. Among the Westernized MA groups and their respective control, there was an increase in the weight of visceral adipose tissue in the group submitted to a Westernized diet. There was also an increase in visceral tissue weight in the westernized MA group compared to group A on the same diet. The present study showed that the Westernized diet was able to increase body weight and adiposity even in the offspring of rats that underwent the voluntary PA protocol. It was found that maternal PA did not have a protective effect on the offspring against obesogenic food. In this perspective, further research is encouraged based on the present experimental model in order to investigate repercussions on the offspring at different ages, as well as other biochemical and metabolic parameters.

Keywords: Diet. Voluntary maternal physical activity. Food Consumption. Liver tissue. Adipose tissue.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição quanto aos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.....	28
TABELA 2. Consumo de dieta da prole em gramas por semana.	33
TABELA 3. Consumo de dieta em gramas e Kcal respectiva por macronutriente.	34
TABELA 4. Avaliação do peso corporal.	35
TABELA 5. Avaliação do peso do tecido hepático.....	35
TABELA 6. Avaliação do peso dos tecidos adiposo subcutâneo, abdominal e visceral.	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Dimensões da gaiola de atividade física voluntária.....	26
FIGURA 2. Desenho Experimental.....	29
FIGURA 3. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base dos dados expressas em quilômetros (km) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.	30
FIGURA 4. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base nos dados referentes ao tempo (min) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.	31
FIGURA 5. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base nos dados referentes ao gasto calórico diário (km.s1.dia-1) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.	31
FIGURA 6. Avaliação do consumo de dieta na prole (g/semana) após o desmame. Traçado representativo com valores que representam a quantidade de dieta ingerida pelos filhotes provenientes de mães que realizaram o protocolo de atividade física voluntária materna.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

I – Inativa

A – Ativa

MTA – Muito ativa

O – Dieta Ocidentalizada

C – Dieta Controle

DCNT – Doença Crônica não transmissível

DOHAD – Developmental origins of health and disease

LABMEX – Laboratório de Bioquímica Geral, Molecular e do Exercício

ENDEF – Estudo Nacional da Despesa Familiar

PNSN – Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição

VIGITEL – Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

ACMS – American College of Sports Medicine

OMS – Organização Mundial de Saúde

MET – Equivalente Metabólico

TAB – Tecido Adiposo Branco

TAG – Triacilglicerídeos

TAM – Tecido Adiposo Marrom

GAFV – Gaiola de Atividade Física Voluntária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	JUSTIFICATIVA.....	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1	Transição Nutricional e dieta ocidentalizada.....	19
4.2	Conceitos gerais: Atividade Física, Efeito Físico e Treinamento Físico	20
4.3	Atividade Física Voluntária: efeitos da atividade física voluntária materna e plasticidade fenotípica	21
4.4	Caracterização dos tecidos: adiposo e hepático	23
5	MATERIAL E METODOS	26
5.1	Animais.....	26
5.2	Formação dos grupos experimentais maternos	26
5.3	Dieta e formação dos grupos experimentais (prole)	27
5.4	Controle do consumo alimentar	29
5.5	Controle do peso corporal.....	29
5.6	Coleta de tecido hepático e adiposo.....	29
5.7	Análise estatística	29
6	RESULTADOS.....	30
6.1	Classificação das mães em: inativas, ativas e muito ativas	30
6.2	Avaliação do consumo alimentar na prole: consumo dos grupos submetidos a dieta ocidentalizada e consumo dos grupos com dieta controle.....	32
6.3	Avaliação do peso corporal, peso do tecido hepático e tecido adiposo subcutâneo, abdominal e visceral.....	35
7	DISCUSSÃO.....	37
8	CONCLUSÕES.....	41
	REFERÊNCIAS	42
	ANEXO A – Certificado de aprovação do trabalho pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da UFPE.	48

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, ocorreram modificações no padrão de consumo alimentar e drástica redução na prática de atividades físicas, havendo o aumento das prevalências do sobrepeso e da obesidade, sendo esses os principais legados desta transição nutricional (POPKIN, 2001, 2015; ARAÚJO, 2009; MOURA SOUZA, 2016). Nesse contexto, a inversão de padrões dietéticos convergem para um alto consumo de alimentos com maior palatabilidade, ricos em gorduras e açúcares, caracterizando a “dieta ocidental”, que aliado ao declínio da frequência de atividade física, acarreta justamente em sobrepeso, obesidade e seus distúrbios associados (MONTEIRO et al., 1995; ARAÚJO et al, 2009; OMS, 2018).

Conceituando, a atividade física é definida como qualquer movimento produzido por músculos esqueléticos que resulte em gasto energético, portanto, é qualquer movimento corporal que demande gasto acima do metabolismo basal (CASPERSEN et al 1985; SHEPHARD, , 1999; OMS, 2014; WAITZBERG. et al, 2013). Quanto ao exercício físico, é considerado um subgrupo das atividades físicas, pois é intencional, sistemático, repetitivo e depende da duração e tipo do esforço, tendo a finalidade de manter ou melhorar o condicionamento físico (SHEPHARD, 1999; OMS, 2014; WAITZBERG. et al, 2013). Enquanto que, o treinamento físico, requer um protocolo de treino com controle detalhado da intensidade, duração e tipo de esforço (TRICOLI, 2011; WAITZBERG. et al, 2013).

Visto isso, o termo “atividade física voluntária” é utilizado para caracterizar uma locomoção que não tem relação com a sobrevivência ou diretamente motivada por um fator externo (GARLAND et al., 2011; MUNIZ et al., 2014). Atualmente, vem sendo proposto o modelo de “atividade física voluntária materna”, aplicada no contexto experimental, para estudar beneficiamentos na prole durante o seu desenvolvimento (MUNIZ et al., 2014; FRAGOSO et al, 2017). Nessa perspectiva, estudos mostram que o exercício físico materno antes e durante a gestação e lactação tem sido considerado como um importante indutor de adaptação fenotípica para a prole submetida a ambientes estressores (AMORIM et al, 2008; FIDALGO et al., 2013; FRAGOSO et al, 2017).

Apesar da redução da prática de atividade, a relação benéfica entre atividade física e saúde está cada vez mais consolidada. Estudos mostram que a prática regular de atividade física moderada atua na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), resistência à

insulina, diabetes tipo II, obesidade, hipertensão, doenças cardiovasculares e neuropatologias (FARRELL et al., 1998; BOUSQUET-SANTOS et al., 2006).

Nesse sentido, estudos demonstram que fases da vida como gestação, lactação e primeiro ano de vida são períodos críticos para o desenvolvimento do organismo (DOBBING, 1964; GLUCKMAN; HANSON et al., 2008). Sendo assim, a adoção da prática de atividade física no período gestacional é um estímulo que refere-se ao termo “Programação Fetal”, utilizado por Hales e Barker (2001) para demonstrar que doenças metabólicas podem ter origem na gravidez. A teoria DOHAD – Origem Desenvolvimentista da Saúde e da Doença é um dos conceitos utilizados para definir tais eventos. Este conceito considera que fatores ambientais, no início da vida, têm a capacidade de predispor ao desenvolvimento de doenças na vida adulta, bem como na promoção da saúde (HALES; BARKER, 2001; GLUCKMAN et al, 2010).

A atividade física voluntária materna, no âmbito experimental, com a utilização de cicloergômetros mostra-se capaz de alterar parâmetros relacionados a captação de glicose em resposta à insulina no músculo esquelético e no tecido adiposo, sugerindo menor risco para o aparecimento de diabetes mellitus tipo 2 (MUNIZ et al., 2014; CARTER et al., 2012). Desta forma, é possível entender o quão importante é o ambiente materno para a saúde do feto e seu desenvolvimento (LEANDRO et al., 2012b).

Nosso grupo de pesquisa, laboratório de Bioquímica Geral, Molecular e do Exercício (LABMEX), apresentam estudos que demonstram as repercussões de modificações dietéticas e atividade física no período crítico sobre diversos aspectos no desenvolvimento da prole. Dentre os resultados recentes, utilizando ratas que consumiram dieta obesogênica (dieta ocidentalizada somada a suplementação com leite condensado) durante gestação e lactação observou-se que a sua prole obteve maior peso corporal e hepático comparado a prole de ratas com dieta controle (SILVA, Dados não publicados).

Diante das evidências supracitadas, esse trabalho poderá contribuir para o esclarecimento do papel da atividade física voluntária materna antes, durante e após a gestação sobre o padrão do consumo alimentar, além do desenvolvimento do tecido adiposo e hepático de ratos adultos submetidos à dieta ocidentalizada pós desmame.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar os efeitos da atividade física voluntária materna durante gestação e lactação sobre o consumo alimentar, desenvolvimento do tecido adiposo e hepático da prole adulta submetida a dieta ocidentalizada.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar na prole adulta:

- Consumo das dietas experimentais: dieta ocidentalizada e dieta controle;
- Peso do tecido adiposo (subcutâneo, abdominal e visceral);
- Peso do tecido hepático;

3 JUSTIFICATIVA

O crescente consumo de alimentos ricos em gorduras saturadas e açúcares simples, sendo caracterizado com sendo um ambiente obesogênicos somados a redução da atividade física são importantes fatores causais para os altos índices de sobrepeso e de obesidade. Embora a importância da atividade física como profilaxia da problemática esteja bem relatada na literatura, a atividade física materna como influenciadora do desenvolvimento da prole até a vida adulta precisa de mais estudos.

Nesse contexto, os resultados da presente pesquisa poderão ser utilizados para melhor entendimento do impacto que a atividade física voluntária materna, realizada em períodos cruciais de desenvolvimento, pode causar sobre a prole submetida a dieta ocidentalizada. Especialmente, o estudo pretende compreender a influência da atividade física materna no desenvolvimento de tecido adiposo e hepático da prole, assim como no seu consumo alimentar.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Transição Nutricional e dieta ocidentalizada

O desenvolvimento econômico-social, mudanças demográficas e epidemiológicas, somada a avanços tecnológicos, urbanização e o advento do setor industrial desencadearam a partir do século XX modificações em padrões alimentares e no estado nutricional da população (VARELA, 2012; POPKIN, 2015). Essas mudanças apesar de ter proporcionado melhores condições de vida para algumas populações, evidenciou a desigualdade social-política-econômica e educacional em outras, dentre países e entre regiões de um mesmo país (VARELA, 2012).

A esse processo de modificação de padrões dietéticos denominamos de Transição Nutricional, no qual é observado a maior oferta de alimentos hipercalóricos associado a redução da prática de atividade física. Esses fatores contribuem para o aumento da prevalência de indivíduos com sobrepeso e obesidade, atrelada ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (AMUNA; ZOTOR, 2008; POPKIN, 2015; HRUBY et al., 2016; NURWANTI et al., 2018).

O Brasil, como cenário concreto dessa transição, apresenta desde 1975 a redução contínua e acelerada dos casos de desnutrição em crianças e adultos, ao passo que, aumenta a prevalência de sobrepeso e obesidade na população brasileira. Dessa forma é estabelecida um antagonismo de tendências temporais entre desnutrição e obesidade, definindo uma das características marcantes do processo de transição nutricional do país (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003).

Inquéritos nacionais como o Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF, 1975) e a Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN, 1989) demonstraram o caráter epidêmico do problema. No intervalo de 15 anos entre as duas pesquisas ocorreu um aumento de sobrepeso na proporção de 58% para homens e 42% para mulheres, quando ao aumento da obesidade foi bastante preocupante, houve uma elevação de 100% no sexo masculino e no sexo feminino foi 70% (FRANCISCHI et al, 2000; FERREIRA; MAGALHÃES, 2006; SOUZA, 2010).

Segundo a pesquisa da Vigitel, realizada por meio de ligações telefônicas, a obesidade passou de 11,8% em 2006 para 20,3% em 2019. Considerando o excesso de peso, mais da metade dos brasileiros está nesta situação (55,4%), em 2006 estes números eram 42,6%

(BRASIL, 2019). Dados mais alarmantes obtidos na Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada em 2019 através de visitas domiciliares por entrevistadores do IBGE, demonstram que 60% da população apresentam excesso de peso, sendo 62,6% mulheres e 57,5% homens com sobrepeso (PNS, 2020).

Como mencionado, dentre os fatores que determinam o desenvolvimento da obesidade e co-morbidades relacionadas, está o consumo da “Dieta ocidental”. A dieta ocidentalizada é caracterizada por ser exarcebada em gorduras (particularmente as saturadas), açúcares e alimentos refinados, e reduzida em carboidratos complexos e fibras (FRANCISCHI et al, 2000; MONTEIRO et al., 1995;). A ingestão excessiva desse tipo de dieta é vulnerável a disponibilidade e aumento da palatabilidade dos alimentos, contribuindo dessa forma para o crescimento alarmante da obesidade (NANGUNOORI et al., 2016).

A utilização de protocolos experimentais utilizando-se de dieta hiperlipídica e hipercalórica a fim de mimetizar o atual padrão alimentar da população, ou seja, a dieta ocidentalizada, dão suporte para compreender as repercussões no organismo em virtude desse tipo de dieta (NUNES, 2008; OLIVEIRA et al., 2011).

4.2 Conceitos gerais: Atividade Física, Efeito Físico e Treinamento Físico

Nesse contexto, a conjuntura atual deriva de padrões alimentares inadequados, bem como do aumento do sedentarismo. Este último é caracterizado como prática de atividade física inferior a recomendada para a população, ou seja, 150 minutos por semana (ACMS, 2014). Os termos atividade física e exercício físico não são sinônimos, e de acordo com o American College of Sports Medicine - ACMS (2014) esses termos possuem as seguintes definições:

Atividade física é definida como qualquer movimento corporal produzido pela contração dos músculos esqueléticos e que resulte em aumento substancial das necessidades calóricas sobre o gasto energético em repouso. (ACMS, 2014, p. 25)

Exercício é um tipo de atividade física que consiste em movimentos corporais planejados, estruturados e repetitivos realizados para melhorar e/ou manter um ou mais componentes da aptidão física. (ACMS, 2014, p. 25)

A aptidão física, por definição, é um conjunto de atributos ou características, alcançados ou inerente ao indivíduo, que possui relação com a habilidade de realizar uma atividade física. Essas características podem ser divididas em duas vertentes: a aptidão física relacionada à saúde, que proporciona proteção ao desenvolvimento de doenças originada do

sedentarismo; e a aptidão relacionada a habilidade, que contém características importantes para um melhor desempenho esportivo (ACSM, 2014; WAITZBERG, 2018).

Por sua vez, o treinamento físico requer a construção de um protocolo de treino com controle detalhado da intensidade, duração e tipo de esforço. Portanto, apresenta maior grau de planejamento de cada programa de exercício físico (TRICOLI, 2011; WAITZBERG. et al, 2018).

Isto posto, preconiza-se que o indivíduo engaje-se em atividades físicas com regularidade, como forma de precaução para o desenvolvimento de doenças crônicas e para melhor qualidade de vida (HASKELL, 2007; COELHO, 2009). Como orientado no guia de prescrição de exercício publicado pelo ACSM (2014), diretriz amplamente adotada pelo mundo, todo adulto norte-americano deveria realizar atividade de 30 minutos ou mais com intensidade moderada pelo menos 5 dias por semana, além das atividades da vida diária.

Contudo, o Brasil adota a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) que endossa as diretrizes do ACSM (OFFICE, 2008; BRASIL, 2012). A recomendação da OMS, de 2010, orienta adultos à prática de pelo menos 150 minutos por semana de AF moderada ou 75 minutos por semana de AF vigorosa, em sessões de pelo menos 10 minutos de duração, sem determinação de frequência semanal. Essa recomendação foi reforçada no pacote técnico ACTIVE, ferramenta publicada para apoiar o plano de ação global para atividade física de 2018-2030, cujo objetivo é reduzir os níveis de inatividade física (WHO, 2010; WHO, 2018).

Para a quantificação desta atividade física pode-se utilizar medidas como tempo de atividade (horas, minutos), número de repetições, dispêndio energético ou inquéritos que forneçam resultados numéricos. O MET é a medida mais utilizada para determinar o gasto energético. Um MET equivale ao estado basal, assim um indivíduo é considerado ativo ao realizar atividade física diária resultando em um gasto energético de 450 a 750 METs/min/semana (WAITZBERG, 2018).

4.3 Atividade Física Voluntária: efeitos da atividade física voluntária materna e plasticidade fenotípica

Segundo Contarteze (2008), o exercício realizado contra a vontade do executante pode gerar estresse nos animais, podendo ser um importante fator de enviesamento na interpretação

dos resultados. Com isso, se faz necessário, a adoção de modelos de atividade física que não provoquem estresse nos animais (ROSA et al., 2011).

A atividade física voluntária, por sua vez, é utilizada para caracterizar uma locomoção que demande gasto energético acima do metabolismo basal e não apresente relação com a sobrevivência ou seja motivada diretamente por um fator externo (GARLAND et al., 2011; MUNIZ S.G. et al., 2014). Atualmente, o protocolo de “atividade física voluntária materna”, vem sendo aplicado no contexto experimental, para estudar beneficiamentos na prole durante o seu desenvolvimento (ROSA et al., 2011; CARTER et al., 2012; MUNIZ S.G. et al., 2014). Nesse caso, a ferramenta utilizada para verificar a atividade automotivada é o cicloergômetro (GARLAND et al., 2011, MUNIZ S.G. et al., 2014).

Estudos verificaram que a atividade física voluntária materna durante períodos críticos pode alterar parâmetros relacionados ao crescimento somático. Além disso, a prática da atividade voluntária é capaz de causar melhoria na sensibilidade à insulina no músculo esquelético e tecido adiposo da prole na vida adulta (CARTER et al., 2012; 2013; MUNIZ et al., 2014)

Nessa perspectiva, estudos evidenciam que a atividade física materna pode causar alterações importantes como fator indutor de adaptação para a prole submetida a ambientes estressores (AMORIM et al, 2008; FIDALGO et al., 2013; FRAGOSO et al, 2017). Sendo assim, as repercussões da atividade física regular podem ser compreendidas no contexto da plasticidade fenotípica (LEANDRO et al, 2012).

Por definição, a plasticidade fenotípica é a habilidade de um organismo em reagir aos desafios impostos pelo ambiente alterando a sua forma, estado, movimento ou padrão de atividade. Ou seja, é a capacidade de um genótipo (genes do indivíduo) produzir diversos fenótipos (características do indivíduo) após ter sido exposto a influência de estímulos ambientais no início da vida (WEST-EBERHARD 1986).

No âmbito da nutrição existem diversos estudos que demonstram esses estímulos ou fator estressor. Por exemplo, variações da disponibilidade de nutrientes, ou ainda do tipo de nutriente durante períodos críticos parecem atuar de forma irreversível no desenvolvimento de sistemas fisiológicos (WEST-EBERHARD 1986).

Em modelos experimentais foi demonstrado que a oferta de dietas obesogênicas (hiperlipídicas, hiperglicídicas e hipercalóricas) a ratas no período gestacional, foram capazes

de alterar o metabolismo da prole, modificando o conteúdo lipídico do tecido adiposo e o tamanho dos adipócitos, além de apresentar excesso de peso, hiperfagia, resistência insulínica e acúmulo de gordura no fígado (ALMEIDA FARIA et al., 2017; GOMES et al., 2018; HACZEYNI; BELL-ANDERSON; FARREL et al., 2018).

4.4 Caracterização dos tecidos: adiposo e hepático

O principal reservatório de energia do organismo é o tecido adiposo, onde o excesso calórico ingerido e não requisitado imediatamente pode ser estocado. Justamente nesses momentos de grande oferta energética as células especializadas presente nesse tecido, os adipócitos, armazenam os lipídios na configuração de triacilglicerol (AHIMA; FLIER, 2000; FONSECA-ALANIZ et al, 2006 et al).

O tecido adiposo, além dos adipócitos, é constituído por tecido conjuntivo (matriz de fibras de colágeno), vasos sanguíneos, tecido nervoso, células do sistema imune como leucócitos e macrófagos, fibroblastos e pré-adipócitos (AHIMA; FLIER, 2000). Esse tecido é dividido em dois tipos, o tecido adiposo branco (TAB) e o marrom (TAM) (FONSECA-ALANIZ et al, 2006).

O TAB é o mais abundante e localiza-se na área subcutânea e visceral (WU et al, 2012). O adipócito branco armazena os TAG em uma única e grande gota lipídica, quando maduro, sendo capazes de modificar seu volume de acordo com a quantidade estocada de triglicerídeos. Com isso, vale ressaltar que a quantidade de adipócitos existentes não é um determinante importante da capacidade de engordar. Essas células podem atingir de 40-85% da massa total do tecido, a porcentagem restante equivale a água e proteínas (POND, 2001; FONSECA-ALANIZ et al, 2006).

Como mencionado, uma das funções do adipócito é armazenar os lipídios diante do excesso de energia. E quando requisitados, ou seja, oxidados, fornecem mais calorias por unidade de massa do que o carboidrato, disponibilizando assim mais energia metabólica (FONSECA-ALANIZ et al, 2006).

Devido sua localização, o TAB oferece outras funções como: proteção mecânica contra choques e traumatismos externos, bem como auxilia em um adequado deslizamento entre vísceras e feixes musculares, sem comprometer a integridade e funcionalidade dos mesmos. Também, tem um papel importante com isolante térmico, colaborando para a

manutenção da temperatura corporal (FONSECA-ALANIZ et al, 2006; BONFANTE et al, 2015).

No que diz respeito ao TAM, seus adipócitos geralmente são menores do que os adipócitos brancos, pois podem atingir cerca de 60 µm de diâmetro, enquanto que o adipócito branco pode possuir o tamanho médio de 90–100 µm. O adipócito marrom diferencia-se do branco pois armazena várias gotas lipídicas de diferentes tamanhos (FONSECA-ALANIZ et al, 2006).

O TAM possui a função de produção de calor. Devido a isso, anteriormente, considerava-se estar presente somente em neonatos com a finalidade de regular a temperatura corporal, visto que este tecido contém grande quantidade de mitocôndrias, bem como alta capacidade de metabolizar grandes substratos energéticos para produzir calor (CANNON et al 2004; WU et al, 2012). Porém, o TAM continua presente em adultos, na região interescapular, sendo metabolicamente ativo em situações como a exposição ao frio (LANS et al, 2013).

Vale ressaltar que o TAB é um grande produtor de moléculas bioativas chamadas genericamente de adipocinas. Entre centenas dessas moléculas estão o TNF- α e a interleucina 6. Estes desempenham o papel de citocinas pró- inflamatórias relacionadas à indução de resistência à insulina, e a sua produção/secreção se intensificam com a obesidade (QUEIROZ et al., 2009).

Nesse sentido, o acúmulo da massa adiposa na obesidade desencadeia diversas complicações. Esse acúmulo de adiposidade é determinado pelo aumento do tamanho e/ou do número dos adipócitos e ocorrem em resposta a necessidade do organismo, que sinalizará os processos de lipogênese ou lipólise. Logo, são dependentes de fatores como estado nutricional e do gasto energético (QUEIROZ et al., 2009).

O fígado é o maior órgão interno e desempenha o papel de fornecer metabólitos essenciais, via corrente sanguínea, para outros tecidos. (GUYTON, 1996). Para isso, o tecido hepático realiza a metabolização e armazenamento de produtos resultantes da dieta como carboidratos, lipídios e proteínas (RUI, 2014; LIU et al., 2017). Anatomicamente, está localizado no quadrante superior da cavidade abdominal, logo abaixo do diafragma. divide-se em dois lobos principais (direito e esquerdo), e na face inferior do lobo direito estão os pequenos lobos caudado e quadrado (SPENCE, 1991; GUYTON, 1996; ROBBINS, 2000). Composto por células chamadas hepatócitos, compõem 70% a 85% da massa desse órgão, o

restante são células epiteliais biliares, células endoteliais, células estreladas, linfócitos e macrófagos (DIEHL, 2002; MAILLOUX et al., 2011).

Em relação aos metabólitos resultantes da dieta, o fígado atua na regulação dos níveis de glicose por meio de processos como glicogênese, glicogenólise e gliconeogênese. Também, realiza a síntese de ureia, processo de lipogênese, oxidação de ácidos graxos, síntese de lipoproteínas, colesterol e fosfolípidos. Além disso é responsável por executar funções tais como: armazenar vitaminas, produção da bile, excreção de hormônios esteróides, bilirrubina, desintoxicação/ metabolização de drogas, síntese e secreção de proteínas séricas como albumina (GUYTON, 1996; MITRA, 2009; GHAFORY *et al.*, 2013).

É notável que esse órgão apresenta uma grande capacidade de se regenerar diante de várias lesões, dentre elas desequilíbrios nutricionais (MICHALOPOULOS et al., 1997; BRASILEIRO FILHO, 2016). As células hepáticas se proliferam e são substituídas gradualmente, assim as taxas relativas de proliferação e morte celular determinam a massa hepática (DIEHL, 2002; MAILLOUX et al., 2011).

Devido esse mecanismo, o tamanho do fígado permanece constante. No entanto, se as células não forem substituídas o fígado se atrofia. Os hepatócitos são os mais vulneráveis a danos celulares e podem aumentar de tamanho em algumas doenças hepáticas. Isso ocorre de maneira compensatória para restaurar a massa normal do fígado quando a proliferação de hepatócitos é inibida (DIEHL, 2002; MAILLOUX et al., 2011).

Portanto, podem gerar desordem na capacidade dos hepatócitos em realizar as funções biológicas do fígado, e então levar ao desenvolvimento de várias doenças, como por exemplo, doença hepática colestática e gordurosa, diabetes e câncer (DIEHL, 2002; DEGLI ESPOSTI et al., 2012).

5 MATERIAL E METODOS

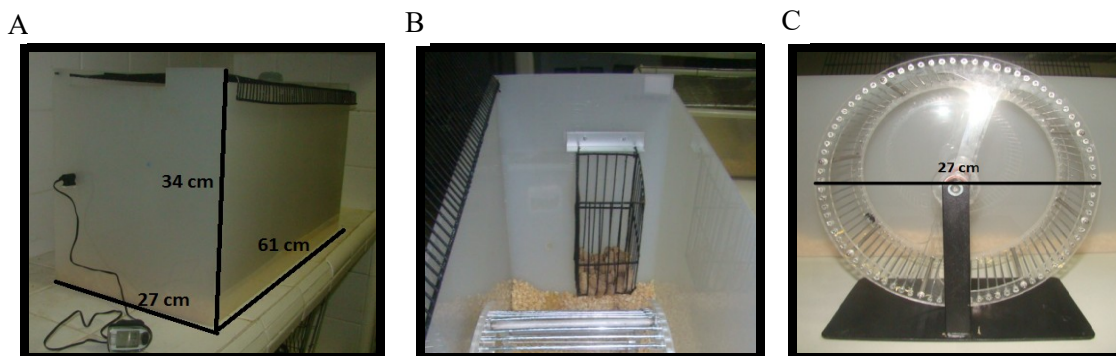
5.1 Animais

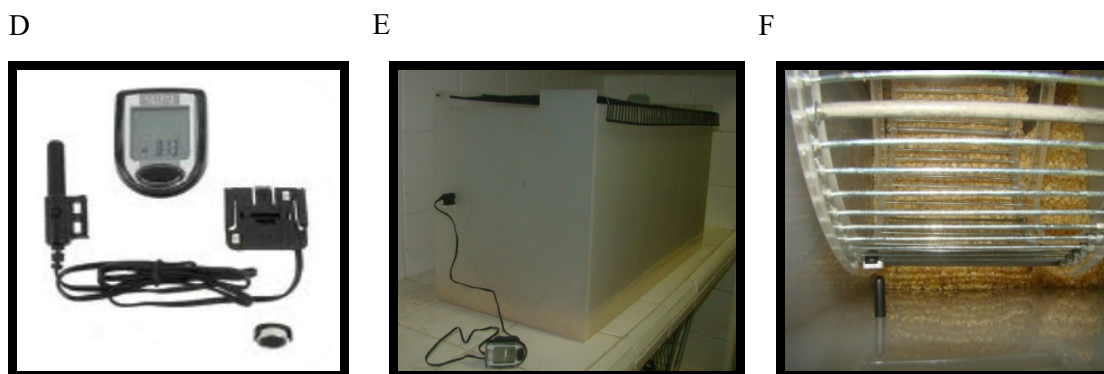
Foram utilizadas 24 ratas albinas da linhagem *Wistar* (peso corporal 220-260g, idade entre 85-95 dias) provenientes da colônia do Departamento de Nutrição da UFPE. Os animais foram mantidos em biotério de experimentação, em condições padronizadas e livre acesso à água e alimentação. O manejo e os cuidados para com os animais seguiram as recomendações do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no uso de Animal (CEUA) do Centro de Biociências da UFPE (Processo nº 23076.017125/2017-47) (ANEXO A).

5.2 Formação dos grupos experimentais maternos

Ratas Wistar foram colocadas individualmente nas GAFV (Figura 1) (gaiola de atividade física voluntária) por um período de 30 dias de adaptação, no qual foram observadas do décimo quinto dia ao trigésimo dia para composição dos grupos experimentais, recebendo durante esse tempo dieta padrão de biotério. Após, as ratas foram colocadas em gaiola padrão de biotério para o acasalamento. Com a presença de espermatozoide na cavidade vaginal, as ratas foram recolocadas individualmente nas GAFV para composição dos grupos experimentais até o dia do desmame. Sendo classificadas em três grupos de acordo com o nível de atividade física diário, Inativo (I): (percorreram $<1.0(\text{km}.\text{dia}^{-1})$, durante o tempo $<20(\text{min}.\text{dia}^{-1})$, com gasto calórico $<10.0(\text{kcal}.\text{dia}^{-1})$); Ativo (A): (percorreram $>1.0\leq 5.0(\text{km}.\text{dia}^{-1})$, durante tempo $>20\leq 120.0(\text{min}.\text{dia}^{-1})$ e gasto calórico diário de $>10.0\leq 40.0(\text{kcal}.\text{dia}^{-1})$); e Muito Ativo (MA): (percorreram $>5.0(\text{km}.\text{dia}^{-1})$, durante tempo $>120.0(\text{min}.\text{dia}^{-1})$ com gasto calórico $>40.0(\text{kcal}.\text{dia}^{-1})$).

FIGURA 1. Dimensões da gaiola de atividade física voluntária.





Legenda: (A); Gaiola de atividade física voluntária com cicloergômetro e comedouro (B), Cicloergômetro (C), Esquema do funcionamento do ciclocomputador com os sensores [Cataye, model CC-VL810, Osaka, Japan] (D); Posicionamento de um sensor na porção externa da GAFV, acoplado ao ciclocomputador (E); Visão interna dos sensores, um acoplado ao cicloergômetro e outro na GAFV (F). Fonte: MOURA, J. P. F., 2015.

5.3 Dieta e formação dos grupos experimentais (prole)

A dieta acidetizada foi adaptada a partir da composição da dieta utilizada no estudo de Ferro e Cavalcante et al., (2013). A confecção foi realizada no Laboratório de técnica e dietética da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória. O processo de produção ocorre com a mistura inicial dos ingredientes secos, e posteriormente à homogeneização dos componentes secos, é adicionado o óleo gradativamente para que a mistura fique com consistência uniforme. Após, deve ser adicionando água potável fervendo durante a “sova” da massa para que chegue ao ponto correto para a peletização. Os pellets foram organizados em formas de alumínio e levados à estufa com circulação de ar para secagem. A dieta pronta é acondicionada em recipientes plásticos, sob refrigeração. A dieta controle é a dieta padrão fornecida pelo biotério: ração Labina Presence® para ratos e camundongos.

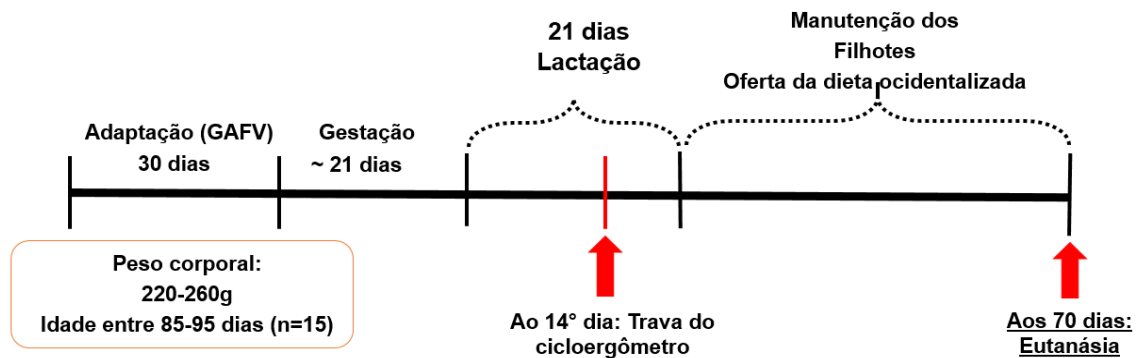
No dia do desmame, aos 21 dias de idade da prole, os grupos foram organizados em filhotes que receberam dieta acidetizada e dieta controle, até atingirem a idade de realização do protocolo experimental (70 dias de vida) (TABELA 1).

TABELA 1. Composição quanto aos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais.

Ingredientes em g por 100 g de dieta	Controle (Presence®)	Dieta Ocidentalizada
Amido de milho	-	15
Farinha de trigo	-	12
Biscoito maisena	-	7
Farinha de soja	-	6
Banha de porco	-	2
Margarina (65% de lipídios)	-	3,5
Creme de leite (20% de lipídios)	-	3,0
Caseína (>85%)	-	20
Goma guar	-	0,5
Sacarose	-	18
Óleo de soja	-	7
Fibra (celulose)	-	0,3
Mix Mineral	-	2,5
Bitartato de colina	-	0,25
Metionina	-	0,25
BHT	-	0,014
Cloreto de Sódio	-	0,3
Glutamato Monossódico (12,3%)	-	0,2
Total (g)	-	100
Kcal/ 100g	3,44	4,52
% Gorduras totais	11	33,6
% Proteínas	28	19,6
% Carboidratos	61	46,8

Fonte: Dieta ocidentalizada adaptada da pesquisa de orçamentos familiar (POF) 2002/2003; *Cálculos baseados na informação da composição nutricional enviada pelo fornecedor do produto e da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). A composição centesimal foi analisada no laboratório de Análise de Alimentos/ UFPE. (FERRO-CAVALCANTI, et al. 2013). Dieta controle baseadas nas informações nutricionais contidas na embalagem da Presence®.

FIGURA 2. Desenho Experimental.



Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

5.4 Controle do consumo alimentar

A ingestão das dietas foi verificada diariamente, através da balança semi-analítica YDTECH modelo: SF-400. Calculada pela subtração das sobras de dieta do dia anterior, sendo 100g a quantidade ofertada todos os dias.

5.5 Controle do peso corporal

Mensurado diariamente por balança semi-analítica YDTECH modelo: SF-400. A manipulação ocorria sempre no mesmo horário, no início do ciclo escuro (18:00 horas).

5.6 Coleta de tecido hepático e adiposo

Todos os animais foram eutanasiados por decapitação através do uso da guilhotina e submetidos à cirurgia para a remoção do tecido hepático, tecido adiposo subcutâneo, abdominal e visceral. Após a coleta todos os tecidos foram mensurados através da balança analítica de precisão. As mães passaram pelo procedimento no dia do desmame, e os filhotes aos 70 dias de vida.

5.7 Análise estatística

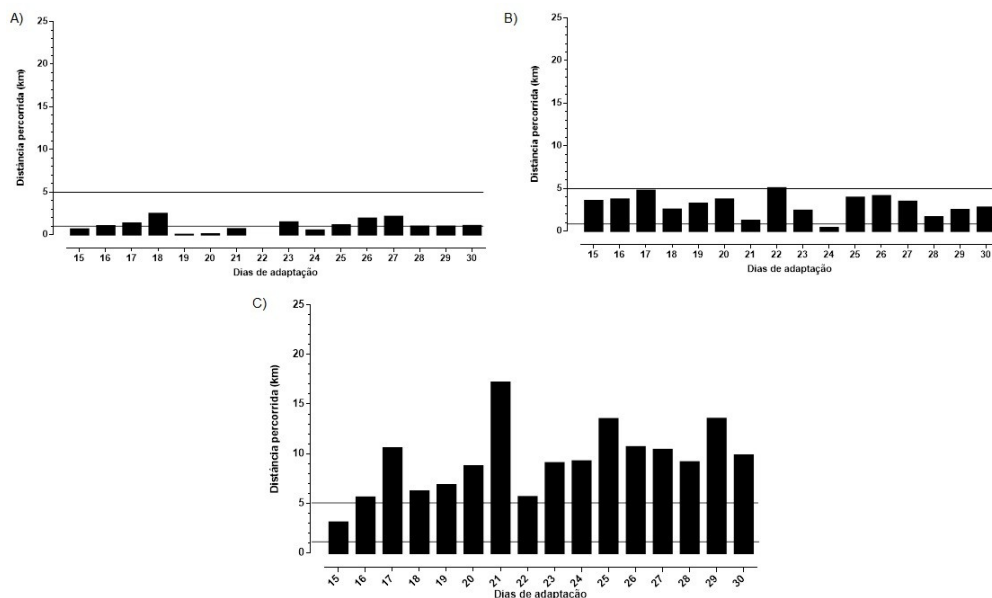
Os resultados foram apresentados como média e erro padrão da média. Para comparação dos dados será utilizado o teste de análise de variância ANOVA Two Way seguido do pos-teste de comparações múltiplas TUKEY. O nível de significância foi mantido em 5% ($p < 0.05$) para todas as análises. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa GraphPad Prism, versão 6.0 para Windows.

6 RESULTADOS

6.1 Classificação das mães em: inativas, ativas e muito ativas

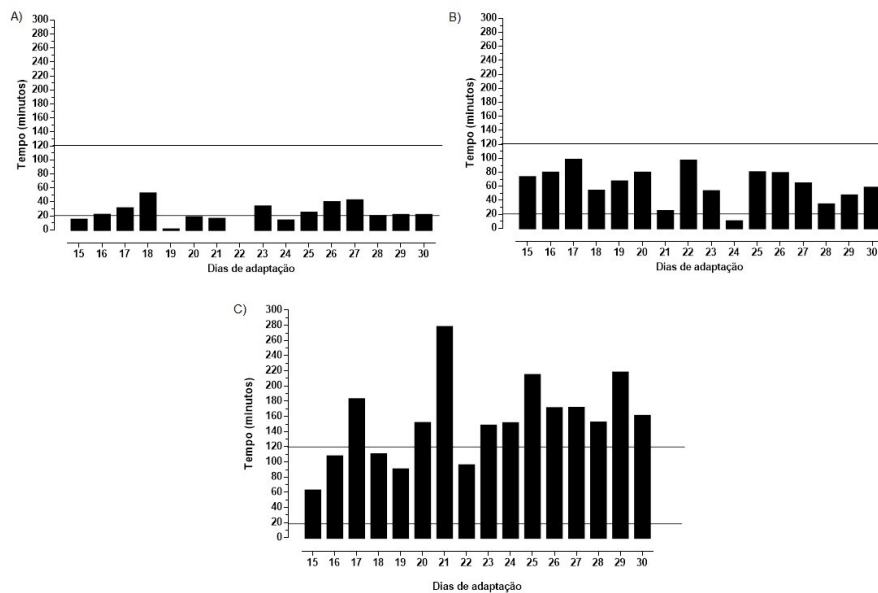
Os resultados iniciais contribuíram na construção dos grupos experimentais. Para a classificação quanto ao nível de atividade física diária das mães em sedentárias, ativas e muito ativas, foram observados do decimo quinto dia ao trigésimo dia de adaptação, a distância percorrida por dia (Figura 3), o tempo de atividade física diária (Figura 4) e a estimativa de gasto calórico (Figura 5) com base em Santana-Muniz e colaboradores (2013).

FIGURA 3. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base dos dados expressas em quilômetros (km) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.



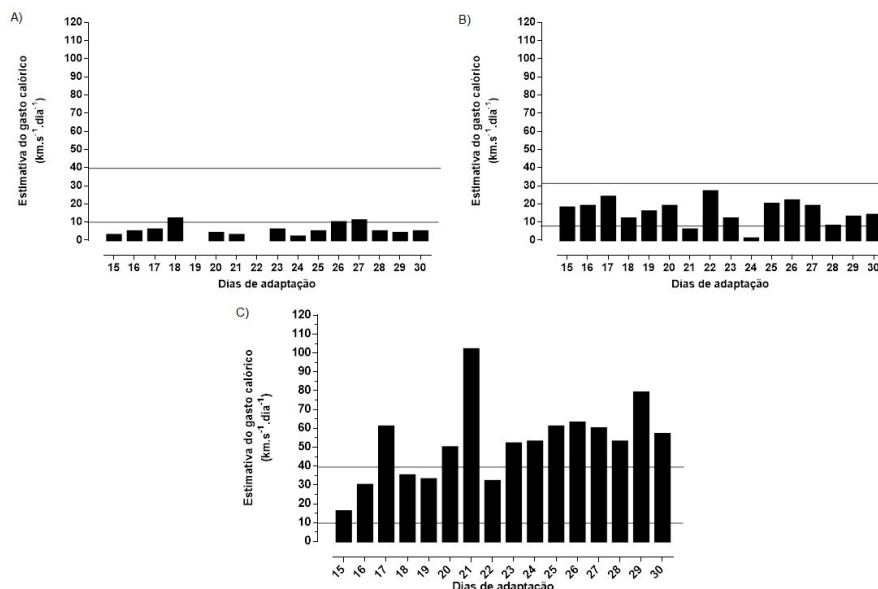
Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

FIGURA 4. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base nos dados referentes ao tempo (min) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.



Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

FIGURA 5. Classificação das mães em (A) Inativa (B) Ativa e (C) Muito Ativa, com base nos dados referentes ao gasto calórico diário ($\text{km.s}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) a partir do décimo quinto dia até o trigésimo dia de adaptação.

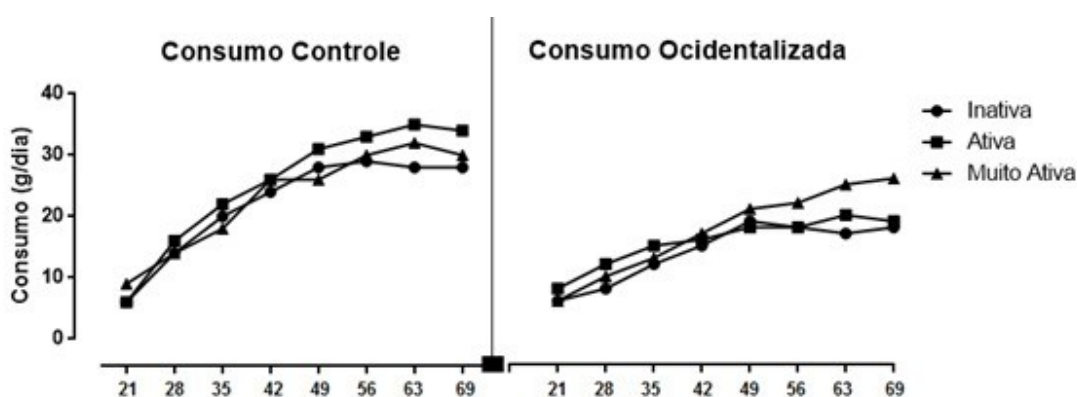


Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

6.2 Avaliação do consumo alimentar na prole: consumo dos grupos submetidos a dieta ocidentalizada e consumo dos grupos com dieta controle.

Durante as sete semanas é notável que no parâmetro geral os grupos submetidos a dieta ocidentalizada tiveram menor consumo quando comparados ao grupo que recebeu a dieta controle (Figura 6).

FIGURA 6. Avaliação do consumo de dieta na prole (g/semana) após o desmame. Traçado representativo com valores que representam a quantidade de dieta ingerida pelos filhotes provenientes de mães que realizaram o protocolo de atividade física voluntária materna.



Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

Ao analisar o consumo de dietas em gramas por semana observa-se que em todos os níveis de atividade física voluntária materna os grupos submetidos a dieta ocidentalizada comparado ao seu respectivo grupo controle de mesmo nível de atividade física apresentou menor consumo ao longo das semanas (Tabela 2).

Quando relacionado o grupo inativa com ativa que receberam dieta ocidentalizada percebe-se maior consumo dietético do grupo ativa nas sete semanas (Tabela 2). Ao comparar o grupo inativa com muito ativa ambos submetidos a dieta ocidentalizada verificam-se que o muito ativo teve maior consumo em gramas por semana (Tabela 2).

Em relação aos grupos ativa e muito ativa que receberam dieta ocidentalizada identifica-se que ocorreu maior consumo no grupo muito ativa durante as semanas 4, 6 e 7, nas demais semanas houve menor consumo (Tabela 2).

TABELA 2. Consumo de dieta da prole em gramas por semana.

		Semana 1(g)	Semana 2(g)	Semana 3(g)	Semana 4 (g)	Semana 5 (g)	Semana 6 (g)	Semana 7 (g)
Inativa	Controle	74.25±1.69 ^a	117.54±2.02 ^a	153.58±2.45 ^a	180.29±2.29 ^a	205.13±2.63 ^a	206.2±2.35 ^a	195.42±3.05 ^a
	Ocidentalizada	57.71±0.90 ^{b,c}	76.00±1.20 ^{b,c}	99.88±1.31 ^{b,c}	110.25±1.97 ^{b,c}	128.71±1.52 ^{b,c}	117.46±1.40 ^{b,c}	118.50±2.33 ^{b,c}
Ativa	Controle	76.67±0.55 ^a	123.75±1.50 ^a	168.83±2.2 ^a	196.08±2.17 ^a	209.33±2.67 ^a	234.67±3.74 ^a	240.58±5.67 ^a
	Ocidentalizada	62.08±0.82 ^d	88.33±1.21 ^d	106.17±3.01 ^d	121.00±1.21 ^d	138.08±1.49 ^d	130.33±.087 ^d	129.42±2.74 ^d
Muito Ativa	Controle	74.17±2.00 ^a	117.46±3.50 ^a	151.00±4.53 ^a	181.63±5.43 ^a	198.92±5.50 ^a	206.79±4.82 ^a	215.83±0.79 ^a
	Ocidentalizada	60.58±0.90	80.17±1.31	104.63±2.44	129.42±1.96	137.50±2.25	138.29±3.24	154.88±5.99

Legenda: Considera-se, a: diferença entre os grupos que receberam dieta controle com seus respectivos grupos de dieta ocidentalizada, dentro do mesmo nível de atividade física materna; b: diferença entre os grupos de mães inativas e ativas que receberam dieta ocidentalizada; c: diferença entre os grupos de mães inativas e muito ativas que receberam dieta ocidentalizada; d: diferença entre os grupos de mães ativas e muito ativas que receberam dieta ocidentalizada; Todos os valores foram expressos como média ± SD, após realização do teste ANOVA two-way seguido do teste de comparação múltipla TUKEY. Nota: O cálculo foi feito a partir da soma da dieta consumida por semana pela prole, a partir dos 21 dias de idade da prole. Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

Na análise de consumo semanal de dieta em gramas e calorias (Kcal) respectivas por macronutriente constata-se que o grupo que recebeu dieta ocidentalizada consumiu menos calorias quando comparado ao grupo controle do mesmo nível de atividade física em todos os grupos experimentais, sendo exceção a primeira semana do grupo ativa e muita ativa. Contudo, percebe-se que a ingestão calórica relacionada especificamente ao lipídeo é maior em todos os grupos que receberam dieta ocidentalizada quando comparado ao seu respectivo controle de mesmo nível de atividade física (Tabela 3).

TABELA 3. Consumo de dieta em gramas e Kcal respectiva por macronutriente.

		Semana 1 – g (Kcal)	Semana 2 – g (Kcal)	Semana 3 – g (Kcal)	Semana 4 – g (Kcal)	Semana 5 – g (Kcal)	Semana 6 – g (Kcal)	Semana 7 – g (Kcal)	
Inativa	Total Kcal	337,35	534,04	697,79	819,14	931,96	937,08	887,86	
	Controle	Ptna	21,01 (84,05)	33,26 (133,06)	43,46 (173,86)	51,02 (204,09)	58,05 (232,20)	58,37 (233,48)	55,30 (221,21)
		Lip	8,09 (72,84)	12,81 (115,31)	16,74 (150,67)	19,65 (176,87)	22,36 (201,23)	22,48 (202,33)	21,30 (191,70)
		CHO	45,11 (180,46)	71,42 (285,67)	93,32 (37,27)	109,55 (438,18)	124,63 (498,54)	125,32 (501,27)	118,74 (474,94)
	Total Kcal	323,11	425,53	559,21	617,30	720,65	657,66	663,49	
	Ocidentalizada	Ptna	11,65 (46,58)	15,34 (61,35)	20,15 (80,62)	22,25 (88,99)	25,97 (103,89)	23,70 (94,81)	23,91 (95,65)
		Lip	18,46 (166,15)	24,31 (218,81)	31,95 (287,55)	35,27 (317,42)	41,17 (370,56)	37,57 (338,17)	37,91 (341,17)
		CHO	27,60 (110,38)	36,34 (145,37)	47,76 (191,04)	52,72 (210,89)	61,55 (246,19)	56,17 (224,67)	56,67 (226,67)
	Ativa	Total Kcal	342,25	546,95	723,74	855,75	925,77	998,44	1032,91
		Controle	Ptna	21,70 (86,79)	35,02 (140,09)	47,78 (191,12)	55,49 (221,97)	59,24 (236,97)	66,41 (264,64)
Lip			8,36 (75,21)	13,49 (121,40)	18,40 (165,63)	21,37 (192,36)	22,82 (205,36)	25,58 (230,21)	26,22 (236,01)
CHO			45,06 (180,25)	71,37 (285,47)	91,75 (366,99)	110,36 (441,42)	120,86 (483,45)	125,65 (502,59)	131,14 (524,56)
Total Kcal		364,91	507,66	625,97	732,89	816,88	787,30	815,35	
Ocidentalizada		Ptna	17,57 (70,28)	25,00 (99,99)	30,05 (120,18)	34,24 (136,97)	39,08 (156,31)	36,88 (147,54)	36,62 (146,50)
		Lip	19,86 (178,74)	28,26 (254,32)	33,96 (305,66)	38,71 (348,37)	44,17 (397,56)	41,69 (375,24)	41,40 (372,60)
		CHO	28,97 (115,88)	38,34 (153,34)	50,03 (200,13)	61,89 (247,55)	65,75 (263,01)	66,13 (264,52)	74,06 (296,24)
Muito Ativa		Total Kcal	336,97	533,66	686,05	825,20	903,76	939,54	980,62
		Controle	Ptna	20,99 (83,96)	33,24 (132,96)	42,73 (170,93)	51,40 (205,60)	56,29 (225,17)	58,52 (234,09)
	Lip		8,08 (72,76)	12,80 (115,23)	16,46 (148,13)	19,80 (178,17)	21,68 (195,15)	22,54 (202,86)	23,53 (211,73)
	CHO		45,06 (180,25)	71,37 (285,47)	91,75 (366,99)	110,36 (441,42)	120,86 (483,45)	125,65 (501,59)	131,14 (524,56)
	Total Kcal	358,89	474,90	619,79	766,65	814,54	819,23	917,46	
	Ocidentalizada	Ptna	17,15 (68,58)	22,69 (90,75)	29,61 (118,44)	36,62 (146,50)	38,91 (155,65)	39,14 (156,55)	43,83 (175,32)
		Lip	19,38 (174,43)	25,65 (230,81)	33,47 (301,23)	41,40 (372,60)	43,99 (395,88)	44,24 (398,16)	49,54 (445,90)
		CHO	28,97 (115,88)	38,34 (153,34)	50,03 (200,13)	61,89 (247,55)	65,75 (263,01)	66,13 (264,52)	74,06 (296,24)

Nota: O cálculo foi feito a partir da soma da dieta consumida por semana pela prole, considerando assim, a partir do dia do desmame. A distribuição de macronutrientes levou-se em consideração a composição das dietas descritas no tópico: Protocolo de atividade física voluntária e dieta experimental. Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

6.3 Avaliação do peso corporal, peso do tecido hepático e tecido adiposo subcutâneo, abdominal e visceral.

Analisando o peso corporal da prole notasse-se que houve diferença significativa entre os grupos muito ativa ocidentalizada e muito ativa controle (328.125 ± 16.736 vs 278 ± 11.034 $p < 0.0001$), demonstrando que o grupo de dieta ocidentalizada obteve maior peso corporal do que o seu respectivo grupo controle de mesmo nível de atividade física voluntária materna (Tabela 4).

Correlacionando o grupo muito ativa que recebeu dieta ocidentalizada com a inativa de mesma dieta, observa-se maior peso corporal no grupo muito ativa em relação ao grupo de menor nível de atividade física e dieta ocidentalizada (328.125 ± 16.736 vs 276.286 ± 11.889 $p < 0.0001$) (Tabela 4).

TABELA 4. Avaliação do peso corporal.

	Peso Corporal	
	Controle	Ocidentalizada
Inativa	261.429 ± 10.953	276.286 ± 11.889
Ativa	284.625 ± 7.272	321.125 ± 7.913
Muito Ativa	278 ± 11.034	$328.125 \pm 16.736^{a,b}$

n= 7-8 animais. Todos os valores foram expressos como média $\pm$ SD; realizado com teste ANOVA de duas vias seguido do teste de comparação múltipla TUKEY. (a: comparação com o grupo controle no mesmo nível de atividade física materna; b: comparação com o grupo de mesma dieta e diferente nível de atividade física). $p < 0.0001^{a,b}$. Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

O peso do fígado não apresentou diferença significativa entre os grupos experimentais analisados (Tabela 5).

TABELA 5. Avaliação do peso do tecido hepático.

	Peso do Fígado	
	Controle	Ocidentalizada
Inativa	13.466 ± 0.915	15.755 ± 0.751
Ativa	12.196 ± 0.502	16.179 ± 1.218
Muito Ativa	13.718 ± 0.966	16.435 ± 1.662

n= 7-8 animais. Todos os valores foram expressos como média $\pm$ SD; realizado com teste ANOVA de duas vias seguido do teste de comparação múltipla TUKEY. Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais estudados quanto a análise do peso do tecido adiposo subcutâneo.

Com relação ao peso do tecido adiposo abdominal verifica-se diferença significativa quando comparado o grupo ativa ocidentalizada ao seu respectivo grupo de mesmo nível de atividade física, mas com dieta controle. Portanto o peso o tecido adiposo abdominal da prole ativa ocidentalizada foi maior em relação ao grupo ativa controle (6.572 ± 0.864 vs 4.388 ± 0.570 $p < 0.0001$) (Tabela 6).

Quanto a análise do peso do tecido adiposo visceral houve diferença significativa entre o grupo muito ativa de dieta ocidentalizada comparada ao seu respectivo grupo de dieta controle (4.614 ± 0.378 vs 3.723 ± 0.428 $p = 0.0240$) e mesmo nível de atividade física. No qual o grupo de dieta ocidentalizada apresentou maior peso de tecido adiposo visceral do que o grupo de dieta controle (Tabela 6).

Há diferença significativa entre os grupos muito ativa submetida a dieta ocidentalizada e o grupo ativa de mesma dieta, observando-se maior peso no grupo muito ativa com dieta ocidentalizada (4.614 ± 0.378 vs 3.627 ± 0.631 $p = 0.0095$) (Tabela 6).

TABELA 6. Avaliação do peso dos tecidos adiposo subcutâneo, abdominal e visceral.

	Peso do tecido adiposo					
	Subcutâneo		Abdominal		Visceral	
	Controle	Ocidentalizada	Controle	Ocidentalizada	Controle	Ocidentalizada
Inativa	5.099 ± 0.831	6.123 ± 0.891	5.110 ± 0.576	4.836 ± 0.393	3.604 ± 0.612	4.056 ± 0.434
Ativa	5.576 ± 1.104	5.729 ± 0.886	4.388 ± 0.570	6.572 ± 0.864^a	2.933 ± 0.484	3.627 ± 0.631^b
Muito Ativa	6.313 ± 0.683	6.780 ± 0.880	5.288 ± 0.526	5.696 ± 0.806	3.723 ± 0.428	$4.614 \pm 0.378^{a,b}$

n= 7-8 animais. Todos os valores foram expressos como média $\pm$ SD; realizado com teste ANOVA de duas vias seguido do teste de comparação múltipla TUKEY. (a: comparação com o grupo controle no mesmo nível de atividade física materna; b: comparação com o grupo de mesma dieta e diferente nível de atividade física). $p = 0.0240$ $^a p = 0.0095^b$. Fonte: PACHÊCO, L. S., 2020.

7 DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos nesse experimento, visualiza-se que todos os grupos de prole submetida a dieta ocidentalizada, consumiram menor quantidade de dieta em gramas por semana quando comparados aos seus respectivos grupos que receberam dieta controle, de nível de atividade física voluntária materna similar (Tabela 2). Coincidindo com o resultado dos estudos de Nunes (2008) e White (2013), no qual os animais que receberam dieta hiperlipídica, com 31,8% e 57,6% de lipídios respectivamente tiveram menor consumo alimentar do que o grupo que recebeu dieta controle (AIN-93). A menor ingestão da ração que mimetiza a dieta ocidentalizada pode ser justificada pela maior densidade energética (FRANCISCHI, 2002).

O lipídeo representa a maior fonte energética da dieta, pois contém 9Kcal por grama enquanto que o carboidrato e a proteína contêm 4Kcal. Assim, apesar da quilocaloria total adquirida da dieta ocidentalizada ser inferior às calorias ingeridas através da dieta controle, nota-se que o macronutriente lipídeo é responsável pela maior carga energética referente a dieta ocidentalizada quando comparado ao seu homólogo grupo controle, ambos os grupos do mesmo nível de atividade física (Tabela 3). Logo, a densidade energética inerente aos lipídios justifica a menor ingestão da dieta ocidentalizada comparada a dieta padrão (CUPPARI, 2019; WHITE, 2013)

Em concordância Himaya et al. (1997) e Gaiva et al. (2001) relatam que a redução do consumo alimentar é ocasionada pela sinalização da saciedade, devido a elevação nos níveis de substratos metabólicos plasmáticos como glicose, triglicerídeos e colesterol associada a secreção de hormônios relacionados ao mecanismo da saciedade. Sendo assim, a maior densidade energética, proveniente principalmente do lipídio, pode influenciar nessa sinalização de fome-saciedade dos ratos e regular o consumo dietético. (FRANCISCHI, 2002).

Quando relacionado o grupo inativa com ativa que receberam dieta ocidentalizada percebe-se maior consumo dietético do grupo ativa durante as sete semanas (Tabela 2). Ao comparar o grupo inativa com muito ativa ambos submetidos a dieta ocidentalizada também verifica-se que o muito ativo teve maior consumo em gramas por semana (Tabela 2). Já em relação aos grupos ativa e muito ativa que receberam dieta ocidentalizada identifica-se que

ocorreu maior consumo no grupo muito ativa durante as semanas 4, 6 e 7, nas demais semanas houve menor consumo (Tabela 2).

Estes resultados não corroboram com os achados de Cunningham (2018), pois em sua pesquisa foi evidenciado que a prole de ratas que realizaram atividade física em roda de corrida tiveram menor ingestão alimentar em comparação ao respectivo grupo sedentário. Sugerindo que apesar da atividade física desempenhada pela rata, em nosso resultado, não houve atenuação do consumo alimentar da prole.

Flores (2006) relata que a prática da atividade física pode auxiliar para a redução do consumo alimentar, uma vez que a atividade física é posta como fator de influência para maior eficiência da sinalização da saciedade. No presente estudo, sugere-se que a atividade física voluntária materna não foi capaz de influenciar de tal forma no mecanismo de saciedade da prole, bem como na pesquisa de Nunes (2008), na qual os ratos realizaram natação durante 5 semanas e também foram submetidos a dieta hiperlipídica.

Visto isso, investigamos a repercussão que a dieta ocidentalizada ofertada pós desmame até a vida adulta poderia ter sobre o peso corporal e o peso dos tecidos hepático, adiposo, visceral, abdominal e subcutâneo da prole de ratas que realizaram atividade física voluntária. Posto que, pesquisas científicas evidenciam que o consumo de dietas ocidentalizadas (com alto teor de lipídeos e calórico) somado ao sedentarismo, tem relação com o aumento do peso corporal, sobrepeso e obesidade.

Nossos resultados demonstraram maior peso corporal no grupo muito ativa ocidentalizada comparada ao grupo inativa ocidentalizada (Tabela 4). É válido frisar que o grupo muito ativa ocidentalizada apresentou maior consumo alimentar comparado com o inativa de mesma dieta, refletindo no maior armazenamento de massa corporal. Reforçando que apesar do maior nível de atividade física voluntária materna, o insulto dietético foi capaz de induzir ao ganho de peso corporal na prole, reflexo da maior densidade energética inerente a dieta ocidentalizada. (BERNARDES et al. 2004; NUNES, 2008).

Em virtude disso, acredita-se que a atividade física voluntária materna não exerceu efeito protetor nessa situação. Desse modo, os resultados obtidos dessa análise não se assemelham com os resultados obtidos por Cunningham (2018), o qual relatou redução do peso corporal na prole de ratas que realizaram atividade física.

Também foram observados maior peso corporal na prole muito ativa submetida a dieta ocidentalizada quando comparada com a prole de mesmo nível de atividade física que receberam a dieta controle (Tabela 4). Corroborando com o estudo de Fouret et al. (2018), no qual os ratos submetidos a dieta “High fatty and high fructose” (HFHFR), que imita a dieta ocidentalizada, desenvolveram excesso de peso corpóreo após 8 semanas de dieta. Em outro estudo também foram observados resultados de aumento de peso, no entanto foram utilizados ratos com 11 semanas de vida submetidos a dieta ocidentalizada por um período de 4 semanas (MAZZOLI, et al. 2019).

É válido ressaltar que na análise do consumo dietético dos grupos referidos anteriormente identifica-se menor consumo alimentar da prole muito ativa ocidentlizada. Em vista disso, propomos que apesar do menor consumo dietético houve maior eficiência em converter a energia calórica, proveniente principalmente do lipídeo, em massa corpórea (WHITE, 2013). Segundo Townsend et al. (2008) o aumento do consumo energético não é exigência para que ocorra um aumento do tecido adiposo em consequência de uma dieta hiperlipídica

Em relação ao peso do tecido adiposo visceral, verificou-se o aumento no grupo muito ativa ocidentalizada comparado ao seu correpondente grupo controle (Tabela 6), porém o grupo de maior peso apresentou menor consumo alimentar (Tabela 2). Diante dessa análise, consideramos que a dieta ocidentalizada induziu aumento do peso de tecido visceral, justamente pelo alto teor de lipídios, consequentemente a elevada densidade energética (WHITE, 2013).

Não obstante, ao analisar os resultados do peso do tecido adiposo visceral entre o grupo muito ativa ocidentalizada e ativa ocidentalizada (Tabela 6) observa-se que grupo submetido a dieta ocidentalizada de maior nível de atividade física voluntária materna apresentou maior adiposidade visceral, no entanto, apresentou menor consumo alimentar durante as primeiras semanas, aumentando somente nas semanas 4, 6 e 7 (Tabela 2).

Dessa maneira, esses resultados são conflitantes, mas majoritariamente não coincidem com os resultados apresentados no estudo de Rodrigues-Rocha (2017), pois de acordo com seus achados a atividade física voluntária foi capaz de reduzir a adiposidade visceral em ratos obesos alimentados com dieta rica em lipídios. Sendo importante discutir que o aumento do consumo em apenas 3 semanas pode ter direcionado ao desenvolvimento do tecido adiposo visceral.

Já na análise do peso tecido adiposo abdominal, observa-se a ocorrência do aumento no grupo ativa que recebeu dieta ocidentalizada em relação ao grupo ativa controle (Tabela 6). Novamente, destaca-se que a correlação desses grupos aponta o menor consumo alimentar da prole ativa ocidentalizada (Tabela 2). Reafirmando o conteúdo de Cunningham (2018) e Sheldon (2016) de que a atividade física materna é capaz de reduzir a ingestão alimentar, bem como pode reduzir o percentual de gordura respectivamente.

Além dos fatores citados anteriormente, independentemente da maior ingestão calórica, o tipo de gordura que compõe a dieta pode ser de grande influência para o acúmulo de adiposidade e elevação de peso corporal. De acordo com Buettner e colaboradores (2007), os ácidos graxos saturados e monoinsaturados são capazes de promover, de maneira mais acentuada, obesidade e resistência à insulina quando comparadas à gordura poli-insaturada, sendo estas capazes de gerar aumento da lipogênese e depósito de microvesículas de gordura no fígado.

8 CONCLUSÕES

Sugere-se assim que a dieta ocidentalizada foi capaz de aumentar o peso corpóreo e adiposidade até mesmo na prole de ratas que realizaram o protocolo de atividade física voluntária. Constatando-se que a atividade física voluntária materna não desempenhou efeito protetor na prole frente a alimentação ocidentalizada. Entretanto, destaca-se a importância de compreender as consequências do estilo de vida materno e primeiros anos de vida, a fim de direcionar intervenções para que esses períodos cruciais do desenvolvimento. Nessa perspectiva, incentiva-se novas pesquisas com base no presente modelo experimental com intuito de investigar repercussões na prole em diferentes idades, bem como outros parâmetros bioquímicos e metabólicos.

REFERÊNCIAS

- ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**: American College of Sports Medicine; tradução Dilza Balteiro Pereira de Campos. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.
- AHIMA, R. S.; FLIER, J. S. Adipose tissue as an endocrine organ. **Trends Endocrinol Metab**, New York, v. 11, n. 8, p. 327–332, 2000.
- ALMEIDA FARIA, J.; et al. A post-weaning obesogenic diet exacerbates the detrimental effects of maternal obesity on offspring insulin signaling in adipose tissue. **Scientific reports**, London, v. 7, p. 44949. Mar, 2017.
- AMORIM, M. F. et al. Can physical exercise during gestation attenuate the effects of a maternal perinatal low-protein diet on oxygen consumption in rats? **Exp Physiol**, Cambridge, v. 94, n.8, p. 906-913. 2009.
- ARAÚJO, G. G., et al. Máxima Fase estável de Lactato em ratos obesos de ambos os gêneros. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v.15, n.1, p. 46-49, 2009.
- BARRETO, S. M. et al., Analysis of the global strategy on diet, physical activity and health of the World Health Organization, **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v.14, n.1, p. 41-68, 2005.
- BERNARDES, D.; MANZONI, M. S. J.; SOUZA, C. P.; TENÓRIO, N.; DÂMASO, A. R. Efeitos da dieta hiperlipídica e do treinamento de natação sobre o metabolismo de recuperação ao exercício em ratos. **Rev Bras Educ Fis Esp**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 191-200, 2004.
- BONFANTE, I.L.P. et al. New findings related to adipose tissue: review literature about browning and irisin. **Arquivos Ciências Saúde**. [S.l.], v. 22, n. 2, p. 9-15, 2015.
- BOUSQUET-SANTOS, K., et al. Resistance training improves muscle function and body composition in patients with hyperthyroidism. **Arch Phys Med Rehabil**, Chicago, v. 87, n. 8, p. 1123-1130, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Atenção Básica** — PNAB. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2012.
- BRASILEIRO FILHO, G. **Bogliolo, patologia**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- BUETTNER, R.; SCHOÖLMERICH, J.; BOLLHEIMER, L.C. High-fat diets: modeling the metabolic disorders of human obesity in rodents. **Obesity**, Silver Spring, v. 15, n. 4, p. 798-808, 2007.
- CANNON B.; NEDERGAARD, J. Brown adipose tissue: function and physiological significance. **Physiol Rev**, Bethesda, v. 84, n. 1, p. 277- 359, 2004.
- CARTER L.G.; LEWIS, K.N.; WILKERSON, D.C.; TOBIA, C.M.; TENLEP, S.Y.N., SHRIDAS, P. Perinatal exercise improves glucose homeostasis in adult offspring. **American**

Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism., Bethesda, v. 303, n. 8, p.1061-1068, 2012.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. F.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep**, Washington, v. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.

CLAPP, J. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. **Placenta**, London, v. 27, n. 6-7, p. 527-534, 2006;

CONTARTEZE, R. V. L. et al. Stress biomarkers in rats submitted to swimming and treadmill running exercises. **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, New York, v. 151, n. 3, p. 415–422, 2008.

CUNNINGHAM, R.P. et. al. Maternal Physical Activity and Sex Impact Markers of Hepatic Mitochondrial Health. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Hagerstown, v. 50, n. 10, p. 2040-2048, 2018.

CUPPARI, L. **Nutrição Clínica no adulto: Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar**. 4 ed. São Paulo: Manole, 2019.

DEGLI ESPOSTI, D. et al. Papéis mitocondriais e citoproteção na lesão hepática crônica. **Biochem Res Int**, New York v. 2012, p. 387626, 2012.

DIEHL, A. M. Liver regeneration. **Frontiers in Bioscience**, Tampa, v.7, p. 301-314, 2002

DOBBING, J. The Influence of Early Nutrition on the Development and Myelination of the Brain. **Proc R Soc Lond B Biol Sci**, London, v. 159, p. 503-509, 1964.

FERRO CAVALCANTE, T. C., et al. Effects of a westernized diet on the reflexes and physical maturation of male rat offspring during the perinatal period. **Lipids**, Chicago, v. 48, n. 11, p. 1157-1168, 2013.

FIDALGO, M. et al. Programmed changes in the adult rat offspring caused by maternal protein restriction during gestation and lactation are attenuated by maternal moderate-low physical training. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.109, n. 3, p. 449-456, 2013.

FLORES, M. B. S. et al. Exercises improves insulin and leptin sensitivity in hypothalamus of wistar rats. **Diabetes**, Alexandria, v. 55, n. 9, p. 2254-2261, 2006.

FONSECA-ALANIZ, M. H.; TAKADA, J.; ALONSO-VALE, M. I. C.; LIMA, F. B. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metabol.**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 216–229, 2006.

FOURET, G. et al. 20-Week follow-up of hepatic steatosis installation and liver mitochondrial structure and activity and their interrelation in rats fed a high-fat–high-fructose diet. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 119, n. 4, p. 368-380, 2018.

FRAGOSO, J., et al. Maternal voluntary physical activity attenuates delayed neurodevelopment in malnourished rats. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 102, n. 11, p. 1486–1499, 2017.

FRANCISCHI, R. P. et al. Fat enriched diets and meal feeding: effects on body fat in rats. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, v.24, p.33-50, 2002.

GAIWA, M. H. G. et al. Polyunsaturated fatty acid-rich diets: effect on adipose tissue metabolism in rats. **British Journal of Nutrition**. Wallingford, v. 86, n. 3, p. 371-377, 2001.

GARLAND, T. et al. The biological control of voluntary exercise, spontaneous physical activity and daily energy expenditure in relation to obesity: human and rodent perspectives. **The Journal of experimental biology**. London. v. 214, n. 2, p. 206-229, 2011.

GHAFOORY, S. et al. Zonation of nitrogen and glucose metabolism gene expression upon acute liver damage in mouse. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 10, p. 78262, 2013.

GLUCKMAN, P. D.; HANSON, M. A.; BEEDLE, A. S. Early life events and their consequences for later disease: A life history and evolutionary perspective. **American Journal of Human Biology**, New York, v. 19, n. 1, p. 1–19, 2008.

GLUCKMAN, P. D., et al. Developmental origins of health and disease: reducing the burden of chronic disease in the next generation. **Genome Medicine**, London, v. 2, n. 2, p. 14, 2010

GOMES, R.M. et al. Maternal diet induced obesity during suckling period programs offspring obese phenotype and hypothalamic leptin/insulin resistance. **J Nutr Biochem**, New York, v. 61, p.24-32, 2018.

GUIMARÃES, Mayara Alves Leal. **Efeito da atividade física voluntária materna sobre parâmetros metabólicos, comportamentais e de desempenho em testes físicos em ratos jovens**. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2017.

GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**, 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996

HACZEYNI, F.; BELL-ANDERSON, K. S.; FARRELL, G. C. Causes and mechanisms of adipocyte enlargement and adipose expansion. **Obesity reviews**, Oxford, v. 19, n. 3, p. 406-420, 2018.

HALES C.N.; BARKER D. J. The thrifty phenotype hypothesis. **Br Med Bull**, London, v. 60, p 5-20, 2001.

HIMAYA, A. et al. Satiety power of dietary fat: a new appraisal. **Am J Clin Nutr**, Rockville, v. 65, n. 5, p. 1410-1418, 1997.

IBGE. **Pesquisa nacional de saúde:** informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

LANS, A. A. et al. Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. **J Clin Invest**, Ann Arbor, v. 123, n.8, p.3395-3403, 2013.

LEANDRO, C. G. et al. Maternal moderate physical training during pregnancy attenuates the effects of a low-protein diet on the impaired secretion of insulin in rats: Potential role for compensation of insulin resistance and preventing gestational diabetes mellitus. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, Cairo, v. 2012, p. 805418, 2012b.

LIN, S.; THOMAS, T.C.; STORLIEN, L.H.; HUANG, X.F. Development of high fat diet-induced obesity and leptin resistance in C57Bl/6J mice. **International journal of obesity**, London, v. 24, n. 5, p. 639-646, 2000.

LIRA, Allan de Oliveira. **Atividade física voluntária materna altera os padrões de locomoção de ratos no campo aberto durante o desenvolvimento.** 2016. 64 f. Tese (Pós-graduação em neuropsiquiatria e ciências do comportamento) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

LIU, X.; et al. Chapter 30 - Hepatic Metabolism in Liver Health and Disease. **Liver Pathophysiology**, Mexico, v. 1, p. 391-400, 2017.

MAILLOUX, R. J.; LEMIRE, J.; APPANNA, V. D. Hepatic response to aluminum toxicity: dyslipidemia and liver diseases. **Exp. Cell Res**, Orlando, v. 317, n. 16, p. 2231–2238, 2011.

MAZZOLI, A. et al. Early Hepatic Oxidative Stress and Mitochondrial Changes Following Western Diet in Middle Aged Rats. **Nutrients**, Basel v. 11, n. 11, p. 2670, 2019.

MENEZES, Tamires Meira. **Impactos da dieta “ocidentalizada” durante a gestação e lactação na resposta inflamatória aguda e suas implicações na eficácia farmacológica da nimesulida na prole adulta de ratos wistar.** 2016. Tese (Pós-graduação em patologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MICHALOPOULOS GK, M.C. DEFRANCES: Liver regeneration. **Science**, Washington, v. 276, n. 5309, p. 60-66, 1997.

MONTEIRO, C.A.; MONDINI, L.; SOUZA, A.L.M.; POPKIN, B.M. Da desnutrição para a obesidade: a transição nutricional no Brasil. In: MONTEIRO, C.A. **Velhos e novos males da saúde no Brasil:** a evolução do país e de suas doenças. São Paulo : Hucitec, 1995. p.247-255.

MOTA J. et al. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. **Am J Hum Biol**, New York, v. 14, n. 6, p. 707-712, 2002.

MUNIZ, G.S.; BESERRA R.; SILVA, G. de P.; FRAGOSO, J; LIRA A. de O.; NASCIMENTO, E. Active maternal phenotype is established before breeding and leads offspring to align growth trajectory outcomes and reflex ontogeny. **Physiology & behavior**, New York, v. 129, p.1-10, 2014.

NUNES, Jôse Luiza Botton. **Impacto da prática da atividade física e do consumo de dieta hiperlipídica em modelo experimental**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Faculdade de ciências farmacêuticas, Araraquara, 2008.

OFFICE of disease prevention and health promotion. **Physical activity guidelines for Americans**. Washington DC: ODPHP/ Department of Health and Human Services, 2008. Disponível em: <http://www.health.gov/paguidelines>

POND C. Ecology of storage and allocation of resources: animals. **Encyclopedia of Life Sciences**, Chichester, p. 1-5, 2001.

QUEIROZ, J. C. F. D. et al. Controle da adipogênese por ácidos graxos. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 582-594, 2009

ROBBINS, S.L.; COTRAN, R.S.; KUMAR, V. **Patologia Estrutural e Funcional**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2000.

ROCHA-RODRIGUES, S. et al. Effects of endurance training on autophagy and apoptotic signaling in visceral adipose tissue of prolonged high fat diet-fed rats. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 57, n. 6, p. 2237–2247, 2017.

ROSA, B. V. et al. Voluntary exercise in pregnant rats positively influences fetal growth without initiating a maternal physiological stress response. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, Bethesda, v. 300, n. 5, p. R1134-1141, 2011.

ROSCHER, H.; TRICOLI, V. ; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**, São Paulo, v. 25, p. 53-65, 2011.

RUI, L. Energy metabolism in the liver. **Compr Physiol**, Bethesda-Md., v. 4, n. 1, p.177-197, 2014.

SHELDON R.D.; BLAIZE A.N.; FLETCHER J.A., et al. Gestational exercise protects adult male offspring from high-fat diet-induced hepatic steatosis. **J Hepatol**. Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 171–178, 2016.

SHEPHARD, R.J.; BALADY, G. Exercise as cardiovascular therapy. **Circulation**, Hagerstown, v. 99, n. 7, p. 963-972, 1999.

SPENCE, A.P. **Anatomia Humana Básica**. 2 ed. São Paulo: Ed. Manole Ltda., 1991.

TOWNSEND, K.L.; LORENZI, M.M.; WIDMAIER, E.P. High-fat diet-induced changes in body mass and hypothalamic gene expression in wild-type and leptin-deficient mice. **Endocr**, Totowa, v. 33, n. 2, p. 176–188, 2008.

WAITZBERG, D. L.; SAWAYA, A. L.; LEANDRO, C. G. **Fisiologia da Nutrição na saúde e na doença - Biologia Molecular ao Tratamento**. 1ª. Ed. São Paulo: Atheneu, 2018.

WEST-EBERHARD, M. J. Alternative adaptations, speciation, and phylogeny (A Review). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 83, n. 5, p. 1388-1392, 1986.

WHITE P.A.S. et al. Model of high-fat diet-induced obesity associated to insulin resistance and glucose intolerance. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 57, n. 5, p. 339-345, 2013.=

WHO. World Health Organization. **ACTIVE: a technical package for increasing physical activity**. Geneva, 2018. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/275415>

WHO. World Health Organization. **Fact Sheet Atividade Física**. Folha Informativa N° 385 - Fevereiro de 2014. Disponível em <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> .

WHO. World Health Organization. **Global recommendations on physical activity for health**. Genebra, 2010. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>

WHO. World Health Organization. **Obesity and overweight fact sheet**. Fevereiro de 2018. Disponível em <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> .

WU, J. et al. Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. **Cell**. Cambridge, v. 150, n. 2, p. 366 -376, 2012.

ANEXO A – Certificado de aprovação do trabalho pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da UFPE.



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biotecnologias

Av. Prof. Nelson Chaves, s/n
50670-420 / Recife - PE - Brasil
Fones: (55 81) 2126 8840 | 2126 8351
fax: (55 81) 2126 8350
www.ccb.ufpe.br

Recife, 01 de setembro de 2017.

Ofício nº 88/17

Da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFPE

Para: **Prof.ª Mariana Pinheiro Fernandes**
Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte
Centro Acadêmico de Vitória
Universidade Federal de Pernambuco
Processo nº **23076.017125/2017-47**

Certificamos que a proposta intitulada “**Efeito da atividade física voluntária materna sobre o metabolismo e a bioenergética mitocondrial no fígado de filhotes de ratos submetidos a uma dieta ‘ocidentalizada’ pós-desmame: estudo de marcadores epigenéticos de enzimas envolvidas no ciclo glicose-ácido graxo**”, registrada com o nº **23076.017125/2017-47**, sob a responsabilidade de Prof.ª **Mariana Pinheiro Fernandes** - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE), em reunião de 30/08/2017.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	01/09/2017 a 01/03/2020
Espécie/linhagem/raça	Ratos heterogênicos Wistar
Nº de animais	64
Peso/Idade	220-260g / 85-95 dias
Sexo	Machos (52) e fêmeas (12)
Origem	Biotério do CAV-UFPE

Atenciosamente,

