

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

**Evelly Talita do Nascimento**

**EFEITOS DA DIETA OBESOGÊNICA E TREINAMENTO RESISTIDO DE ALTA  
INTENSIDADE SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS DE RATAS  
GESTANTES**

**RECIFE  
2023**

**EVELLY TALITA DO NASCIMENTO**

**EFEITOS DA DIETA OBESOGÊNICA E TREINAMENTO RESISTIDO DE ALTA  
INTENSIDADE SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS DE RATAS  
GESTANTES**

Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Nutrição da  
Universidade Federal de Pernambuco  
como requisito para obtenção de grau  
de Nutricionista.

Área de concentração: Saúde

Orientador(a): Dra. Tássia Karin Ferreira Borba  
Coorientador(a): Me. Débora Priscila Lima de Oliveira

**RECIFE**

**2023**

Nascimento, Evelly Talita do.

Efeitos da dieta obesogênica e treinamento resistido de alta intensidade sobre os parâmetros metabólicos de ratas gestantes / Evelly Talita do Nascimento. - Recife, 2023.

42 p. : il., tab.

Orientador(a): Tássia Karin Ferreira Borba

Coorientador(a): Débora Priscila Lima de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Nutrição - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, anexos.

1. Atividade física. 2. Consumo alimentar. 3. Gravidez. I. Borba, Tássia Karin Ferreira. (Orientação). II. Oliveira, Débora Priscila Lima de. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

EVELLY TALITA DO NASCIMENTO

**EFEITOS DA DIETA OBESOGÊNICA E TREINAMENTO RESISTIDO DE ALTA  
INTENSIDADE SOBRE OS PARÂMETROS METABÓLICOS DE RATAS  
GESTANTES**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de grau de Nutricionista.

Área de concentração: Saúde

Aprovado em: 12/09/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Me. Débora Priscila Lima de Oliveira (Coorientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Dr. Diogo Antonio Alves de Vasconcelos (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Raquel da Silva Aragão (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me guiado, iluminado e protegido em toda caminhada acadêmica, me permitindo viver experiências extraordinárias.

Agradeço a toda minha família, sobretudo aos meus pais, por serem a minha base sólida. Por me apoiarem em todas as decisões, por vibrarem comigo cada conquista e por segurarem firme as minhas mãos, mesmo nas dificuldades, sempre com amor e cuidado.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado ao longo desse anos, que vivenciaram cada desafio e se tornaram essenciais em mais essa etapa. Ao meu namorado pelo carinho e incentivo de sempre. Vocês são especiais.

Ao corpo docente do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, por proporcionar conhecimento e agregarem na minha vida acadêmica, profissional e pessoal. Carrego comigo cada um de vocês como referência e com grande admiração.

A minha orientadora Tássia Borba, e ao meu grupo de pesquisa, em especial, à minha coorientadora Débora Oliveira por acreditar em mim, me motivar e estar presente em cada etapa no desenvolvimento deste trabalho. Minha eterna gratidão, admiração, carinho e respeito pela excelente profissional e amiga que és. Agradeço também à Propesq UFPE, CNPq, Bioclin pelo auxílio e incentivo financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

Por fim, agradeço a todos que estiveram comigo durante essa caminhada e que, de alguma forma, me incentivaram a realizar esta conquista. Sozinha, não chegaria até aqui.

## RESUMO

O presente estudo objetivou compreender os efeitos do consumo da dieta obesogênica associado ao treinamento resistido de alta intensidade sobre os parâmetros metabólicos de ratas gestantes. O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFPE (protocolo 105/2021). Foram utilizadas 28 ratas *Wistar*, entre 60-70 dias de vida, nulíparas, divididas entre os grupos Dieta Controle Não Treinada (DC-NT, n=7), Dieta Controle Treinada (DC-T, n=7), Dieta Obesogênica Não Treinada (DO-NT, n=7) e Dieta Obesogênica Treinada (DO-T, n=7). As ratas do grupo Dieta Controle (DC) receberam dieta padrão produzida de acordo com as recomendações do *American Institute of Nutrition* durante toda a experimentação, enquanto as ratas do grupo Dieta Obesogênica (DO), receberam dieta adaptada de Bortolin e colaboradores (2018) durante a pré-gestação e gestação. As ratas do grupo DO-T e DC-T realizaram treinamento em escada, 5 dias por semana, durante as semanas pré-gestacionais e gestacionais com sobrecarga de 80% da capacidade máxima. Os grupos DO-NT e DC-NT não foram submetidos a testes ou treinamento. Foram avaliados o consumo alimentar semanal, a evolução do peso corporal, peso do tecido adiposo branco mesentérico e retroperitoneal, índice glicêmico e os parâmetros bioquímicos de albumina, colesterol, glicose, HDL e triglicérides das gestantes. O sacrifício ocorreu no 20º dia de gestação. Foi observado que houve um aumento do consumo alimentar em todos os grupos experimentais nas segunda e terceira semanas gestacionais ( $p < 0,05$ ), além disso o consumo alimentar das ratas DO-NT foi reduzido em comparação ao grupo DC-NT na terceira semana de gestação ( $p < 0,05$ ). Em relação ao peso corporal, não houve diferença no período pré-gestacional e gestacional ( $p > 0,05$ ). Em relação ao peso das gorduras, o grupo DO-T apresentou o peso do tecido adiposo branco retroperitoneal maior em relação ao DO-NT ( $p < 0,05$ ), enquanto o peso do tecido adiposo mesentérico não apresentou diferença entre os grupos. Não houve diferença em relação aos parâmetros bioquímicos maternos ( $p > 0,05$ ). Em conclusão, o consumo de uma dieta obesogênica durante o período gestacional foi capaz de aumentar o peso do tecido adiposo retroperitoneal materno, além disso, a prática do treinamento resistido de alta intensidade não influenciou sobre o ganho de peso corporal e não interferiu na saúde gestacional materna.

**Palavras-chave:** Atividade Física; Consumo Alimentar; Gravidez.

## ABSTRACT

The present study aimed to understand the effects of consuming an obesogenic diet associated with high-intensity resistance training on the metabolic parameters of pregnant rats. The work was approved by the UFPE Ethics Committee on the Use of Animals (protocol 105/2021). We used 28 Wistar rats, between 60-70 days old, nulliparous, divided into the groups Untrained Control Diet (DC-NT, n=7), Trained Control Diet (DC-T, n=7), Non-Obesogenic Diet Trained (DO-NT, n=7) and Obesogenic Diet Trained (DO-T, n=7). The rats in the Control Diet (CD) group received a standard diet produced in accordance with the recommendations of the American Institute of Nutrition throughout the experiment, while the rats in the Obesogenic Diet (DO) group received a diet adapted from Bortolin and colleagues (2018) during pre-pregnancy and pregnancy. The rats in the DO-T and DC-T groups performed stair training, 5 days a week, during the pre-gestational and gestational weeks with an overload of 80% of maximum capacity. The DO-NT and DC-NT groups were not subjected to testing or training. Weekly food consumption, evolution of body weight, weight of mesenteric and retroperitoneal white adipose tissue, glycemic index and biochemical parameters of albumin, cholesterol, glucose, HDL and triglycerides of pregnant women were evaluated. The sacrifice took place on the 20th day of pregnancy. It was observed that there was an increase in food consumption in all experimental groups in the second and third gestational weeks ( $p < 0.05$ ), in addition, the food consumption of DO-NT rats was reduced compared to the DC-NT group in the third week of pregnancy ( $p < 0.05$ ). Regarding body weight, there was no difference in the pre-pregnancy and gestational period ( $p > 0.05$ ). Regarding fat weight, the DO-T group had a higher retroperitoneal white adipose tissue weight compared to DO-NT ( $p < 0.05$ ), while the weight of mesenteric adipose tissue showed no difference between the groups. There was no difference in relation to maternal biochemical parameters ( $p > 0.05$ ). In conclusion, the consumption of an obesogenic diet during the gestational period was able to increase the weight of maternal retroperitoneal adipose tissue, in addition, the practice of high-intensity resistance training did not influence body weight gain and did not interfere with gestational health maternal.

**Keywords:** Food Consumption; Physical Activity; Pregnancy;

## LISTA DE ABREVIACES

ACMS	Colgio Americano de Medicina Esportiva
AIN	<i>American Institute of Nutrition</i>
APS	Atenção Primária ¢ Saúde
ATP-CP	Sistema Anaerbio Altico
CEUA	Conselho de tica no Uso de Animais
CONCEA	Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
CT	Colesterol Total
DC	Dieta Controle
DO	Dieta Obesogênica
DM2	Diabetes <i>Mellitus</i> 2
DMG	Diabetes <i>Mellitus</i> Gestacional
DRI	<i>Dietary Reference Intakes</i>
GH	Hormônio do Crescimento
GPG	Ganho de Peso Gestacional
HIIT	Treino Intervalado de Alta Intensidade
hPL	Lactognio Placentário Humano
IL-6	Interleucina 6
IMC	ndice de Massa Corpórea
NT	Não-Treinado
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNDS	Política Nacional de Demografia e Saúde
RI	Resistência ¢ Insulina
SG1	Semana gestacional 1
SG2	Semana gestacional 2
SG3	Semana gestacional 3
SPG1	Semana pré-gestacional 1
SPG2	Semana pré-gestacional 2
SPG3	Semana pré-gestacional 3
SPG4	Semana pré-gestacional 4
T	Treinado
TAB	Tecido Adiposo Branco

TNF- $\alpha$	Fator- $\alpha$ de Necrose Tumoral
TR	Treinamento Resistido
VCT	Valor Calórico Total

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aparato utilizado para o treinamento resistido.....	23
Figura 2. Desenho experimental.....	24
Figura 3. Consumo alimentar pré-gestacional e gestacional.....	27
Figura 4. Evolução do peso corporal pré-gestacional e gestacional.....	28
Figura 5. Peso do tecido adiposo branco mesentérico.....	28
Figura 6. Peso do tecido adiposo branco retroperitoneal.....	29
Figura 7. Índice glicêmico.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Manipulação dietética.....	25
Tabela 2. Parâmetros bioquímicos.....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	<b>Gestação e alterações fisiológicas</b>	<b>14</b>
2.2	<b>Hábitos alimentares durante a gestação</b>	<b>16</b>
2.3	<b>Treinamento físico durante a gestação</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
3.1	<b>Objetivo Geral:</b>	<b>21</b>
3.2	<b>Objetivos Específicos:</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>22</b>
4.1	Questões éticas	22
4.2	Animais	22
4.3	Protocolo de treinamento resistido	22
4.4	Manipulação dietética	24
4.5	Avaliação do peso corporal	25
4.6	Avaliação do consumo alimentar	25
4.7	Índice glicêmico	25
4.8	Coleta de amostras	26
4.9	Análise bioquímica	26
4.10	Análise estatística	26
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>
	<b>ANEXO A – APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UFPE</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo alimentar da população tem sofrido transformações com a chegada dos fenômenos da urbanização e da globalização (BLEIL, 1998). Estas mudanças afetam a qualidade e a quantidade dos alimentos disponíveis para o consumo, ocasionando a ingestão exagerada de alimentos com alto valor calórico associado ao sedentarismo (MORATOYA, 2013). Como consequência das alterações nos padrões alimentares e no estilo de vida da população, surge a preocupação com os distúrbios relacionados a este processo, tais como: obesidade, resistência à insulina (RI), diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) e dislipidemias (HEINZEN, 2019).

Esses distúrbios podem repercutir de forma ainda mais negativa em períodos críticos do desenvolvimento, como a gestação. A gestação é considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um período em que ocorre o desenvolvimento do feto no corpo de uma mulher. Além disso, a gravidez é considerada um período crítico do desenvolvimento devido às intensas proliferações e diferenciação celular, tornando-se suscetível à influências externas (BARTOSZECK e BARTOSZECK, 2013). Durante a gestação, o corpo feminino sofre adaptações fisiológicas para proporcionar um adequado desenvolvimento e crescimento fetal (PASCUAL e LANGAKER, 2023). Na maioria dos casos, esse processo fisiológico ocorre sem complicações (ALVES, 2021).

A Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS) de 2006, revelou que os indicadores de obesidade feminina pioraram no país, ou seja, cresceram os problemas de excesso de peso e obesidade entre as mulheres em idade fértil - de 15 a 49 anos. Achados clínicos e experimentais, *in utero* ou durante o período perinatal (gestação e lactação), demonstraram que eventos adversos resultantes da má nutrição materna, são fatores de risco para o desenvolvimento de distúrbios metabólicos maternos e fetais (AMORIM, 2013; ARAÚJO, 2016).

Por outro lado, um padrão alimentar saudável e a prática de atividade física podem preconizar um desfecho favorável da gestação, diminuindo a possibilidade de intercorrências e desordens relacionadas à saúde (OMS, 2016). Estudos clínicos têm identificado o ganho de peso, principalmente o excessivo durante a gestação (PÉREZ, 2015). Esse excesso pode estar relacionado com a inadequação no

consumo de nutrientes, como o excesso de ingestão de gorduras saturadas e/ou trans, carboidratos simples, consumo excessivo de sódio, baixo teor de proteínas e a redução do consumo de vitaminas e minerais (FERNANDES et al., 2013).

Diversas diretrizes recomendam a prática regular de exercícios físicos durante a gestação, a fim de prevenir o surgimento de doenças e controle do ganho de peso materno (SAVVAKI, 2018; ACMS, 2018; ACOG, 2020). De acordo com a *American College of Obstetricians and Gynecologists* (2015), gestantes sem complicações devem ser incentivadas a prática de exercício aeróbico e de condicionamento de força de intensidade moderada, cerca de 20-30 minutos por dia, na maioria ou em todos os dias da semana. A realização dessas atividades está associada a riscos mínimos e demonstram benefícios na maioria das mulheres (ACOG, 2020).

Neste sentido, o presente estudo avaliou as repercussões do consumo de uma dieta obesogênica associado ao treinamento resistido de alta intensidade sobre a saúde materna de ratas *Wistar* e suas influências sobre o ganho de peso, consumo alimentar e parâmetros bioquímicos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Gestação e alterações fisiológicas

A gestação é uma fase marcada por várias modificações no organismo materno (PASCUAL e LANGACKER, 2023). Dentre elas, podemos destacar as alterações dos níveis hormonais, metabólicos, aumento da necessidade energética, ganho de peso e modificações na composição corporal (PASCUAL e LANGACKER, 2023). De acordo com o Ministério da Saúde, as 40 semanas de gestação costumam ser divididas em 3 trimestres, isso ocorre devido às particularidades de cada período.

O primeiro trimestre, da fecundação até 12 semanas gestacionais, é marcado principalmente pela intensa divisão celular e a saúde do embrião depende do estado nutricional pré-gestacional materno (HEINEN e CONDE, 2017). No segundo, 13 a 28 semanas, e terceiro trimestres, acima de 28 semanas, o meio externo influencia diretamente na condição nutricional do feto. De tal modo, o estilo de vida, a ingestão adequada de energia e nutrientes, e o ganho de peso adequado são determinantes para o crescimento normal do feto (HEINEN e CONDE, 2017).

O ganho de peso gestacional (GPG) está relacionado com o ganho de massa materno, crescimento do feto, crescimento placentário e presença do líquido amniótico (MOST *et al.*, 2018). Além do GPG, o corpo materno sofre modificações em sua composição para que haja o desenvolvimento saudável do feto. Nos primeiros meses, o volume sanguíneo se expande concomitante com o crescimento do útero e do tecido mamário (MOST *et al.*, 2018). No final da gravidez, além do crescimento contínuo destes tecidos, há um crescimento da unidade fetal, líquido amniótico e placenta, além do aumento do tecido adiposo (MOST *et al.*, 2018).

Na prenhez da rata, o GPG é marcado por duas fases metabólicas: a anabólica e a catabólica (MORAIS, 2012). A fase anabólica, da cópula ao 14° dia de prenhez, é caracterizada pelo estoque de gordura no tecido adiposo materno preparando o organismo da gestante para suportar o crescimento fetal (MORAIS, 2012; LOPES, 2009). A fase catabólica, do 14° dia até o momento do parto, é caracterizado pelo rápido crescimento fetal e maior exigência calórica, em consequência, o organismo materno cataboliza seus estoques de gordura, acumulados na primeira fase (MORAIS, 2012; LOPES, 2009).

No início da gravidez há maior sensibilidade materna à insulina, seguida de resistência no segundo e terceiro trimestres. Essa mudança ocorre em decorrência da atuação do lactogênio placentário humano (hPL), que atua como um antagonista da insulina capaz de induzir um estado diabetogênico (PASCUAL e LANGAKER, 2023). No estado de jejum, as concentrações de glicose ficam diminuídas devido ao consumo do feto e pela redução da disponibilização e utilização do glicogênio hepático, enquanto no estado pós-prandial, ocorrem aumentos nas concentrações de nutrientes (LOPES, 2009).

A presença da diabetes durante a gestação cursa com prognóstico desfavorável para a saúde materna e fetal (NOMURA, 2003). A exposição fetal ao descontrole dos níveis glicêmicos maternos estão relacionados com risco de malformações congênitas, macrossomia, prematuridade e distúrbios metabólicos do neonato (NOMURA, 2003). Para a gestante, há risco de pré-eclâmpsia, complicações no parto (parto distócico), sendo necessária, muitas vezes, realização da cesária (LAGINESTRA *et al.*, 2019). Assim, a OMS e a Sociedade Brasileira de Diabetes recomendam o rastreamento de todas as gestantes para diabetes *mellitus* gestacional (DMG) (Guia de Práticas Clínicas, 2008). O rastreio é considerado positivo nas gestantes com nível de glicose plasmática de jejum igual ou superior a 90 mg/dl e/ou na presença de qualquer fator de risco para o DMG (Guia de Práticas Clínicas, 2008).

O metabolismo dos lipídeos materno sofre modificações, os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos ficam aumentados, devido à sua maior síntese no fígado e à diminuição da atividade da lipoproteína lipase, acrescido da elevação nas frações de LDL, principalmente no final da gestação (RIBAS *et al.*, 2015; PASCUAL e LANGAKER, 2023). Há também a queda fisiológica da albumina sérica devido ao aumento do volume plasmático (MORTON e TEASDALE, 2021; POLLO-FLORES *et al.*, 2015).

As alterações metabólicas que ocorrem no organismo materno durante a gravidez demandam um aumento das necessidades energéticas e de nutrientes, para atender as exigências fetais e permitir adequada formação de novos tecidos (TEIXEIRA e GOMES, 2015). O acréscimo nas calorias maternas diárias varia de acordo com o seu índice de massa corpórea (IMC) e da fase da gravidez, esse

acréscimo pode ser atingido através do equilíbrio entre os macronutrientes dentro das recomendações das orientações nutricionais (FRANCA *et al.*, 2016; DRI, 2023).

Dentre os macronutrientes, a proteína requer atenção especial durante a gravidez, sua necessidade aumenta aproximadamente de 10-15g/dia, além do aumento das necessidades de cálcio, ferro e folato (PASCUAL e LANGAKER, 2023). Neste período, a qualidade da gordura ingerida é tão importante quanto a sua quantidade total, especialmente para o funcionamento do sistema uteroplacentário e para o desenvolvimento nervoso fetal (FRANCA *et al.*, 2016). Por isso, é recomendado ajustar a proporção de gorduras poliinsaturadas em detrimento do aumento da ingestão de gorduras totais (FRANCA *et al.*, 2016).

A Dietary Reference Intakes (DRI) de 2019, indica que 15-30% do Valor Calórico Total (VCT) seja destinados para as gorduras, dessas, é recomendado a ingestão diária específica para as gorduras poliinsaturadas, de 13g/dia de ácido linoléico (ômega-6) e 1,4 g/d de ácido linolênico (ômega-3) (FRANCA *et al.*, 2016; DRI, 2019). A OMS (2023) recomenda ainda, a limitação do consumo de gorduras saturadas para até 10% e as trans para até 1% do VCT, e 55-75% para os carboidratos. Assim, a nutrição é um componente de suma importância para a saúde materna e fetal.

## **2.2 Hábitos alimentares durante a gestação**

O consumo de dietas hiperlipídicas e com alta palatabilidade a exemplo da dieta “ocidentalizada” vem aumentando e atualmente assume um padrão alimentar mundial (MORAIS, 2012; CHIBA, 2019) e no Brasil não é diferente (BRASIL, 2020). Tem sido sugerido que esse perfil alimentar caracterizado pelo consumo de alimentos ultraprocessados, ricos em gordura, principalmente saturadas e/ou trans, elevado teor de carboidrato simples e baixo teor de fibras, vitaminas e minerais pode ter consequências danosas à saúde (ELAHI *et al.*, 2009).

Esse padrão alimentar é considerado fator de risco para o surgimento de distúrbios nutricionais (sobrepeso e obesidade) e deficiências de micronutrientes, tais como: ferro, cálcio, folato e vitaminas do complexo B (ARAÚJO, 2016). Durante a gestação, a má nutrição pode estar associada ao surgimento de complicações maternas, tais como DMG, síndrome hipertensiva, complicações no parto e aumento nas taxas de morbimortalidade materna (ARAÚJO, 2016).

Na população feminina do Brasil, 63,8% correspondem às mulheres em idade reprodutiva (IBGE, 2018). De acordo com o PNDS de 2006, na avaliação do estado nutricional de mulheres em idade fértil, os indicadores antropométricos apontaram risco elevado de exposição à obesidade, o que revela piora dos indicadores de sobrepeso e obesidade feminina no país. Ao avaliar o estado nutricional de gestantes da Atenção Primária à Saúde (APS) no Brasil, no ano de 2020, 51,8% apresentaram sobrepeso e obesidade através do IMC por semana gestacional (BRASIL, 2022). Esse cenário traz à tona questionamentos sobre a influência do consumo de dietas nutricionalmente desequilibradas e níveis de inatividade física durante a gravidez e suas implicações na saúde da mulher (FREITAS, 2011).

Um estudo experimental com ratas *Wistar* alimentadas com manipulação da dieta hiperlipídica, mostrou que a dieta foi capaz de aumentar o IMC e gordura visceral no grupo hiperlipídica em relação ao grupo-padrão (SANTOS, *et al.*, 2020). Ravagnani e colaboradores (2012), obtiveram resultados semelhantes, ao avaliarem os efeitos de dietas hipercalóricas-hiperlipídicas associadas a natação (cinco dias por semana, uma hora/dia, durante oito semanas, numa intensidade leve a moderada) sobre a área de adipócitos e triglicerídeos hepáticos de ratos. As dietas hipercalóricas aumentaram o peso do tecido adiposo retroperitoneal e abdominal visceral (omental) quando comparada à dieta controle (RAVAGNANI, *et al.*, 2012).

O tecido adiposo branco (TAB) além de armazenar energia é capaz de produzir moléculas bioativas com funções endócrinas (SILVA, 2018). A produção e liberação dessas substâncias biologicamente ativas, denominadas adipocinas, são capazes de desencadear ações de caráter pró-inflamatório (SILVA, 2018; BRAGA, 2014). Entre as diversas adipocinas secretadas pelo TAB, destacam-se a leptina, a resistina, o fator- $\alpha$  de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), a interleucina 6 (IL-6), entre outras (QUEIROZ *et al.*, 2009). Essas, desempenham um papel significativo na RI fisiológica da gravidez e estão diretamente relacionadas com a RI associada à obesidade, que, por sua vez, é capaz de gerar a intensificação de estados pró-inflamatórios (QUEIROZ *et al.*, 2009; FILHO e AARESTRUP, 2009).

Dados do SISVAN (2020), mostrou que mais da metade das 35.543 gestantes acompanhadas na APS consumiram bebidas adoçadas (56%) e alimentos ultraprocessados (76%) no dia anterior, considerados marcadores de alimentação desbalanceada e não saudável. Estudos clínicos realizados mostraram que o

consumo de alimentos ultraprocessados durante a gravidez, cursa com resultados desfavoráveis para a saúde materna e do neonato, incluindo o ganho excessivo de peso gestacional da mulher (ROHATGI *et al.*, 2017). De tal modo, a recomendação do Guia Alimentar para a População Brasileira (2014), é de que, os alimentos naturais e minimamente processados devem compor a base da nossa alimentação, enquanto que os processados e ultraprocessados devem ter o seu consumo limitado e evitado em todos os ciclos da vida, incluindo a gestação.

### **2.3 Treinamento físico durante a gestação**

A OMS (2020) define atividade física como qualquer movimento corporal produzido com gasto energético acima do basal, incluindo a execução de tarefas domésticas, e atividades físicas praticadas durante o trabalho e lazer. Quando a atividade física é planejada, estruturada, com repetições e tem como objetivo melhorar ou manter componentes do condicionamento físico, é classificada como exercício físico (BRASIL, 2020). Por sua vez, o treinamento físico é caracterizado como um processo com repetições e sistemas composto de exercícios progressivos que visam o aperfeiçoamento físico nos seus aspectos morfológicos e funcionais (ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011).

#### **CONTROLE DA INTENSIDADE E PROGRAMAÇÃO DA INTENSIDADE**

Quando o treinamento físico envolve o condicionamento com uso progressivo de carga externas, baseado na melhora de força muscular e suas diferentes manifestações, é caracterizado como treinamento resistido (TR) (TEIXEIRA e GOMES, 2015). Os exercícios resistidos podem ser realizados em diferentes intensidades, intensidade leve (40% a 60% da carga voluntária máxima - CVM) efetuadas em várias repetições (20 a 30 repetições) e intensidade elevada (mais de 70%), com um número de repetições de 8 a 12 (RIBEIRO, 2023). A execução regular dessas atividades está relacionada com benefícios, como a redução do risco de mortalidades e do desenvolvimento de hipertensão arterial sistêmica, DM2, DMG, redução dos níveis de colesterol total (CT), RI, além da melhora do condicionamento físico e esportivo (BRASIL, 2020; TEIXEIRA e GOMES, 2015; CAMBRI *et al.*, 2006).

Além disso, a prática de exercícios físicos é considerado um potente estímulo fisiológico para efetivação da lipólise (processo de quebra do triacilglicerol em moléculas de ácidos graxos e glicerol), e possui eficiência no controle e redução da

gordura corporal (CARNEIRO; BRAGA, 2011). De tal modo, as vias energéticas utilizadas durante uma atividade dependem de dois fatores: intensidade e tempo de duração dos exercícios (CARNEIRO; BRAGA, 2011). O TR de alta intensidade utiliza as fontes anaeróbias como substrato energético: o sistema anaeróbio alático (ATP-CP) e da glicose de forma anaeróbia, com produção de ácido láctico (SOUZA e BOSSI, 2012).

A gravidez é considerada um período de fragilidade e a recomendação é que as gestantes evitem esforços físicos (HAMMER et al., 2000). De tal modo, à medida que surgem os primeiros estudos sobre a prática de exercício físico na gravidez, foram elaboradas diretrizes para prescrição de exercícios para este público (HAMMER et al., 2000; OMS, 2020; ACMS 2018; ACOG, 2020). Atualmente, há evidências científicas que apontam os benefícios da prática de exercício físico para a saúde materna e fetal (ARTAL, 2016). Entretanto, as recomendações, em sua maioria, restringem-se a exercícios físicos de baixa a moderada intensidade (OMS, 2020; ACMS, 2018; ACOG 2020).

Recomenda-se, pelo menos, 150 minutos de exercício aeróbico de intensidade moderada, por semana, divididos em sessões de 30 minutos, para mulheres grávidas que não tenham restrições médicas e não apresentem nenhum tipo de complicação na gestação (ACOG, 2020; ACMS 2018). Ou, 75 minutos de atividades de intensidade vigorosa para as mulheres que já estavam acostumadas com essas intensidades antes da gravidez (ACMS, 2018). As recomendações de práticas de exercícios físicos, de intensidades leves e moderados, pela gestante estão relacionadas com benefícios, incluindo a prevenção de DMG, pré-eclâmpsia e a redução da incidência de sintomas indesejáveis como câimbras, edema e fadiga (NASCIMENTO *et al.*, 2014; ACOG, 2020). Além disso, as práticas dessas atividades não foram associadas ao trabalho de parto prematuro e baixo peso do recém nascido (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Um estudo que avaliou os efeitos do HIIT (Treino Intervalado de Alta Intensidade) em ratas durante a gravidez, correndo em esteira, variando entre 50-90% do VO<sub>2</sub>máx mostrou que o exercício de alta intensidade foi bem tolerado por ratas gestantes, além de não afetar o peso corporal da mãe (SONGSTAD *et al.*, 2015). O estudo de Meireles (2020) investigou os efeitos do exercício físico resistido em escada, em ratas gestantes e identificou que o exercício materno não foi capaz

de gerar malefícios à saúde materna e seus filhotes no período neonatal. A prática do exercício resistido durante a gestação foi capaz de proporcionar maior proliferação celular hipocampal dos descendentes (MEIRELES, 2020). Apesar dos estudos citados, ainda são poucas as evidências clínicas e experimentais sobre a influência e repercussões do treinamento resistido de alta intensidade associado à dieta obesogênica na saúde de gestantes.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral:**

Avaliar os efeitos da dieta obesogênica associado ao treinamento resistido diário de alta intensidade sobre parâmetros metabólicos de ratas Wistar durante a gestação.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar a evolução ponderal;
- Quantificar o consumo alimentar;
- Aferir o índice glicêmico em jejum;
- Medir o peso do tecido adiposo branco (retroperitoneal e mesentérico);
- Avaliar o perfil bioquímico.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Questões éticas**

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Pernambuco (protocolo 105/2021) (Apêndice A), visando garantir o cuidado e manejo ético dos animais utilizados na experimentação seguindo as normativas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

### **4.2 Animais**

Foram utilizadas 28 ratas albinas da linhagem Wistar, provenientes da colônia do Departamento de Nutrição da UFPE. Para escolha das ratas, foram seguidos os seguintes critérios: não terem parentesco familiar, idade entre 60 e 70 dias, peso entre 180 e 220 gramas e nulíparas. Os animais foram divididos nos seguintes grupos, Dieta Controle Não Treinada (DC-NT, n=7), Dieta Controle Treinada (DC-T, n=7), Dieta Obesogênica Não Treinada (DO-NT, n=7) e Dieta Obesogênica Treinada (DO-T, n=7). Os animais foram mantidos em biotério de experimentação, com temperatura de  $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ , em ciclo 12/12h [ciclo claro (20:00 às 08:00 h) e ciclo escuro (08:00 às 20:00 h)] e livre acesso à água e alimentação padrão para os grupos dieta controle e dieta obesogênica para os grupos de intervenção da dieta. Todas as manipulações foram realizadas durante o ciclo escuro.

As ratas foram submetidas a um período de adaptação ao biotério durante uma semana. Após este período foram distribuídas em gaiola padrão de biotério feita de polipropileno (33x40x17cm) e iniciaram o programa de treinamento pré-gestacional. Após o treinamento pré-gestacional, as ratas foram colocadas para acasalar na proporção de duas fêmeas para cada macho. O diagnóstico do estado de prenhez foi realizado através do esfregaço vaginal e a visualização da presença de espermatozóides na cavidade vaginal (MARCONDES, BIANCHI e TANNO, 2002).

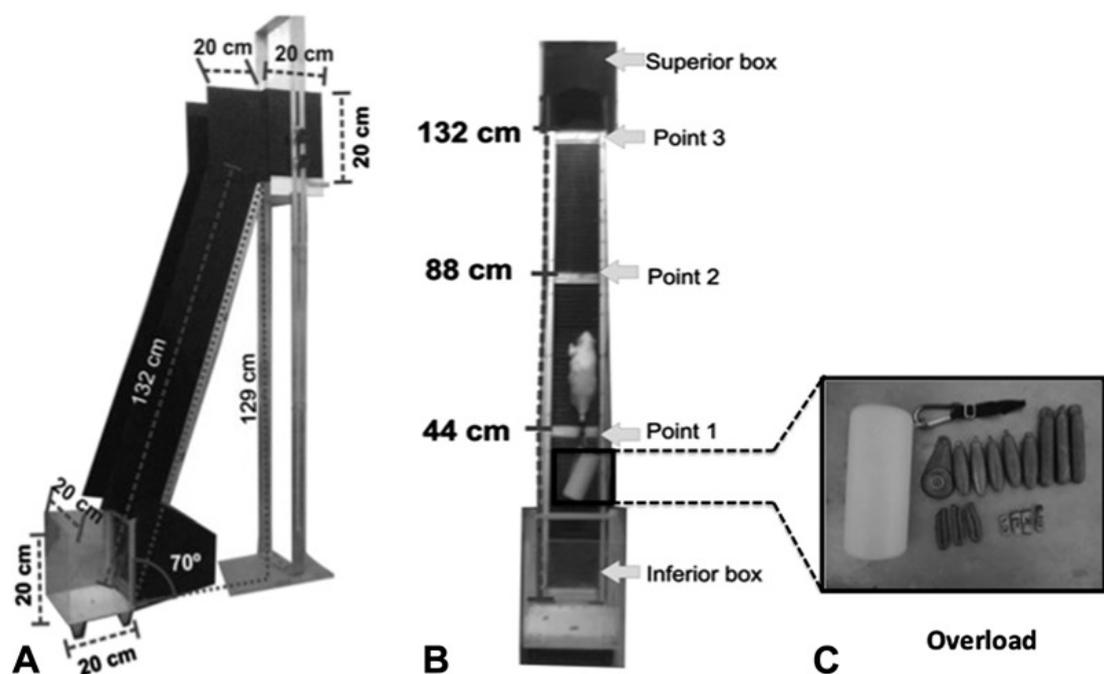
Após a confirmação da gestação, as ratas foram separadas dos machos e alojadas individualmente em suas gaiolas. As ratas foram sacrificadas antes do parto, no 20º dia de gestação.

### 4.3 Protocolo de treinamento resistido

O programa de treinamento resistido diário foi realizado em uma escada (Figura 1), desenvolvida pelo nosso grupo, o aparelho apresenta 132 cm e 87 degraus metálicos e angulação mantida em 70° entre a base da escada e o solo (ANTONIO-SANTOS et al., 2016). As ratas devem percorrer a extensão da escada com sobrecarga progressiva fixada em sua cauda. O suporte para fixar a carga na cauda consiste em uma fita para fixação (formada por uma fita semi-elástica com um mosquetão na ponta) e um recipiente cilíndrico onde são colocadas as cargas.

O protocolo de treinamento está descrito na Figura 2. Todas as ratas submetidas a manipulações foram adaptadas ao aparato de treinamento durante 5 dias de acordo com o protocolo (ANTONIO-SANTOS et al., 2016), ainda durante o período pré-gestacional. O estímulo usado para as ratas subirem a escada é um leve toque com a ponta dos dedos na região dorsal do animal entre as patas posteriores. Quarenta e oito horas após o período de adaptação, todas as ratas foram submetidas a um teste de capacidade de carregamento máximo (HORNBERGER e FARRAR, 2004), para estimar a sobrecarga máxima e acompanhar o ganho de força ao longo das semanas de treinamento (ANTONIO-SANTOS et al., 2016).

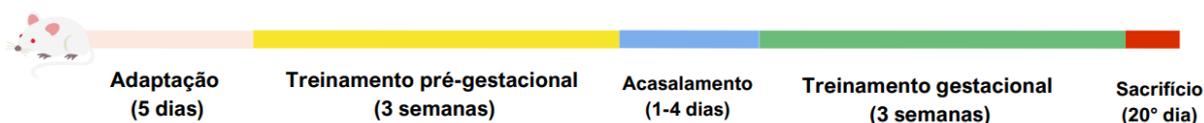
**Figura 1.** Aparato utilizado para o treinamento resistido



Fonte: ANTONIO-SANTOS, *et al.*, 2016

(A) Vista lateral do aparelho de treinamento (altura: 129 cm; largura: 20 cm; tamanho: 132 cm; com 87 degraus e 1 cm entre os degraus). (B) Vista frontal do aparelho de treinamento, pontos para colocação dos ratos (caixa inferior transparente, ponto 1–44 cm da base, ponto 2–88 cm da base, ponto 3–132 cm da base e caixa superior escura). (C) O suporte para fixar a sobrecarga e as diferentes cargas.

**Figura 2.** Desenho experimental



No primeiro teste de capacidade de carregamento máximo, as ratas subiram inicialmente com sobrecarga de 75% do seu peso corporal (HORNBERGER e FARRAR, 2004). Após cada subida de sucesso são adicionadas 30 gramas na sobrecarga até o animal realizar uma tentativa falha. Após 3 falhas consecutivas, a última sobrecarga com a qual o animal conseguiu subir é registrada e considerada como máxima. Na determinação da capacidade de carregamento máxima das semanas subsequentes, as primeiras subidas foram realizadas com 80% e 100% da sobrecarga máxima da semana anterior e em seguida adicionados 30 gramas conforme indicado acima. Os intervalos entre as subidas, em todos os testes de capacidade de carregamento máximo foram mantidos em 120 segundos (ANTONIO-SANTOS *et al.*, 2016).

Antes do período de gestação, todas as ratas dos grupos treinados foram submetidas a um programa de treinamento a fim de que fossem consideradas fisicamente ativas. O programa de treinamento resistido antes da gestação consiste na realização de 7 a 10 subidas, 5 dias por semana, durante 3 semanas, cada subida permite 10 a 16 movimentos alternados. A intensidade da sessão foi mantida em 80% da sobrecarga máxima. O tempo de descanso entre as subidas foi mantido em 90 segundos. Após a confirmação da gestação é dada a continuidade do programa de treinamento resistido de alta intensidade. Os Grupos Treinado com Dieta Controle (DC-T) ou Dieta Obesogênica (DO-T): Treinaram durante toda a gestação a 80% da sobrecarga máxima.

Todas as sessões de treinamento e testes de capacidade de carregamento máximo foram realizados a partir das 13:00 horas durante o ciclo escuro. As ratas que não realizam o treinamento, nem os testes de sobrecarga máxima são distribuídas entre os grupos não treinados (DC-NT e DO-NT).

#### 4.4 Manipulação Dietética

As ratas do grupo Dieta Controle (DC) receberam dieta padrão produzida de acordo com as recomendações do *American Institute of Nutrition (AIN)* durante toda a experimentação (pré-gestação - 4 semanas, gestação - 3 semanas) (REEVES, NIELSEN e FAHEY, 1993). Enquanto, as ratas do grupo Dieta Obesogênica (DO), receberam dieta adaptada de BORTOLIN e colaboradores (2018) durante a pré-gestação - 4 semanas, e durante a gestação - 3 semanas. A contribuição de macronutrientes das dietas ofertadas estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Manipulações dietéticas.

Ingredientes (g)	Dieta Controle <sup>a</sup>	Dieta Obesogênica <sup>b</sup>
Calorias (kcal/g)	3,73	4,79
Contribuição calórica dos macronutrientes		
Proteínas	23,6%	14,2%
Lipídeos	12,1%	47,0%
Carboidratos	64,3%	36,5%

Controle<sup>a</sup>: Nuvilab; Obesogênica<sup>b</sup>: Bortolin (2018).

<sup>a</sup> Nuvilab; <sup>b</sup> BORTOLIN (2018).

#### 4.5 Avaliação do Peso corporal

O peso corporal das ratas foi avaliado semanalmente durante os períodos de adaptação, treinamento pré-gestacional e gestação, entre 12h00min e 13h30min. Utilizando a balança eletrônica digital – Marte, modelo S-1000, com capacidade máxima de 1000g e sensibilidade de 0,01g.

#### **4.6 Avaliação do Consumo Alimentar**

O consumo alimentar das ratas foi avaliado semanalmente durante os períodos de adaptação, treinamento pré-gestacional e gestação, entre 12h00min e 14h00min. Utilizando a balança. Para avaliação do consumo alimentar foi utilizada a fórmula: Alimento ofertado (g) - Alimento rejeitado (g) = Consumo total. Para quantificar a caloria consumida foi multiplicada a gramatura consumida x 3,73 para os grupos de DC e por 4,79 para os grupos DO.

#### **4.7 Índice Glicêmico**

A glicemia em jejum das ratas foi avaliada antes do início do período de adaptação, antes do acasalamento e durante o período de gestação, avaliada semanalmente. A avaliação foi realizada após jejum de 12 horas. Uma amostra de sangue é coletada através de um furo na extremidade da cauda do animal para determinação da concentração de glicose utilizando glicosímetro Accu-check Performa®.

#### **4.8 Coleta de Amostras**

Ao final do período gestacional, todas as ratas gestantes foram eutanasiadas no 20º dia de gestação por meio de decapitação para retirada dos tecidos. Foi coletado o sangue, e o tecido adiposo branco retroperitoneal e mesentérico foram coletados e pesados. Para a pesagem, foi utilizada balança eletrônica digital – Marte, modelo S-1000, com capacidade máxima de 1000g e sensibilidade de 0,001g.

#### **4.9 Análise Bioquímica**

O soro das ratas foi coletado e analisado pelo método colorimétrico enzimático para determinação dos níveis de albumina, colesterol, glicose, colesterol HDL e triglicerídeos. Foram utilizados Kits da Bioclin (Brasil). Os procedimentos seguiram o protocolo descrito pelo fabricante. As leituras foram realizadas no espectrofotômetro, em triplicata, utilizando placa de 96 poços.

#### **4.10 Análises Estatística**

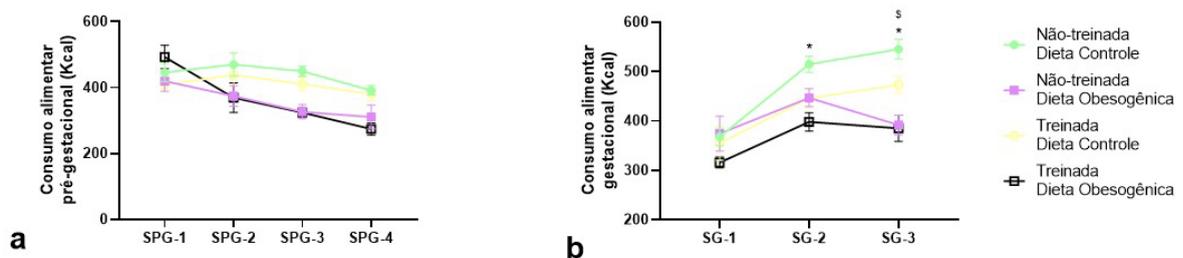
Os dados foram analisados estatisticamente através do software *GraphPad Prism 6*® (*GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA*). Inicialmente foi utilizado o

teste *Shapiro-Wilk* para determinar se os dados apresentavam uma distribuição normal. Para realizar a comparação entre os grupos de dados paramétricos foram utilizados os testes ANOVA correspondentes (*two-way* ou *three-way* com ou sem medidas repetidas). Para o *post-hoc test*, foi utilizado o teste de *Tukey*. Todos os dados foram apresentados em média  $\pm$  S.E.M. Foram considerados significantes o valor de ( $p < 0.05$ ).

## 5 RESULTADOS

Foram avaliados o consumo alimentar semanal das ratas no período pré-gestacional (Figura 3a) e gestacional (Figura 3b) de todos os grupos. Não houve diferença do consumo alimentar nas semanas pré-gestacionais ( $p>0,05$ ). Na comparação intragrupos, durante o período gestacional, houve aumento do consumo alimentar de todos os grupos quando comparada a SG2 com a SG1 ( $p<0,05$ ) e a SG3 com a SG2 ( $p<0,05$ ). Além disso, na SG3, na comparação entre grupos, as ratas DO-NT apresentaram consumo alimentar reduzido em comparação ao grupo DC-NT ( $p<0,05$ ).

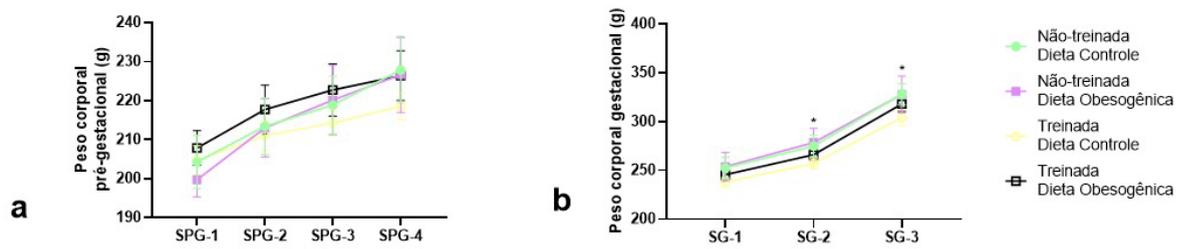
**Figura 3.** Consumo alimentar pré-gestacional e gestacional



(a) Consumo alimentar pré-gestacional e (b) consumo alimentar gestacional (SPG 1, 2, 3, 4 = Semana pré-gestacional 1, 2, 3, 4), (SG 1, 2, 3 = Semana gestacional 1, 2, 3). SG-2 \* vs SG-1, SG-3 \* vs SG-1, DC-NT \$ vs. DO-NT, teste ANOVA three way, pós-teste de Tukey.

A evolução do peso corporal pré-gestacional e gestacional estão apresentados na Figura 4. O teste Anova *three way* não mostrou diferença na evolução do peso corporal nas semanas pré-gestacionais (Figura 4a) ( $p>0,05$ ). Nas semanas gestacionais, houve um aumento significativo do peso corporal de todos os grupos na SG2 quando comparada a SG1 ( $p<0,05$ ), o resultado se repete quando comparado a SG3 com a semana SG2, exceto o grupo DO-NT ( $p<0,05$ ) (Figura 4b).

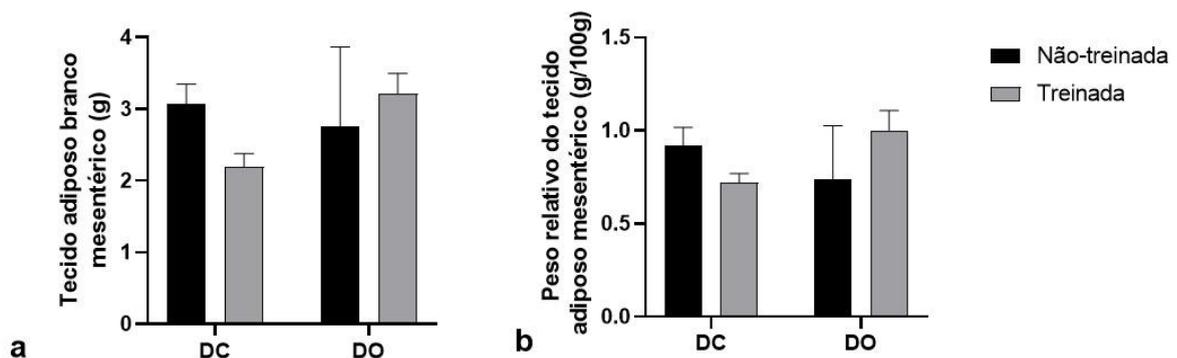
**Figura 4.** Evolução do peso corporal pré-gestacional e gestacional



(a) Peso corporal pré-gestacional e (b) peso corporal gestacional SG-2 \* vs SG-1, SG-3 \* vs. SG-1, teste ANOVA three way, pós-teste de Tukey.

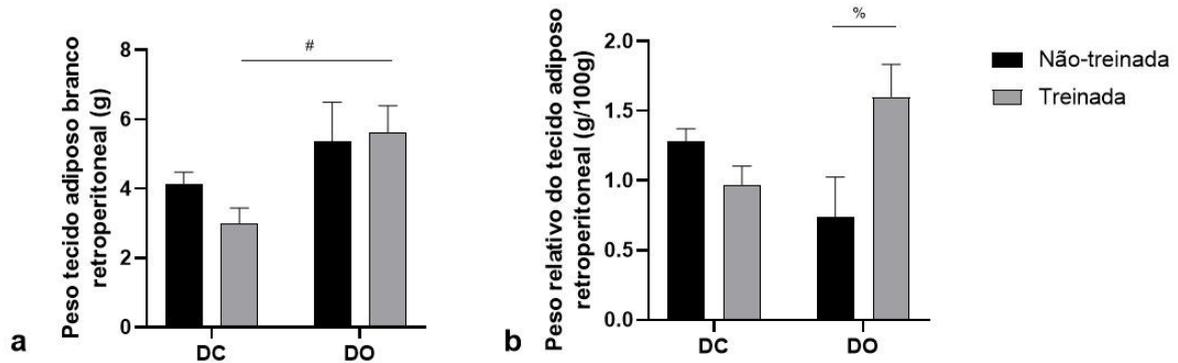
Ao 20° dia de gestação, após a eutanásia, foi pesado o tecido adiposo branco mesentérico (Figura 5a) e tecido adiposo branco retroperitoneal (Figura 6a). Não houve diferença significativa do tecido adiposo branco mesentérico, nem no seu peso relativo entre os grupos ( $p > 0,05$ ). O coxim do tecido adiposo retroperitoneal também foi pesado (Figura 6), onde o grupo DO-T apresentou um maior peso quando comparado ao grupo DC-T ( $p < 0,050$ ) (Figura 6a), quando avaliado o peso relativo do coxim retroperitoneal, o grupo DO-T apresentou um valor maior quando comparado ao grupo DO-NT ( $p < 0,05$ ) (Figura 6b).

**Figura 5.** Peso do tecido adiposo branco mesentérico



(a) Peso do tecido adiposo branco mesentérico e (b) peso relativo do tecido adiposo branco mesentérico Sendo DC = Dieta controle e DO = Dieta obesogênica.

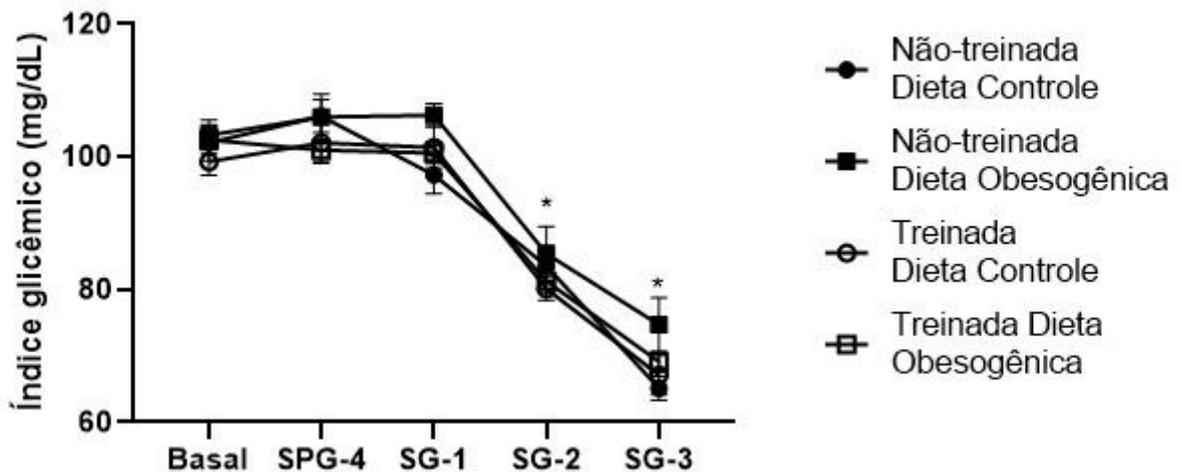
**Figura 6.** Peso do tecido adiposo branco retroperitoneal



(a) Peso do tecido adiposo branco mesentérico e (b) peso relativo do tecido adiposo branco mesentérico. Sendo DC = Dieta controle e DO = Dieta obesogênica. DO-T # vs. DC-T; DO-T % vs. DO-NT.

O índice glicêmico das ratas foi avaliado de forma basal, antes de iniciar qualquer protocolo experimental, semana pré-gestacional 4 (SPG4) e semanalmente durante a gestação (Figura 7). Com a progressão da gestação, houve diminuição do índice glicêmico em todos os grupos experimentais ( $p < 0,05$ ), SG2 quando comparada a SG1, a diminuição se manteve quando comparada a SG3 com a SG2.

**Figura 7.** Índice glicêmico



Índice glicêmico (SPG-4 = Semana pré-gestacional 4), (SG 1, 2, 3 = Semana gestacional 1, 2, 3) SG-2 \* vs SG-1, SG-3 \* vs. SG-2

Os parâmetros bioquímicos de albumina, colesterol, glicose, HDL e triglicerídeos foram avaliados (Tabela 2). Não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os resultados de todos os grupos.

Tabela 2. Parâmetros bioquímicos

Parâmetros bioquímicos	DC-NT	DC-T	DO-NT	DO-T
Albumina (g/dL)	1,9 ± 0,06	1,7 ± 0,1	2 ± 0,13	1,9 ± 0,07
Colesterol (mg/dL)	46,8 ± 4,14	47,1 ± 3,31	52,3 ± 7,49	45,6 ± 3,29
Glicose (mg/dL)	84,4 ± 5,3	82,2 ± 8,7	85,8 ± 10,5	78,6 ± 10,36
HDL (mg/dL)	38 ± 8,02	42,9 ± 7,27	48 ± 4,43	48,7 ± 8,54
Triglicerídeos (mg/dL)	334,8 ± 75,8	348,1 ± 66,3	310,2 ± 119,05	286,2 ± 50,42

Parâmetros bioquímicos das ratas experimentais (DC-NT = dieta controle não treinada), (DC-T = dieta controle treinada), (DO-NT = Dieta obesogênica não treinada), (DO-T = Dieta obesogênica treinada).

## 6 DISCUSSÃO

O estilo de vida materno, incluindo a nutrição e o nível de atividade física adotado antes e durante a gestação, têm um papel de influência na saúde materna e fetal. Este estudo investigou os efeitos da dieta obesogênica associada ao TR de alta intensidade, através do protocolo adaptado de treinamento em escada durante a gestação (ANTONIO-SANTOS et al., 2016). Além disso, foi avaliada a administração da dieta obesogênica tanto para ratas treinadas, quanto para as não treinadas. Não houve alteração no consumo alimentar durante as semanas pré-gestacionais (1, 2, 3 e 4). Nas semanas gestacionais 2 e 3 houve um aumento no consumo alimentar em todos os grupos experimentais, quando comparadas com a semana gestacional anterior, respectivamente. É sabido que a ingestão dietética materna, durante a gestação, desempenha um papel importante tanto para a saúde materna quanto fetal (ARAÚJO, 2016). De tal modo, durante este período, a ingestão alimentar aumenta a fim de favorecer um adequado suprimento fetal, através da placenta.

Apesar disso, as ratas alimentadas com a dieta obesogênica (DO-NT) apresentaram redução no consumo alimentar na terceira semana gestacional quando comparado ao grupo controle (DC-NT). A redução da ingestão pode estar associada à composição nutricional da dieta obesogênica. A dieta obesogênica é composta por alimentos com grandes quantidades de gordura, principalmente ácidos graxos saturados ou trans e elevado teor de carboidrato simples (FERNANDES et al., 2013). Dessa forma, a manipulação da dieta rica em gorduras e com alto teor calórico pode ter contribuído com a saciedade das ratas, e conseqüentemente levado a menor ingestão alimentar. Além disso, nossos resultados corroboram com os estudos presentes na literatura, como o de Franco, Campos e Demonte (2009), os quais observaram diminuição no consumo alimentar de ratos alimentados com dieta hiperlipídica (com exercício e sem exercício) em relação aos grupos dieta controle.

Em relação ao GPG houve um aumento gradual na segunda e terceira semanas de gestação, em todos os grupos. O GPG é um importante marcador da saúde materna e do desenvolvimento fetal, ele está relacionado com o ganho de massa materno e crescimento da unidade fetal, incluindo a placenta e líquido

amniótico (MOST *et al.*, 2018). Os resultados obtidos no presente trabalho não mostraram influência significativa da dieta e do TR no peso corporal materno. Estes achados estão de acordo com o estudo de Songstad e colaboradores (2015), que ao avaliarem os efeitos do HIIT durante a gestação, não observaram alteração no peso materno entre os grupos sedentários e treinados. Em outro estudo, Santana *et al.*, 2019, foi observado que o TR realizado em equipamento de agachamento não foi capaz de afetar, significativamente, a massa corporal de ratos alimentados com dieta ocidental quando comparados com grupo controle. Nota-se, no presente estudo, que, apesar das ratas submetidas a dieta obesogênica apresentarem menor ingestão alimentar, a quantidade ingerida foi suficiente para promover um ganho de peso compatível com a evolução do grupo controle.

Tem sido relatado que o consumo de dietas ricas em gorduras saturadas e/ou trans contribuem para o desenvolvimento de distúrbios como a RI e DM2 (HEINZEN, 2019). A DMG está relacionada com risco de malformações congênitas, macrossomia, prematuridade, risco de pré-eclâmpsia e complicações no parto (NOMURA, 2003). O teste de glicemia de jejum é realizado para aferir a glicose após jejum dos animais, através dele é possível detectar risco para desenvolvimento ou presença de DM2 (KHAN *et al.*, 2019). Nessa perspectiva, verificamos, através do teste da glicemia de jejum, o efeito da dieta obesogênica associado ao TR de alta intensidade. Os resultados revelaram que houve uma diminuição do índice glicêmico na segunda e na terceira semana de gestação, em todos os grupos experimentais.

Ao verificar o tecido adiposo, o grupo dieta obesogênica treinado apresentou um maior peso do coxim retroperitoneal em relação ao grupo dieta controle treinado. Por outro lado, esse mesmo comportamento não foi reproduzido no tecido adiposo branco mesentérico. Tais resultados se assemelham aos achados de Ravagnani e colaboradores (2012), que ao avaliarem os efeitos de dietas hipercalóricas-hiperlipídicas associadas a natação em ratos observou que o consumo de dietas hipercalóricas aumentaram o peso do tecido adiposo retroperitoneal quando comparada ao grupo dieta controle. Os achados do presente trabalho, sugerem que o consumo de dietas nutricionalmente desequilibradas, a exemplo da dieta com padrão obesogênico, é capaz de influenciar no depósito de gordura no tecido adiposo materno.

Ao avaliar o peso relativo do coxim retroperitoneal, o grupo dieta obesogênica treinado apresentou um valor maior quando comparado ao grupo dieta obesogênica não treinado. A reserva de gordura é uma característica comum da gestação, o estoque de tecido adiposo no organismo materno ocorre para fornecer substrato energético suficiente para o desenvolvimento e crescimento fetal (MORAIS, 2012; LOPES, 2009). Por sua vez, a prática de exercício físico é capaz de aumentar o gasto energético (LEANDRO et al., 2009). Sugere-se que, devido ao aumento do gasto energético causado pelo TR, as ratas treinadas estocaram mais TAB como mecanismo de proteção, a fim de fornecer substrato energético suficiente para o feto.

Neste trabalho não foi evidenciado alterações do perfil lipídico (colesterol, HDL e triglicérides) com uso da dieta obesogênica durante a gestação, em todos os grupos experimentais. Esse resultado pode ser explicado pelo consumo reduzido das ratas que consumiram a dieta obesogênica e não realizaram o treinamento em escada. Em relação às ratas alimentadas com dieta obesogênica que realizaram o protocolo de TR de alta intensidade, sugere-se que o treinamento foi capaz de minimizar os efeitos da dieta obesogênica, uma vez que já está bem estabelecido na literatura que a alimentação rica em teores de gorduras saturadas ou trans e carboidratos simples, pode contribuir para o aumento dos lipídeos séricos. Ao analisar os valores de albumina entre os grupos experimentais, não houve alterações significativas, além disso os valores encontram-se dentro da referência esperada para o período gestacional. Ao analisar os valores de glicose, é possível identificar que o TR foi capaz de reduzir o nível da glicose, apesar de não mostrar diferenças significativas entre os grupos.

## 7 CONCLUSÃO

O presente estudo, evidenciou que o consumo da dieta obesogênica durante o período de gestação é capaz de aumentar o depósito do tecido adiposo retroperitoneal materno. Não observamos influência da prática do TR de alta intensidade no peso da gordura corporal materna. Ademais, a associação do TR à dieta obesogênica não alterou a ingestão alimentar durante a gestação, não foi capaz de afetar o ganho de peso gestacional e não interferiu na saúde materna durante a gestação. Não mostrou alterações ao mensurar os parâmetros bioquímicos de albumina, colesterol, HDL, triglicerídeos e glicose. Considerando os resultados encontrados no presente estudo, como perspectivas futuras, será necessária a realização de novas avaliações.

## REFERÊNCIAS

- ACOG. Committee Opinion No. 804: Physical Activity and Exercise during Pregnancy and the Postpartum Period. **Obstetrics and Gynecology**, v. 135, n. 4, p. E178–E188, 2020.
- ALVES, T. O. et al. Gestação de alto risco: epidemiologia e cuidados, uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**. Vol. 4, n4. Julho/Agosto, 2021. doi: 10.34119/bjhrv4n4-040
- AMORIM, L. P. Perfil epidemiológico, clínico e metabólico de mães e recém-nascidos em maternidade pública de Salvador, 2013. Dissertação de Mestrado, em Medicina e Saúde Humana. Escola de Medicina e Saúde Pública.
- ANTONIO-SANTOS, J. et al. Resistance Training Alters the Proportion of Skeletal Muscle Fibers but Not Brain Neurotrophic Factors in Young Adult Rats. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, [S.L.], v. 30, n. 12, p. 3531-3538, dez. 2016.
- ARAÚJO, E. S. et al. Consumo alimentar de gestantes atendidas em Unidades de Saúde. **O Mundo da Saúde**. São Paulo, 2016 doi: : 10.15343/0104-7809.201640012837
- ARTAL, R. Exercise in Pregnancy: Guidelines. **Clinical obstetrics and gynecology**, 2016.
- BARTOSZECK, A. B.; BARTOSZECK, F. K. Neurociências dos seis primeiros anos-implicações educacionais. 2013.
- BRAGA, C.S. Hormônios do tecido adiposo. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita Brasil e Grandes Regiões, Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia Rápido para o Acompanhamento de Gestantes e Crianças com Desnutrição na Atenção Primária à Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Situação alimentar e nutricional de gestantes na Atenção Primária à Saúde no Brasil [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde,

Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

CAMBRI, L. T. et al. Perfil lipídico, dislipidemias e exercícios físicos. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, 2006.

CARNEIRO, J. A.; BRAGA, M. A. O. Exercício Físico e o Metabolismo de Gordura: Influências na Obesidade. **EFDeportes.com, Revista Digital**. nº155, 2011.

CHIBA, M. et al. Westernized Diet is the Most Ubiquitous Environmental Factor in Inflammatory Bowel Disease. **The Permanente journal** vol. 23, 2019.

ELAHI, M. M. et al. Long-term maternal high-fat feeding from weaning through pregnancy and lactation predisposes offspring to hypertension, raised plasma lipids and fatty liver in mice. **The British journal of nutrition** vol. 102. 2009.

ERNANDES, R. C.; PIMENTEL, G. D.; MARTINS, K. A.; MENEZES, I. H. C. F. Weight gain in pregnant adolescents: a review. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 38, n. 2, p. 189-199, ago. 2013.

FALADOR, A. S. S. Relação entre o padrão de consumo alimentar e os depósitos de gordura em gestantes, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso, bacharel em Nutrição, Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FILHO, D. S. C.; AARESTRUP, F. M. Obesidade, adipocitocinas e gravidez: uma atualização da literatura. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v.1, nº 2, p. 62 - 68, 2009.

FRANCO, L. D. P.; CAMPOS, J. A. D. B.; DEMONTE, A. Teor lipídico da dieta, lipídios séricos e peso corporal em ratos exercitados. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 3, p. 359–366, maio 2009.

FREITAS, M. C. Efeitos do consumo de dieta de cafeteria durante a gestação e lactação sobre o crescimento somático e parâmetros metabólicos em ratos neonatos, 2011. Dissertação, Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde. Universidade Federal da Bahia.

HAMMER, R L et al. Exercise during the childbearing year. **The Journal of perinatal education**. Vol. 9,1, 2000.

HEINEN, J. B. H.; CONDE, S. R. Consumo alimentar e estado nutricional de gestantes de uma unidade básica de saúde, 2017.

HEINZEN, M. G. L. Prevalência de síndrome metabólica em gestantes, 2019. Dissertação de Mestrado em Ciências Aplicadas à Saúde. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

KHAN, R. M. M. et al. From Pre-Diabetes to Diabetes: Diagnosis, Treatments and Translational Research. **Medicina (Kaunas, Lithuania)** vol. 55,9 546. 29 Aug. 2019, doi:10.3390/medicina55090546

LAGINESTRA, A. J. C. et al. Diabetes mellitus gestacional e complicações fetais e neonatais. **Caderno da Medicina, UNIFESO**, vol. 2, n. 3, 2019.

LEANDRO, C. G. et al. Pode a atividade física materna modular a programação fetal induzida pela nutrição? **Revista de Nutrição**, v. 22, p. 559-569, 2009.

LOPES, G. A. P. Efeito do exercício físico (natação) sobre a glicemia e triglicerídeos de ratas prenhas diabéticas e repercussão sobre os fetos, 2009. Tese de Mestrado em Fisiologia do Exercício, Universidade Federal de São Paulo.

MARANGONI, F. et al. Maternal Diet and Nutrient Requirements in Pregnancy and Breastfeeding. An Italian Consensus Document. **Revista Nutrients** vol. 8,10 629. 2016

MARCONDES, F. K.; BIANCHI, F. J.; TANNO, A. P.. Determination of the estrous cycle phases of rats: some helpful considerations. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, n. 4a, p. 609–614, nov. 2002.

MORAIS, G. L. Efeitos da dieta de cafeteria durante a gestação e lactação sobre parâmetros glicêmicos e perfil lipídico em ratas, 2012. Dissertação de Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia.

MORATOYA, E. E. et al. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo. **Revista de Política Agrícola**, Janeiro/Fevereiro/Março, 2013.

MORTON, A.; TEASDALE, S. Physiological changes in pregnancy and their influence on the endocrine investigation. **Revista Clinical Endocrinology**, 2021.

NASCIMENTO, S. L. et al. Recomendações para a prática de exercício físico na gravidez: uma revisão crítica da literatura. **Revista Brasileira de Ginecologia Obstet.** 2014.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2023. Dietary reference intakes for energy. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26818>.

NOBRE, C. F. et al. Diabetes Mellitus Gestacional. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 23, n. 7, p. e13272, 23 jul. 2023.

NOMURA, R. M. Y.; MAGANHA, C. A.; ZUGAIB, M.. As repercussões do diabetes melito no feto alteram o seu prognóstico a longo prazo?. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, n. 2, p. 126–126, abr. 2003.

PEREIRA, M. M. S. Efeitos do exercício físico moderado sobre parâmetros hormonais e biométricos maternos e da prole de ratas induzidas ao diabetes

gestacional, 2021. Tese de doutorado, Biociência Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PÉREZ, G. S. et al. Maternal and post-weaning exposure to a high fat diet promotes visceral obesity and hepatic steatosis in adult rats. **Nutrición Hospitalaria**, 2015.

Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006 : dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança/ Ministério da Saúde, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. – Brasília : Ministério da Saúde, 2009.

POLLO-FLORES, P. et al. Alterações hepáticas da gravidez. **FEMINA**, Setembro/Outubro, vol 43, nº 5, 2015.

QUEIROZ, J. C. F. et al.. Controle da adipogênese por ácidos graxos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 53, n. 5, p. 582–594, jul. 2009.

RAVAGNANI, F. C. P. et al. Efeito de dietas hiperlipídicas com extrato de baru e chocolate sobre a área de adipócitos de ratos submetidos ao exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina Esporte** – Vol. 18, N°3, Maio/Junho, 2012

RIBAS, J. T. et al. Alterações metabólicas e inflamatórias na gestação. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 2015.

RIBEIRO, M. R. J. Os efeitos do treinamento resistido na diminuição do percentual de gordura em adultos jovens, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso, bacharel em Educação Física, Universidade Estadual Paulista.

ROHATGI, K. W. et al. Relationships between consumption of ultra-processed foods, gestational weight gain and neonatal outcomes in a sample of US pregnant women. **PeerJ** vol. 5 e4091. 7 Dec. 2017, doi:10.7717/peerj.4091

ROSCHER, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista brasileira Educação Física Esporte**, São Paulo, v.25, p.53-65, dez. 2011.

SANTANA, M. N. S. et al. Resistance training improves cardiovascular autonomic control and biochemical profile of rats exposed to Western diet in the perinatal period. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, Vol 38, ed 5, 2019.

SANTOS, P. C. P. et al. Implicações da dieta hiperlipídica e do exercício de natação sobre os parâmetros imunológicos em ratas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, 2020.

SONGSTAD, N. T. et al. Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade em ratas gestantes e na placenta, coração e fígado de seus fetos. **Jornal PLOS ONE**, 2015.

SOUZA, L. R.; BOSSI, L. C. Treinamento resistido versus aeróbico: influência na composição corporal feminina 20-30 anos. **EFDeportes.com, Revista Digital**. N° 172, 2019.

STREULING, I. et al. Physical activity and gestational weight gain: a meta-analysis of intervention trials. **BJOG : an international journal of obstetrics and gynecology** vol. 118,3 (2011): 278-84. doi:10.1111/j.1471-0528.2010.02801.x

TEIXEIRA, C. V. S.; GOMES, R. J. Treinamento resistido manual e sua aplicação na educação física. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. Vol 15, nº 1, 2014.

WHO. Recomendações sobre cuidados pré-natais para uma experiência positiva na gravidez. Geneva: World Health Organization, 2016.

WHO. Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization, 2020.

## ANEXO A – APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UFPE



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Biociências  
Av. Prof. Nelson Chaves, s/n  
50670-420 / Recife - PE - Brasil  
Fones: 2126 8842  
ceua@ufpe.br

Recife, 12 de abril de 2022

Ofício nº 17/22

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

Para: **Prof.ª Raquel da Silva Aragão**  
Centro Acadêmico de Vitória - CAV/UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco  
Processo nº 105/2021

Certificamos que a proposta intitulada **“Associação da dieta ocidentalizada e treinamento resistido durante a gestação: repercussões somáticas, comportamentais, metabólicas, histomorfológicas e moleculares”**. Registrado com o nº 105/2021 sob a responsabilidade de **Prof.ª Raquel da Silva Aragão** o 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 29/03/2022

Finalidade	( ) Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	08/04/2022 a 01/09/2025
Espécie/linhagem/raça	Ratas albinas da linhagem Wistar
Nº de animais	90 Fêmeas em idade de acasalamento (10 grupos experimentais; N=9 em cada grupo experimental); 30 Machos adultos em idade de acasalamento 480 Fetos no 20º dia gestacional
Peso/Idade	Fêmeas: 60-70 dias, 180-200 g Machos: 60-120 dias; 180 - 260g Fetos: G20; 2-8g
Sexo	Macho (30) Femea (90) fetos 480
Origem: Biotério de Criação	Biotério/Colônia de criação do Departamento de Nutrição/UFPE
Destino: Biotério de Experimentação	Biotério/Colônia de criação do Departamento de Nutrição/UFPE

Atenciosamente

Pr  
UFPE

SIAPE 2345691