



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

DÉBORA PRISCILA LIMA DE OLIVEIRA

**REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO DIÁRIO SOBRE A
MORFOMETRIA DO TECIDO ADIPOSEO BRANCO DE RATOS
ADULTOS**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

DÉBORA PRISCILA LIMA DE OLIVEIRA

REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO DIÁRIO SOBRE A
MORFOMETRIA DO TECIDO ADIPOSEO BRANCO DE RATOS
ADULTOS

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientadora: Raquel da Silva Aragão
Coorientador: José Antonio dos Santos

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2018

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

O48r Oliveira, Débora Priscila Lima de
Repercussões do treinamento resistido diário sobre a morfometria do tecido adiposo branco de ratos adultos / Débora Priscila Lima de Oliveira. - Vitória de Santo Antão, 2018.
40 folhas.; Il.

Orientadora: Raquel da Silva Aragão.
Coorientador: José Antonio dos Santos.
TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Bacharelado em Educação Física, 2018.

1. Treinamento resistido - Ratos. 2. Histologia. I. Aragão, Raquel da Silva (Orientadora). II. Santos, José Antonio dos (Coorientador). III. Título.

613.7 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-184/2018

DÉBORA PRISCILA LIMA DE OLIVEIRA

**REPERCUSSÕES DO TREINAMENTO RESISTIDO DIÁRIO SOBRE A
MORFOMETRIA DO TECIDO ADIPOSEO BRANCO DE RATOS
ADULTOS**

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Aprovado em: 30/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Raquel da Silva Aragão (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o Dr. Kelli Nogueira Ferraz Pereira Althoff (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Ms. Jacqueline Maria da Silva (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais, Argemiro e Veronilda, e minhas irmãs, Fernanda e Patrícia.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, e minhas irmãs, por sempre me apoiarem, acreditarem em meu potencial e por estarem comigo em todas as minhas empreitadas me dando força, carinho e muito amor.

Aos meus amigos e colegas do curso, em especial – Ana Arcoverde, Ravi Marinho, Paulo Santos, André Santiago, Gabriel Soares e Rafael Santos, por cada vivência e discussão, que nos fizeram crescer como pessoa e futuros profissionais de educação física.

À minha orientadora, Raquel Aragão, e meu coorientador, Antônio Santos, por cada conhecimento compartilhado e por toda ajuda em traçar o meu caminho na pesquisa e graduação.

Agradecimento especial aos professores e amigos – Ana Lisa Gomes e Adriano Bento, obrigada por cada orientação/conselho para a graduação e para a vida.

A todos os professores que agregaram ricos conhecimentos para minha formação enquanto profissional da educação física.

“Dê-me uma alavanca e um ponto de apoio e levantarei o mundo”.

-

Arquimedes

RESUMO

O treinamento resistido é fortemente ligado aos ganhos de hipertrofia e força muscular, mas ainda não há muitas evidências sobre a relação deste treinamento e alterações no tecido adiposo. Diante disto, o presente estudo tem como objetivo analisar as repercussões do treinamento resistido diário sobre a morfometria do tecido adiposo em ratos. Foram utilizados 26 ratos Wistar machos aos 60 dias de vida, divididos em dois grupos Controle (C=12) e Treinados (T=14). O grupo treinado foi submetido a treinamento em escada, 5 dias por semana, durante 8 semanas. Durante o treinamento, foram avaliados evolução ponderal e capacidade de carregamento máximo. Após o término do treinamento, os animais foram sacrificados e tiveram seus coxins adiposos retirados, pesados e preparados para análise histológica. Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Uso de Animais (protocolo nº 0051/2016). Os resultados mostraram que o treinamento resistido foi eficaz para a redução de peso corporal (C: $398,3 \pm 12,91$ g; T: $336,8 \pm 7,88$ g, $p < 0,01$) e da visceral total (C: $15,74 \pm 1,339$ g; T: $12,07 \pm 1,072$ g, $p < 0,04$). O grupo treinado apresentou redução do perímetro (C: $210,4 [171,0 - 251,9]$ μm ; T: $190,0 [156,5 - 227,2]$ μm , $p < 0,0001$) e área (C: $2723 [1817 - 3963]$ μm^2 ; T: $2144 [1429 - 3048]$ μm^2 , $p < 0,0001$), mas sem diferença no número (C: $265,6 \pm 10,32$; T: $286,6 \pm 10,33$, $p = 0,154$) nos adipócitos epididimais. Em relação aos adipócitos subcutâneos, estes apresentaram maiores perímetro (C: $161,1 [131,5 - 195,8]$ μm ; T: $163,9 [136,5 - 193,6]$ μm , $p < 0,0090$), área (C: $1769 [1108 - 2625]$ μm^2 ; T: $1856 [1304 - 2542]$ μm^2 , $p < 0,0004$), e número (C: $289,3 \pm 53,18$; T: $337,1 \pm 71,49$, $p < 0,0003$) no grupo Treinado. Dessa forma, conclui-se que o treinamento resistido é importante fator de promoção de saúde, uma vez que acarreta redução de gordura visceral e aumento da gordura subcutânea bege. Esses mecanismos estão relacionados com melhor perfil adipocitário.

Palavras-chave: Hiperplasia-adipocitária. Hipertrofia-adipocitária. Treinamento-Resistido.

ABSTRACT

Resistance training is highly linked to gains in muscular strength and hypertrophy, however, there isn't much evidence of the relationship between resistance training and changes adipose tissue. With that, this study has as its objective to analyze the effect of daily resistance training on the morphometry of adipose tissue. Twenty-six Wistar male rats were used, divided into two groups, control (C=12), trained (T=14), with a life span of 60 days. The trained group was subjected to stairs training, 5 days per week, for 8 weeks. During the training, ponderal evolution and maximum load capacity were evaluated. After training completion, the animals were sacrificed and had their fat pads removed, heavy and prepared for histological analysis. This work was approved by the Committee on Ethics in the Use of Animals (protocol n ° 0051/2016). The results show that the resistance training was effective in reducing body weight (C: $398,3 \pm 12,91$ g; T: $336,8 \pm 7,88$ g, $p < 0,01$) e da visceral total (C: $15,74 \pm 1,339$ g; T: $12,07 \pm 1,072$ g, $p < 0,04$). The trained group presented a reduction in the perimeter (C: $210,4 [171,0 - 251,9]$ μm ; T: $190,0 [156,5 - 227,2]$ μm , $p < 0,0001$) e area (C: $2723 [1817 - 3963]$ μm^2 ; T: $2144 [1429 - 3048]$ μm^2 , $p < 0,0001$), but with no difference in the number (C: 265.6 ± 10.32 ; T: 286.6 ± 10.33 , $p = 0,154$) in epididymal adipocytes. In relation to the subcutaneous adipocytes, these presented larger perimeter (C: $161,1 [131,5 - 195,8]$ μm ; T: $163,9 [136,5 - 193,6]$ μm , $p < 0,0090$), area (C: $1769 [1108 - 2625]$ μm^2 ; T: $1856 [1304 - 2542]$ μm^2 , $p < 0,0004$), and number (C: $289,3 \pm 53,18$; T: $337,1 \pm 71,49$, $p < 0,0003$) in the trained group. Thus, it is concluded that resistance training is an important factor for health promotion, since it leads to reduced visceral fat and increased beige subcutaneous fat. These mechanisms are related to a better adipocyte profile.

Keywords: Hyperplasia-adipocitary. Hypertrophy-adipocitary. Resistance-training.

LISTA DE ABREVIACOES

C	Controle
C/EBP α	Proteínas de ligação alfa
EF	Exercício físico
GH	Hormônio de crescimento
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina
PGC-1 α	Coativador 1 alfa do receptor ativado por proliferador do peroxissoma
PKA	Proteína Quinase A
PPAR γ	Receptor gama ativado por proliferadores de peroxissomas
T	Treinamento
TAB	Tecido adiposo branco
TAb	Tecido adiposo bege
TAM	Tecido adiposo marrom
TR	Treinamento resistido
TAS	Tecido adiposo subcutâneo
TAV	Tecido adiposo visceral

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 TECIDO ADIPOSEO	12
2.2 EXERCÍCIO FÍSICO E TREINAMENTO RESISTIDO	15
3 OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 QUESTÕES ÉTICAS	19
4.2 ANIMAIS	19
4.3 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO DIÁRIO.....	19
4.4 COLETA DOS TECIDOS	21
4.5 PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO	22
4.6 ANÁLISES HISTOLÓGICAS.....	22
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	23
5 RESULTADOS	24
6 DISCUSSÃO	29
7 CONCLUSÃO.....	32
ANEXO A – Parecer de aprovação da Comissão de Ética em Uso de Animais da UFPE.....	40

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, um dos grandes problemas da saúde pública tem sido a obesidade, uma vez que essa doença atinge grande parte da população mundial (CABALLERO, 2007; ESKINAZI; MARQUES, 2015). Frequentemente relacionamos a obesidade exclusivamente ao excesso de consumo alimentar, entretanto, esta doença tem uma etiologia complexa e inclui fatores genéticos, ambientais, psicológicos, fisiológicos, sociais, econômicos e até mesmo políticos (WRIGHT; ARONNE, 2012; STEFAN *et al.*, 2013). Desde a revolução industrial e o advento dos avanços tecnológicos, o estilo de vida mundial passou a ser baseado na facilidade, houve redução da prática de atividades físicas, aumento do estresse emocional, redução do sono, aumento do consumo de drogas, presença de alimentos mais calóricos, baratos e de fácil preparo na alimentação, sendo estes fatores intimamente ligados à pandemia da obesidade (MCFERRAN; MUKHOPADHYAY, 2013; NIELSEN; DANIELSEN; SØRENSEN, 2011; WRIGHT; ARONNE, 2012; SWINBURN *et al.*, 2011).

O excesso de peso na obesidade está relacionado ao aumento do acúmulo de tecido adiposo, principalmente o branco (PUHL; HEUER, 2009). Contudo, além do tecido adiposo branco, há também o marrom e o bege (GIRALT; VILLARROYA, 2013). O tecido adiposo branco é isolante térmico, protege contra choques mecânicos, é reservatório energético entre outras funções (COHEN; SPIEGELMAN, 2016; FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2007). O tecido adiposo marrom é frequentemente encontrado em fetos e recém-nascidos, tem como principal função a termorregulação (COHEN; SPIEGELMAN, 2016; FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2007). Enquanto que, o tecido adiposo bege é um tecido de transição, ele pode ser escurecido ou clareado, tornando-se marrom ou branco, respectivamente (COHEN; SPIEGELMAN, 2016). Acredita-se que o tecido adiposo bege através da termogênese protege contra obesidade e patologias hepáticas (COHEN; SPIEGELMAN, 2016).

Um fator a ser levado em consideração em indivíduos com excesso de peso é o local onde a gordura excessiva está localizada, podendo ser androide, em regiões do abdômen, ou ginoide, na região do quadril (AMER; MARCON; SANTANA, 2011). O excesso de tecido adiposo branco na região abdominal está relacionado com a presença de patologias crônicas e não transmissíveis, como cardiopatias, diabetes,

hipertensão, dislipidemias, doenças renais e outras (RADOVANOVIC *et al.*, 2014; SWINBURN *et al.*, 2011). Esse tecido adiposo visceral fica localizado próximo ou até mesmo no interior das vísceras (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006). Enquanto que a gordura ginoide é responsável pelo acúmulo de tecido adiposo branco subcutâneo, mais comum em mulheres do que em homens e, em comparação com a androide, é pouco relacionada com doenças cardiometabólicas (OKOSUN; SEALE, 2015). Diferentemente do tecido adiposo visceral, o subcutâneo tem característica de se apresentar logo abaixo da pele, nas regiões do abdômen, glúteo e femoral (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006).

Sendo a obesidade uma doença multifatorial, ela também possui várias formas de tratamentos, como por exemplo, a adequação a uma dieta saudável e menos calórica, cirurgias, mudanças de hábitos diários, e a prática de exercícios físicos, entre outros (COLQUITT *et al.*, 2016; HAWKES *et al.*, 2015). Dentre os mais variados tipos de exercícios, o mais evidenciado na literatura científica com efeitos positivos para a redução da massa corporal, é o exercício aeróbio de longa duração (ACSM, 2014; GARROW; SUMMERBELL, 1995; SCHOENFELD *et al.*, 2014). A prática frequente de exercícios físicos tende a gerar uma balança energética negativa no organismo, devido ao excesso de consumo de oxigênio pós exercício, e das reações de oxidação de lipídios, concomitantemente haverá uma redução da massa gorda o que refletirá em uma redução da massa corporal (SWIFT *et al.*, 2014; UNICK *et al.*, 2017).

Recentemente o treinamento resistido (TR) vem sendo evidenciado na literatura como uma outra forma de tratamento para a obesidade e doenças cardiometabólicas (TRESIERRAS; BALADY, 2009; STRASSER; SCHOBERSBERGER, 2011). O TR é caracterizado pela realização de ações musculares com a aplicação de sobrecargas progressivas no corpo, ou segmento corporal (DESCHENES; KRAEMER, 2002). Este tipo de treinamento é capaz de induzir adaptações fisiológicas, neurais e funcionais, como o aumento de força, potência e resistência muscular, aumento da densidade óssea e sensibilidade à insulina, além de modificações na composição corporal (BOTERO *et al.*, 2013; CARROLL *et al.*, 2001; DESCHENES; KRAEMER, 2002; FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TECIDO ADIPOSEO

O tecido adiposo é composto por adipócitos que armazenam triacilgliceróis, sendo assim, o principal reservatório energético do organismo, juntamente com o glicogênio muscular e hepático, além de fornecer e armazenar energia, é responsável por regular processos fisiológicos, como apetite, pressão sanguínea, metabolismo de glicose, sensibilidade à insulina, angiogênese e outras (FONSECA-ALANIZ, *et al.* 2006; KERSHAW; FLIER, 2004). Os adipócitos possuem volumes e diâmetros distintos, variando de acordo com a quantidade de triacilgliceróis acumulados, ocupam cerca de 10 a 20% ou 85 a 90% da célula de acordo com seu tipo, além dos adipócitos o tecido adiposo também é composto por células endoteliais, do sistema imune, nervoso e matriz do tecido conjuntivo (CASTRO, 2009).

O tecido adiposo pode ser classificado, enquanto sua coloração, em marrom, bege e branco (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006). O tecido adiposo marrom (TAM) é responsável pela termogênese, sendo encontrado em fetos, recém-nascidos e animais hibernantes (COHEN; SPIEGELMAN, 2016). O adipócito marrom é menor em comparação ao branco, multilocular, apresenta gotículas lipídicas, que equivalem de 10 a 20%, citoplasmáticas de tamanhos variados, possui núcleo esférico, e grande número de mitocôndrias, a alta concentração de citocromo-oxidase confere a essa célula sua cor mais escurecida (CANNON; NEDERGAARD, 2004). O tecido adiposo bege (TAb), semelhante ao tecido adiposo marrom, apresenta gotículas lipídicas multiloculares, alto conteúdo mitocondrial, no entanto, não deriva de um precursor embrionário comum e expressam genes distintos (WU *et al.*, 2012). O TAM é comumente encontrado no pescoço e região intraescapular, enquanto o bege na região supraclavicular, ambos são ativados em baixas temperaturas e por peptídeos natriuréticos (HARMS; SEALE, 2013).

O tecido adiposo branco é unilocular, possuindo uma grande gota de triacilglicerol, que empurra o núcleo celular e o fino citoplasma para a periferia, os adipócitos brancos são células grandes que equivalem a aproximadamente 80% de todo o tecido adiposo (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006). O tecido adiposo branco encontra-se em diversas regiões do organismo, e isso confere a ele diferentes funções, dentre elas a proteção contra choques mecânicos, reservatório energético,

produção de hormônios, isolante térmico e outras (ROMACHO *et al.*, 2014). O TAB começa a se desenvolver durante a vida fetal, entretanto ocorre principalmente após o nascimento, durante insultos energéticos, onde essas células são necessárias para fornecer e armazenar energia, induzindo a hipertrofia ou hiperplasia dos adipócitos (GIRALT; VILLARROYA, 2013). Os adipócitos também podem sofrer atrofia, ou quebra celular através da produção de energia, tanto para a realização de exercícios ou produção de calor, mudando assim a conformação do tecido adiposo (KERSHAW; FLIER, 2004).

A subclassificação do tecido adiposo branco se dá pela sua localização, sendo tecido adiposo subcutâneo (TAS), presente em regiões subcutâneas, ou visceral (TAV), encontrado nas vísceras abdominais mesentéricas ou abdominais (GIRALT; VILLARROYA, 2013). A gordura subcutânea equivale a 80% da gordura corporal, se localiza principalmente nas regiões gluteofemoral, costas, e parede abdominal anterior, enquanto a visceral equivale a 20%, e depositada em torno das vísceras, e apresenta maior vascularização (ROMACHO *et al.*, 2014). Os adipócitos do tecido visceral são maiores e resistentes à insulina, enquanto no tecido subcutâneo são menores e mais sensíveis (LIDELL *et al.*, 2013). Em relação aos receptores, o TAV apresenta maior quantidade de receptores de glicocorticoides, androgênicos e adrenérgicos, enquanto que o TAS tem maior afinidade para receptores de estrogênio (IBRAHIM *et al.*, 2010). O excesso de TAV está relacionado a uma tendência à hiperglicemia, hiperinsulinemia, hipertrigliceridemia, e tais eventos estão associados a risco de doenças cardiovasculares e metabólicas (CABALLERO *et al.*, 2007; WRIGHT; ARONNE, 2012). Em ratos a gordura subcutânea é composta pelo coxim adiposo inguinal, e a gordura visceral pelos coxins epididimais e retroperitoniais (MAUER; HARRIS; BARTNESS, 2001).

O tecido adiposo tem a capacidade de secretar adipocinas, como leptina, interleucina-6, fator de crescimento β , adipsina e entre outras, possuindo assim um papel endócrino (PINTO *et al.*, 2014; ROMACHO *et al.*, 2014). Também secreta fatores hemostáticos e hemodinâmicos, proteínas de fase aguda e as reguladoras da homeostase energética (KERSHAW; FLIER, 2004). Uma das principais adipocinas é a leptina, ela é produzida pelo gene *ob*, tem efeito pleiotrópico, sendo responsável por homeostase energética, regula o sistema neuroendócrino e a maturação do sistema reprodutivo feminino, estimula hematopoiese, controla a

ingestão de alimentos e outros (LUO; LIU, 2016). Grande parte da interleucina-6 é excretada pelo tecido adiposo visceral, nos hepatócitos e adipócitos ela é responsável por inibir a via da insulina, enquanto que no músculo esquelético estimula a oxidação de ácidos graxos e a captação de glicose e no hipotálamo regula o balanço energético, controlando a ingesta alimentar (DEROSA *et al.*, 2013).

Os adipócitos contribuem de forma ativa para a regulação do metabolismo energético, através da manutenção da homeostase e pela produção e ação de hormônios que interferem no tecido adiposo e outros tecidos, fazendo com que o tecido adiposo seja considerado um órgão central no controle metabólico (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006). No tecido adiposo podemos encontrar uma gama de receptores hormonais, que geram vários efeitos biológicos, como por exemplo, os receptores de melatonina que são responsáveis por sinergizar a ação da insulina; os de glucagon, glicocorticoides, catecolaminas, hormônio de crescimento (GH) que são responsáveis por ativar a lipólise; fator de crescimento similar à insulina (IGF-1) encarregado de desencadear a adipogênese; receptores de esteroides sexuais que regulam o desenvolvimento do adipócitos; gastrina e colecistocinina que regulam a expressão de citocina e tantos outros (FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2006; REGULADOR, 2006; WAJCHENBERG, 2000).

A obesidade se dá devido a um balanço energético positivo, que desencadeia a lipogênese, responsável pelo aumento da massa adiposa, através do aumento do tamanho do adipócito (hipertrofia), ou do número (hiperplasia) (QUEIROZ, *et al.* 2009). Nas últimas décadas um dos grandes problemas da saúde pública tem sido o sobrepeso e a obesidade, uma vez que a mudança dos hábitos alimentares e o alto nível de inatividade física estão relacionados com o surgimento da obesidade e essa doença vem atingindo grande parte da população mundial (ESKINAZI; MARQUES, 2015). Comumente, a obesidade está associada a outras patologias crônicas e não transmissíveis, doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão arterial, arteriosclerose, dislipidemias e outras (RADOVANOVIC *et al.*, 2014).

Estudos apontam que o treinamento em esteira, durante oito semanas, provoca o aumento de PGC-1 alfa no tecido adiposo subcutâneo de ratos (WU *et al.*, 2014). Corrida voluntária na roda, por onze semanas, aumentou a atividade mitocondrial, medida através do consumo de oxigênio e níveis de expressão gênica,

no tecido adiposo subcutâneo de ratos (STANFORD et al., 2015). Natação durante oito semanas associada a dietas hiperlipídicas resultou em aumento do peso e da área das células retroperitoneais, o exercício foi capaz de reduzir o tamanho dos adipócitos omentais e inguinais (RAVAGNANI et al., 2012). Quatro semanas de corrida na roda associada a uma dieta hiperlipídica (60% de lipídios) resultaram em aumento na massa de gordura, do tamanho do adipócito e de sua contagem (GOLLISCH, 2009). Exercício em esteira com inclinação a 5°, cinco dias por semana, durante nove semanas, resultou em menor peso corporal e porcentagem de gordura, e adipócitos inguinais, epididimais e retroperitoneais menores em ratos (MIYAZAKI et al., 2010).

2.2 EXERCÍCIO FÍSICO E TREINAMENTO RESISTIDO

O exercício físico (EF) é caracterizado por ações musculares voluntárias, realizadas com um determinado objetivo e com gasto energético acima do basal (KISNER; COLBY, 2017). O EF pode variar de acordo com o tipo, duração, volume, frequência e intensidade, sendo estes importantes determinantes para a ativação de metabolismos específicos (GOLLISCH *et al.*, 2009). A prática regular de EF gera diversas alterações morfofuncionais e fisiológicas em vários tecidos (DESCHENES; KRAEMER, 2002). O risco de síndromes metabólicas, transtornos depressivos, dores articulares, sarcopenia, demência na terceira idade pode ser diminuída com a prática de exercícios físicos regulares (JOSEFSSON; LINDWALL; ARCHER, 2014; PAILLARD *et al.*, 2015; ZANTEN *et al.*, 2015).

O treinamento é um processo baseado na aquisição de conhecimentos, habilidades e competências, oriundo de atividades práticas que incluam tarefas globais e específicas realizadas regularmente (FLECK; KRAEMER, 2017). O treinamento resistido é caracterizado pela realização de ações musculares com a aplicação de uma sobrecarga externa (FLECK; KRAEMER, 2017; KRAEMER; RATAMESS, 2004). É evidenciada na literatura uma grande relação entre o TR e alterações morfofuncionais no tecido muscular, devido às alterações em todo o metabolismo energético, infere-se que há mudança em outros tecidos (GOLLISCH *et al.*, 2009; STANFORD; GOODYEAR, 2016). Estudos apontam o TR como importante fator relacionado clinicamente com a manutenção da saúde, e como um

coadjuvante para doenças metabólicas, sendo um tratamento não farmacológico (FIGUEIREDO; SALLES; TRAJANO, 2018; GORDON *et al.*, 2009; LATHAM *et al.*, 2004).

O estudo de Araújo Palmeira e colaboradores (2011) buscou analisar os efeitos do treinamento físico aeróbio, 5 dias por semana, durante 8 semanas, sobre a morfometria e morfologia do coração de ratos adultos. Eles observaram menor área da cavidade, maior espessura da parede do ventrículo esquerdo e aumento da secção transversa dos cardiomiócitos do grupo treinado (PALMEIRA *et al.*, 2011). Na estrutura aórtica, o treinamento resistido de 12 semanas, durante 5 dias na semana, induziu hipertrofia cardíaca e melhora em componentes da parede aórtica de ratos Wistar (SOUZA *et al.*, 2017). Ratos Wistar de 8 semanas de idade e hipertensos submetidos a treinamento resistido em escada, 5 dias por semana, durante 8 semanas, tiveram melhorias na sensibilidade barorreflexa, através da melhora da resposta da bradicardia (GOMES *et al.*, 2017). O treinamento resistido de 12 semanas, 3 vezes na semana, resultou em melhoras na organização da matriz extracelular, regulação biológica e processos celulares, concomitantemente, houve um perfil proteico superior do tendão calcâneo (BARIN *et al.*, 2017).

O EF, como um todo, induz efeitos expressivos para o metabolismo energético (STANFORD; GOODYEAR, 2016). É sabido que o treinamento físico de baixa intensidade e longa duração tem como principal substrato energético os lipídios, enquanto que a realização de exercício de alta intensidade teria uma demanda energética oriunda da via glicolítica (FEO *et al.*, 2003; LAPIN *et al.*, 2007). Logo, a prática regular de exercício físico moderado estaria altamente relacionada com a oxidação de lipídios (WANG; XU, 2017). A lipólise ocasionada pelo treinamento é mediada pelo sistema nervoso simpático que induz a liberação de catecolaminas, onde estas apresentam ação estimulatória através da via β adrenérgica que se acopla a proteínas Gs, realizando a quebra dos lipídios (BONIFÁCIO; CÉSAR, 2008; FREITAS *et al.*, 2012).

O exercício em esteira, durante 9 semanas, suprime a capacidade de células do estroma vascular de se diferenciarem em adipócitos (SAKURAI *et al.*, 2010). O estudo de Shen e colaboradores (2015) analisou o efeito de diferentes protocolos de treinamento, durante 10 semanas, sobre o perfil metabólico do músculo esquelético

de ratos alimentados com dietas hiperlipídicas, obtiveram como resultado diminuição do peso corporal, adiposidade, triglicérides séricos, glicemia em jejum, em todos os protocolos de treinamento (resistido, intervalado e concorrente), e obtiveram aumento da expressão da carnitina palmitoiltransferase 1. Treinamento em esteira inclinada a 5 graus, durante 9 semanas, resultou em diminuição da expressão de adipocinas, fator de necrose tumoral alfa, proteína quimiotática de monócitos 1, gerando uma menor inflamação (SAKURAI, et al., 2009).

A realização de exercícios físicos é uma das formas de alterar a composição corporal, reduzindo o percentual de gordura, tanto subcutânea, quanto visceral, através da disponibilidade de ácidos graxos para a geração de energia durante o exercício físico, podendo alterar o tamanho e área dos adipócitos (COHEN; SPIEGELMAN, 2016; FONSECA-ALANIZ *et al.*, 2007) O treinamento resistido está mais relacionado com os ganhos de forças e/ou hipertrofia quando em comparação com a redução da massa gorda, entretanto, o aumento da massa livre de gordura gera um aumento no gasto da taxa metabólica basal (KISNER; COLBY 2017). Este trabalho tem como hipótese que o treinamento resistido diário em escada durante 8 semanas é capaz manter o número e reduzir o tamanho de adipócitos subcutâneos e viscerais, através da lipólise induzida pelo exercício físico.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar, em ratos, as repercussões do treinamento resistido diário sobre a morfometria do tecido adiposo branco visceral e subcutâneo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Durante o período de treinamento resistido diário:

- Avaliar a evolução ponderal;
- Analisar a capacidade de carregamento máximo.

Após oito semanas de treinamento resistido diário:

- Mensurar adiposidade corporal;
- Analisar a morfometria, número e tamanho, do adipócito branco subcutâneo e visceral.

4 METODOLOGIA

4.1 QUESTÕES ÉTICAS

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), processo 0051/2016.

4.2 ANIMAIS

Foram utilizados 26 ratos albinos, da linhagem *Wistar (Rattus norvegicus)*, com 60 dias de idade e peso corporal entre 250 e 280 gramas, provenientes da colônia do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco. Os animais foram mantidos em biotério de experimentação, com temperatura de $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, num ciclo 12/12h [ciclo claro (18:00 às 06:00 h) e ciclo escuro (06:00 às 18:00 h)]. Os roedores ficaram em gaiolas padrão de biotério feita de polipropileno (33x40x17cm), onde tiveram livre acesso à água filtrada e à dieta padrão do biotério (Presence®, Purina, Brasil). Houve prudência para utilização exclusiva de ratos provenientes de ninhadas distintas, evitando assim a influência genética sobre os resultados. Os animais foram separados aleatoriamente em dois grupos: controle (C, n amostral de 12 animais) e treinado (T, n amostral de 14 animais). Os animais treinados foram submetidos a um programa de treinamento de resistência como descrito adiante. Dentre os 26 animais, provenientes de 4 ninhadas, foram selecionados aleatoriamente 13, sendo utilizado um a dois animais para cada grupo de cada ninhada, para a realização da análise histológica. A massa corporal foi registrada semanalmente durante todo o programa de treinamento em balança digital (Modelo: BEL Engineering L2102).

4.3 PROGRAMA DE TREINAMENTO RESISTIDO DIÁRIO

O programa de treinamento foi baseado no protocolo de Antônio-Santos *et al.*, 2016 que ancorou-se no princípio da sobrecarga, o qual exige a realização bem sucedida de um número de séries e repetições com intervalo para descanso controlado. O aparelho para o treinamento consiste em uma escada, com 132 cm e 87 degraus de metal. A angulação do aparelho é ajustável, entretanto foi mantida em 70° , entre a base da escada e o piso (Figura 1A). Os animais subiram a escada com uma sobrecarga progressiva, onde a mesma era fixada em suas caudas. O suporte

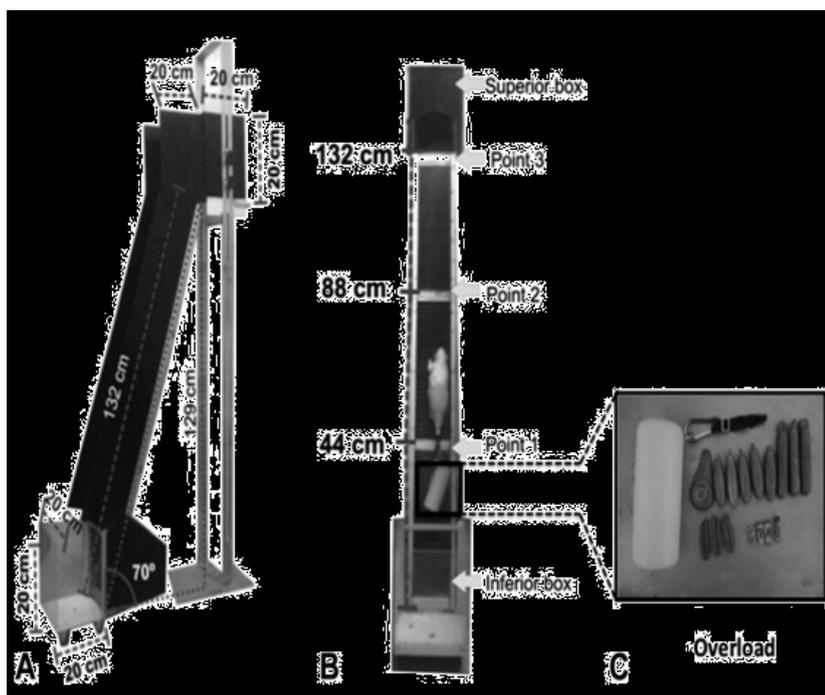
para a fixação da sobrecarga na cauda do rato consistiu de uma fita semielástica com um gancho na ponta e um recipiente cilíndrico no qual as cargas, confeccionadas com chumbo de pesca, foram colocadas (Figura 1B).

Antes de iniciar o programa de treinamento físico de resistência, todos os animais passaram por um período de cinco dias para a adaptação ao aparato de treinamento. O estímulo para subida era um leve toque com os dedos na região dorsal dos animais. Durante a adaptação ao aparato de treinamento os ratos foram colocados em diferentes pontos a partir da base da escada para estimular a sua subida.

Quarenta e oito horas após o período de adaptação, todos os animais do grupo treinado foram submetidos a um teste de sobrecarga máxima. No primeiro teste de sobrecarga máxima, os ratos subiram, inicialmente, com uma sobrecarga de 75% do seu peso corporal (HORNBERGER; FARRAR, 2004). Era considerada uma “subida de sucesso” quando o animal realizava a subida em um período inferior a 40 segundos e não soltava a escada. Após cada subida, eram adicionados 10% do peso corporal do animal na sobrecarga até os animais não conseguirem realizar a tarefa. Após 3 falhas consecutivas, a última subida de sucesso era registrada e considerada a sobrecarga máxima. Na determinação da sobrecarga máxima das semanas subsequentes, as primeiras subidas foram realizadas com 80% e 100% da sobrecarga máxima e acrescidas 10% do peso corporal até as falhas. Os intervalos entre as subidas em todos os testes foram de 120 segundos.

De acordo com a sobrecarga máxima individual, os ratos do grupo treinado foram submetidos a um programa de treinamento de resistência, 7 a 10 subidas por dia, 5 dias por semana, durante 8 semanas com uma sobrecarga presa em sua cauda aumentada progressivamente. O comprimento da escada permite a realização de 10 a 16 movimentos alternados em cada subida. Cada sessão de treinamento iniciou-se com sobrecarga correspondente a 30% da carga máxima, em seguida 50% e subidas subsequentes a 80% da sobrecarga máxima individual (total de 10 subidas). O tempo de descanso entre as subidas foi mantido em 90 segundos. As sessões de treinamento e os testes de sobrecarga máxima foram realizados 8 horas após o início do ciclo escuro.

Figura 1. Aparato utilizado para treinamento resistido



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

(A) Vista lateral do aparato de treinamento (uma escada com altura: 129 centímetros; largura: 20cm; comprimento: 132 centímetros; com 87 degraus e 1 cm entre os degraus) (B) Vista frontal do aparato de treinamento, pontos para colocar os ratos (caixa inferior transparente, ponto 1 a 44 centímetros da base, ponto 2 a 88 cm da base, ponto 3, para 132 centímetros a partir da base e caixa superior escura). (C) O suporte para a fixação da sobrecarga que consiste em um recipiente onde as cargas serão colocadas e uma fita de fixação formada de fita semielástica com um gancho na extremidade. A fita de fixação será cuidadosamente fixada na porção proximal da cauda com uma fita adesiva. As cargas serão confeccionadas com chumbo de pesca e possuem pesos diferentes. Reprodução de Antonio-Santos e colaboradores (2016).

4.4 COLETA DOS TECIDOS

Dois dias após o término do treinamento, os animais, aos 125 dias, tiveram a morte induzida por decapitação, utilizando uma guilhotina. Esse procedimento foi realizado de forma rápida, visando minimizar qualquer tipo de sofrimento ou estresse por parte dos animais. Para a coleta dos tecidos foram selecionados aleatoriamente 13 animais, sendo 7 do grupo Treinado e 6 do Controle. Imediatamente após a decapitação, os seguintes tecidos foram dissecados e coletados para pesagem: coxins adiposos epididimal (representando a gordura visceral), inguinal (representando a gordura subcutânea) e o tecido adiposo visceral total que era

composto por todo o tecido adiposo intra-abdominal. Foi padronizado o lado esquerdo do animal para retirada das amostras.

4.5 PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO

Os procedimentos histológicos adotados foram fixação, desidratação, diafanização e parafinização. Para a fixação, as amostras foram conservadas em formalina tamponada a 10% até a continuidade do experimento. Na desidratação, ocorreu a passagem do tecido por uma bateria de álcool com concentrações crescentes (95 – 100%). Para a diafanização foi utilizado xilol solúvel tanto em álcool como em parafina, para melhor impregnação da parafina no tecido. Por fim, o tecido foi banhado em parafina.

Após o processo de parafinização foram obtidas secções semisseriadas com 4µm de espessura, em criótomo. Os cortes foram transferidos para um banho-maria com temperatura média da água de 40°C, os cortes foram distendidos com auxílio de uma pinça de alumínio, e logo após foram colocados em lâminas untadas com albumina, para maior fixação do tecido. Seguidamente foram colocados em estufa regulada à temperatura de 37°C, por 24 horas para secagem e desparafinização. Em seguida, foram diafanizados em xilol, desidratados em álcool absoluto, hidratados em água, coloração da lâmina foi realizada com uso dos corantes Hematoxilina e Eosina (HE), lavados em água corrente e por fim montados com lamínulas (24x60mm).

4.6 ANÁLISES HISTOLÓGICAS

As imagens histológicas das lâminas foram capturadas por meio de câmera digital (Moticam 2300 de 3.0 megapixels) acoplada ao microscópio óptico (Nikon Eclipse E200), sob foco fixo e clareza de campo, obtendo-se 10 a 20 campos por lâmina com aumento final de 100x. O software utilizado para a captura das fotomicrografias foi o Motic Images Plus Versão 2.0.

As fotomicrografias foram avaliadas através do software ImageJ versão 1.43 (Research Services Branch, U.S. National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), mensurando-se a área e perímetro de cada célula, totalizando um total de 5000

células por cada grupo experimental. Adicionalmente, os plugins “colour de convolution”, “cell counter” e “threshold” foram utilizados na contagem celular e na determinação da área percentual por fotomicrografia ocupada por adipócitos.

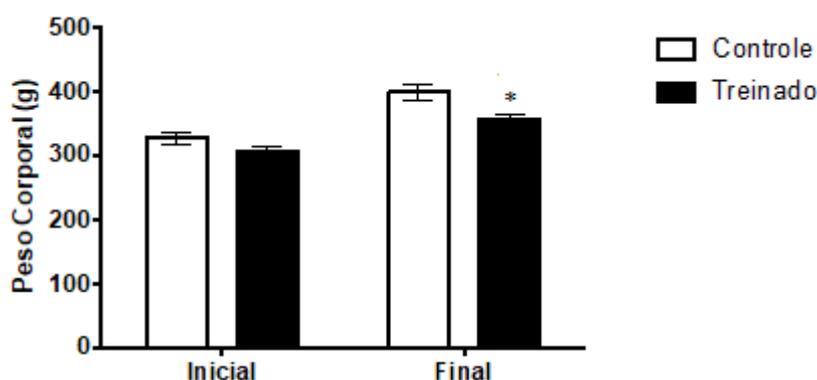
4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados estatisticamente através do software GraphPad Prism 5® (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA). Inicialmente foi realizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e de homogeneidade de Levene. As variáveis paramétricas foram descritas através de média e desvio padrão da média, enquanto que os dados não paramétricos foram descritos por mediana e percentil 25 e 75. O peso corporal foi avaliado usando o teste Anova two way com medidas repetidas e pós-teste de Bonferroni. O carregamento máximo foi analisado utilizando Anova one way com pós-teste de Tukey. O peso do tecido adiposo e o número de células adiposas foram analisados usando o teste t de Student. A morfometria (área e perímetro) foi analisada com o teste de Mann-Whitney. O nível de significância adotado foi $\alpha < 0,05$.

5 RESULTADOS

A evolução ponderal entre o início do programa de treinamento e ao final das 8 semanas, de ambos os grupos, é apresentada na Figura 2. O teste Anova one way mostrou que houve influência das semanas de treinamento ($p < 0,0001$), do treinamento ($p < 0,01$) e interação entre os fatores ($p = 0,036$). Nas comparações intragrupos, tanto o grupo Controle como o Treinado apresentaram aumento no peso corporal ao final do treinamento em relação ao peso inicial ($p < 0,0001$; não mostrado no gráfico). Na condição inicial, o grupo Controle e Treinado não apresentaram diferença no peso corporal ($p < 0,08$). Ao final das 8 semanas de treinamento, o grupo Treinado, com valores de média $336,8 \pm 7,88$ g, apresentou peso corporal inferior em relação ao grupo Controle com média $398,3 \pm 12,91$ ($p < 0,01$).

Figura 2. Peso corporal



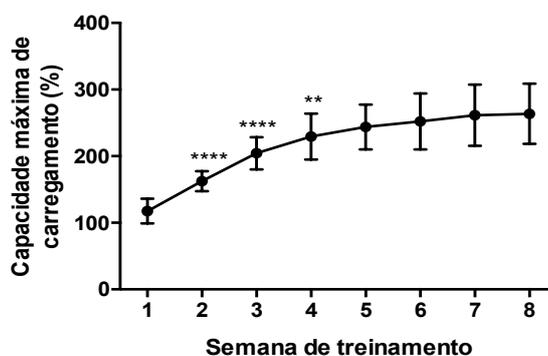
Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

Peso corporal de ratos ao início do treinamento e ao sacrifício. Dados apresentados por média e desvio padrão. O grupo Treinado realizou treinamento diário em escada por 8 semanas. * vs. Grupo Controle ao final do treinamento. $p < 0,05$, teste ANOVA two way com medidas repetidas, pós teste de Bonferroni.

A Figura 3 apresenta o resultado da análise da Capacidade de Carregamento Máximo durante as 8 semanas de treinamento resistido. Apresentado os valores de média na semana 1 ($117,6 \pm 18,56$), semana 2 ($162,4 \pm 14,92$), semana 3 ($204,4 \pm 24,14$), semana 4 ($229,4 \pm 34,60$), semana 5 ($243,8 \pm 33,62$), semana 6 ($252,2 \pm 42,07$), semana 7 ($261,4 \pm 46,02$) e semana 8 ($263,6 \pm 45,27$). Há diferença significativa de carregamento máximo na comparação da Semana 2 vs. Semana 1 ($p < 0,0001$), Semana 3 vs. Semana 2 ($p < 0,0001$), Semana 4 vs. Semana 3

($p < 0,0047$), mostrando que há um aumento no carregamento dessas semanas quando comparada as anteriores. Nas demais semanas não houve diferença de carregamento máximo em relação à semana anterior.

Figura 3. Carregamento Máximo

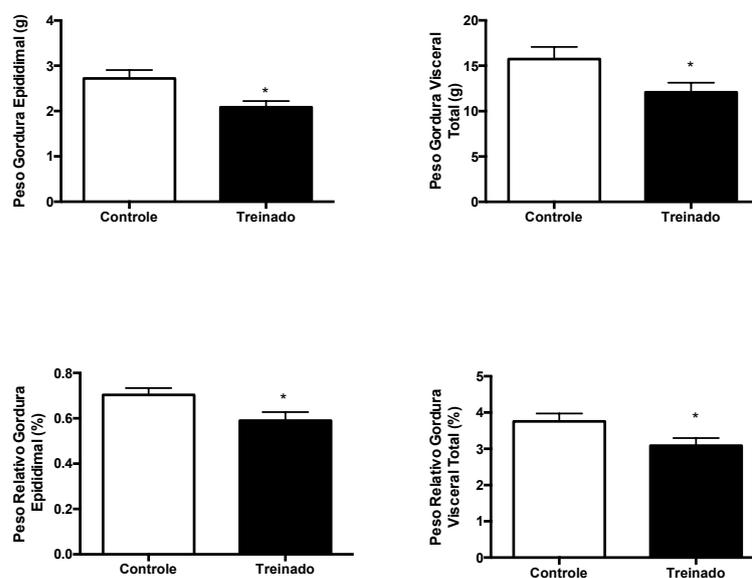


Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

Capacidade de carregamento máximo dos ratos no decorrer das 8 semanas do treinamento, apresentadas por média e desvio padrão. Semana 2 **** vs. Semana 1, Semana 3 **** vs. Semana 2, Semana 4 ** vs. Semana 3, $p < 0,05$, teste ANOVA one way, pós teste de Tukey.

A Figura 4 mostra o resultado da comparação do peso absoluto e relativo das gorduras corporais entre os grupos Controle e Treinado. O grupo treinado apresenta peso absoluto de gordura epididimal menor (C: $2,72 \pm 0,184$ g; T: $2,08 \pm 0,139$ g; $p = 0,011$) visceral total ($p = 0,042$). Quando comparados os pesos relativos, tanto na gordura epididimal ($p = 0,032$) quanto na visceral total ($p = 0,039$), o grupo Treinado continuou apresentando menores valores que o grupo Controle, com valores de média para o grupo controle $15,74 \pm 1,339$ g; e para o treinado $12,07 \pm 1,072$ g.

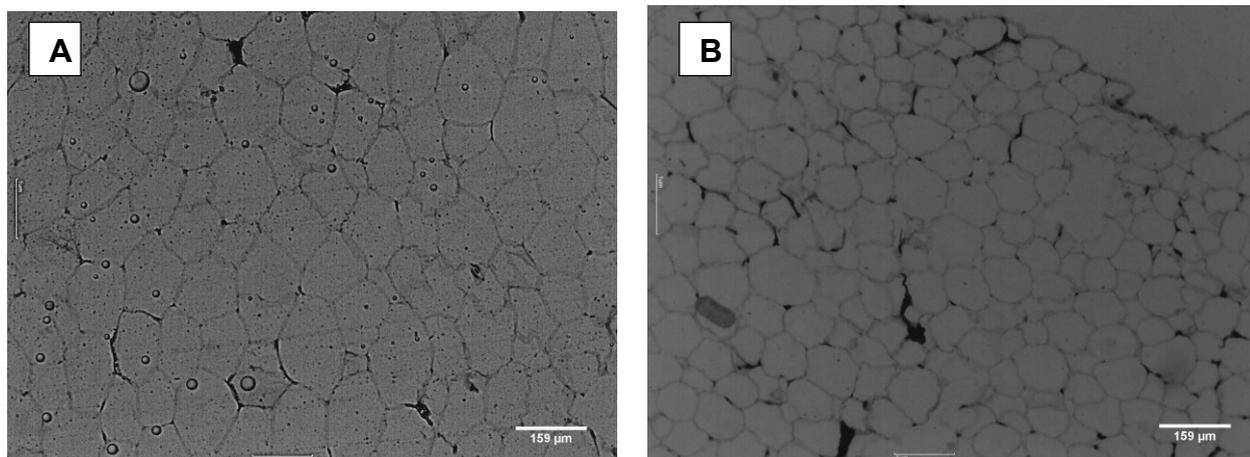
Figura 4. Peso das gorduras corporais ao sacrifício



Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

Pesos absolutos e relativos da gordura epididimal e visceral total de ratos ao sacrifício. Dados apresentados por média e desvio padrão. A partir dos 70 dias de vidas, ratos Wistar machos realizaram treinamento resistido diário em escada por 8 semanas. * vs. Grupo Controle. $p < 0,05$, teste t de Student.

A Figura 5 apresenta as fotomicrografias do tecido adiposo epididimal do grupo controle (A) e treinado (B). A Tabela 1 apresenta o resultado da comparação entre as áreas e perímetros dos adipócitos epididimais dos grupos Controle e Treinado. O grupo Treinado apresenta células adiposas epididimais com áreas, com mediana 2144 (1429 – 3048) μm^2 , e perímetros, com mediana 190,0 (156,5 – 227,2) μm , menores quando comparadas às do grupo Controle, com respectivas mediana de área, 2723 (1817 – 3963) μm^2 , e perímetro 210,4 (171,0 – 251,9) μm (área e perímetro $p < 0,0001$).

Figura 5. Fotomicrografia dos adipócitos epididimais

Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

A) – Adipócito epididimal do grupo controle; (B) – Adipócito epididimal do grupo treinado. Aumento de 10x. Coloração realizada com Hematoxilina e Eosina (HE). Legenda correspondente a 100 µm.

Tabela 1. Área e perímetro de adipócitos epididimais e inguinais de ratos wistar.

	Controle	Treinado
Área Epididimal (μm^2)	2723 (1817 – 3963)	2144 (1429 – 3048)
Área Inguinal (μm^2)	1769 (1108 – 2625)	1856 (1304 – 2542)
Perímetro Epididimal (μm)	210,4 (171,0 – 251,9)	190,0 (156,5 – 227,2)
Perímetro Inguinal (μm)	161,1 (131,5 – 195,8)	163,9 (136,5 – 193,6)

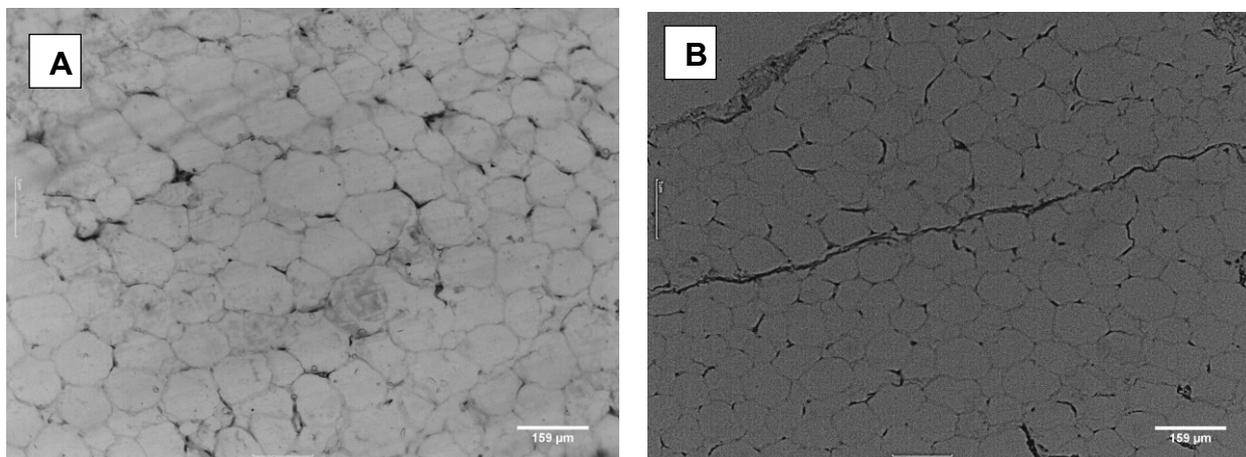
Área e perímetro dos adipócitos epididimais e inguinais de ratos Wistar machos submetidos a treinamento resistido em escada durante 8 semanas. Teste de Mann-Whitney.

Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

A Figura 6 apresenta as fotomicrografias do tecido adiposo inguinal do grupo controle (A) e treinado (B). Na Tabela 1, são apresentados os valores de área e perímetro dos grupos para os adipócitos inguinais. O grupo Treinado apresentou células adiposas inguinais com áreas, 1856 (1304 – 2542) μm^2 e perímetros, 163,9(136,5 – 193,6) μm maiores quando comparadas às do grupo Controle que

apresentou área com mediana de 1769 (1108 – 2625) μm^2 , e perímetro de 161,1 (131,5 – 195,8) μm (área $p=0,0004$ e perímetro $p=0,009$).

Figura 6. Fotomicrografia dos adipócitos inguinais

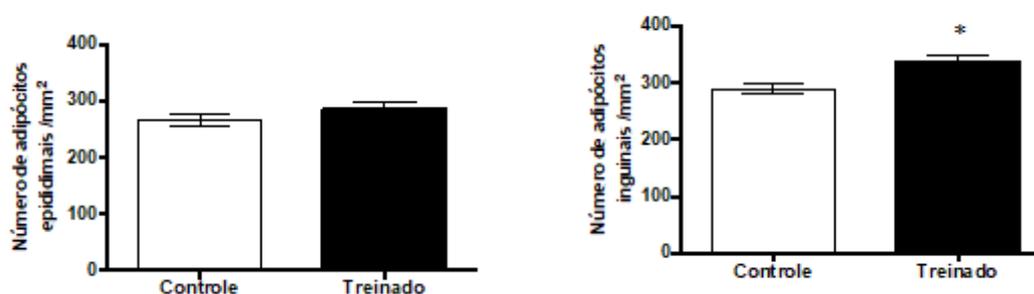


Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

(A) – Adipócito inguinal do grupo controle; (B) – Adipócito inguinal do grupo treinado;. Aumento de 10x. Coloração realizada com Hematoxilina e Eosina (HE). Legenda correspondente a 100 μm .

A análise da contagem de adipócitos epididimais e inguinais por milímetros quadrado são apresentados na Figura 7. Os animais do grupo Treinado ($286,6 \pm 70,81$) não apresentaram diferenças em relação ao número de adipócitos epididimais em relação ao grupo Controle ($265,6 \pm 69,25$) ($p=0,155$). Contudo, foi observado que o grupo Treinado ($337,1 \pm 71,49$) apresentou maior número de adipócitos inguinais que o grupo Controle ($289,3 \pm 53,19$) ($p=0,0003$).

Figura 7. Número de adipócitos por mm^2



Fonte: Oliveira, D.P.L de, 2018.

Número por milímetro quadrado de adipócitos epididimais e inguinais de ratos Wistar machos submetidos a treinamento resistido em escada durante 8 semanas. * vs. Grupo Controle. $p<0,05$, teste t de Student.

6 DISCUSSÃO

Pouco se conhece sobre os efeitos do treinamento resistido, ou de força, sobre o tecido adiposo corporal, tanto o subcutâneo quanto o visceral. Neste sentido, o presente estudo avaliou as repercussões do treinamento resistido no tecido adiposo. O treinamento resistido diário resultou em menores ganhos de peso corporal e de gordura visceral epididimal e visceral total, redução da área e perímetro, sem modificação no número dos adipócitos epididimais e aumento na área, perímetro e número dos adipócitos inguinais.

A evolução ponderal dos ratos Wistar, durante as 8 semanas de experimento, resultou em ganhos de peso em ambos os grupos, devido a progressão da idade. No entanto, ao final das 8 semanas, o grupo treinado apresentou valores menores de peso corporal. Outro trabalho demonstrou que treinamento resistido diário em escada, por 8 semanas, resultou em ganho de peso corporal similar em ambos os grupos (ANTONIO-SANTOS *et al.*, 2016). Almeida e colaboradores (2008) não observaram diferença no peso corporal de animais submetidos a treinamento resistido, baseado em 10 séries de agachamento, 3 vezes por semana, durante 12 semanas, relação a animais controle.

Este menor peso corporal ao final do treinamento pode ser justificado pela redução da gordura corporal que os animais do grupo Treinado apresentaram ao sacrifício. Observamos redução tanto no peso absoluto quanto no peso relativo da gordura. Estes achados corroboram com o trabalho de Machado e colaboradores (2014) que mostraram que o treinamento resistido é capaz de reduzir o percentual de gordura epididimal e visceral total. Exercícios de alta intensidade geram maior consumo de oxigênio após a sessão de treinamento, o que repercute em um maior consumo energético, podendo ser observado a curto prazo (FOUREAUX; PINTO; DÂMASO, 2006). A respeito do efeito crônico ao exercício, há as alterações na composição corporal que refletem em um aumento da taxa metabólica basal, através do aumento de percentual de massa magra e pelo registro metabólico do exercício físico (MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006). Isto sugere o treinamento resistido como importante promotor de saúde, uma vez que a gordura visceral está intimamente ligada com doenças crônicas não transmissíveis (MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006).

O treinamento resistido tem como uma de suas principais adaptações o ganho de força muscular (FLECK; KRAEMER, 2017). Nosso estudo mostrou que 8 semanas de treinamento em escada geraram aumento da capacidade de carregamento máximo em ratos até a quarta semana de treinamento. Este resultado corrobora com os achados de Antonio-Santos e colaboradores (2016), Giampá e colaboradores (2016) e Duncan, Williams e Lynch (1998), que mostraram o treinamento resistido diário em escada é capaz de induzir adaptações necessárias para o aumento do carregamento máximo. Machado e colaboradores (2014) mostraram que quatro semanas de treinamento concorrente (aeróbico mais resistido) não resultou em ganhos de força significativos. Desta forma, podemos inferir que o treinamento resistido é o mais adequado para ganhos de força, otimização de movimentos musculares, melhora da coordenação, através de uma maior sincronia das unidades motoras (BRENTANO; PINTO, 2001). O aumento expressivo da capacidade de carregamento máximo nas primeiras semanas de treinamento pode ser explicado devido à adaptação neuromuscular, que antecede a hipertrofia (IDE, et al., 2014). Os ganhos hipertróficos demandam um maior tempo de treinamento, onde as adaptações musculares se sobrepõem as neurais (KRAFTTRAINING, 2007; SALE, 2003).

Em relação às análises histológicas dos adipócitos, nossos resultados mostraram ações diversas do treinamento nos adipócitos epididimais e inguinais. É sabido que os adipócitos podem sofrer hipertrofia (aumento do tamanho) ou hiperplasia (aumento do número), através de ações metabólicas, como lipogênese, e hipotrofia (redução do tamanho) ou hipoplasia (redução do número), por lipólise (QUEIROZ *et al.*, 2009). Essas alterações podem caracterizar a modulação através da incorporação ou liberação de triacilglicerídeos, de acordo com a necessidade do indivíduo (GOLLISCH, 2009; GUEDES, 2017).

A área e perímetro dos adipócitos epididimais de nossos animais submetidos ao treinamento resistido diário, apresentaram valores reduzidos em comparação com o grupo Controle. O tamanho dos adipócitos pode ser alterado por meio da lipólise induzida pelo exercício físico (MONTEIRO, 2016). A liberação de epinefrina durante o exercício físico, e sua ligação em seus receptores nos adipócitos, gera um aumento nas concentrações de adenosina monofosfato cíclica e de proteína quinase A (PKA) (ADAMI et al., 2006). A PKA é responsável por catalisar a fosforilação da

lipase e promover a hidrólise dos triacilgliceróis, liberando os ácidos graxos na corrente sanguínea e remodelando os adipócitos (ADAMI et al., 2006).

Os adipócitos inguinais do grupo Treinado sofreram hipertrofia, ou seja, apresentaram células com área e perímetro superior aos do grupo Controle. Este efeito pode ser explicado devido à semelhança dos adipócitos subcutâneos brancos com os marrons, sendo assim, considerados adipócitos bege (GIRALT; VILLARROYA, 2013). Estes adipócitos, por sua vez, não têm como principal função a produção de energia, mas sim a dissipação da energia em forma de calor (JO et al., 2009). O aumento do número de adipócitos bege é considerado uma forma de tratamento da obesidade (ROMACHO et al., 2014). Estudos experimentais mostram que os adipócitos bege são o resultado de células progenitoras de adipócitos recém diferenciadas, estes adipócitos podem ser revertidos para um fenótipo de adipócito branco, entretanto, guardam memória do bege, podendo ser reativada se necessário (ROSENWALD et al., 2013).

O grupo Treinado também apresentou maior número de adipócitos inguinais em comparação ao Controle. A adipogênese se dá pelo aumento do número de adipócitos, oriunda do crescimento excessivo da célula de gordura, que se exaure formando ou recrutando novos adipócitos (QUEIROZ *et al.*, 2009). Os pré-adipócitos diferenciam-se em adipócitos imaturos, principalmente, sob controle do receptor gama ativado por proliferadores de peroxissomas (PPAR γ), o qual também induz a expressão da proteína de ligação C/EBP α , e juntamente o PPAR γ mais a C/EBP α regulam a conversão de adipócitos imaturos em adipócitos maduros, aumentando o tecido adiposo (CASTRO, 2009; GOLLISCH, 2009; QUEIROZ *et al.*, 2009). Desta forma, inferimos que o grupo Treinado sofreu adipogênese de adipócitos subcutâneos, relacionado com a diferenciação em adipócitos bege (ROSENWALD et al., 2013). Enquanto que os adipócitos epididimais não apresentaram alteração no número, apenas em seu tamanho, confirmando assim que estes foram remodelados para o fornecimento de energia.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo trazia como hipótese que treinamento resistido seria capaz de manter o número e reduzir o tamanho de adipócitos viscerais e subcutâneos. Nossos resultados, contudo, corroboram apenas parcialmente com nossa hipótese, mostrando que o treinamento resistido é capaz de diminuir o tamanho de adipócitos viscerais, no entanto, apresentou aumento do tamanho dos adiposos subcutâneos. O treinamento também manteve o número de adipócitos no tecido adiposo visceral e aumentou o número de adipócitos subcutâneos. Ademais, o protocolo de treinamento resistido diário em escada durante oito semanas reduziu a adiposidade em ratos wistar – redução no ganho peso corporal, redução no índice de adiposidade e gerou ganhos na capacidade de carregamento máximo.

Os resultados observados mostram que o treinamento resistido ocasionou mudanças na composição corporal e perfil adipocitário, podendo ser resultado de influência em mecanismos bioquímicos e fisiológicos. Propomos que o TR tenha estimulado a lipólise dos adiposos viscerais para a produção de energia a ser utilizada durante o treinamento. Enquanto que o aumento do tamanho e do número nos adipócitos subcutâneos podem indicar a diferenciação destes em adipócitos beges induzidos pelo treinamento. Importante observar que esses adipócitos beges podem dissipar a energia em forma de calor.

Desta forma, o treinamento resistido pode ser encarado como um fator de proteção contra doenças crônicas não transmissíveis. Visto que este treinamento foi capaz de reduzir o acúmulo de gordura visceral, com maior característica de acúmulo em tecidos, e aumentar a gordura subcutânea, com maior característica de gasto energético.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, Fernando et al. Metabolismo de gordura durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Rev. bras. cinesantropom. desempenho hum**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 106-114, 2006.
- ALMEIDA, Rosemeire Dantas et al. Lipoproteína e massa corporal de ratos submetidos à hipercolesterolemia e treinamentos físicos de força e aeróbico. **Fitness & performance journal**, São Paulo, n. 3, p. 137-144, 2008.
- AMER, Nadia Mohamed.; MARCON, Sonia Silva.; SANTANA, Rosangela Getirana. Índice de massa corporal e hipertensão arterial em indivíduos adultos no Centro-Oeste do Brasil. **Arq Bras Cardiol**, São Paulo, v. 96, n. 1, p. 47-53, 2011.
- BARBOSA, Maria Andrea et al. Physical training improves thermogenesis and insulin pathway, and induces remodeling in white and brown adipose tissues. **Journal of Physiology and Biochemistry**, Pamplona-Spain, v. 74, n. 3, p. 1-14, 2018.
- BONIFÁCIO, Nancy Preising; CÉSAR, Thais Borges. Metabolismo dos lípidos durante o exercício físico. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 101-106, 2008.
- BOTERO, Jean Paul et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **J Sports Med Phys Fitness**, Milan, v. 53, n. 3, p. 289-94, 2013.
- BRENTANO, Michel.; PINTO, Ronei. Adaptações neurais ao treinamento de força. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 65-77, 2001.
- CABALLERO, Benjamin. The global epidemic of obesity: an overview. **Epidemiologic reviews**, Lyon, v. 29, n. 1, p. 1-5, 2007.
- CAMARGO FILHO, José Carlos Silva et al. Effects of the anabolic steroid nandrolone on the soleum muscle of rats submitted to physical training through swimming: histological, histochemical and morphometrical study. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 5, p. 243-247, 2006.
- CANNON, Barbara; NEDERGAARD, Joe. Brown adipose tissue: function and physiological significance. **Physiological reviews**, Milan, v. 84, n. 1, p. 277-359, 2004.
- CARROLL, Timothy.; RIEK, Stephan; CARSON, Richard. Neural adaptations to resistance training. **Sports medicine**, Auckland, v. 31, n. 12, p. 829-840, 2001.
- CASTRO, Natalie Caroline de. **O Volume celular do adipócito contribui para a heterogeneidade funcional do tecido adiposo branco**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo,. 2009.

COHEN, Paul; SPIEGELMAN, Bruce M. Cell biology of fat storage. **Molecular biology of the cell**, Cambridge, v. 27, n. 16, p. 2523-2527, 2016.

COLQUITT, Jill. et al. Diet, physical activity, and behavioural interventions for the treatment of overweight or obesity in preschool children up to the age of 6 years. **The Cochrane Library**, Cambridge v. 21, n. 11, p. 1-7, 2016.

DEROSA, Giuseppe et al. Adipocytokine levels in obese and non-obese subjects: an observational study. **Inflammation**, Milan, v. 36, n. 4, p. 914-920, 2013.

DESCHENES, Michael Richard.; KRAEMER, William Jean. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, Cambridge v. 81, n. 11, p. S3-S16, 2002.

DUNCAN, Noel ; WILLIAMS, David ; LYNCH, Gordon. Adaptations in rat skeletal muscle following long-term resistance exercise training. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, Milan, v. 77, n. 4, p. 372-378, 1998.

KRAFTTRAINING, Neuronale Adaptationen. Neuronal adaptations to strength training. **Deutsche zeitschrift für sportmedizin**, Alemanha, v. 58, n. 2, 2007.

ESKINAZI, Fernanda Maria Vieira; MARQUES, Ana Paula de Marques. Envelhecimento e a Epidemia da Obesidade. **Journal of Health Sciences**, São Paulo, v. 42, n. 2, p.302-308, 2015.

FEO, Paul. et al. Metabolic response to exercise. **Journal of endocrinological investigation**, Milan v. 26, n. 9, p. 851-854, 2003.

FIGUEIREDO, Vandr  Casagrande; SALLES, Belmiro Freitas; TRAJANO, Gabriel. Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. **Sports Medicine**, Bras lia v. 48, n. 3, p. 499-505, 2018.

FLECK, Steven ; KRAEMER, William. **Fundamentos do treinamento de for a muscular**. S o Paulo: Artmed Editora, 2017.

FOLLAND, Jonathan; WILLIAMS, Alun. Morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports medicine**, Cambridge, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.

FONSECA-ALANIZ, Miriam. et al. The adipose tissue as a regulatory center of the metabolism. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, S o Paulo, v. 50, n. 2, p. 216-229, 2006.

FONSECA-ALANIZ, Miriam Helena et al. Adipose tissue as an endocrine organ: from theory to practice. **Jornal de pediatria**, S o Paulo, v. 83, n. 5, p. S192-S203, 2007.

FOUREAUX, Giselle; PINTO, Kelerson Mauro de Castro; DÂMASO, Ana. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Rev bras med esporte**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 6, p. 393-8, 2006.

FREITAS, Ellen Crisitini et al. Metabolismo lipídico durante o exercício físico: mobilização do ácido graxo. **Pensar a Prática**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, 2012.

GIRALT, Marta; VILLARROYA, Francesc. White, brown, beige/brite: different adipose cells for different functions?. **Endocrinology**, New York v. 154, n. 9, p. 2992-3000, 2013.

GOLLISCH, Katja et al. Effects of exercise training on subcutaneous and visceral adipose tissue in normal-and high-fat diet-fed rats. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, Cambridge v. 297, n. 2, p. E495, 2009.

GORDON, Bob et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. **Diabetes research and clinical practice**, Detroit v. 83, n. 2, p. 157-175, 2009.

GUEDES, Janesca Mansur. **Efeitos de diferentes protocolos de treinamento resistido sobre a adiposidade em camundongos obesos**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma. 10p. 2017.

HARMS, Matthew; SEALE, Patrick. Brown and beige fat: development, function and therapeutic potential. **Nature medicine**, Cambridge, v. 19, n. 10, p. 1252, 2013.

HAWKES, Corinna et al. Smart food policies for obesity prevention. **The Lancet**, Cambridge, v. 385, n. 9985, p. 2410-2421, 2015.

HORNBERGER Richard, Troy Amund; FARRAR, Roger. Physiological hypertrophy of the FHL muscle following 8 weeks of progressive resistance exercise in the rat. **Canadian journal of applied physiology**, Cambridge, v. 29, n. 1, p. 16-31, 2004.

IBRAHIM, Mohsen. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. **Obesity reviews**, Detroit, v. 11, n. 1, p. 11-18, 2010.

IDE, Bernardo Neme et al. Adaptações neurais ao treinamento de força. **Acta Brasileira Do Movimento Humano**, São Paulo, v. 4, n. 5, 2014.

JACOBSEN, Bruno Barcellos et al. Perfis Cardíaco, Metabólico e Molecular de Ratos Sedentários no Momento Inicial da Obesidade. **Arq Bras Cardiol**, São Paulo, v. 109, n. 5, p. 432-439, 2017.

JESUS-PINTO, Wagner. A função endócrina do tecido adiposo. **Revista da**

Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 111-120, 2014.

KERSHAW, Erin ; FLIER, Jeffrey. Adipose tissue as an endocrine organ. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, New York, v. 89, n. 6, p. 2548-2556, 2004.

KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen; BORSTAD, John. **Therapeutic exercise: foundations and techniques**. Cambridge, v. 6, n. 2,, 2017.

KRAEMER, William ; RATAMESS, Nicholas. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, Cambridge, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

LAPIN, Livia Pascoti et al. Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico. **Rev Bras Educ Física Esporte Lazer Dança**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 115-24, 2007.

LATHAM, Nancy Kelly. et al. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, Cambridge v. 59, n. 1, p. M48-M61, 2004.

LEVIN, Barry; DUNN-MEYNELL, Ambrose A. Chronic exercise lowers the defended body weight gain and adiposity in diet-induced obese rats. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Cambridge, v. 286, n. 4, p. R771-R778, 2004.

LIDELL, Martin . et al. Evidence for two types of brown adipose tissue in humans. **Nature medicine**, Utah, v. 19, n. 5, p. 631, 2013.

LUO, Liping; LIU, Meilian. Adipose tissue in control of metabolism. **Journal of Endocrinology**, Detroit, v. 231, n. 3, p. R77-R99, 2016.

MACHADO, João Henrique Lyrio et al. Efeito do treinamento concorrente na composição corporal e massa muscular de ratos wistar. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 34-42, 2014.

MATSUURA, Cristiane; MEIRELLES, Cláudia; GOMES, Paulo Sérgio Chagas. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência Energy expenditure and excess post-exercise oxygen consumption of resistance exercise. **Revista de Nutrição**, São Paulo, v. 19, n. 6, p. 729-740, 2006.

MAUER, Mary Margaret; HARRIS, Ruth; BARTNESS, Timothy. The regulation of total body fat: lessons learned from lipectomy studies. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, Utah, v. 25, n. 1, p. 15-28, 2001.

MCFERRAN, Brent; MUKHOPADHYAY, Anirban. Lay theories of obesity predict actual body mass. **Psychological science**, Cambridge v. 24, n. 8, p. 1428-1436, 2013.

MIYAZAKI, Satoko et al. Effect of exercise training on adipocyte-size-dependent expression of leptin and adiponectin. **Life sciences**, Detroit v. 86, n. 17-18, p. 691-698, 2010.

MONTEIRO, Paula Alves. **Efeito de diferentes modelos de exercício físico sobre a composição corporal, marcadores metabólicos e inflamatórios em adolescentes obesos**. Tese (Doutorando em Ciências da Motricidade), Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 9p. 2016.

NIELSEN, Lenin.; DANIELSEN, Karl; SØRENSEN, Ian. Short sleep duration as a possible cause of obesity: critical analysis of the epidemiological evidence. **Obesity Reviews**, Utah, v. 12, n. 2, p. 78-92, 2011.

OKOSUN, Ike ; SEALE, James; LYN, Ryan. Commingling effect of gynoid and android fat patterns on cardiometabolic dysregulation in normal weight American adults. **Nutrition & diabetes**, Utah, v. 5, n. 5, p. e155, 2015.

PAULA RAVAGNANI, Fabricio Cesar 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 do Esporte**, Salvador, v. 18, n. 3, p. 190-194, 2012.

QUEIROZ, Jean César Farias de et al. Controle da adipogênese por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 5, p. 582-594, 2009.

RADOVANOVIC, Cremilde Aparecida Trindade et al. Hipertensão arterial e outros fatores de risco associados às doenças cardiovasculares em adultos. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, São Paulo, v. 22, n. 4, 2014.

REGULADOR, O. Tecido Adiposo Como Centro. do Metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 216-229, 2006.

ROMACHO, Timothy. et al. Adipose tissue and its role in organ crosstalk. **Acta physiologica**, London, v. 210, n. 4, p. 733-753, 2014.

ROSENWALD, Matthias et al. Bi-directional interconversion of brite and white adipocytes. **Nature cell biology**, Cambridge, v. 15, n. 6, p. 659, 2013.

ROSS, Michael.; PAWLINA, Wojciech; BARNASH, Todd. **Atlas de histologia descritiva**. São Paulo: Artmed Editora, 2016.

SAKURAI, Takuya et al. Exercise training decreases expression of inflammation-related adipokines through reduction of oxidative stress in rat white adipose tissue. **Biochemical and biophysical research communications**, Cambridge, v. 379, n. 2, p. 605-609, 2009.

SALE, Digby Gio. Neural adaptation to strength training. **Strength and power in sport**, Cambridge, p. 281-314, 2003.

SCHOENFELD, Brad Jon et al. Body composition changes associated with fasted versus non-fasted aerobic exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 54, 2014.

STANFORD, Kristin Ian. et al. A novel role for subcutaneous adipose tissue in exercise-induced improvements in glucose homeostasis. **Diabetes**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 14, 2015.

STEFAN, Norbert et al. Metabolically healthy obesity: epidemiology, mechanisms, and clinical implications. **The lancet Diabetes & endocrinology**, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 152-162, 2013.

STRASSER, Barbara; SCHOBERSBERGER, Wolfgang. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. **Journal of obesity**, Utah v. 10, n. 22, p. 20-29, 2011.

SWIFT, Damon Lars. et al. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. **Progress in cardiovascular diseases**, Cambridge, v. 56, n. 4, p. 441-447, 2014.

SWINBURN, Boyd Anne. et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. **The Lancet**, Cambridge, v. 378, n. 9793, p. 804-814, 2011.

TAKAMINE, Yuri et al. Effects of voluntary running exercise on bone histology in type 2 diabetic rats. **PloS one**, Utah, v. 13, n. 2, p. e0193068, 2018.

TRESIERRAS, Mark ; BALADY, Gary. Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: mechanisms and outcomes. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, Cambridge, v. 29, n. 2, p. 67-75, 2009.

UNICK, Jessica. et al. Objectively Assessed Physical Activity and Weight Loss Maintenance among Individuals Enrolled in a Lifestyle Intervention. **Obesity**, Cambridge, v. 2, n 8, 2017.

VAN ZANTEN, Jet; Veldhuijzen et al. Perceived barriers, facilitators and benefits for regular physical activity and exercise in patients with rheumatoid arthritis: a review of the literature. **Sports Medicine**, London, v. 45, n. 10, p. 1401-1412, 2015.

WAJCHENBERG, Bernardo Léo. Tecido adiposo como glândula endócrina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 13-20, 2000.

WANG, Yating; XU, Danyan. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. **Lipids in health and disease**, Tokyo, v. 16, n. 1, p. 132, 2017.

WRIGHT, Suzanne Mary.; ARONNE, Louis Joe. Causes of obesity. **Abdominal Radiology**, Cambridge, v. 37, n. 5, p. 730-732, 2012.

WU, Jun 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.

WU, Michelle. et al. Thermogenic capacity is antagonistically regulated in classical brown and white subcutaneous fat depots by high-fat diet and endurance training in rats: Impact on whole-body energy expenditure. **Journal of Biological Chemistry**, Cambridge, v. 58, n. 29, p.302-311, 2014.

ANEXO A – Parecer de aprovação da Comissão de Ética em Uso de Animais da UFPE.



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biotécnicas

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, 08 de maio de 2017.

Ofício nº 39/17

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

Para: **Prof. José Antônio dos Santos**

Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte

Centro Acadêmico de Vitória

Universidade Federal de Pernambuco

Processo nº 0002/2017

Certificamos que a proposta intitulada “Efeitos do treinamento de força sobre parâmetros comportamentais em ratos”, registrada com o nº 0002/2017 sob a responsabilidade de Prof. José Antônio dos Santos - 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 26/04/2017.

Finalidade	<input type="checkbox"/> Ensino <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Científica
Vigência da autorização	Até 20/12/2017
Espécie/linhagem/raça	<i>Rattus norvegicus</i> / Linhagem Wistar
Nº de animais	24
Peso/Idade	220-250g/60-120 dias
Sexo	Machos
Origem	Biotério do Depto de Nutrição da UFPE

Atenciosamente,

Prof. Dr. Pedro V. Carelli
Presidente da CEUA / CCB - UFPE
SIAPE 1001584