

**ESTUDO COMPARATIVO DOS NÍVEIS DE GLICOSE DE CAMUNDONGOS, ALIMENTADOS COM DIETA PADRÃO E DIETA COM ALTO TEOR LIPÍDICO E GLICÍDICO, SEDENTÁRIOS E SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO AERÓBICO**

Fernanda Márcia Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Berenilde Valéria de Oliveira Sousa<sup>2</sup>

**RESUMO**

**Introdução:** A obesidade é considerada um problema de saúde pública em todo o mundo. Pesquisas realizadas com ratos com obesidade induzida por dieta rica em ácidos graxos, relatam que o exercício aeróbio reduz a inflamação e melhoram a intolerância à insulina, elevando a sensibilidade a esse hormônio. **Objetivo:** Avaliar os níveis de glicose de camundongos alimentados com dieta padrão e dieta com alto teor lipídico e glicídico, sedentários e submetidos ao exercício aeróbico moderado e intenso. **Materiais e Métodos:** Estudo experimental, prospectivo, analítico e de abordagem quantitativa. Foi realizada Análise de variância - ANOVA, seguido do teste de Tukey. **Resultados:** O presente estudo apresentou diferença significativa entre o grupo HFD+ICE com o HFD e o HFD+ICE com o HFD+MCE. O consumo de energia foi maior no grupo com dieta hipercalórica e exercício intenso. Houve diminuição significativa do peso do grupo ST com o ST+ICE e do grupo ST+MCE com ST+ICE. No teste de sensibilidade à insulina e no teste de tolerância à glicose, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos da dieta padrão e os grupos submetidos ao exercício contínuo aeróbico moderado e intenso assim como também os grupos da dieta hipercalórica. **Conclusão:** Apesar deste estudo não ter apresentado resultados a nível de significância quanto ao uso do exercício físico moderado e intenso na amostra avaliada, entende-se que tais atividades auxiliem na diminuição da resistência à insulina, além de atuarem como tratamento não-farmacológico para o tratamento e prevenção de diversas patologias associadas a obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade. Diabetes. Exercício Físico.

1 - Graduada do curso de Bacharelado em Educação Física pela Universidade Estadual de Montes Claros-MG, Brasil.

2 - Docente do curso de Bacharelado em Educação Física pela Universidade Estadual de Montes Claros-MG, Brasil.

**ABSTRACT**

Comparative study of glucose levels of mice, fed with standard diet and diet with high lipid and glucose content, sedentary and submitted to aerobic exercise

**Introduction:** Obesity is considered a public health problem worldwide. Research carried out with mice with obesity induced by a diet rich in fatty acids, report that aerobic exercise reduces inflammation and improves insulin intolerance, increasing sensitivity to this hormone. **Objective:** To evaluate the glucose levels of mice fed a standard diet and a diet with a high lipid and glucose content, sedentary and submitted to moderate and intense aerobic exercise. **Materials and Methods:** Experimental, prospective, analytical and quantitative study. Analysis of variance - ANOVA was performed, followed by Tukey's test. **Results:** The present study showed a significant difference between the HFD+ICE group with the HFD and the HFD+ICE with the HFD+MCE. Energy consumption was higher in the hypercaloric diet and intense exercise group. There was a significant decrease in weight in the ST group with ST+ICE and in the ST+MCE group with ST+ICE. In the insulin sensitivity test and in the glucose tolerance test, there were no statistically significant differences between the standard diet groups and the groups submitted to moderate and intense continuous aerobic exercise as well as the hypercaloric diet groups. **Conclusion:** Although this study did not present results at the level of significance regarding the use of moderate and intense physical exercise in the evaluated sample, it is understood that such activities help to reduce insulin resistance, in addition to acting as a non-pharmacological treatment for treatment and prevention of several pathologies associated with obesity.

**Key words:** Obesity. Diabetes. Physical Exercise.

E-mail dos autores  
berenilde.valeria7@gmail.com  
fernandatibo123@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A obesidade é considerada um problema de saúde pública em todo o mundo. Neste viés, a obesidade é caracterizada como uma doença vinculada ao acúmulo de gordura corporal que, em níveis elevados, compromete à saúde do ser vivo.

O referido contexto biológico acarreta alterações metabólicas, dificuldades do aparelho locomotor e respiratórias, além disso, constitui fator de risco para diversas outras enfermidades (Anjos, 2006; Santana, Pires e Schuengue, 2018).

As ações intersetoriais são apontadas para prevenção da obesidade como efetivas, abarcando os sistemas alimentares que juntamente promovem a equidade; saúde, sustentabilidade, alimentos com rotulagem ultrapassados e as do público infantil vêm sendo regulados; alimentos processados estão cada vez mais fora do cenário entrando em cena alimentos cada vez mais in natura ou de processamento cada vez menor; com isso as ações para educação alimentar vêm crescendo (Laranjeira, Duarte e Alves, 2019).

Os países da América latina tais como México, Chile, Brasil e Uruguai vêm se atentando para classificação de alimentos com menores processamentos em guias alimentares (Castro, 2017).

Como o excesso de peso contribui para o aparecimento e agravamento de doenças crônicas como diabetes tipo-2, hipertensão, doença cardiovascular, derrame, depressão, vários tipos de câncer, e outras condições, a prevenção e o tratamento eficaz da obesidade devem reduzir a morbidade, mortalidade e custo da atenção à saúde (Paumgarten, 2011; Oliveira e colaboradores, 2020).

O diabetes vem sendo um problema mundial de saúde pública, com relevantes taxas de morbimortalidade. Atingindo as pessoas em vida ativa, transtornos sejam eles físicos e psíquicos levam a incapacidades, isso aumenta a exclusão social, pobreza e despesas excessivas a previdência social do Brasil. O custo aos cofres públicos com o diabetes ao ano, chega em torno de, 3,9 bilhões de dólares (Dias, 2012; Strapazzon, 2019).

Para a prevenção e controle do diabetes, são necessárias intervenções sobre o comportamento e estilo de vida, principalmente com a inclusão da prática regular da atividade física e de uma alimentação equilibrada (Brandão, 2020).

A prática regular da atividade física tem demonstrado ser eficaz no controle glicêmico, na melhora da sensibilidade à insulina e na tolerância à glicose, tanto em homens quanto em mulheres (Winnick e colaboradores, 2008).

Este aumento da sensibilidade à insulina ocorre de 12 a 48 h após a sessão de exercícios, porém, a volta à inatividade física conduz aos níveis iniciais, em três a cinco dias. Desta forma, recomenda-se que a prática de atividade física seja realizada regularmente (Guimarães e Ciolac, 2004; Oliveira e colaboradores, 2020).

O exercício físico é um elemento chave para prevenção e controle do DM, pois pode prevenir ou controlá-la, proporcionando efeitos positivos na lipídemia, pressão sanguínea, eventos cardiovasculares, controle de peso, mortalidade e qualidade de vida.

Além disso, o exercício contribui não só com nos perfis fisiológicos, mas com o bem-estar psicológico, controlando ou atenuando a ansiedade o que indiretamente sabe-se que interfere diretamente no controle do peso (Araujo e colaboradores, 2007; Silva e colaboradores, 2020).

Estudos demonstram que o exercício físico leve, com duração de até 15 minutos pode proporcionar a melhora na função imune, através do aumento da capacidade fagocitária e de defesa do organismo humano (Reis e Duarte, 2018; Del Brito e colaboradores, 2019).

Por outro lado, o exercício aeróbio de intensidade moderada equivale geralmente à marcha rápida, que acelera visivelmente o ritmo cardíaco, enquanto o exercício aeróbio de intensidade vigorosa pode ser exemplificado pela corrida, que provoca um aumento substancial da frequência cardíaca e do ritmo respiratório.

Em alternativa, e se não existirem contraindicações cardiovasculares e musculoesqueléticas, recomendam a acumulação semanal de 90 minutos de exercício aeróbio de intensidade vigorosa (60-84% da frequência cardíaca de reserva; 70-89% da frequência cardíaca máxima; ou 14-16 numa escala de percepção subjetiva de esforço de 6 a 20 pontos) (Fletcher, Balady e Amsterdam, 2001).

Nos exercícios de intensidade alta, há uma interferência de forma negativa na capacidade funcional das células de defesa, deixando o organismo enfraquecido e, conseqüentemente, aumentando os níveis dos hormônios de estresse.

Nesses tipos de atividades, a sobrecarga é identificada quando a exaustão desencadeia uma tolerância, visto a sua dependência do aumento de força e resistência muscular (Del Brito e colaboradores, 2019).

Na classificação dos exercícios de intensidade alta encontram-se as zonas de treinamento 3- 73-80% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) (atividade aeróbica de nível elevado); zona 4 - 84-90% da Frequência Cardíaca Máxima (FCM) limiar do lactato; zona 5 - 91-100% da Frequência Cardíaca Máxima (FC) corridas e treinamento anaeróbico (Hartmann e colaboradores, 2021).

O American College of Sports Medicine (2010) afirma que um dos tratamentos não medicamentosos para prevenção e controle do DM mais eficientes e com custo reduzido é o exercício físico.

Seus efeitos positivos contemplam os três principais objetivos de programas de saúde para diabéticos: valores ótimos de pressão arterial, glicemia e lipídeos.

Pesquisas realizadas com ratos com obesidade induzida por dieta rica em ácidos graxos, relatam que o exercício aeróbio reduz a inflamação e melhoram a intolerância à insulina, elevando a sensibilidade a esse hormônio (Guedes e colaboradores, 2020).

Nesse sentido, diante do contexto abordado e da necessidade de novas investigações, este estudo tem por objetivo avaliar os níveis de glicose de camundongos alimentados com dieta padrão e dieta com alto teor lipídico e glicídico, sedentários e submetidos ao exercício aeróbico moderado e intenso.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi experimental, prospectivo, analítico e de abordagem

quantitativa. O trabalho foi submetido para análise por um comitê de ética em experimentação animal e bem-estar (CEEBEA / Unimontes) e teve parecer favorável para execução Nº: 161 datado do dia 06 de Junho de 2018.

No estudo in vivo foram utilizados camundongos WT-FVBM machos da linhagem CDE de aproximadamente oito a 12 semanas de idade e massa corporal de aproximadamente 21g adquiridos do biotério do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Unimontes e mantidos na mesma localidade. Os animais foram acondicionados em grupos de seis animais, com adequadas temperatura [ $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ], umidade relativa do ar de  $60 \pm 5\%$ , luminosidade controladas (12h de ciclos de claro/escuro) e baixo nível sonoro  $< 40 \text{ dB}$  e livre acesso à água filtrada.

Os animais foram alojados em seis grupos de seis machos em cada caixa de polipropileno autoclaváveis de dimensões de 414 x 344 x 168 mm, com tampa em aço galvanizado e contendo separadores em aço inox (Zootech, modelo ZT 375). Todas as caixas foram forradas com maravalha, sendo essa trocada uma vez por semana. Foi utilizado ração com dieta balanceada (Purina-Labina®) contendo 50,3% de carboidratos, 41,9% de proteínas e 7,8% de gordura com um total de 2,18 kcal por cada 1g da ração como dieta padrão.

Os camundongos foram tratados diariamente com dieta hipercalórica entre duas e quatro semanas de vida, para induzir a obesidade. O tempo de indução da obesidade foi de oito semanas.

O delineamento experimental foi composto por seis grupos de  $n=6$  em cada grupo, totalizando 36 camundongos, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 - Grupos de animais.**

Grupo controle A	n = 6; Dieta Padrão e sem exercício.
Grupo controle B	n=6; Dieta Padrão mais exercício de corrida na esteira com intensidade moderada, a 70% da capacidade máxima.
Grupo controle C	n=6; Dieta Padrão mais exercício de corrida na esteira de modo intenso, a 80% da capacidade máxima.
Grupo Experimental D	n = 6; Dieta hipercalórica e sem exercício.
Grupo Experimental E	n = 6; Dieta hipercalórica mais corrida na esteira com intensidade moderada, a 70% da capacidade máxima.
Grupo Experimental F	n = 6; Dieta hipercalórica mais exercício de corrida na esteira de modo intenso, a 80% da capacidade máxima.

Todos os animais foram alojados no mesmo biotério durante todo o período de adaptação e experimentação.

Nos grupos experimentais, os animais receberam dieta hiperlipídica e os grupos de animais controles receberam dieta padrão.

Posteriormente os grupos foram submetidos ao exercício três vezes por semana, durante oito semanas, no turno vespertino, totalizando 24 sessões de treino. Antes do início do treinamento foi realizada uma adaptação dos animais ao teste de esforço máximo para todos os grupos que foram submetidos ao exercício.

Após o experimento, os animais foram pesados, sacrificados por decapitação e foram realizadas coletas de amostras de sangue.

O exercício físico aeróbico foi realizado na esteira ergométrica, programável e adaptada para camundongos, fabricada pela Scienlabor Equipamentos, composta por seis raias individuais de aço inox, providas de orifícios para ventilação e cobertas individualmente por tampas móveis de acrílico transparente.

A velocidade máxima da esteira é de 60 metros/min e a intensidade do choque é de 4 mA.

Todos os animais foram submetidos a uma familiarização com o treinamento durante 10 dias (10 min/ dia, a 15 metros/min) antes do início do protocolo experimental.

Os camundongos foram submetidos ao teste de capacidade de funcionamento máxima.

O protocolo do teste foi realizado com a esteira sem inclinação. O teste iniciou com 5 metros/min e a velocidade foi aumentada em 5 metros/minuto a cada três minutos até que o

animal chegasse à exaustão (Barcelos e colaboradores, 2017).

A duração de cada sessão de treino para os grupos de intensidade moderada (70%) foi de 30 minutos e o grupo de exercício intenso (83%) foi de 30 minutos as quatro primeiras semanas e de 20 minutos as quatro últimas:

A ingestão alimentar foi medida duas vezes por semana, no mesmo horário, em balança semianalítica, subtraindo-se o valor obtido após 24 horas do peso inicial. Para determinação da massa corporal todos os animais foram pesados três vezes por semana, no mesmo horário.

Foi realizada Análise de variância – ANOVA, seguido do teste de Tukey. O nível de significância foi previamente estabelecido em  $p < 0,05$ . Essas análises foram realizadas com auxílio do programa GraphPadPrism versão 5.0.

## RESULTADOS

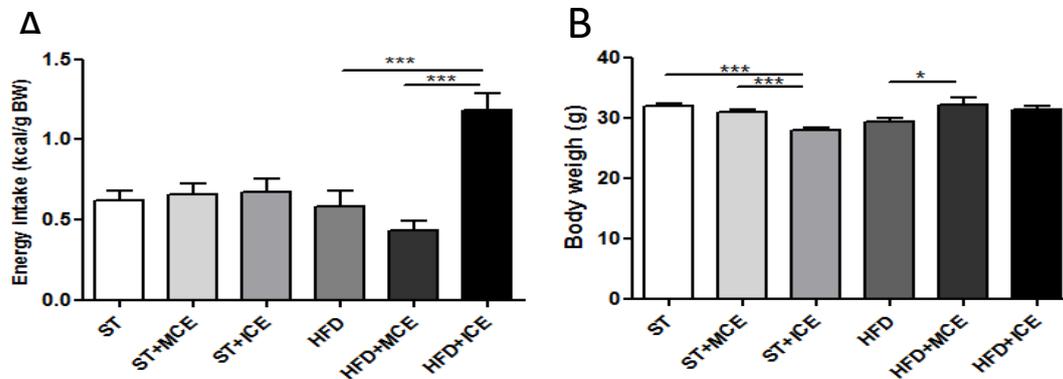
O presente estudo apresentou diferença significativa entre o grupo HFD+ICE com o HFD e o HFD+ICE com o HFD+MCE (HFD+ICE,  $1,18 \pm 0,10$ ; HFD,  $0,58 \pm 0,09$ ; HFD+ICE,  $1,18 \pm 0,10$ ; HFD+MCE,  $0,43 \pm 0,06$ ). O consumo de energia foi maior no grupo com dieta hipercalórica e exercício intenso, conforme mostrado na Figura 1A.

Relativamente ao peso corporal, houve diminuição significativa do peso do grupo ST com o ST+ICE e do grupo ST+MCE com ST+ICE (ST,  $31,91 \pm 0,41$ ; ST+ICE,  $27,93 \pm 0,33$ ; ST+MCE,  $30,92 \pm 0,34$ ; ST+ICE,  $27,93 \pm 0,33$ ) mostrando que o exercício aeróbico intenso em camundongos alimentados com dieta padrão diminuiu o peso corporal em relação ao

sedentário e ao grupo que fez exercício moderado.

Contrariamente aos grupos da dieta padrão, o grupo com dieta hipercalórica mais exercício moderado aumentou o peso de modo

significativo quando comparado com o grupo controle (HFD,  $29,26 \pm 0,58$ ; HFD+MCE  $32,21 \pm 1,02$ ) HFD  $p < 0,05$ , conforme a Figura 1B.

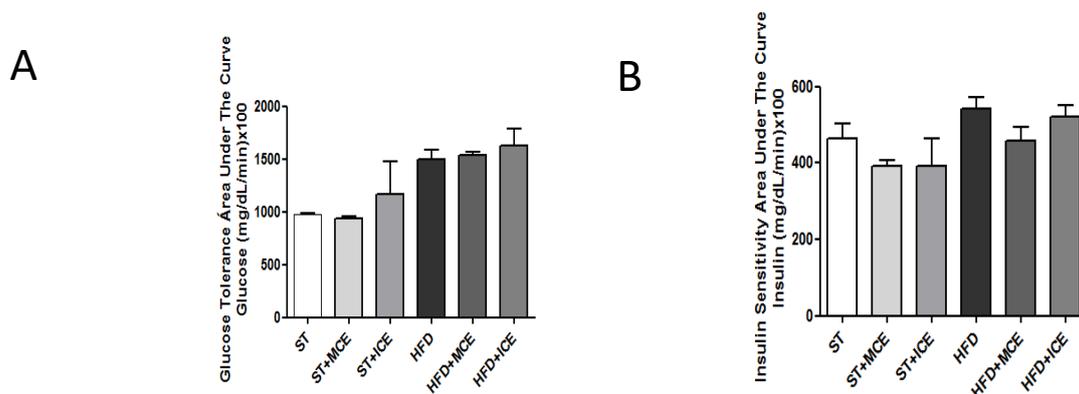


**Figura 1 - Food Intake comida e peso corporal.**

**Legenda:** Standard diet (ST), ST plus moderate continuous exercise (ST+MCE), ST plus intensive continuous exercise (ST+ICE), high-fat diet (HFD), HFD plus moderate continuous exercise (HFD+MCE) and HFD plus intensive continuous exercise (HFD+ICE). (A) Food intake (g) \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,04$  (One-Way ANOVA). (B) Body weight (g) \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  (One-Way ANOVA).

Na análise da área sob a curva, no teste de sensibilidade à insulina e no teste de tolerância à glicose, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre

os grupos da dieta padrão e os grupos submetidos ao exercício contínuo aeróbico moderado e intenso assim como também os grupos da dieta hipercalórica (Figura 2 (A); (B).



**Figura 2 - Teste de tolerância à glicose e de sensibilidade a insulina.**

**Legenda:** Standard diet (ST), ST plus moderate continuous exercise (ST+MCE), ST plus intensive continuous exercise (ST+ICE), high-fat diet (HFD), HFD plus moderate continuous exercise (HFD+MCE) and HFD plus intensive continuous exercise (HFD+ICE). (A) Insulin sensitivity and Intraperitoneal Insulin Sensitivity Test (IPIST) and IPIST insulin area under the curve (mg/dL), (B) glucose tolerance test and Intraperitoneal glucose tolerance test (IPGTT) and IPGTT glucose area under the curve, \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,04$  (One way ANOVA).

## DISCUSSÃO

No presente estudo verificou-se que o consumo de energia foi maior no grupo de camundongos expostos a dieta hipercalórica e exercício intenso.

Estudos de Zeeni e colaboradores (2015) realizado com camundongos para avaliar os efeitos da dieta cafeteria nas alterações de órgãos, demonstraram que a dieta alimentar foi significativamente associada ao aumento da ingestão energética em comparação a outras dietas.

Por outro lado, estudos de Von Dentz (2019) relataram que a amostra analisada apresentou diminuição do gasto energético associado ao consumo de dietas hipercalóricas.

De acordo com Bernardes e colaboradores (2004), ao passo que as dietas hipercalóricas podem ser utilizadas como ergogênicos para a obtenção de um melhor desempenho no treinamento, seus efeitos podem acarretar no desajuste do metabolismo associado ao acometimento da obesidade e diabetes tipo 2.

Quando analisado o peso corporal neste estudo, o grupo ST com o ST+ICE e do grupo ST+MCE com ST+ICE apresentou diminuição significativa no grupo de exercício aeróbico intenso e dieta padrão.

Em estudo de Palma e Vêras (2018) houve aumento significativo entre os grupos que foram submetidos à dieta hipercalórica.

Segundo Curcio (2017), a redução do peso corporal está associada à maior sensibilidade à presença da insulina, além da melhora na captação da glicose insulina-dependente. Além disso, outro fator importante relacionado a essa considerável perda de peso é a utilização de exercícios aeróbicos intensos.

Costa (2018) descreve que esse tipo de exercício físico proporciona o aumento da capacidade do músculo de realizar a adaptação do metabolismo para um fenótipo mais oxidativo, o que contribuiria para a queima de gordura corporal.

Desse modo, o exercício físico aeróbico pode melhorar o perfil lipídico sanguíneo, além de auxiliar no tratamento de doenças como Diabetes e Obesidade.

Concatenando ao primeiro resultado apresentado, o grupo exposto a dieta hipercalórica e exercício moderado adquiriu certo ganho de peso, aparentemente relacionado ao maior consumo de energia.

Achados de Strapazon (2019) também encontraram resultados semelhantes, aos quais pode-se observar que o grupo alimentado com dieta cafeteria obteve maior acúmulo de gordura corporal quando comparado ao grupo de ratos alimentados com dieta padrão.

Tais resultados ressaltam que a exposição à dieta controle, ou seja, dietas hipercalóricas podem auxiliar no aumento dos tecidos adiposos, estando esse aumento relacionado às propriedades calóricas dos alimentos constituintes das dietas.

Com relação ao teste de sensibilidade à insulina e o teste de tolerância à glicose, não houve diferença significativa entre os grupos estudados, neste estudo.

Divergindo desses resultados, achados de Rodrigues (2015) encontraram que o exercício físico resistido atenuou a resistência à ação da insulina, no grupo treinado quando comparado ao grupo sedentário.

E, estudos de Guedes e colaboradores (2020) os protocolos de treinamento resistido aplicados foram igualmente efetivos em reduzir a adiposidade, a inflamação e a resistência à ação da insulina em camundongos obesos.

Ademais, outro estudo analisando os efeitos do treinamento aeróbico moderado e dieta hipercalórica com camundongos verificou menor tolerância à glicose e sensibilidade à insulina no grupo com dieta controle (Veras, 2016).

Palma e Vêras (2018) em seus achados apresentaram sensibilidade à insulina menor no grupo que não foi submetido ao treinamento aeróbico em comparação com os demais grupos de treinamento.

Ainda, pesquisas feitas por Aguiar (2019) demonstraram que os animais analisados a partir de um grupo exposto a dieta hiperlipídica apresentaram piores resultados aos testes de tolerância a glicose e insulina, apresentando assim um quadro deletério de resistência à insulina.

Tais achados podem ser explicados pelos constituintes das dietas com altas calorias, visto que essas têm a aumentar a glicemia em jejum, reduzir a tolerância a glicose, além de aumentar o índice de adiposidade e, conseqüentemente, a probabilidade do acometimento da obesidade e diabetes tipo 2 (Costa, 2018).

Desse modo, o exercício físico apresenta-se como um fator de extrema importância para o tratamento e prevenção de

dislipidemias, e doenças como a obesidade e diabetes mellitus, que podem ser consideradas a porta de entrada para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Apesar de no presente estudo o exercício moderado e intenso não apresentarem resultados significativos quanto aos testes de sensibilidade e tolerância a glicose e insulina, já é relatado na literatura que esses tipos de exercícios podem ajudar na redução da secreção de insulina pelas células beta pancreáticas, sendo uma via não farmacológica sensibilizante à insulina para prevenir o aparecimento de patologias (Alves, 2017; Moreira, 2017; Rodrigues, 2015).

## CONCLUSÃO

O presente estudo verificou que o consumo de energia foi maior no grupo de camundongos expostos a dieta hipercalórica e exercício intenso.

Com relação ao teste de sensibilidade à insulina e o teste de tolerância à glicose, não houve diferença significativa entre os grupos estudados. Ademais, não houve efeitos significativos no teste de sensibilidade e tolerância a glicose durante o uso do exercício moderado e intenso em camundongos obesos.

Apesar deste estudo não ter apresentado resultados a nível de significância quanto ao uso do exercício físico moderado e intenso na amostra avaliada, entende-se que tais atividades auxiliem na diminuição da resistência à insulina, além de atuarem como tratamento não-farmacológico para o tratamento e prevenção de diversas patologias associadas a obesidade.

Considerando que a obesidade atualmente configura-se como um problema de saúde pública trazendo severos problemas para os indivíduos acometidos, este estudo pode favorecer o avanço científico e tecnológico através dos resultados encontrados.

No entanto, sugere-se o desenvolvimento de novos estudos para investigar algumas lacunas ainda não analisadas, a fim de permitir o desenvolvimento de estratégias que possam viabilizar o tratamento da obesidade, principalmente utilizando o exercício físico como aporte fundamental nesse processo.

## REFERÊNCIAS

- 1-Aguiar, L.M. Efeito de diferentes dietas experimentais na composição corporal, parâmetros bioquímicos e dados metabólicos de camundongos C57BL/6J. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2019.
- 2-Alves, L.V. Efeitos da suplementação com óleo de abacate em camundongos swiss jovens submetidos a natação. TCC. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2017.
- 3-American College of Sports Medicine. American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes. Medicine & Science In Sports & Exercise. 2010.
- 4-Anjos, L. A. Obesidade e saúde pública. Rio de Janeiro. Fiocruz. 2006.
- 5-Araujo, C.S.R.; Mello, M.T.; Leite, J.R. Transtornos de ansiedade e exercício físico. Revista Brasileira de Psiquiatria. Vol. 29. Num. 2. 2007. p. 164-71.
- 6-Bernardes, D.; Manzoni, M.S.J.; Souza, C.P.; Tenório, N.; Dâmaso, A.R. Efeitos da dieta hiperlipídica e do treinamento de natação sobre o metabolismo de recuperação ao exercício em ratos. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. Vol. 18. Num. 2. 2004. p. 191-200.
- 7-Brandão, S.C.S.; Godoi, E.T.A.; Cordeiro, L.H.O.; Bezerra, C.S.; Ramos, J.O.X. Arruda, G.F.A.; Lins, E.M. Obesidade e risco de covid-19: grave. 1ª edição. Recife. Simone Brandão. 2020.
- 8-Castro, I.R.R. Obesidade: urge fazer avançar políticas públicas para sua prevenção e controle. Cadernos de Saúde Pública. Vol. 33. Num. 7. 2017. e00100017.
- 9-Costa, J.S.R. Efeitos de um protocolo de exercício de subida em escada em camundongos alimentados com dieta hiperlipídica. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina. 2018.
- 10-Curcio, J.R. A influência do exercício físico resistido na via de sinalização da insulina. Monografia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro. 2017.

- 11-Del Brito, J. V. R.; Jesus, F. M.; Beserra, J. F.; Eduardo, A. M. L. N. Suplementação de ômega-3 em praticante de exercício físico intenso. *REVISA*. Vol. 8. Num. 2. 2019. p. 215-27.
- 12-Dias, J. C.R.; Campos, J.A.D.B. Diabetes mellitus: razão de prevalências nas diferentes regiões geográficas no Brasil, 2002 2007. *Ciência e Saúde Coletiva*. Vol. 17. Num. 1. 2012. p. 239-244.
- 13-Fletcher, G.; Balady, G.; Amsterdam, E. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. Num. 104. 2001. p. 1694-704.
- 14-Guedes, J. M.; Pieri, B. L. S.; Luciano, T. F.; Marques, S. O.; Guglielmo, L. G. A.; Souza, C. T. Exercícios físicos de resistência, hipertrofia e força muscular reduzem igualmente adiposidade, inflamação e resistência à insulina em camundongos obesos por dieta hiperlipídica. *Einstein*. Vol. 18. 2020.
- 15-Guimarães, G. V.; Ciolac, E. G. Síndrome metabólica: abordagem do educador físico. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*. Vol. 14. Num. 4. 2004. p. 659-670.
- 16-Hartmann, C.; Lopes, G. C. D.; Vieira, F. S. F.; Samuel, B. V. Alterações fisiológicas cardiovasculares e respiratórias provocados pelo treinamento aeróbio na prática de educação física e esporte adaptado. *Revista Científica Congnitionis*. Vol. 4. Num. 2. 2021.
- 17-Laranjeira, N.; Duarte, F.; Alves, A.P. Efeitos da intervenção alimentar em adultos com excesso de peso ou obesidade. *Acta Portuguesa de Nutrição*. Vol. 16. 2019. p. 26-29.
- 18-Moreira, V.M. Treinamento de intensidade moderada realizado em diferentes idades atenua o crescimento tumoral em ratos mediante sensibilização à insulina. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2017.
- 19-Oliveira, C.B.C.; Brito, L.A.; Freitas, M.A.; Souza, M.P.A.; Rêgo, J.M.C.; Machado, R.J.A. Obesidade: inflamação e compostos bioativos. *Journal Health Biologic Sciences*. Vol. 8. Num. 1. 2020. p. 1-5.
- 20-Palma, G. S.; Vêras, K. M. A. Efeitos do treinamento físico concomitante à ingestão de dieta hipercalórica sobre a tolerância à glicose e sensibilidade à insulina de camundongos C57BL/6. *Revista Científica UMC*. Ed. Espec. 2018.
- 21-Paumgarten, F.J.R. Tratamento farmacológico da obesidade: a perspectiva da saúde pública. *Revista Cad. Saúde Pública*. Vol. 27. Num. 3. 2011. p. 404-405.
- 22-Reis, S.C.; Duarte, D.A. O papel do exercício físico na ativação de células mononucleares do Sistema Imunológico. *Revista Acervo Científico*. Vol. 1. 2018. p. 49-57.
- 23-Rodrigues, R.W.P. Efeito do exercício resistido de alta intensidade sobre a sensibilidade à insulina e tolerância à glicose em ratos submetidos ao dexametasona. Dissertação de Mestrado em Educação Física. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2015.
- 24-Santana, B.S.B.; Pires, C.M.L.; Schuengue, C.M.M.O. A obesidade como um fator de impacto e problemas na saúde pública, e seus fatores de influência. In: *Seminário Científico da FACIG, 4. Anais.... FACIG*. 2018.
- 25-Silva, W.L.; Pereira, L.F.C.; Francisco, M.V. Obesidade e sedentarismo no ensino médio: uma proposta de intervenção nas aulas de educação física. *Itinerarius Reflectionis, Revista Eletrônica de Graduação e Pós-Graduação em Educação*. Vol. 16. Num. 3. 2020.
- 26-Strapazzon, G. Avaliação de parâmetros bioquímicos e genotóxicos em camundongos submetidos à dieta cafeteria e exercício físico voluntário. Dissertação de Mestrado. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma. 2019.
- 27-Veras, K.M.A. Treinamento aeróbio de intensidade moderada mantém a viabilidade celular de Ilhotas pancreáticas e previne a perda da resposta secretora de insulina à glicose em camundongos alimentados com

dieta hipercalórica. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

28-Von Dentz, K.E. Efeito do Hibiscus Sabdariffa sobre os níveis de adipocinas em ratos obesos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso. 2019.

29-Winnick, J.J.; Sherman, W.M.; Habash, D.L.; Stout, M.B.; Failla, S.M.; Belury, M.A.; Schuter, D.P. Short-term aerobic exercise training in obese humans with type 2 diabetes mellitus improves whole-body insulin sensitivity through gains in peripheral, not hepatic insulin sensitivity. *The Journal of Clinical Endocrinology*. Vol. 93. Num. 3. 2008. p. 771-778.

30-Zeeni, N.; Dager-Hamalian, C.; Dimassi, H.; Faour, W.H. Cafeteria diet-fed mice is a pertinent model of obesity-induced organ damage: a potential role of inflammation. *Inflammation Research*. Vol. 64. 2015. p. 501-512.

Orcid dos autores:

0000-0003-0725-9480

0000-0001-9564-4092

Autor correspondente:

Fernanda Márcia Pereira dos Santos.

fernandatibo123@gmail.com

Rua Cinquenta e quatro, 22.

Novo Delfino, Montes Claros-MG, Brasil.

Recebido para publicação em 06/07/2022

Aceito em 29/05/2022