

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E  
REABILITAÇÃO - PPGMHR

**AVALIAÇÃO AGUDA E SUBAGUDA DA GLICEMIA PLASMÁTICA COM  
TREINAMENTO DE FORÇA CIRCUITADO EM INDIVÍDUOS JOVENS**

WELYNGTON FERNANDO ALVES

Anápolis, GO  
2024

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MOVIMENTO HUMANO E  
REABILITAÇÃO (PPGMHR)

**AVALIAÇÃO AGUDA E SUBAGUDA DA GLICEMIA PLASMÁTICA COM  
TREINAMENTO DE FORÇA CIRCUITADO EM INDIVÍDUOS JOVENS**

WELYNGTON FERNANDO ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Anápolis, GO

2024

A474

Alves, Welyngton Fernando.

Avaliação aguda e subaguda da glicemia plasmática com treinamento de força circuitado em indivíduos jovens / Welyngton Fernando Alves – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica, 2024.

83p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Martins da Cunha.

Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação – Universidade Evangélica de Goiás - UniEvangélica, 2024.

1. Treinamento em circuitos 2. Distúrbios metabólicos 3. Glicemia capilar  
4. Voluntários saudáveis I. Cunha, Raphael Martins da II. Título

CDU 615.8



## FOLHA DE APROVAÇÃO

### AVALIAÇÃO AGUDA E SUBAGUDA DA GLICEMIA PLASMÁTICA COM TREINAMENTO DE FORÇA CIRCUITADO EM INDIVÍDUOS JOVENS WELYNGTON FERNANDO ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Movimento Humano e Reabilitação -PPGMHR da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

Aprovado em 19 de janeiro de 2024.

#### Banca examinadora

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RAPHAEL MARTINS DA CUNHA  
Data: 19/01/2024 11:22:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Raphael Martins da Cunha

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** IRANSE OLIVEIRA SILVA  
Data: 19/01/2024 15:19:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.Dr. Iransé Oliveira Silva

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** FERNANDA GRAZIELLE DA SILVA AZEVEDO NOR  
Data: 19/01/2024 11:35:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Dra. Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, proteção, inspiração e por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho nessa importante caminhada;

À minha família, por acreditarem e compartilharem dessa conquista e, pelo incentivo, por cada palavra de apoio e pelo carinho!

Aos amigos, por nesses dois anos de companheirismo nos momentos bons e ruins, pelo incentivo, carinho, dedicação e por dividir comigo as experiências;

Ao corpo docente, à coordenação do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Movimento Humano e Reabilitação, aos mestres e doutores que nos inspiram e nos fornecem a chave do conhecimento compartilhado, aos componentes de minha banca examinadora que tanto acrescentou em minha Qualificação/Defesa, seja de forma como pesquisador, para os estudos e como pessoa, e principalmente ao meu brilhante, compreensivo, incentivador, orientador, que tanto fez para que tudo isso fosse possível.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa pesquisa aos longevos participantes dessa pesquisa, pela disponibilidade e empenho nos testes, por acreditarem nesse trabalho e compartilharem suas experiências de vida. Pude conhecer diferentes realidades e aprender algo diferente com cada um deles.

## RESUMO

**Introdução:** Alterações na glicemia plasmática podem gerar distúrbios metabólicos, como a resistência insulínica, e até a diabetes mellitus. O treinamento de força e exercícios aeróbicos são utilizadas como forma de prevenir ou tratar tais distúrbios, porém, poucos estudos sobre o treinamento de força circuitado são vistos nesta perspectiva. **Objetivo:** Avaliar o comportamento glicêmico em indivíduos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de treinamento de força circuitado, com descanso ativo. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal realizado com jovens saudáveis, com média e desvio padrão de peso de  $70,00 \pm 6,78$  kg para o grupo experimental (GE) e  $79,11 \pm 8,76$  kg para o grupo controle (GC), de estatura com  $1,73 \pm 0,06$  m para GE e  $1,80 \pm 0,07$  m para GC, e IMC de  $23,26 \pm 2,51$  kg/m<sup>2</sup> para GE e  $24,41 \pm 2,55$  kg/m<sup>2</sup> para GC. Após avaliação inicial e inserção no estudo, os participantes foram submetidos a uma sessão de treino de força circuitado, com descanso ativo, ou uma sessão controle sem exercícios. A glicemia capilar foi medida antes, durante (entre as séries) e após a sessão (nos minutos 0, 15 e 30). **Resultados:** Na análise da glicemia dos: GE e GC, nos seis momentos em que foram realizadas as coletas da glicemia plasmática, foi observado que não foi constatada redução significativa estatisticamente da glicemia em nenhum dos momentos, porém, foi constatada redução da glicemia durante e após o treinamento, com maior expressão para o GE, conforme deltas a seguir: T1:  $\Delta-12,39$ ,  $p>0,05$ ; T2:  $\Delta-11,46$ ,  $p>0,05$ ; e constatação de importância para o momento T3:  $\Delta-9,93$ , com  $p=0,05$ ; T4:  $\Delta-7,46$ ,  $p>0,05$ ; T5:  $\Delta-2,59$ ,  $p>0,05$ . **Conclusão:** Foi observado que a glicemia no GE apresentou média geral de redução de  $\sim 8,7$ mg/dL, porém, somente durante a sessão do treinamento de força circuitado, no momento T3, foi encontrado redução significativa.

**Palavras-chave:** Treinamento em circuitos; Distúrbios metabólicos; Glicemia capilar; voluntários saudáveis.

## ABSTRACT

**Introduction:** Changes in plasma glycemia can lead to metabolic disorders, such as insulin resistance, and even diabetes mellitus. Strength training and aerobic exercises are used as a way to prevent or treat such disorders, however, few studies on circuit strength training are seen from this perspective. **Objective:** To evaluate glycemic behavior in healthy young adults before, during and after a circuit strength training session, with active rest. **Methods:** This is a cross-sectional study carried out with healthy young people, with a mean and standard deviation of weight of  $70.00 \pm 6.78$  kg for the experimental group (GE) and  $79.11 \pm 8.76$  kg for the control group (CG), with a height of  $1.73 \pm 0.06$  m for EG and  $1.80 \pm 0.07$  m for CG, and a BMI of  $23.26 \pm 2.51$  kg/m<sup>2</sup> for EG and  $24.41 \pm 2.55$  kg/m<sup>2</sup> for GC. After initial assessment and inclusion in the study, participants underwent a circuited strength training session, with active rest, or a control session without exercise. Capillary blood glucose was measured before, during (between sets) and after the session (at minutes 0, 15 and 30). **Results:** In the analysis of glycemia in: EG and CG, in the six moments in which plasma glycemia was collected, it was observed that there was no statistically significant reduction in glycemia at any of the moments, however, a reduction in glycemia was found during and after the training, with greater expression for GE, according to the following deltas: T1:  $\Delta-12.39$ ,  $p>0.05$ ; T2:  $\Delta-11.46$ ,  $p>0.05$ ; and finding of importance for moment T3:  $\Delta-9.93$ , with  $p=0.05$ ; T4:  $\Delta-7.46$ ,  $p>0.05$ ; T5:  $\Delta-2.59$ ,  $p>0.05$ . **Conclusion:** It was observed that glycemia in the EG showed a general average reduction of  $\sim 8.7$ mg/dL, however, only during the circuit strength training session, at T3, was a significant reduction found.

**Keywords:** Strength training; Circuit training; Glycemia; Young adults; Healthy volunteers.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Metas individualizadas em diversas situações no Diabetes .....	<u>20</u>
<b>Figura 2</b> – Recomendações de diagnóstico.....	<u>21</u>
<b>Figura 3</b> – Desenho do estudo .....	<u>33</u>
<b>Figura 4</b> – Características amostrais dos participantes apresentados pela média e desvio padrão (DP) .....	<u>35</u>
<b>Figura 5</b> – Valores da glicose apresentados pela média e desvio padrão (DP) .....	<u>36</u>
<b>Figura 6</b> – Valores do delta apresentados pela média e desvio padrão (DP) .....	<u>37</u>

## LISTA DE SIGLAS

AF	– Atividade Física
AMS	– Assembleia Mundial de Saude
CNS	– Conselho Nacional de Saúde
CEP	– Comitê de Ética em Pesquisa
cm	– Centímetros
DCNT's	– Doenças crônicas não transmissíveis
DM1	– Diabetes Mellitus Tipo 1
DM2	– Diabetes Mellitus Tipo 2
DPOC	– Doença pulmonar obstrutiva crônica
DVC	– Doença venosa crônica
ESEFFEGO	– Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás
ECA	– Estatuto da Criança e do Adolescente
FR	– Força + Resistência
RF	– Resistência + Força
GBD	– <i>Global Burden of Diseases</i>
GC	– Glicemia Capilar
GC	– Grupo Controle
GE	– Grupo Experimental
FC	– Frequência cardíaca
FC <sub>LAN</sub>	– Frequência cardíaca referente ao limiar anaeróbio
HAS	– Hipertensão arterial sistêmica
IMC	– Índice de Massa Corporal
kg	– Quilograma
mmHg	– Milímetro de mercúrio
MCG	– Monitoramento Contínuo da Glicose
OMS	– Organização Mundial de Saúde
PA	– Pressão arterial
PCR	– Reação em cadeia da polimerase
PSA	– Pressão arterial sistólica
PSD	– Pressão arterial diastólica
PNJ	– Política Nacional de Juventude
PAGAF	– Plano de Ação Global sobre Atividade Física
RM	– Repetição Máxima
UBS	– Unidade Básica de Saúde
UEG	– Universidade Estadual de Goiás
TCLE	– Termo de consentimento livre e esclarecido
TFC	– Treinamento de Força Circuitado
TR	– Treinamento Resistido
TC	– Treinamento Concorrente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Dados Epidemiológicos .....	15
2.2 Glicemia Plasmática .....	16
2.3 Treinamento de Força Circuitado (TFC) .....	24
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>28</b>
3.1 Objetivo Geral .....	28
3.2 Objetivos específicos .....	28
<b>4 MÉTODO</b> .....	<b>29</b>
4.1 Delineamento do Estudo .....	29
4.2 Seleção dos participantes .....	29
4.2.1 Critérios de Inclusão .....	29
4.2.2 Critérios de Exclusão .....	29
4.3 Procedimentos .....	29
4.4 Instrumentos .....	30
4.4.1 Avaliação Física .....	30
4.4.2 Teste de 1 RM .....	30
4.4.3 Medida da Glicose Plasmática .....	31
4.5 Grupos de Intervenção .....	32
4.6 Análise Estatística .....	33
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>43</b>
<b>ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)</b> .....	<b>50</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO</b> .....	<b>52</b>
<b>APÊNDICE A – ANAMNESE</b> .....	<b>53</b>
<b>APÊNDICE B – AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA</b> .....	<b>55</b>
<b>APÊNDICE C – FICHA DE COLETA DE DADOS – GRUPO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>56</b>
<b>APÊNDICE D – FICHA DE COLETA DE DADOS - GRUPO CONTROLE</b> .....	<b>57</b>
<b>APÊNDICE E – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA</b> .....	<b>58</b>
<b>APÊNDICE F - ARTIGO DE PROTOCOLO - PUBLICADO</b> .....	<b>59</b>
<b>APÊNDICE G - ESTUDO II – ARTIGO - SUBMETIDO</b> .....	<b>68</b>

<b>APÊNDICE H – APRESENTAÇÃO EM CONGRESSO INTERNACIONAL .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE I – PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO INTERNACIONAL.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A glicemia é um parâmetro importante para saúde humana, e suas alterações geram doenças com impacto epidemiológico mundial importante, levando um adulto jovem saudável a obtenção de patologia como o diabetes mellitus, que representou uma prevalência global em 2019 estimada em 9,3% (463 milhões de pessoas), com estimativa de aumento para 10,2% (578 milhões) até 2030 e 10,9% (700 milhões) até 2045<sup>3</sup>.

As doenças não transmissíveis (DNT's) o equivalente a 74% de todas as mortes a nível mundial. As doenças cardiovasculares são responsáveis pela maioria das mortes por DNT's, seguidas pelo cancro, doenças respiratórias crónicas e diabetes (2,0 milhões, incluindo mortes por doenças renais causadas pela diabetes). Estes quatro grupos de doenças são responsáveis por mais de 80% de todas as mortes prematuras por DNT's<sup>4</sup>.

Estas condições estão frequentemente associadas a grupos etários mais avançados, contudo, evidências mostram que 17 milhões de mortes por DNT's ocorrem entre as pessoas mais jovens entre 20 e 30 anos de idade<sup>4</sup>.

A hiperglicemia é entendida como o aumento da glicemia plasmática, que ao ser medida casualmente em período pós prandial, ultrapassa 140mg-dL. Seu aumento crônico pode desencadear o Diabetes Mellitus, que pode ser do tipo 1 e 2 baseado em sua fisiopatologia<sup>5</sup>. O monitoramento dos níveis de açúcar no sangue se torna indispensável para atingir metas/parâmetros de saúde definidas globalmente para evitar complicações, servindo assim como um processo preventivo para a condição, evitando até mesmo a morte precoce do indivíduo diabético<sup>6,7</sup>.

Atualmente, existem vários tipos de sistemas de monitoramento, CGM: CGM retrospectivo (r-CGM), monitoramento de glicose no sangue em tempo real (rt-CGM) e CGM de varredura intermitente (isCGM). Cada sistema é ligeiramente diferente em função<sup>8,9</sup>, mas usados com o mesmo objetivo de acompanhamento diário do paciente.

Para o controle da glicemia em diabéticos, existe uma conhecida tríade: fármacos, dieta e exercícios, sendo estes dois últimos indicados em todos os casos, visando controle glicêmico, já os fármacos hipoglicemiantes são instituídos por critérios adotados pelas diretrizes de órgãos de saúde, onde a escolha destes leva

em consideração a glicemia do paciente, a idade, riscos cardiovasculares, dentre outros<sup>4</sup>.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), exercícios físicos regulares trazem vários benefícios para a saúde psicofísica. O corpo humano precisa de um nível específico de aptidão física para manter uma boa saúde<sup>10,11</sup>. O sedentarismo é associado ao aumento do risco de alterações glicêmicas, além de diversas doenças não transmissíveis importantes, além de aumentar mortalidade por todas as causas<sup>4</sup>.

Em 2018, a Assembléia Mundial da Saúde (AMS) aprovou um novo Plano de Ação Global sobre Atividade Física (PAGAF) 2018–2030 e adotou uma nova meta voluntária para reduzir os níveis de inatividade física em adultos e adolescentes em 15% até 2030.

Como parte da Resolução da AMS (AMS71.6), os Estados Membros solicitaram que a OMS atualizasse as Recomendações Globais de 2010 sobre Atividade Física<sup>1</sup> para a Saúde. Diretrizes globais e nacionais sobre exercícios físicos são componentes centrais de uma estrutura de governança e política abrangente e coerente para ações de saúde pública<sup>12</sup>.

Neste contexto, o TF apresenta influência positiva na melhora da glicemia, conforme estudo de Cauza et al.<sup>14</sup> que concluiu que o TF foi mais eficaz que o treinamento aeróbio na melhora do controle glicêmico e no perfil lipídico.

O treinamento aeróbio intervalado está associado à melhora do controle glicêmico, conforme o estudo de Delevatti et al.<sup>13</sup> que constatou que sem progressão de duração e intensidade, o exercício perde o efeito glicêmico agudo, tendendo a objetivar pensar na importância de progredir quanto a duração e intensidade de exercício em um programa de treinamento.

Relativo ao treinamento de força circuitado (TFC), este é entendido como um método de treinamento intermediário entre os exercícios com predominância aeróbia ou anaeróbia (a depender da montagem do treino), que parece atender as pessoas

---

<sup>1</sup> A OMS define atividade física e ou exercício físico como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que requer gasto de energia. A atividade física refere-se a todos os movimentos, incluindo durante o tempo de lazer, para transporte para ir e voltar de lugares ou como parte do trabalho de uma pessoa. Tanto a atividade física de intensidade moderada quanto à vigorosa melhoram a saúde. Maneiras populares de ser ativo incluem caminhar, andar de bicicleta, andar de bicicleta, esportes, recreação ativa e brincadeiras, e podem ser feitas em qualquer nível de habilidade e para diversão de todos. Está comprovado que a atividade física regular ajuda a prevenir e controlar doenças não transmissíveis, como doenças cardíacas, derrame, diabetes e vários tipos de câncer. Também ajuda a prevenir a hipertensão, manter o peso corporal saudável e pode melhorar a saúde mental, a qualidade de vida e o bem-estar (BRASIL, 2020).

com sobrepeso, e relacionado à redução do declínio acelerado da força muscular<sup>15</sup>.

O TFC se apresenta como uma forma mais curta de treino, e que também impacta força muscular, a aptidão aeróbica e a composição corporal. Este se tornou muito popular durante o início dos anos oitenta e mostrou efeitos positivos na força muscular, massa gorda e massa corporal magra em adultos saudáveis<sup>15,16</sup>.

O TFC é geralmente composto por cerca de 10 exercícios, cada um ativando um grupo muscular diferente por meio de 12 a 15 repetições. O praticante move-se rapidamente de um exercício para outro com pouco (15-30 s) ou nenhum descanso. Um a três ciclos de tais exercícios podem ser realizados em uma sessão de TFC<sup>15,16</sup>.

A intensidade dos exercícios é geralmente modesta [~40–60% da carga máxima alcançada em uma repetição de um exercício]. Devido aos períodos de descanso entre exercícios mais curtos em comparação com o TF convencional (normalmente apenas 1–2 min), a sessão inteira pode requerer apenas ~30–45 min, bem abaixo do tempo necessário para realizar um programa de TF convencional (45–90 min)<sup>17</sup>.

Embora o TFC seja antigo, evidências de seus efeitos sobre a glicemia humana ainda são limitadas, e precisa ser mais bem elucidada. Assim, o estudo apresentado tem como problemática a ser respondida, a de que qual o comportamento da glicemia plasmática antes, durante e após treinamento de força circuitado com descanso ativo entre pessoas adultas jovens.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Dados Epidemiológicos

Um estilo de vida saudável consiste em se alimentar com alimentos de boa qualidade, saudável, praticar exercício físico regular e evitar hábitos tóxicos, como fumar e utilizar bebidas alcoólicas. Governos, agências e indústrias estão engajados em uma batalha para promover comportamentos que almejam melhorar a saúde e reduzir doenças cardíacas e outras questões graves de saúde<sup>2,3,4</sup>, por meio de intervenções que incentivam as pessoas a seguir um estilo de vida saudável<sup>18</sup>.

Hábitos que prosperam em ambiente livre de doenças dizem respeito a disponibilidade de alimentos ricos em vitaminas, medicamentos eficazes, energia limpa e meio ambiente harmônico, estes são essenciais para se adequar e sobreviver na condição ambiental vulnerável<sup>8</sup>.

Por outro lado, com o crescimento da população mundial, observou-se um rápido aumento na incidência de doenças transmissíveis<sup>4</sup> e DNT's (câncer, cardiovascular, diabetes, etc.) em todo o mundo, o que levou ao aumento da morbidade e mortalidade. Este tem sido um grande desafio e motivo de preocupação entre os cientistas que trabalham nesta área de enfrentamento e tratamento adequado de doenças<sup>3</sup>.

A nutrição e o exercício físico são os principais determinantes de saúde e qualidade de vida. Um crescente corpo de pesquisa mostra que a qualidade da dieta e do exercício físico estão associados à qualidade de vida e relacionada à saúde. Portanto, uma dieta mais saudável e ser fisicamente ativo foram associados a uma melhor saúde em geral<sup>2,19</sup>.

Estão relacionados também ao risco de mortalidade prematura, doença cardíaca coronária, hipertensão, câncer de cólon, diabetes tipo 2, osteoporose e ganho de peso. A promoção de exercício físico e de uma dieta saudável tem, portanto, o potencial de reduzir substancialmente a carga de doenças e melhorar a qualidade de vida. Comumente, os adultos mais velhos consomem poucas frutas e vegetais e têm uma ingestão menor do que a recomendada de uma variedade de nutrientes importantes para a prevenção de doenças crônicas<sup>19</sup>.

Os exames preventivos de saúde desempenham um papel vital na

manutenção e proteção do seu bem-estar geral. Esses exames médicos de rotina são projetados para detectar possíveis problemas de saúde em um estágio inicial, permitindo intervenção e tratamento oportunos aos adultos jovens. Ao fazer *check-ups* preventivos regulares, pode-se tomar medidas proativas para prevenir doenças, gerenciar fatores de risco e promover um estilo de vida mais saudável<sup>18,19</sup>.

Portanto, *check-ups* regulares podem ajudar a identificar problemas de saúde em seus estágios iniciais, mesmo antes de os sintomas se manifestarem. A detecção precoce permite intervenção médica imediata, aumentando as chances de sucesso do tratamento e melhores resultados<sup>20</sup>.

O modo de viver da sociedade moderna tem determinado um padrão alimentar<sup>4</sup> que, aliado ao sedentarismo, em geral, não é favorável à saúde da população<sup>2</sup>. Estilos de vida sedentários estão se espalhando em todo o mundo e ocasionando aumento de comportamentos sedentários ocupacionais, como trabalho de escritório e aumento da usabilidade cada vez maior de dispositivos de telas<sup>4,8</sup>.

Consequentemente, os problemas de saúde estão em uma crescente. Um estilo de vida sedentária afeta vários mecanismos. Comportamentos sedentários reduzem a atividade da lipoproteína lipase, glicose muscular, atividades do transportador de proteínas e diminui o metabolismo de carboidratos. Além disso, diminui o débito cardíaco e o fluxo sanguíneo sistêmico enquanto ativa o sistema nervoso simpático, reduzindo a sensibilidade à insulina e a função vascular<sup>3,20</sup>.

## 2.2 Glicemia Plasmática

A glicemia plasmática é a concentração de glicose presente no sangue e desempenha um papel crítico no fornecimento de energia para as células do corpo. Conforme destacado pela American Diabetes Association<sup>21</sup>, a glicemia plasmática é influenciada por vários fatores, como a ingestão de alimentos, a produção e a ação de insulina, bem como a capacidade do organismo de utilizar a glicose de maneira eficiente.

A regulação da glicemia plasmática é essencial para a manutenção da saúde e prevenção de doenças relacionadas ao metabolismo da glicose. A homeostase da glicose é controlada por um complexo sistema envolvendo a força de insulina pelo pâncreas e a resposta periférica dos tecidos à insulina<sup>22</sup>. Alterações na glicemia

plasmática, como hiperglicemia, estão associadas a distúrbios metabólicos, como diabetes mellitus e resistência à insulina<sup>20</sup>.

Por outro lado, a hipoglicemia pode levar a sintomas como fadiga, confusão, comprometer a função cerebral<sup>21</sup> e até mesmo coma. Compreender os envolvidos na regulação da glicemia plasmática é fundamental para a prevenção e o tratamento de distúrbios relacionados à glicose.

A revisão de métodos para detectar distúrbios glicêmicos<sup>23</sup>, destaca a importância dos parâmetros de saúde da glicose plasmática na classificação e diagnóstico de patologias relacionadas à regulação glicêmica. Abordando diferentes métodos para avaliar a glicemia, incluindo a medição da glicemia em jejum, o teste de tolerância à glicose oral e a avaliação da hemoglobina glicada (HbA<sub>1c</sub>).

Esses aspectos desempenham um papel fundamental na identificação de indivíduos com distúrbios glicêmicos, como pré-diabetes e diabetes mellitus, permitindo uma intervenção precoce e a implementação de estratégias terapêuticas adequadas<sup>24,25</sup>.

O avanço do Monitoramento Contínuo da Glicose (MCG) permite a medição das concentrações de glicose de vida livre, ao mesmo tempo em que fornece uma avaliação mais confiável do tratamento da glicemia desregulada. O MCG, juntamente com o gerenciamento de fatores comportamentais do estilo de vida, como comportamento sedentário reduzido e aumento dos exercícios regulares, oferece potencialmente um método para promover a saúde glicêmica aprimorada por meio de uma maior regulação das concentrações de glicose<sup>21,26,27</sup>.

A avaliação do controle glicêmico envolveu historicamente a avaliação dos níveis de hemoglobina A1c (HbA<sub>1c</sub>), que representa o volume médio de glicose ligada à hemoglobina das hemácias circulantes durante um período de 3 meses. Pacientes diabéticos tipo 1 e tipo 2 normalmente têm HbA<sub>1c</sub> medida a cada 3 meses para determinar se as metas de controle glicêmico são obtidas e/ou mantidas<sup>26</sup>.

O controle glicêmico prejudicado avaliado pela HbA<sub>1c</sub> é um forte preditor para o aparecimento de diabetes e complicações diabéticas. Assim, o controle glicêmico avaliado como HbA<sub>1c</sub> é uma ferramenta útil para uma oportunidade de ponto de atendimento entre profissionais de saúde e pacientes na otimização do gerenciamento glicêmico para impedir a progressão de complicações diabéticas<sup>24,27</sup>.

No entanto, o uso da HbA<sub>1c</sub> como única medida da saúde glicêmica para avaliar o controle glicêmico tem limitações, pois o ponto de corte da HbA<sub>1c</sub> do ponto

de vista diagnóstico ainda é controverso. Além disso, o teste de HbA<sub>1c</sub> é considerado uma medida indireta da glicemia média, pois a variabilidade da HbA<sub>1c</sub> geralmente resulta de variações no número de glóbulos vermelhos provocadas pela renovação celular, anemia, transfusões de sangue e gravidez<sup>27</sup>.

Além disso, existem diferenças de HbA<sub>1c</sub> em relação à etnia/raça, sexo e idade. Por exemplo, maiores valores de HbA<sub>1c</sub> são observados em afro-americanos em comparação com caucasianos, homens em comparação com mulheres e aumentam com a idade em todos os grupos. Esses fatores podem potencialmente levar a erros de classificação em populações específicas<sup>24,25,28</sup>.

A concentração média de glicose utilizando a tecnologia MCG está fortemente correlacionada com a HbA<sub>1c</sub>. No entanto, a relação entre as concentrações de glicose avaliadas por MCG e HbA<sub>1c</sub> pode variar dentro de um indivíduo, devido a fatores não modificáveis de nível individual (ou seja, idade) e fatores modificáveis (ou seja, *status* de peso corporal)<sup>24</sup>.

A tecnologia MCG permite uma visão mais aprofundada das flutuações diárias e da variabilidade diária da concentração de glicose. Isso é especialmente verdadeiro, pois uma forte relação entre a concentração média de glicose em 24 horas avaliada pelo MCG e a HbA<sub>1c</sub> não costuma ser refletida em um nível individual. Portanto, o uso clínico de MCG em conjunto com a avaliação de HbA<sub>1c</sub> permite uma maior compreensão do controle glicêmico em nível individual<sup>27</sup>.

A hiperglicemia nem sempre tem efeitos imediatamente perceptíveis. Alguém pode tê-lo por anos sem apresentar nenhum sintoma físico. Mas o açúcar no sangue muito alto pode causar os seguintes sintomas: sede extrema; micção frequente; cansaço; apatia; náusea e tontura<sup>29,30</sup>.

No caso da hipoglicemia, o baixo nível de açúcar no sangue é mais comum em pessoas que usam insulina ou tomam certos comprimidos para reduzir o nível alto de açúcar no sangue. Isso ocorre porque comer muito pouco ou beber muito álcool podem significar que precisa de menos insulina do que pensava, fazendo com que o açúcar no sangue caia muito<sup>30</sup>.

Os sinais de que o açúcar no sangue está muito baixo podem incluir: suores frios; cara pálida; dor de cabeça; sentindo-se incrivelmente faminto; tremores, fraqueza; inquietude, nervosismo ou ansiedade e dificuldade de concentração, confusão<sup>24,31</sup>.

Os sintomas do DM1 geralmente começam repentinamente e geralmente são

o motivo para verificar os níveis de açúcar no sangue. Como os sintomas de outros tipos de diabetes e pré-diabetes aparecem mais gradualmente ou podem não ser fáceis de ver, a American Diabetes Association (ADA) desenvolveu diretrizes de triagem<sup>24,29</sup>.

Para obter um bom controle glicêmico, é essencial que os pacientes realizem avaliações periódicas de seus níveis glicêmicos. O automonitoramento do controle do açúcar no sangue é uma parte importante do tratamento<sup>21</sup>.

A medição da glicemia capilar é o teste padrão-ouro. No entanto, por vezes, razões psicológicas, econômicas ou sociais dificultam, ou impedem a realização desta técnica. Nesses casos, a metrologia da glicemia, especialmente pós-prandial, pode ser um método alternativo de monitoramento domiciliar para pacientes com DM2<sup>30</sup>.

Lembre-se de que os testes de glicemia são métodos indiretos de avaliação do controle glicêmico e que um teste negativo não distingue entre hipoglicemia leve ou moderada, euglicemia ou hiperglicemia<sup>31,32</sup>.

Para pessoas tratadas com insulina, à metodologia dos valores de açúcar ao acordar e 2 horas após a alimentação (glicemia pós-prandial) é essencial. Ou seja, é importante que eles saibam se as dosagens de insulina que estão tomando são eficazes para manter os níveis de glicose dentro dos limites. De acordo com as orientações da Direção Geral de Saúde (DGS), a glicemia em jejum deve ser  $\leq 100$  mg/dL. Outras entidades de saúde valores até 130 mg/dL<sup>31</sup>.

Níveis abaixo de 70 mg/dL são um sinal de alerta porque significa que se tem hipoglicemia. Pode ocorrer em casos de jejum prolongado ou altas doses de insulina. Assim como o alto nível de açúcar no sangue, o baixo nível de açúcar no sangue também tem efeitos nocivos no corpo<sup>32</sup>.

A glicemia pós-prandial refere-se aos níveis de açúcar no sangue 2 horas após uma refeição. Usualmente é mensurado após o jantar, idealmente, deve ser  $\leq 140$  mg/dL. No entanto, outras associações como a American Diabetes Association (ADA) permitem limite até 180 mg/dL. Priorizando, a procura do médico sobre quaisquer disfunções<sup>31</sup>. A seguir, na Figura 1, apresenta-se uma tabela com as metas individualizadas em diversas situações no Diabetes.

**Figura 1 - Metas individualizadas em diversas situações no Diabetes<sup>32</sup>**

	Pacientes DM1 ou DM2	Idoso Saudável*	Idoso Comprometido (Frágil)*	Idoso Muito Comprometido*	Criança e adolescente
HbA1c %	<7,0	<7,5	<8,0	Evitar sintomas de hiper ou hipoglicemia	<7,0
Glicemia de Jejum e Pré Prandial	80-130	80-130	90-150	100-180	70-130
Glicemia 2h Pós-Prandial	<180	<180	<180	-	<180
Glicemia ao deitar	90-150	90-150	100-180	110-200	90-150
TIR 70-180 mg/dL	>70%	> 70%	>50%	-	> 70%
T Hipog <70 mg/dL	<4%	<4%	<1%	0	<4%
T Hipog <54 mg/dL	<1%	<1%	0	0	<1%

Valores normais de glicemia para adultos não gestantes: 70-99mg/dL; Valores normais de HbA1c para adultos não gestantes < 5,7%; \*Ver tabela 2; TIR: Tempo no alvo ("*Time in Range*"); T Hipog: Tempo em hipoglicemia.

A hemoglobina glicada A1c (HbA<sub>1c</sub>) é um exame de sangue que representa os níveis médios de açúcar circulante nos últimos três meses. É descrito como uma porcentagem e é uma ferramenta importante na luta contra o diabetes. Para pessoas que são tratadas com dieta, exercícios e/ou medicamentos antidiabéticos. Monitorar o desenvolvimento do diabetes é o método recomendado<sup>31,32</sup>.

O valor ideal para jovens sem outros problemas de saúde é < 6,5 %. Porém, se for um idoso com outras doenças de difícil controle, níveis abaixo de 8 % já podem ser considerados satisfatórios<sup>33</sup>. Na Figura 2 apresenta-se as recomendações de diagnóstico de metas para HbA1c<sup>32</sup>.

**Figura 2 – Recomendações de diagnóstico**<sup>32</sup>

RECOMENDAÇÕES	CLASSE	NÍVEL
R1 - É RECOMENDADA a meta de HbA1c < 7,0% para todos os indivíduos com diabetes, para prevenção de complicações microvasculares, desde que não incorra em hipoglicemias graves e frequentes.	I	A
R2 - É RECOMENDADA a meta de HbA1c < 7,0% para todos os indivíduos com diabetes, para prevenção de complicações macrovasculares em longo prazo, desde que não incorra em hipoglicemias graves e frequentes.	I	B
R3 - É RECOMENDADO que idosos com Diabetes e função cognitiva, status funcional preservados e/ou comorbidades não limitantes tenham alvos de HbA1c entre 7,0 e 7,5%.	I	C
R4 - Em idosos com DM, com objetivo de evitar hipoglicemia, uma meta de HbA1c < 8,0% DEVE SER CONSIDERADA quando houver status funcional comprometido, síndrome de fragilidade, presença de comorbidades que limitem a expectativa de vida e/ou alteração da função cognitiva.	Ila	B
R5 - Em crianças e adolescentes com DM1, DEVE SER CONSIDERADA uma meta de HbA1c mais elevada (<7,5%) quando houver hipoglicemia assintomática, histórico de hipoglicemia grave, falta de acesso a análogos de insulina, sistemas avançados de liberação de insulina, impossibilidade de monitorização glicêmica regular, monitorização contínua de glicose e incapacidade de articular sintomas de hipoglicemia.	Ila	C
R6 - DEVEM SER CONSIDERADOS como metas de glicemia capilar em jejum, glicemias entre 80-130 mg/dL, e, glicemia 2 horas após o início das refeições, < 180 mg/dL.	Ila	C
R7 - Em pacientes com DM1 não-gestantes, É RECOMENDADO que o tempo na meta glicêmica (Time in Range - TIR) esteja acima de 70%, com o limite definido por glicemias entre 70 e 180 mg/dL.	I	B
R8 - Em pacientes com DM1 não-gestantes, É RECOMENDADO que o tempo em hipoglicemia nível 1 (glicemia < 70 mg/dL) seja menor do que 4%; e o tempo em hipoglicemia nível 2 (glicemia < 54 mg/dL) seja menor que 1%, obtidos através de dispositivos de monitorização contínua de glicose.	I	B
R9 - Em pacientes não-gestantes com DM1, É RECOMENDADO que a variabilidade glicêmica, medida através do cálculo do coeficiente de variação deva ser < 36%, obtido através de dispositivos de monitorização contínua de glicose ou valores de glicemia capilar.	I	C

Um nível normal de açúcar no sangue em jejum está entre 70 mg/dL e 100 mg/dL. Uma pessoa é classificada como pré-diabética quando apresenta glicemia de jejum entre 100 e 125 mg/dL, sendo considerada diabética aquela que atinge 126 mg/dL. Quando o nível de glicose registrado é igual ou superior a 126 mg/dL, o pré-diabetes entra em diabetes<sup>34</sup>.

Em média, esse processo leva de três a dez anos, podendo ser acelerado ou retardado dependendo do estilo de vida do paciente. Vale ressaltar que quando a pessoa está na fase pré-diabética, o quadro pode ser revertido com a ajuda de profissionais qualificados e tratamento adequado. No entanto, quando a doença se torna crônica, heverão maiores dificuldades para sua regulação. Nesse cenário, o paciente só consegue controlar o diabetes por meio de medicação diária e/ou administração de insulina<sup>21,33</sup>.

Já, a hipoglicemia é caracterizada por um nível de açúcar no sangue anormalmente baixo, geralmente inferior a 70 mg/dL. É importante não olhar apenas para esse número, seu médico deve lhe orientar<sup>21,31</sup>.

O DM é uma doença crônica que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, gerando altas taxas de morbidade e mortalidade. A prevalência global do diabetes continua a aumentar, especialmente, em países de baixa e média renda<sup>31</sup>.

O DM1 e o DM2 são os tipos mais comuns de diabetes e estão associados a uma série de complicações de curto e longo prazo, incluindo doenças cardiovasculares, neuropatia e retinopatia. Podendo ser agravado ainda pela falta de controle glicêmico que é um desafio comum e ligado a fatores como consumo excessivo de alimentos não saudáveis, baixa adesão ao tratamento, privação social e econômica<sup>34,35</sup>.

Os parâmetros de saúde da glicose plasmática são fundamentais para o manejo eficaz do diabetes e a promoção da saúde. Esses parâmetros incluem metas de controle glicêmico, como níveis de hemoglobina glicada (HbA<sub>1c</sub>) e monitoramento frequente da glicemia capilar<sup>33</sup>.

A manutenção dos níveis de HbA<sub>1c</sub> dentro da faixa-alvo recomendada está associada à redução do risco de complicações crônicas do diabetes, como doença renal, neuropatia e retinopatia. Além disso, o monitoramento regular da glicemia capilar, tanto em jejum quanto após as refeições, permite avaliar a eficácia do tratamento e ajustar as terapias para otimizar o controle glicêmico<sup>27,34</sup>.

O modelo mínimo de regulação da glicose, que corresponde em descrever como equilibrada a interação entre o fígado, o pâncreas e os tecidos periféricos envolvidos na regulação da glicose no sangue, tem sido fundamental para compreender a fisiopatologia da glicemia plasmática e o metabolismo da glicose no sangue. Que é fundamental para os desenvolvimentos de estratégias de tratamento e prevenção de distúrbios relacionados à glicemia<sup>23</sup>.

A variabilidade glicêmica desempenha um papel significativo na fisiopatologia da glicose plasmática em indivíduos com diabetes. Uma vez que esta refere-se às flutuações nos níveis de glicose ao longo do tempo, incluindo picos e quedas rápidas e acentuadas<sup>34</sup>.

Essa variabilidade pode ter instruções clínicas importantes, afetando a saúde e o bem-estar dos pacientes com diabetes. E está associada a um maior risco de

complicações microvasculares e macrovasculares, bem como a uma menor qualidade de vida. Além de poder influenciar a eficácia do tratamento e resposta aos medicamentos hipoglicemiantes, uma vez que estes são projetados para atuar em níveis específicos de glicose no sangue<sup>27</sup>.

A depuração da insulina hepática desempenha um papel importante para a saúde glicêmica hepática. O que envolve a remoção e degradação intracelular da insulina pelo fígado, afetando diretamente a sinalização e os efeitos metabólicos da insulina nos tecidos periféricos. A regulação adequada da depuração hepática da insulina é essencial para manter a homeostase da glicemia, uma vez que influencia a concentração plasmática e insulina e, conseqüentemente, a sensibilidade dos tecidos à insulina<sup>35</sup>.

O artigo de Norton *et al.*<sup>36</sup> aborda a importância da insulina como o principal regulador do metabolismo da glicose, apresentando definições quanto ao tema, tais como a insulina:

- ✓ ser composta por dois polipeptídeos, uma cadeia A e uma cadeia B, unidas por pontes de dissulfeto;
- ✓ ser produzida pelas células beta do pâncreas e desempenhar papel fundamental no controle do metabolismo da glicose, em que a própria insulina atua na captação da glicose pelas células, promovendo translocação dos transportadores de glicose GLUT4 para membrana celular, permitindo entrada de glicose no interior da célula;
- ✓ estimular a utilização de glicose pelos tecidos periféricos, como músculos e tecido adiposo, através da ativação de vias metabólicas que promovem a glicólise;
- ✓ desempenhar um papel importante no armazenamento de glicose estimulando a conversão de glicose em glicogênio, que é armazenada no fígado e nos músculos, apresentada como uma reserva de energia;
- ✓ promover uma síntese de gorduras e suas esterificações em triglicerídeos, que são armazenados no tecido adiposo.

Disfunções na produção ou ação da insulina podem levar à resistência à insulina, que é o estado em que as células não respondem aos seus efeitos. Isso resulta em níveis elevados de glicose no sangue, conhecido como hiperglicemia, que é uma característica do DM2. A resistência à insulina está associada a uma série de alterações metabólicas, incluindo a disfunção das células beta do pâncreas, aumento da produção hepática de glicose e redução da captação de glicose pelos tecidos periféricos<sup>28,34</sup>.

A hipoglicemia e a variabilidade glicêmica são fatores que representam riscos à saúde em pacientes hospitalizados, tanto com diabetes quanto sem diabetes. A hipoglicemia em pacientes críticos sem diabetes está associada a resultados

clínicos ruins, com alta taxa de mortalidade. Além disso, a variabilidade glicêmica, medida pelo desvio padrão do nível médio de glicose, também está relacionada à mortalidade e à permanência na UTI. Estudos mostram que a maior variabilidade glicêmica está associada a um maior risco de mortalidade, eventos cardiovasculares e incidência de diabetes<sup>37</sup>.

### **2.3 Treinamento de Força Circuitado (TFC)**

As sociedades globais estão sendo impactadas negativamente pelo aumento da prevalência de doenças crônicas, que está diretamente relacionada ao aumento dos gastos com saúde, complicações da força de trabalho em relação à frequência e produtividade. No entanto, o aumento do treinamento de força circuitado (TFC) está associado à redução do risco de doenças crônicas<sup>25,38</sup>.

Embora a alteração dos fatores de risco de doenças reduza o risco geral de doenças crônicas, os fatores de risco modificáveis, como o comportamento sedentário, estão associados a um risco aumentado de doenças crônicas. Fatores de risco não modificáveis são características que não podem ser alteradas, como idade, etnia e genética. No entanto, embora não sejam alterados diretamente, os genes são fortemente influenciados pelo ambiente e pelo estilo de vida, afetando a expressão gênica<sup>25</sup>.

A incorporação do TFC de intensidade moderada a alta, no estilo de vida apresenta aumento da massa magra corporal total, melhora a capacidade funcional e aumenta significativamente a força muscular superior e inferior proporcionando maior qualidade de vida e maior longevidade<sup>72</sup>.

A qualidade de vida aumenta quando o TFC é incluído como parte do plano de tratamento médico para indivíduos que vivem com e sem doenças crônicas. Melhor capacidade funcional e força muscular, redução da inflamação, aumento do HDL-colesterol e redução do peso corporal são resultados do TFC em crianças e adultos. A implementação do TFC diária e intervenções de prevenção com exercícios circuitados propiciam uma redução de 80% no risco de Doença Venosa Crônica (DCV), 90% de redução no risco de diabetes tipo 2, 33% de redução no risco de câncer, e, em alguns casos, reduções na mortalidade por todas as causas<sup>25</sup>.

A prática regular de treinamentos de força circuitados, pode reduzir significativamente o risco de desenvolvimento de doenças crônicas como hipertensão, DM2 e obesidade<sup>41</sup>. Além disso, essas atividades também podem melhorar a qualidade de vida e reduzir o impacto dessas doenças em pacientes e evitar outras<sup>25,40</sup>.

Além disso, os TFC's melhoram o sistema imunológico, permitindo que o corpo lute contra doenças infecciosas, resultando em menor suscetibilidade geral a doenças. Como parte dessa adaptação imunológica, a função linfática é aprimorada e a inflamação é reduzida pela diminuição do acúmulo de células inflamatórias. O treinamento de força em circuito é um tipo de treino que envolve a rotação em um circuito de até 10 exercícios que visam diferentes grupos musculares. O treinamento de força em circuito refere-se a uma rotina de exercícios estruturada, e não a um tipo específico de exercício. Com o TFC, a pessoa completará cada conjunto de exercícios por certo número de repetições ou vezes. Em seguida, passará para outro exercício com a mesma quantidade de repetições ou tempo com pouco ou nenhum descanso entre elas<sup>41,42</sup>.

Quatro tipos principais de exercícios de treinamento de força circuitado são: Circuito de repetição: cada exercício no circuito é realizado por determinado número de repetições (normalmente 10–15) antes de passar para o próximo exercício. Circuito cronometrado: cada exercício no circuito é realizado por um determinado período de tempo (normalmente 30 a 90 segundos) antes de passar para o próximo exercício. Circuito de competição: semelhante a um circuito cronometrado, mas cada exercício é concluído com o máximo de repetições possível dentro do tempo determinado. Circuito específico do esporte: cada exercício é uma fonte de direcionamento usada para melhorar certos movimentos envolvidos em um esporte específico, como a prática de saltos, chutes, giros e acrobacias para ginástica<sup>40</sup>.

O treinamento em circuito é uma forma de exercício que propicia possibilidades diversas e altamente individualizada que pode ajustar de várias maneiras, dependendo das preferências pessoais para tipos de exercícios, intensidade e duração. Além de ser personalizável, o que pode ajudar a tornar o treino mais envolvente e agradável, o treinamento de força em circuito também traz benefícios específicos para a saúde<sup>24,40</sup>.

Um TFC eficiente incorpora exercícios que visam os músculos da parte superior e inferior do corpo, o que ajuda a aumentar a força geral. Envolve pouco

descanso entre os exercícios, portanto, sua natureza acelerada ajuda a economizar tempo. Isso pode ser incrivelmente benéfico para adultos jovens que têm tempo limitado para se exercitar, mas desejam colher o máximo de recompensas de seus treinos<sup>24,40</sup>.

O TFC é uma maneira eficaz de melhorar a força e a resistência em um curto período de tempo. Sempre que iniciar qualquer novo programa de exercícios, deve começar devagar e aumentar gradualmente a duração, a frequência e a intensidade do exercício ao longo do tempo. Se estiver ficando muito fácil, deve-se aumentar o tempo ou o número de repetições para cada exercício ou adicionar mais resistência<sup>24,40-42</sup>.

A inclusão de TFC nas atividades diárias do estilo de vida oferece múltiplos benefícios à saúde, promove o crescimento social e fornece prevenção e tratamento de doenças crônicas em longo prazo, melhorando a saúde global geral. Assim, fornece meios não invasivos para prevenção e tratamento adicionais de doenças crônicas<sup>24</sup>.

Após compreender as características e benefícios para a saúde do TFC, a literatura ainda apresenta que, foi comprovado que estes melhoram o controle glicêmico, manifestado pela redução da hemoglobina A1c (HbA<sub>1c</sub>) e da glicemia de jejum<sup>43</sup>. Assim, foi reconhecido como uma estratégia não farmacêutica, chave para pacientes com diabetes, na maioria das diretrizes internacionais e nacionais<sup>28,35,44</sup>.

No entanto, a eficácia do TFC na melhora da HbA<sub>1c</sub> poderia apenas indicar a redução do nível médio de glicose. Uma vez que evidências emergentes construíram uma relação positiva entre a variabilidade glicêmica e as complicações do diabetes, o efeito do TFC na variabilidade glicêmica atrai cada vez mais a atenção do público<sup>28,35,44</sup>.

É importante observar que sessões agudas de TFC também podem aumentar temporariamente a captação de glicose pelo músculo esquelético em até cinco vezes por meio do aumento do transporte de glicose (independente de insulina). À medida que esse efeito transitório desaparece, ele é substituído pelo aumento da sensibilidade à insulina e, com o tempo, essas duas adaptações ao exercício resultam em melhorias tanto na capacidade de resposta à insulina quanto na sensibilidade à insulina do músculo esquelético<sup>27,35,44</sup>.

A esse respeito, o TFC demonstrou aumentar o conteúdo mitocondrial do músculo esquelético e as enzimas oxidativas, resultando em melhorias na oxidação

de glicose e ácidos graxos e aumento da expressão de proteínas envolvidas na sinalização da insulina<sup>27</sup>.

A pesquisa de Santos *et al.*,<sup>43</sup> concluiu que uma sessão de treinamento de força circuitado diminui os níveis glicêmicos de forma significativa. No entanto, quando comparado com o PC, não foram encontradas diferenças significativas. Evidenciando pequena influência do treinamento de força circuitado na glicemia. Tais dados podem estar relacionados ao não controle contínuo da dieta dos avaliados.

Nos achados de Lima *et al.*,<sup>47</sup> o programa de exercícios Circuit Training de Musculação (contrações dinâmicas em séries únicas de 30 repetições) e aeróbio (intensidade 60-80% da frequência cardíaca máxima), “houve uma diminuição da média glicêmica de 209,3 mg/dl no início do treinamento para 122,4 mg/dl, ao final do estudo, uma diminuição de 41,52 % em relação a média inicial. Observou-se diminuição dos níveis de HbA<sub>1c</sub> de 7,10% para 5,02%”.

O treinamento com exercícios físicos é utilizado tanto no tratamento quanto na prevenção de DM. Já estudos com treinamento de força, em específico, treinamento de força circuitado não foram encontrados na perspectiva do controle glicêmico, o que evidencia a necessidade de estudar tal método de treinamento, e assim contribuir com o a promoção à saúde de uma perspectiva global<sup>49</sup>.

A temática da pesquisa é relevante, devido à glicemia ser um importante fator fisiológico a ser avaliada, especialmente como forma de prevenção e promoção à saúde. Sabe-se que o DM é uma doença metabólica que vem crescendo a cada dia, o que gera a necessidade de mais estudos sobre monitoramento, tratamento e prevenção.

Pesquisas que visem melhor esclarecer o comportamento da glicemia em diferentes tipos de exercícios podem subsidiar prescrições mais seguras para o público com problemas no metabolismo da glicose, ou até mesmo prevenir e/ou tratar na fase inicial do problema. Assim, pesquisas que avaliam o comportamento da glicemia durante e após o treinamento, são indispensáveis visando uma prescrição mais segura e direcionada, o que pode, por sua vez, indicar ou contraindicar determinados tipos de treinos para melhor controle glicêmico.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o comportamento glicêmico plasmático em indivíduos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de exercício circuitado com descanso ativo.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar o perfil antropométrico da amostra;
- Realizar a glicemia antes, durante, imediatamente após, 15 minutos e 30 minutos pós-término da sessão controle e experimental.

## **4 MÉTODO**

### **4.1 Delineamento do Estudo**

Trata-se de um estudo transversal.

### **4.2 Seleção dos participantes**

#### *4.2.1 Critérios de Inclusão*

- Experiência de no mínimo 6 meses com treinamento de força;
- Idade de 20 a 30 anos;
- Não apresentar doença crônica;
- Não ser tabagista;
- Sexo masculino.

#### *4.2.2 Critérios de Exclusão*

- Não ter experiência de no mínimo 6 meses com treinamento de força;
- Ter menos de 20 anos e mais de 30;
- Evento cardiovascular recente (últimos 3 meses);
- Apresentar qualquer limitação física ou mental que impeça a realização dos procedimentos do estudo.

### **4.3 Procedimentos**

A amostra foi composta por 30 indivíduos do gênero masculino, acadêmicos de ensino superior, que foram divididos por meio de sorteio, em dois grupos com igual número: Grupo Controle (n=15) e Grupo Experimental (n=15).

Após assinatura do TCLE (ANEXO A), de acordo com a Resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS)<sup>50</sup>, e inclusão na pesquisa, os indivíduos foram submetidos a uma anamnese com caráter de enquadrar ou não no projeto,

segundo os critérios de inclusão e exclusão, e avaliação física.

Após tais procedimentos, os indivíduos realizaram os testes de uma repetição máxima (Uma Repetição Máxima - 1 RM), alternado entre os membros superiores e inferiores nos seguintes aparelhos de musculação: supino reto, puxada pela frente, mesa flexora e cadeira extensora. Teste de 1RM definiu a carga utilizada nos exercícios do Grupo Experimental. A amostra foi submetida a sessões do estudo: Experimental ou Controle, com medidas da glicemia antes, durante e após.

O estudo foi desenvolvido na sala de musculação do centro-poliesportivo e no Laboratório de Fisiologia do Exercício/LAFEX da Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás (ESEFFEGO) da Universidade Estadual de Goiás (UEG). O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética sob número de parecer CAAE - 0055.0.171.000-11-FR-461825-SISNEP.

#### **4.4 Instrumentos**

A *anamnese* foi realizada em formato de uma entrevista semi-estruturada em que foram realizadas perguntas a respeito do indivíduo, hábitos de exercício físico, experiência ou não com o exercício de força entre outras abordagens. Sendo parte dos critérios utilizados para a inclusão/exclusão da pesquisa.

##### **4.4.1 Avaliação Física**

A avaliação física dos indivíduos foi constituída por medidas antropométricas (estatura e peso) para o cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC), (OMS) utilizando-se assim, a partir de uma balança eletrônica de marca Welmy, precisão de 0,2 kg balança eletrônica, de precisão de 0,1kg (Filizola). A estatura foi avaliada utilizando estadiômetro graduado em centímetros e precisão de 1mm da massa corporal (Sanny). Para o cálculo do %GC, foi realizado o teste de bioimpedância por eletrodos, com aparelho de marca Maltron 906BF.

##### **4.4.2 Teste de 1 RM**

O teste de 1 RM seguiu o protocolo de Baechle e Earle<sup>51</sup>. Em que o indivíduo mobilizou uma carga que o possibilitou de realizar uma Repetição Máxima (RM) em

regime de falha muscular concêntrica voluntária, impossibilitando de realizar a segunda repetição. Aos que ultrapassaram uma repetição, foi adotado o tempo de 3 a 5 minutos para novo teste, sendo adotado um máximo de quatro testes.

Objetivando reduzir a margem de erro, foram adotadas as seguintes estratégias: instruções padronizadas foram oferecidas antes do teste, de modo que o avaliado esteve ciente de toda a rotina que envolveu a coleta de dados;

1. O avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício;
2. O avaliador esteve atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida. Pois, pequenas variações no posicionamento das articulações envolvidas na ação poderiam recrutar outros músculos, causando distanciamento do foco específico da pesquisa e possibilitando interpretações errôneas dos escores obtidos;
3. Foi estipulada uma posição fixa para o pé, evitando assim a diferenciação na angulação do tornozelo do mesmo indivíduo nos dois testes.

#### **4.4.3 Medida da Glicose Plasmática**

A glicemia plasmática foi medida por meio do monitor de glicemia (Accu-Chek Go, Roche Group, Germany, 2010) para o funcionamento deste aparelho foi necessário a utilização de um lacetador automático e descartável (Accu-chek Uno, Roche Group, Germany 2010) e de fitas de teste (Accu-chek Go, Roche Group, Germany 2010).

Todos os pesquisadores foram treinados para a coleta de sangue capilar, onde houve um processo de assepsia para evitar contaminações e riscos entre os envolvidos. Foram utilizadas luvas para manipulação do pesquisado e das fitas de análise da glicemia. A lanceta foi do tipo única utilização da marca Accu Check Uno. As lancetas e fitas utilizadas foram descartadas em lixo específico apropriado (descartex).

O monitor de glicemia Accu-chek Go permitiu verificar a taxa da glicose plasmática de forma direta. O sangue foi aspirado, através de uma lanceta, para uma tira de teste. Cada tira teste possuiu uma zona de teste contendo reagentes de detecção. Quando o sangue foi aplicado nesta zona, ocorreu uma reação química que causou alteração da cor na zona teste. O aparelho Accu-Chek Go, registrou essa alteração de cor, e a partir dela, calculou o valor da glicemia.

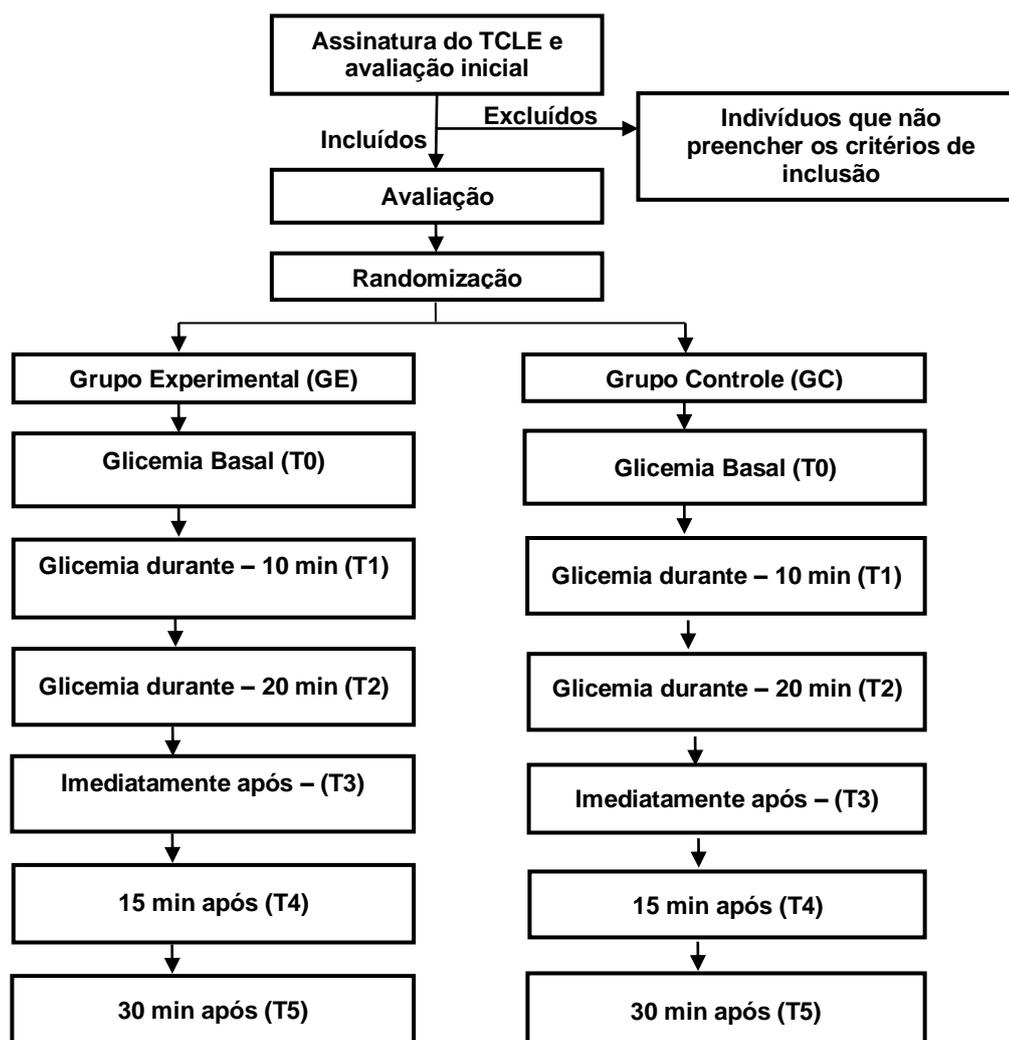
A medida foi realizada em 6 momentos: antes dos protocolos, glicemia basal (T0), durante os protocolos, sendo ~10 minutos após o início (T1), ~20 minutos após o início (T2), imediatamente após a finalização dos protocolos (T3), 15 minutos após (T4) e 30 minutos após (T5).

#### **4.5 Grupos de Intervenção**

Os participantes foram conduzidos à sala de musculação, ficaram 10 minutos em posição sentada para coleta de sangue capilar da glicemia basal (T0).

Logo após, no GE (com treinamento de força pela metodologia de circuito), houve a realização de exercícios em sequência e sem descanso. Os indivíduos fizeram um aquecimento de cinco minutos com alongamentos das regiões que foram treinadas. O circuito foi formado por sete exercícios: puxada frontal com pegada supinada, supino reto na máquina, rosca bíceps, tríceps no pulley, legpress, cadeira extensora e cadeira flexora. A carga individualizada foi de acordo com o teste de 1RM. Foram realizados três circuitos na sequência dos exercícios supracitados. Cada circuito contou com a realização de 12-15 repetições a 70% da 1RM. Após a execução de cada circuito, houve a coleta de sangue, com coletas ao final, nos minutos 0,15 e 30 após o término do último circuito de exercícios (Figura 3).

Já no GC (sem treinamento), os participantes foram também conduzidos à sala de musculação, ficaram 10 minutos em posição sentada para coleta de sangue capilar referente a medida da glicemia basal (T0) e não realizaram treinamento. Em repouso, tiveram a glicemia medida após 10 minutos (T1), e após 20 minutos (T2), 2 medidas correspondentes ao período durante, do grupo com treinamento de força circuitado. Após o término deste período, os participantes permaneceram sentados para medidas pós-protocolo, nos momentos 0 minuto pós protocolo (T3), 15 minutos pós protocolo (T4) e 30 minutos após (T5), assim como também se representa na Figura 3.



**Figura 3 – Desenho do Estudo**

No GE foi vedada à ingestão de qualquer tipo de alimento. Foram permitidos que os indivíduos conversassem e tomassem água se assim o quisessem.

No GC foi vedada a ingestão de qualquer tipo de alimento, prática de força. Foram permitidos que os indivíduos conversassem, ficassem em pé, sentados e tomassem água se assim quisessem.

#### 4.6 Análise Estatística

Para análise da normalidade dos dados o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado. Para comparação entre os grupos, o teste  $t$  independente foi utilizado com tamanho de efeito *Hedges' g* para uma amostra pequena (LAKENS, 2013). Os valores de 0,2, 0,5 e 0,8, foram considerados, pequeno, médio e grande respectivamente (LAKENS,

2013). Ademais, nenhum valor discrepante (*outlier*) maior que  $\pm 3$  foi encontrado após verificação dos resíduos estudentizados e os níveis de glicose apresentaram distribuição normal após análise do gráfico Q-Q. Violação da homogeneidade de variância foi verificado somente no momento agudo de 20 minutos ( $p < 0,041$ ). Além disso, houve violação da homogeneidade de covariância após análise do teste de caixa de igualdade de matrizes de covariância ( $p < 0,001$ ). Com isso, ao invés de utilizar uma *Two-Way Mixed ANOVA* para análise, a opção de escolha foi realizar uma *ANOVA* de medidas repetidas com *post-hoc* de *Bonferroni* para cada grupo separadamente, pois a violação da homogeneidade de covariância resulta na inflação do erro tipo 1 e resultados significativos espúrios para testes  $F$  (STAMM; SAFRIT, 1975; STATISTICS, 2015). Ademais o delta percentual entre os momentos foi analisado e utilizou-se uma *ANOVA* de medidas repetidas para cada grupo separadamente. O delta 1 representa o momento Agudo 10 min em relação ao Basal e para cada momento após o agudoo mesmo procedimento foi aplicado. Para a análise do tamanho do efeito o ômega ao quadrado ( $\omega^2$ ) para amostras pequenas foi utilizado e valores de 0,01, 0,06 e 0,14 foram considerados pequeno, médio e grande, respectivamente (LAKENS, 2013; SERDAR; CIHAN; YUCEL; SERDAR, 2021). Considerando que os dados já foram coletados, o cálculo amostral para verificação do poder (*power*) a posteriori (*post-hoc*), não foi realizada, pois é falho e analiticamente enganoso (LAKENS, 2022; ZHANG; HEDO; RIVERA; RULL *et al.*, 2019). Os softwares estatísticos SPSS 20.0 e *GraphPadPrism* 8.0 foram utilizados para análise dos dados e confecção dos gráficos, respectivamente. Um nível alpha  $p \leq 0,05$  foi adotado como nível para diferença significativa entre grupos e momentos.

## 5 RESULTADOS

As características da amostra estão resumidas na Figura 4, abaixo. Trata-se de um grupo de adultos jovens que apresentam diagnóstico de eutrofia. características de (IMC: GE:  $23,26 \pm 2,51$  – GC:  $24,41 \pm 2,55$  kg-m<sup>2</sup>), e glicemia casual evidenciando normalidade.

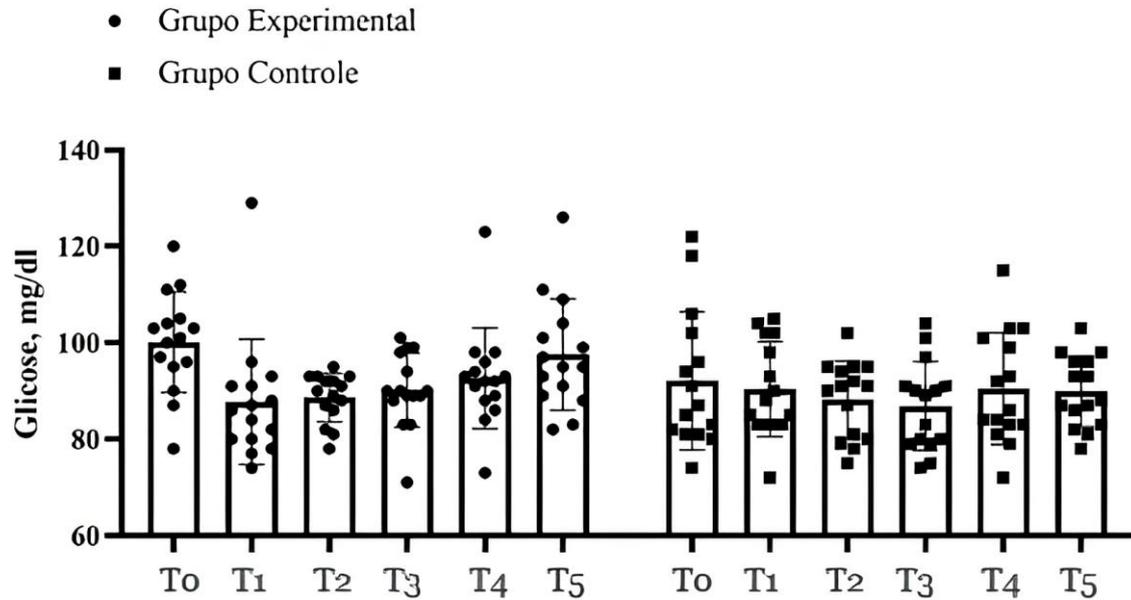
**Figura 4.** Características amostrais dos participantes apresentados pela média e desvio padrão (DP).

	<b>GE</b>	<b>GC</b>	<b>p</b>	<b>Hedges' g</b>
Massa corporal, kg	70,00 ± 6,78	79,11 ± 8,76	0,004*	-1,13 (grande)
Estatura, m	1,73 ± 0,06	1,80 ± 0,07	0,015*	-0,92 (grande)
IMC, kg/m <sup>2</sup>	23,26 ± 2,51	24,41 ± 2,55	0,224	-0,44 (pequeno)
Gordura corporal, %	12,60 ± 5,53	17,12 ± 3,48	0,012*	-0,95 (grande)
Glicemia, mg/dl	100,13 ± 10,44	92,13 ± 14,28	0,091	0,62 (médio)

**Legenda:** IMC = índice de massa corporal, GE = grupo experimental, GC = grupo controle, \* =  $p \leq 0,05$ .

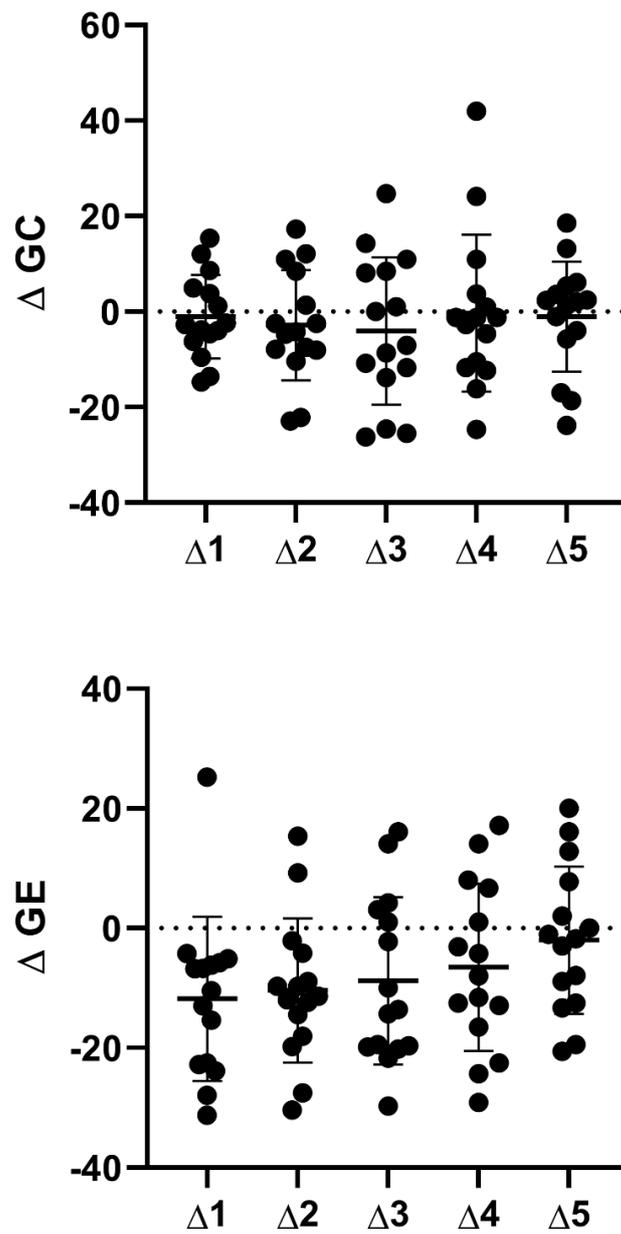
O comportamento da glicemia pode ser visualizado no Figura 5, abaixo. Foi observado diferença estatisticamente significativa para o tempo  $F(5, 70) = 4,32$ ,  $p = 0,002$ ,  $\omega^2 = 0,14$ ). Após a comparação entre os momentos utilizando o teste post-hoc de Bonferroni, quase nenhuma diferença foi encontrada, contudo foram encontradas diminuições dos níveis da glicemia. Sobre o GE, no momento T1 a glicemia reduziu 12,39% comparado com o período basal T0 ( $\Delta$ : -12,39 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no momento T2 a glicemia reduziu 11,46% comparado ao período basal T0 ( $\Delta$ : -11,46 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T3 com redução significativa da glicemia comparado com o período basal T0 obtendo  $p = 0,05$  ( $\Delta$ : -9,93 mg/dl). Nos momentos subsequentes, houve redução da glicemia de 7,46% em T4 ( $\Delta$ : -7,46 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e 2,59% em T5 ( $\Delta$ : -2,59 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e nenhuma diferença significativa para o tempo foi verificada  $F(5, 70) = 1,10$ ,  $p = 0,366$ ,  $\omega^2 = 0,001$ ). Quanto ao GC, a glicemia também reduziu, no momento T1 com variação de 1,88% com comparação com o basal T0 ( $\Delta$ : -1,73 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T2 de 4,12% para o T0 ( $\Delta$ : -3,79 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T3 de 5,71% para T0 ( $\Delta$ : -5,26 mg/dl, e  $p > 0,05$ ). Nos momentos seguintes, houve redução da glicemia de 1,73% em T4 ( $\Delta$ : -1,59 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e de 2,38% em T5 ( $\Delta$ : -2,19 mg/dl,  $p > 0,05$ ) e nenhuma diferença significativa estatística em nenhum dos momentos.

**Figura 5.** Valores da glicose apresentados pela média e desvio padrão (DP).



O comportamento da glicemia, por análise dos deltas, pode ser visualizado na Figura 6, a seguir. Os mesmos resultados foram apresentados no delta percentual, e nenhuma diferença foi verificada  $F(4, 74) = 2.76, p = 0,067$ , e  $F(4, 74) = 1.06, p = 0,36$ .

**Figura 6.** Valores do delta apresentados pela média e desvio padrão (DP).



## 6 DISCUSSÃO

Esse estudo clínico transversal avaliou o comportamento glicêmico plasmático em adultos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de treinamento de força circuitado com descanso ativo. O principal achado do presente estudo foi que este método apresentou redução significativa da glicemia durante a sessão de exercício (GE) no momento T3 evidenciando redução glicêmica, também nos momentos subseqüentes, porém sem significância. A redução média da glicemia no GE foi de ~8,7mg/dL, o que vai de encontro com o encontrado em estudos com exercícios de força<sup>67,70</sup>, aeróbico<sup>66</sup>, e também treinamento de força circuitado<sup>68,69</sup>.

A glicemia no GC não apresentou diferença estatística em nenhum momento, com variação média de ~2,91mg/dL. Neste contexto, é conhecido que o exercício físico em geral, melhora a resposta da insulina sendo benéfico na redução das concentrações da glicemia e também da própria<sup>45-49</sup>. Comportamento semelhante ao presente estudo também foi visto no estudo de Coelho et al.<sup>59</sup>, em que, avaliou a interferência do treinamento resistido e aeróbico, em dois grupos distintos composto de forma randomizada, supervisionados nos níveis glicêmicos antes (M1), durante (M2) e pós sessões (M3), em 36 sessões, com frequência semanal de três dias, em 3 meses. Tanto para o treinamento aeróbico quanto para o treinamento de força, houve reduções iguais e/ou superiores a 25mg/dL entre M1 e M2 e entre M2 e M3. De M1 a M3 a redução foi superior a 50mg/dL, correspondendo à diminuição de 25% no grupo de treinamento aeróbico e de 27% no grupo de treinamento de força.

Uma única sessão de exercício demonstrou reduzir as concentrações médias de glicose em ~16 mg/dL durante o período de 24 horas após o exercício, juntamente com uma redução de 30% no tempo gasto em hiperglicemia (glicemia >180 mg/dL). O exercício também reduziu a variabilidade glicêmica ao longo do dia, indicando um declínio na frequência e/ou amplitude das flutuações da glicose. Esses resultados obtidos pela CGM mostram claramente os benefícios do exercício para a homeostase da glicemia em 24 horas<sup>65</sup>.

Um estudo prospectivo cruzado randomizado com 14 participantes adultos com DM1 alocou seus participantes de acordo com o tipo de exercício (Aeróbico vs. Resistido) com período de recuperação de três dias entre troca de grupo. A estabilidade glicêmica e episódios hipoglicêmicos foram avaliados durante e 24 horas após o exercício. A idade mediana foi de 53 anos com HbA<sub>1c</sub> mediana de 7,1%

e duração do diabetes de 30 anos. Durante ambas sessões, houve queda dos níveis de glicose imediatamente após o exercício (0'), seguida de aumento aos 30' e 60', embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. No entanto, os níveis de glicose diminuíram significativamente de 60' para 24 horas no período pós-exercício ( $p = 0,01$ ) para ambos os tipos de exercícios<sup>66</sup>.

O exercício resistido (ER) pode ser uma excelente forma de controle do açúcar no sangue. Oitenta e nove homens foram divididos em seis grupos que completaram o protocolo de ER: 2 séries de 18 repetições (2 x 18 a 50% de 1RM),  $n=19$ ); 3x12 repetições (3 x 12 a 70% de 1RM,  $n=14$ ); 4x9rep a 80% de 1RM,  $n=13$ ); 6x6rep a 90% de 1RM;  $n = 19$ ; circuito (2x18 a 50% de 1RM;  $n=12$ ); e sessões controle ( $n=12$ ). A sequência de treinamento consistiu em oito exercícios. O teste oral de tolerância à glicose com medidas metabólicas foi realizado imediatamente após cada protocolo de RE e a cada 15 minutos até 120 minutos após a recuperação. Todos os grupos apresentaram valores significativamente menor em comparação ao grupo controle ( $p<0,05$ ) durante o período de monitoramento de 120 minutos. O grupo 6x6 apresentou glicemia significativamente menor em comparação aos grupos 3x12 e 4x9 ( $p=0,004$  e  $p=0,001$ , respectivamente). Para controle glicêmico pós-prandial agudo, 9-12 repetições por série e 3-4 séries de repetições por grupo muscular parecem ser adequadas<sup>70</sup>.

No que tange o treinamento de força circuitado, um estudo que objetivou avaliar os efeitos agudos do treinamento resistido em circuito (TRC) em dois níveis de intensidade em indivíduos treinados e com fatores de risco cardiovascular. Dezoito indivíduos ( $66,22 \pm 8,61$  anos) de ambos os sexos (6 mulheres/12 homens) com fatores de risco cardiovascular realizaram duas sessões de exercícios circuitados em diferentes níveis de intensidade: moderada (MOD) e alta (HI). Para controlar a intensidade do treinamento aeróbico, foi utilizada a Escala de Avaliação Percebida de Esforço (PSE) de Borg. Para o treinamento de força, o número máximo de repetições foi realizado dentro de uma duração pré-determinada de séries. As medidas de pressão arterial e glicemia foram coletadas antes e 20 minutos após as sessões. Os dados foram analisados por meio de Equações de Estimativas Generalizadas,  $\alpha 5\%$ . Foram observadas reduções na pressão arterial sistólica (MOD -  $\Delta = -4,95$  mmHg; HI -  $\Delta = -3,31$  mmHg) e na glicemia (MOD -  $\Delta = -16,06$  mg/dL; HI -  $\Delta = -29,45$  mg/dL) após as duas sessões, sem diferença entre as sessões. A pressão arterial diastólica não se alterou ( $p < 0,05$ ).<sup>71</sup>

Fisiologicamente, o controle da glicemia gerada pela prática do exercício físico está relacionada a fatores como melhora da sensibilidade à insulina (CITAR), aumento da expressão do GLUT4 (transportador de glicose tipo 4), o transportador de açúcar nos músculos esqueléticos, que aumenta assim a atividade da AMPK (proteína quinase ativada por adenosina monofosfato) nesses músculos. Mesmo em pacientes diabéticos existe impacto positivo, embora estes pacientes os pacientes com DM2 apresentem defeito na transmissão do sinal de insulina nos músculos esqueléticos, a ativação da AMPK induzida pelo exercício nesses músculos pode atingir ação normal), e a oxidação de ácidos graxos e a absorção de glicose serão aceleradas<sup>60</sup>.

Sabe-se que o aumento da sensibilidade à insulina após o exercício se mantém por cerca de 60 horas e retorna aos níveis pré-exercício após 3 a 5 dias. Contudo, quando o exercício de intensidade moderada é realizado repetidamente, a capacidade de manter maior sensibilidade à insulina pode ser ampliada. Assim, a repetição do exercício num intervalo de tempo de 48 a 60 horas pode ajudar a controlar os níveis de glicemia em longo prazo<sup>61</sup>, o que evidencia que este deve ser realizado com frequência.

Os efeitos em longo prazo do exercício regular no controle glicêmico parecem ser atribuídos ao efeito cumulativo de melhorias transitórias na sensibilidade à insulina e no controle glicêmico após cada sessão sucessiva de exercício, e não a adaptações estruturais na insulina<sup>63</sup>. Esta é a razão pela qual os pacientes com diabetes tipo 2 precisam praticar exercícios regularmente, para alcançar um efeito benéfico sustentado na homeostase da glicose no sangue. Além disso, este conceito também enfatiza que as propriedades glicorreguladoras de cada sessão individual de exercício são de importância fundamental para alcançar o controle glicêmico adequado a longo prazo<sup>64</sup>.

Deve-se notar, entretanto, que o efeito do treinamento físico na sensibilidade à insulina é perdido 5–10 dias após a cessação do treinamento físico. Portanto, parece que os efeitos em longo prazo do exercício regular no controle glicêmico são atribuídos ao efeito cumulativo de melhorias transitórias na sensibilidade à insulina e no controle glicêmico após cada sessão sucessiva de exercício, e não a adaptações estruturais na insulina<sup>63</sup>. Esta é a razão pela qual os pacientes com diabetes tipo 2 precisam praticar exercícios regularmente, para alcançar um efeito benéfico sustentado na homeostase da glicose no sangue. Além disso, este conceito também

ênfatiza que as propriedades glicorreguladoras de cada sessão individual de exercício são de importância fundamental para alcançar o controle glicêmico adequado a longo prazo<sup>64</sup>.

Os resultados do nosso estudo sugerem que indivíduos normoglicêmicos podem se beneficiar do TFC para controle da glicemia mesmo que em pequena magnitude, e em momentos específicos. Durante a sessão, foi observado redução nos 2 momentos: T1 e T2, porém, com significância apenas para o segundo. Após o término do protocolo experimental, a glicemia se manteve mais baixa durante todo o período (T3, T4 e T5), porém, sem apresentar significância.

O presente estudo apresenta algumas limitações como utilização de equipamento para monitoração casual e pontual da glicemia e a realização do estudo em uma academia de ginástica, fora do ambiente laboratorial, que não permite controle pormenorizado de certas variáveis. Por outro lado, os indivíduos realizaram o estudo em um ambiente real de seus dia-a-dia, utilizando mesmo tipo de equipamento que os praticantes da academia usualmente manipulam e levam para seus ambientes de prática, o que em nossa visão, passa a ser um diferencial, visto que torna uma pesquisa com elementos cotidianos dos profissionais que lidam com o exercício. Sugerimos estudos futuros sobre esse tema, que por incrível que pareça, ainda é escasso quando associamos resposta aguda da glicemia durante e após exercício em circuito, e realização de estudos com número maior de participantes.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, observa-se que a amostra de jovens apresentou perfil de eutrofia, e normalidade da gordura corporal, assim como a glicemia casual dentro do esperado. Os parâmetros: altura, peso e gordura corporal apresentaram diferença significativa entre o GC e GE.

Foi observado que a glicemia no GE apresentou média geral de redução de ~8,7mg/dL, porém, somente durante a sessão do treinamento de força circuitado, no momento T3, foi encontrada redução significativa obtendo  $p=0,05$ , e após o exercício, a glicemia manteve-se baixa.

Os achados deste estudo dão subsídio a uma prescrição de treinamento de força circuitado mais seguro, visto que este pode ser executado, gerando efeitos positivos e promissores na glicemia tanto durante, quanto após sua realização. A prática deste além de contribuir no controle glicemia, ainda impactará em outras esferas da vida do indivíduo, tanto na prevenção e tratamento de doenças, quanto na melhora da autonomia, e qualidade de vida, além de outros vários outros benefícios que o exercício está relacionado.

## REFERÊNCIAS

1. Maeyama, M.A.; Pollheim, L.C.F.; Wippel, M.; Machado, C. & Veiga, M.V. Aspectos relacionados à dificuldade do controle glicêmico em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 na Atenção Básica / Aspects related to the difficulty of glycemic control in patients with type2 diabetes mellitus in Primary Health Care. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 47352–47369, 2020. <https://doi.org/10.341117/bjdv6n7-391>
2. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care* 2017; 40(Suppl 1)S1-131.
3. Saeedi, P.; Petersohn, I.; Salpea, P.; Malanda, B.; Karuranga, S.; Unwin, N.; Colagiuri, S.; Guariguata, L.; Motala, A.A.; Ogurtsova, K.; Shaw, J.E.; Bright, D. & Williams, R. IDF Diabetes Atlas Committee. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9<sup>th</sup> edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019 Nov;157:107843. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107843.
4. Mayer-Davis, E.J.; Lawrence, J.M.; Dabelea, D. et al. Incidence trends of type 1 and type 2 diabetes among youths, 2002-2012. *N Engl J Med* 2017; 376(15)1419-29.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica : diabetes mellitus / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013. 160 p. : il. (Cadernos de Atenção Básica, n. 36).
6. Sociedade Brasileira da Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2014-2015. Métodos para avaliação do controle glicêmico. *SBD*, 2015:110-9
7. Rush, T.; McGeary, M.; Sicignano, N. & Buryk, M.A. A Plateau in Early Type 1 Diabetes: Incidence of Pediatric Diabetes in the US Military Health System. *Pediatrician Diabetes*. August 2018; 19(5):917-922.
8. Organização Pan-Americana de Saúde. OMS lança plano de ação global sobre atividade física para reduzir comportamento sedentário e promover a saúde. <https://bvsms.saude.gov.br/oms-lanca-plano-de-acao-global-sobre-atividade-fisica-para-reduzir-comportamento-sedentario-e-promover-a-saude/#:~:text=O%20plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20global,adolescentes%20em%2015%25%20at%C3%A9%202030>.
9. Guimaraes, L.G. et al. Impacto das novas tecnologias no tratamento do Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 23341-23354, nov./dec., 2022
10. Coelho, A.C.M.; Boas, L.C.G.V.; Gomides, D.D.S.; Foss-Freitas, M.C. & Pace, A. E. (2015). Atividades de autocuidado e suas relações com controle metabólico e clínico das pessoas com diabetes Mellitus1. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 24, 697-705.

11. Kolchraiber, F.C.; de Souza Rocha, J.; César, D.J.; de Oliveira Monteiro, O.; Frederico, G.A. & Gamba, M.A. (2018). Nível de atividade física em pessoas com diabetes mellitus tipo 2. *Revista Cuidarte*, 9(2), 2105-2116. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3595/359557443002/359557443002.pdf>.
12. Kraemer, W.J.; Ratamess, N.A.; Flanagan, S.D.; Shurley, J.P.; Todd, J.S. & Todd, T.C. Understanding the science of resistance training: An evolutionary perspective. *Sports Méd.* 2017;47(12):2415-35.
13. Delevatti, R.S. et al. Acute and chronic glycemic effects of aerobic training in patients with type 2 diabetes. *Rev Bras Ativ Fís Saúde.* 2018;23:e0063
14. Cauza, E.; Hanusch-Enserer, U.; Strasser, B.; Ludvik, B.; Metz-Schimmerl, S.; Pacini, G. et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(8):1527-33.
15. Stefanov, T.; Vekova, A.; Bonova, I.; Tzvetkov, S.; Kurktschiev, D.; Blüher, M. et al. Effects of supervised vs non-supervised combined aerobic and resistance exercise programme on cardiometabolic risk factors. *Cent Eur J Public Health.* 2013;21(1):8–
16. Carpenter, R. & Gilleland, D. Impact of an exercise program on adherence and fitness indicators. *Appl Nurs Res.* 2016;30:184-6.
17. Romero-Arenas, S. et al. Efeitos do treinamento em circuito de alta resistência em uma população idosa. *Exp. Gerontol*, 2013.
18. Kadoglou, N. et al. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine*, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 561-569, 11 Mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC
19. Xu, F.; Cohen, S.A.; Lofgren, I.E.; Greene, G.W.; Delmonico, M.J. & Greaney, M.L. Relationship between Diet Quality, Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Older Adults: Findings from 2007-2014 National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health Aging.* 2018;22(9):1072-1079. DOI: 10.1007/s12603-018-1050-4.
20. McNaughton, S.A.; Crawford, D.; Ball, K. et al. Compreendendo os determinantes da nutrição, atividade física e qualidade de vida entre idosos: o estudo Wellbeing, Eating and Exercise for a Long Life (WELL). *Health Qual Life Outcomes.* 2012; 10:109. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-10-109>
21. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes - 2019. *Diabetes Care*, 2019; 42(Suplemento 1), S1-S193.
22. American Diabetes Association. Improving care and promoting health in populations: Standards of medical care in diabetes – 2020. *Diabetes Care.* 2020;43(1), S7-S13, 2020. doi: 10.2337/dc20-S001.

23. Bergman, M.; Addul-Ghani, M.; Defronzo, R.A.; Manco, M.; Sesti, G.; Fiorentino, T.V.; Ceriello, A.; Rhee, M.; Phillips, L.S. et al. Review of methods to detect glycemic disorders. *Diabetes & Metabolism*. 2021;47(2), 101207. DOI: 10.1016/j.diabet.2021.101207.
24. Vale Moreira, N.C.; Montenegro, R.M.; Meyer, H.E.; Bhowmik, B.; Mdala, I.; Siddiquee, T. et al. Glycated hemoglobin in the diagnosis of diabetes mellitus in a semi-urban Brazilian population. *Int J Environ Res Public Health*, 2019; 26;16(19):3598.
25. Ruas, V.C.; Batista Filho, J.A.; Caires, L.F.P.R.C. & Costa Filho, J.R.M. O efeito do exercício físico no controle glicêmico em pacientes Diabéticos Mellitus tipo II: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*. 2023. 9(4):14450–14472. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n4-132>.
26. Defronzo, R.A.; Ferrannini, E. Groop, L.; Henry, R.R.; Herman, W.H.; Holst, J.J. & Nauck, M.A. Diabetes mellito tipo 2. *Nature Reviews Primers*. 2015; 1:15019.
27. Paing, A.C.; Mcmillan, K.A.; Kirk, A.F. et al. As associações de tempo sedentário e pausas no tempo sedentário com controle glicêmico de 24 horas no diabetes tipo 2. *Anterior Med Rep*. 2018;12 :94–100. DOI: 10.1016/j.pmedr.2018.09.002.
28. Petersen, M.C. & Shulman, G.I. Mechanisms of insulin action and insulin resistance. *Physiological Reviews*. 2018;98(4): 2133-2223. DOI: 10.1152/physrev.00063.2017.
29. Martínez-Vizcaíno, V.; Cavero-Redondo, I.; Álvarez-Bueno, C. & Rodríguez-Artalejo, F. The accuracy of diagnostic methods for diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Barengo NC, organizador. PLoS One*. 2016; Apr 28;11(4):e0154411.
30. OMS. Organização Mundial da Saúde (2021). Doenças crônicas não transmissíveis. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 26 fev. 2023.
31. Khosla, S. et al. Update on the pathogenesis and treatment of skeletal fragility in type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*. 2021;17(11):685–697.
32. Sociedade Brasileira de Diabetes. Metas no tratamento do diabetes. 2023. <https://diretriz.diabetes.org.br/metas-no-tratamento-do-diabetes/>.
33. Ceriello, A.; Monnier, L. & Owens D. Glycemic variability in diabetes: clinical and therapeutic implications. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(3):2221-230. DOI: 10.1016/S2213-8587(18)30136-0.
34. Bitew, Z.W.; Alemu, A.; Jember, D.A.; Tadesse, E.; Getaneh, F.B.; Seid, A. & Weldeyones, M. Prevalence glycemic control and factors associated with poor glycemic control: a systematic review and meta-analysis. *Inquiry: The Journal of Health Care Organization, Provision and Financing*. 2023; 60. DOI: 10.1177/00469580231155716.

35. Najjar, S.M. & Perdomo, G. Hepatic insulin clearance: mechanism and physiology. *Physiology*. 2019;34(3): 198-215. DOI: 10.1152/physiol.00048.2018.
36. Norton, L.; Shannon, C.; Gastaldelli, A. & Defronzo, R.A. Insulin: the main regulator of glucose metabolism. *Metabolism*. 2022; 128:155142. DOI: 10.1016/j.metabol.2022.155142.
37. Kesavadev, J.; Misra, A.; Saboo, B.; Aravind, S.R.; Hussain, A.; Czpryriak, L. & Raz, I. Glycemia should be considered as a new vital sign indicative of prognosis during hospitalization. *Diabetes Metab Syndr. Elsevier*. 2021;15(1):221-227. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.12.032.
38. García-Pinillos, F.; Laredo-Aguilera, J.A.; Muñoz-Jiménez, M. & Latorre-Román P.A. Efeitos do Programa de Treinamento Simultâneo de Força e Resistência de Alta Intensidade de 12 Semanas no Desempenho Físico em Idosos Saudáveis. *J. Força Cond. Res*. 2019;33: 1445–1452.
39. Cunha, R.M.; Araújo, S.F.M.; Camilo, V.F.; Sousa, G. S.; Santos, J.W.C. & Oliveira-Silva, I. Maximal and submaximal strength exercised did not alter blood pressure in healthy young after session. *International journal of development research*, v. 11, p. 52986-52989, 2021.
40. Mazini, L.M.; Ferreira, R.W. & César EP. Os benefícios do treinamento físico de força na autonomia funcional do indivíduo idoso. *Journal of Physical Education*. 2017; 75(134).
41. Lin, X.; Zhang, X.; Guo, J.; Roberts, C.K.; McKenzie, S.; Wu, W. et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(7):e002014
42. Guerra, R.C. Treinamento resistido como regulador dos níveis de glicose muscular em indivíduos obesos: uma revisão de literatura. -- Rio Claro, 2022.
43. Santos, Y.Q.; Costa, L.R.; Cunha, R.M. & Jaime, P.J.D.C. Análise comparativa da glicemia plasmática com treinamento de força circuitado e repouso em indivíduos jovens. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/19177828-Analise-comparativa-da-glicemia-plasmatica-com-treinamento-de-forca-circuitado-e-reposo-em-individuos-jovens.html>
44. Lee, J.; Kim, D. & Kim, C. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. *Diabetes Ther*. 2017;8(3):459-473. DOI: 10.1007/s13300-017-0258-3.
45. Lima, V.A.; Leite, N.; Decimo, J.P.; Titski, A.C.K.; Souza, W.C. & Mascarenhas, L.P.G. Comparação do efeito agudo do treinamento aeróbico contínuo e intermitente na glicemia de portadores de diabetes tipo 1. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*; 2015 Ago;5(2):102-107.

46. Braga, A.L.F. Efeito agudo do exercício aeróbico nos níveis glicêmicos no diabético tipo 1. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
47. Lima, V.A.; Mascarenhas, L.P.G.; Grzelczak, M.T. & Franca, S.N. A influência do treinamento resistido e aeróbio em forma de Circuit Training no controle glicêmico do diabetes tipo I: estudo de caso. *Revista Uniandrade*, v.13 N.3, 2015.
48. Lima, V.A. et al. Efeito agudo dos exercícios intermitentes sobre a glicemia de adolescentes com diabetes tipo 1. *Rev Bras Med Esporte*. 2017;23(1). <https://doi.org/10.1590/1517-869220172301158088>.
49. Mahaffey, K. Circuit training exercises – everything you need to know. 2022. <https://blog.nasm.org/circuit-training-everything-you-need-to-know>.
50. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 510, de 7 de abril de 2016. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa em ciências humanas e sociais. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016*.
51. Baechle, T.R.; Earle, R.W. *Essential of strength and conditioning*. Champaign, Illinois: Human Kinetics 2000.
52. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*, 4, p. 863, Nov 26 2013.
53. Lakens DJCP. Sample size justification. 8, n. 1, p. 33267, 2022.
54. Stamm, C.L.; Safrit, M.J. Comparison of significance tests for repeated measures ANOVA design. *Res Q*, 46, n. 4, p. 403-409, Dec 1975.
55. Statistics, L. Two-way mixed ANOVA using SPSS statistics - Statistical tutorials software guides. 2015. Disponível em: <https://statistics.laerd.com/>.
56. Serdar, C.C.; Cihan, M.; Yucel, D.; Serdar, M. A. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochem Med (Zagreb)*, 31, n. 1, p. 010502, Feb 15 2021.
57. Zhang, Y.; Hedo, R.; Rivera, A.; Rull, R. et al. Post hoc power analysis: is it an informative and meaningful analysis? *Gen Psychiatr*, 32, n. 4, p. e100069, 2019.
58. Zhang, S.; Jiang, H.; Wang, L.; Jia, X.; Zhang, J.; Wang, H.; Zhang, B.; Wang, Z. & Ding, G. Longitudinal relationship between body fat percentage and risk of type 2 diabetes in Chinese adults: Evidence from the China Health and Nutrition Survey. *Front Public Health*. 2022 Nov 29;10:1032130. DOI: 10.3389/fpubh.2022.1032130.
59. Coelho, L.H.; Amorim, P.R. dos S.; Marins, J.C.B.; Teixeira, R.B.; Martins, Y. de L.X.; Bernardina, G.R.D. & Lima, L.M. Resposta glicêmica durante e após treinamento físico aeróbico e resistido em diabéticos tipo 2: estudo experimental. *Revista de Terapia Manual, Posturologia e Reabilitação*, 1–6. 2018. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2018.16.604>

60. Kahn, B.B.; Alquier, T.; Carling, D. et al.: Proteína quinase ativada por AMP: antigo medidor de energia fornece pistas para a compreensão moderna do metabolismo . *Cell Metab* , 2005, 1 : 15–25.
61. Gang, H.J. Mecanismo de fisiologia clínica do exercício do diabetes . *Coreano J Health Promot Dis Prev*, 2006, 6: S374–S378.
62. Bassi, D.; Dibai-Filho, A.V.; Durans, L.H.; Mendes, R.G.; Caruso, F.C.R.; Arakelian, V.M. & Borghi-Silva A. Glycemic behavior in patients with type 2 diabetes during a short period of a combined training program. *Motriz*, Rio Claro, v.24, Issue 3, 2018, e0086-18 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-657420180003e0086-18>
63. Umpierre, D.; Ribeiro, P.A.; Kramer, C.K. et al.. Physical activity advice alone or structured physical training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011 May 4; 305:1790–9. DOI: 10.1001/jama.2011.576.
64. van Dijk, J.W.; van Loon, L.J. Exercise strategies to optimize glycemic control in type 2 diabetes: a continuing glucose monitoring perspective. *Diabetes Spectr*. 2015 Jan;28(1):24-31. DOI: 10.2337/diaspect.28.1.24.
65. van Dijk, J.W.; Manders, R.J.; Canfora, E.E. et al. Exercise and 24-hour glycemic control: equal effects for all patients with type 2 diabetes? *Exercise Med Sci Sports* 2013; 45:628–635
66. Ivandic, M.; Berkovic, M.C.; Ormanac K, S.D.; Kolaric, C.O.; Kuna, L.; Mihaljevic, V.; Varzic, S.C.; Smolic, M. & Bilic-Curcic I. Management of Glycemia during Acute Aerobic and Resistance Training in Patients with Diabetes Type 1: A Croatian Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Mar 11;20(6):4966. DOI: 10.3390/ijerph20064966.
67. Fan, T.; Lin Man-Hsu & Kim, K. Intensity Differences of Resistance Training for Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2023 Feb 11(3):440. DOI: 10.3390/healthcare11030440
68. Lindström, J.; Louheranta, A.; Mannelin, M.; Rastas, M.; Salminen, V.; Eriksson, J.; Uusitupa, M. & Tuomilehto, J. The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care*. 2003 Dec;26(12):3230-6. DOI: 10.2337/diacare.26.12.3230.
69. Bellini, A.; Nicolò, A.; Bulzomì, R.; Bazzucchi, I. & Sacchetti, M. The Effect of Different Postprandial Exercise Types on Glucose Response to Breakfast in Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 2021 Apr 24;13(5):1440. DOI: 10.3390/nu13051440.
70. Aguiar, S.S.; Sousa, C.V.; Simões, H.G.; Neves, R.V.P.; Costa, F.; Souza, M.K. de; Moraes, M.R. de; Prestes, J.; Sales, M.M.; Haro, A.S.; Willardson, J.M. & Rosa. T. dos S. Acute metabolic responses following different resistance exercise protocols. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018 Aug;43(8):838-843. DOI: 10.1139/apnm-2017-0771.

71. Diesel, M.; Heberle, I.; Juchem, G.; Barcelos, G.T. de.; Coneglian, J.C.; Gerage, A.M. & Delevatti, R.S. Blood Pressure and Blood Glucose Responses to Combined Exercise Sessions of Different Intensities in Individuals with Cardiovascular Risk Factors. *Clin Exp Hypertens*. 2022 Jul 4;44(5):436-441. DOI: 10.1080/10641963.2022.2065289.

72. Marcos-Pardo, P.J.; Orquin-Castrillón, F.J.; Gea-García, G.M.; Menayo-Antúnez, R.; González-Gálvez, N.; Vale, R.G. de S. & Martínez-Rodríguez, A. Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2019 May 24;9(1):7830. DOI: 10.1038/s41598-019-44329-6.

## **ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO(TCLE)**

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa intitulada: “Avaliação aguda e subaguda da glicemia plasmática com treinamento de força circuitado em indivíduos jovens”.

Após ser esclarecido sobre o que será realizado na pesquisa e caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Se não quiser participar, não há qualquer problema e não mudará em nada na sua participação no treinamento e nesta Assessoria. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Raphael Martins da Cunha nos telefones: 8464-0605 e 3522-3506. Em caso de dúvida sobre os seus direitos como participantes nesta pesquisa, você poderá procurar o Comitê de Ética em pesquisa do Hospital de Urgências de Goiânia, no telefone: (62) 3201-4438 e no endereço: Av. 31 de março, esquina com 5ª Radial, S/N, Setor Pedro Ludovico.

A referida pesquisa tem por objetivo avaliar as respostas da glicose no sangue (açúcar no sangue), que chamamos de glicemia, durante e após a realização do treinamento de força em circuito. Esta pesquisa será realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício – LAFEX da Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás (ESEFFEGO/UEG) e na sala de musculação da ESEFFEGO. A pesquisa justifica-se pela pequena quantidade de estudos sobre o tema, sendo muito importante para entendermos o que o treinamento de força em circuito causa na glicemia, e estes dados serão importantes por sua vez para a comunidade diabética.

Após o aceite, você irá dois dias ao LAFEX, com no mínimo 48 horas entre eles, onde em cada dia você ficará em torno de 1 hora para as avaliações necessárias, onde no primeiro dia você será perguntado sobre seu estilo de vida (anamnese) e será avaliado, com medida do peso, altura; para o cálculo do índice de massa corpórea; medida da pressão arterial, estas avaliações poderão indicar se você pode ou não praticar o exercício com segurança, indicando sua inclusão ou não na pesquisa. No segundo dia, você poderá participar: de medidas da glicemia para vermos como sua glicemia fica quando você está em repouso, sem realizar exercício, OU, você poderá participar de uma sessão de treinamento de força, chegará ao LAFEX, terá sua glicemia medida antes do treinamento, realizará um treinamento de força em circuito, tendo sua glicemia medida entre cada circuito e após finalizar a sessão de exercícios. Você terá sua glicemia medida 6 vezes, em um período aproximado de 1 hora. E todo o material utilizado é descartável, e manipulado de forma segura por nossa equipe. Todos os pesquisadores são treinados para este tipo de exame.

Os riscos que você estará exposto nesta pesquisa são os mesmos que você tem nas suas práticas do treinamento de força, no entanto, caso ocorra qualquer mal estar, dor, lesão, você será prontamente socorrido e encaminhado ao serviço médico da Clínica Escola da ESEFFEGO que está ao lado do LAFEX e da Sala de Musculação.

Como benefício da pesquisa, além do conhecimento que teremos sobre como sua glicemia fica em repouso ou em exercício, você receberá todos os dados de sua avaliação, e uma assessoria sobre informações sobre a prática de exercício físico (caso for de seu interesse), e ao final do estudo, você terá acesso ao resultado final, que ficará disponibilizado no LAFEX.

Haverá sigilo de todos os dados coletados na pesquisa. Todas as informações serão confidenciais, o seu nome será mantido em sigilo, e os dados obtidos terão finalidade acadêmica e de publicação de artigo científico. Não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Caso se sinta lesado, ou tenha danos decorrentes de sua participação na pesquisa, você pode pleitear indenização. Todos os dados serão arquivados por cinco anos e após incinerados, conforme orientação Resolução CNS N.196/96.

Conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa / CONEP

citadas na Carta Circular 003/2011, de 21 de Março de 2011, o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, quando vier ao caso, e o pesquisador responsável, deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE- apondo suas assinaturas na ultima pagina do referido Termo.

Você tem liberdade de recusar ou retirar sua permissão a qualquer momento, sem prejuízo.

Eu, \_\_\_\_\_ fui devidamente informado sobre os procedimentos da referida pesquisa, tais como: objetivos e metodologia. Sendo assim concordo em participar ou autorizo a participação de \_\_\_\_\_ como sujeito dessa pesquisa.

Data/Local: \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito ou representante legal: \_\_\_\_\_

R.G: \_\_\_\_\_ Grau de parentesco: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável

## ANEXO B - TERMO DE COMPROMISSO

Pelo presente TERMO DE COMPROMISSO, eu, \_\_\_\_\_, nacionalidade Brasileira, estado civil \_\_\_\_\_, residente e domiciliado em: \_\_\_\_\_, portador(a) da Identidade n.º \_\_\_\_\_, Órgão Expedidor \_\_\_\_\_, CPF n.º \_\_\_\_\_, neste ato tendo a responsabilidade com o \_\_\_\_\_ no projeto de pesquisa: Avaliação Aguda e Subaguda da Glicemia Plasmática com Treinamento de Força Circuitado em Indivíduos Jovens, que será desenvolvido após aprovação no Respectivo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/HUGO, juntamente com outros(as) pesquisadores(as) responsável(eis): assumo o compromisso de:

1. Respeitar as normas institucionais para coleta/levantamento/requisição do material necessário para atender o projeto em referencia, inclusive com o início apenas a partir da autorização expressa da autoridade institucional correspondente;
2. Coletar apenas o material necessário para pesquisa destinada a este projeto;
3. Cumprir integralmente ao que me foi recomendado pelo CEP como condição para o bom andamento do projeto;
4. Respeitar os ditames da resolução 196/96 bem como outras resoluções pertinentes referente a coleta do material descrito no projeto;

Declaro conhecer e estar de acordo do inteiro teor da resolução 196/96 bem como as demais aplicáveis ao caso, bem como as normas vigentes na administração onde será coletado o material. .

Fica eleito o Foro de Goiânia-GO para dirimir todas as questões porventura decorrentes deste Termo de Compromisso.

Goiânia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Assinatura do(s) Pesquisador(ES)

TESTEMUNHAS:

Nome Completo: \_\_\_\_\_

CPF.: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE A – ANAMNESE**

Nome (Iniciais): \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

1- Alguma restrição à prática de exercícios físicos?

 Não  Sim

Qual? \_\_\_\_\_

2- Algum tipo de alergia?

 Não  Sim

Qual? \_\_\_\_\_

3- Histórico de cardiopatia na família?

 Não  Sim

Especifique: \_\_\_\_\_

4- Apresenta freqüentemente episódios de tontura ou sensação de desmaio?

 Não  Sim

5- Apresenta dores no peito com freqüência?

 Não  Sim

6- Tem problema de hipertensão?

 Não  Sim

7- É diabético?

 Não  Sim

8- Toma algum medicamento?

 Não  Sim

Qual? \_\_\_\_\_

9- Tem ou teve o hábito de fumar?

 Não  Sim

Quantos cigarros ao dia? \_\_\_\_\_

10- Pratica musculação?

 Não  Sim

Há quanto tempo? \_\_\_\_\_ Qual freqüência semanal? \_\_\_\_\_

11- Utiliza ou utilizou algum tipo de esteróide anabólico?

 Não  Sim

Especifique: \_\_\_\_\_

12- Está em dieta para perder ou ganhar peso?

( ) Não ( ) Sim

Especifique: \_\_\_\_\_

13- Sofreu algum tipo de acidente ou lesão osteo-muscular?

( ) Não ( ) Sim

Especifique: \_\_\_\_\_

14- Apresentou alguma doença nos últimos meses que pode se agravar com a prática de exercícios físicos?

( ) Não ( ) Sim

Especifique: \_\_\_\_\_

**Declaro que todas as informações acima são verdadeiras e que não omiti nenhuma outra relacionada à minha saúde.**

\_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Assinatura

**APÊNDICE B – AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA**

<b>NOME (INICIAIS):</b>	
<b>Estatura (m):</b>	<b>Idade:</b>
Peso Atual (kg)	
IMC	
% Gordura	
Massa Magra (kg)	
PAS (mmHg)	
PAD (mmHg)	
<b>MEDIDAS (cm)</b>	
Braço Dir. Contra.	
Braço Dir. Relaxa.	
Tórax	
Coxa Direita	

**APÊNDICE C – FICHA DE COLETA DE DADOS - GRUPO EXPERIMENTAL**

NOME: \_\_\_\_\_

Coleta de sangue:

- Inicial: \_\_\_\_\_
- Após o primeiro circuito: \_\_\_\_\_
- Após o segundo circuito: \_\_\_\_\_
- Após o terceiro circuito: \_\_\_\_\_
- 15 minutos após o último circuito: \_\_\_\_\_
- 30 minutos após o último circuito: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE D – FICHA DE COLETA DE DADOS - GRUPO CONTROLE**

NOME: \_\_\_\_\_

Coleta de sangue:

- Inicial: \_\_\_\_\_
- 10 minutos após a coleta inicial: \_\_\_\_\_
- 20 minutos após a coleta inicial: \_\_\_\_\_
- 30 minutos após a coleta inicial: \_\_\_\_\_
- 15 minutos após o protocolo: \_\_\_\_\_
- 30 minutos após o protocolo: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

Andamento do projeto - CAAE - 0055.0.171.000-11				
<b>Título do Projeto de Pesquisa</b>				
AVALIAÇÃO AGUDA E SUBAGUDA DA GLICEMIA PLASMÁTICA COM TREINAMENTO DE FORÇA CIRCUITADO EM INDIVÍDUOS JOVENS				
<b>Situação</b>	<b>Data Inicial no CEP</b>	<b>Data Final no CEP</b>	<b>Data Inicial na CONEP</b>	<b>Data Final na CONEP</b>
Aprovado no CEP	04/10/2011 10:44:23	01/12/2011 11:49:28		
<b>Descrição</b>	<b>Data</b>	<b>Documento</b>	<b>Nº do Doc</b>	<b>Origem</b>
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	09/09/2011 16:32:05	Folha de Rosto	FR461825	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	04/10/2011 10:44:23	Folha de Rosto	0055.0.171.000-11	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	01/12/2011 11:49:28	Folha de Rosto	046/11	CEP

## APÊNDICE F - ARTIGO DE PROTOCOLO - PUBLICADO



### About the Journal

*Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal* is an international open access, peer-reviewed online journal publishing original research articles, case reports, technical advance articles, study protocols, reviews, proceedings and, letters to editor.

Manual Therapy, Posturology & R...




← Back to Submissions

1311 / **Fernando Alves et al.** / Acute and su
Library

Workflow
Publication

Submission
Review

Copyediting
Production

Round 1

**Round 1 Status**  
Submission accepted.

**Notifications**

[MTPRJ] Editor Decision      2024-02-07 03:18 PM

16:18 ❄️

📶 📶 41

## Current Issue

Vol. 22 (2024)

Published: 2024-01-26

## Research articles

### Assessment of the pelvic floor in young women in the presence and absence of verbal instruction from a physical therapist

Anna Allyne Alves Carvalho, Ana Cecília de Oliveira Rocha, Jane Kelly da Silva Viana, Sávia Francisca Lopes Dias

 PDF

### Effectiveness of low-intensity aerobic exercise with assisted bicycle exercises on quality of life and lung functions in du-chenne muscular dystrophy

Anandan D, Anandh V, Arunachalam R, ARUN B, Rajkumar Krishnan Vasanthi3

 PDF

## Study protocols

### Acute and subacute evaluation of plasma glucose with circuit strength training in young adults: Study protocol

Welyngton Fernando Alves, Raphael Martins da Cunha

 PDF

[View All Issues >](#)

## Acute and subacute evaluation of plasma glucose with circuit strength training in young adults: Study protocol

Welyngton Fernando Alves, Raphael Martins da Cunha.

Human Movement and Rehabilitation Post Graduate Program, Evangelical University of Goiás - UniEVANGÉLICA, Anápolis (GO), Brazil.

### Abstract:

**Background:** Strength training with physical exercise improves glycemic stability during exercise and reduces the duration and severity of post-exercise hypoglycemia in individuals with type 2 diabetes. Even though the effects of exercise on health are vast in the literature, the acute and sub-acute response of plasma glycemia with circuit strength training (CST) in young individuals is very scarce. **Objectives:** Develop a study protocol to evaluate plasma glycemic behavior in healthy young adults before, during and after CST with active rest. **Methods:** This is a cross-sectional study. Participants will be selected based on certain variables of interest, informed about the study, and signing the informed consent. Participants will undergo anamnesis, anthropometric assessment collection, in order to outline the physical-functional profile, taken to the weight room, where they will spend 10 minutes in a sitting position to collect pre-protocol capillary blood, one group will carry out a session with control protocol without exercise and another, a session with an experimental protocol with CST and will have plasma glucose collected between and post-protocols. **Results:** This cross-sectional study protocol is expected to contribute additional information on understanding the acute and subacute effects of plasma glycemia with CST, with active rest, in young individuals.

**Keywords:** Strength training; circuited; acute effect; subacute effect; physical exercise; plasma glycemia.

### BACKGROUND

Maintaining a normal plasma glucose concentration requires an accurate match between glucose utilization and endogenous glucose production or dietary glucose distribution<sup>(1)</sup>. Glucose is derived from intestinal absorption that follows the digestion of dietary carbohydrates, glycogenolysis, and gluconeogenesis<sup>(2)</sup>. Glucose is transported into cells<sup>(3)</sup> through multiple metabolic pathways, can be stored as glycogen and, can undergo glycolysis to pyruvate<sup>(4)</sup>. Finally, it can be released into the circulation by the liver and kidneys, the only organs that contain glucose-6-phosphatase, the enzyme required for the release of glucose into the circulation<sup>(5-6)</sup>.

Insulin is the dominant glucoregulatory hormone<sup>(7)</sup>. In the fasting state, it regulates plasma glucose concentration mainly by restricting hepatic glucose production. Higher concentrations, such as those found after meals, are necessary to stimulate glucose utilization<sup>(8-9)</sup>. Glucagon is a potent hyperglycemic hormone<sup>(10)</sup> that acts almost exclusively in the liver to increase hepatic glucose production within minutes<sup>(11)</sup>. Carbohydrate ingestion causes an immediate increase in insulin concentration and a decrease in glucagon concentration. The increase in insulin concentrations, which occurs before the increase in arterial glucose concentrations, is believed to be mediated largely by hormonal signals arising in the gastrointestinal tract (boosting effect)<sup>(12)</sup>.

Unhealthy diets and lack of physical activity have contributed to a worldwide increase in the prevalence of obesity, type 2 diabetes (T2D), and metabolic syndrome<sup>(13)</sup>. But this epidemic is not inevitable. We know that lifestyle intervention can dramatically reduce the incidence of diabetes and slow the rise in blood glucose levels in both non-diabetic and diabetic people<sup>(14)</sup>.

Corresponding author: Welyngton Fernando Alves

E-mail: fermandyn789@gmail.com

Received: 20 Sept, 2023.

Accepted: 05 Jan, 2024.

Published: 07 Feb, 2024.

Copyright © 2023. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided article is properly cited.



Studies have suggested that training supervision and participant adherence to physical exercise programs ultimately influence the desired results. However, to the best of our knowledge, they have not investigated training volume based on frequency and hours of activity in combined circuit exercise programs performed by people with glycemic responses<sup>(15)</sup>.

Circuit strength training (CST) combined with aerobic exercises is a strategy to alter indicators of improved plasma glycemic control, increase energy expenditure and responses to exercise in each training session, in addition to being well tolerated by people with excess body mass<sup>(16)</sup>. CST has demonstrated the potential to contribute to better glycemic control in people with T2D, however, there are contradictory results in this regard and the need to clarify the effects of training on glycemic control in diabetes<sup>(4-12)</sup>.

Regular CST is associated with greater longevity and lower frequency and severity of plasma complications<sup>(17)</sup>. The type of exercise recommended for potential improvements in blood glucose in this population is varied, with an emphasis on circuit training<sup>(14-16)</sup>. Including brief periods of intense activity, where anaerobic metabolism plays an important role in providing fuel, may help prevent hypoglycemia during and up to 2 hours after exercise in individuals with T2D<sup>(13)</sup>.

Traditionally, the treatment and control of plasma glycemia includes lifestyle changes<sup>(18)</sup>, such as increased daily training<sup>(19)</sup>, but despite several strategies, there is still a challenge for behavioral re-education programs to maintain high adherence of participants to the circuit physical exercise program<sup>(20-22)</sup>.

Our hypothesis is that the CST method promotes positive responses in individuals with anthropometric and biochemical risk to indicators of plasma conditions. Furthermore, those participants who have a higher frequency of CST may experience more beneficial effects. Thus, the objective of this research is to develop a study protocol on the assessment of plasma glycemic behavior in healthy young adults before, during and after CST with active rest, through a cross-sectional study.

## **METHODS**

This protocol was developed using the cross-sectional study method. Participants are selected based on the inclusion and exclusion criteria defined for the study. Once participants are selected for the study, the investigator monitors the study to evaluate exposure and results. The sample will consist of 30 male individuals, higher education students, who were divided by draw into 2 groups with equal numbers: Control Protocol (n=15) and Experimental Protocol (n=15). After these procedures, the individuals performed one-repetition maximum tests (1RM), alternating between the upper and lower limbs on the following weight training equipment: bench press, front pull-down, flexor table and leg extension. 1RM test defined the load used in the exercises of the experimental protocol. The sample was subjected to study sessions: Experimental or Control, with blood glucose measurements before, during and after.

### **Inclusion criteria**

The inclusion criteria will be male volunteers will be included in the study, with at least 6 months of experience with strength training, age 20 to 30 years, do not have a chronic illness and, not be a smoker.

### **Exclusion Criteria**

According the exclusion criteria, patients who do not have at least 6 months of experience with strength training, be under 20 and over 30, have a recent cardiovascular

event (last 3 months), and present any physical or mental limitation that prevents the performance of study procedures will not be included in the study.

#### **Procedures**

After signing the informed consent in accordance with Resolution 510/2016 of the National Health Council (CNS), and inclusion in the research, individuals will be submitted to an anamnesis with a view to whether or not they fit into the project, according to the inclusion criteria and exclusion, and physical assessment. After such procedures, individuals will perform 1RM, alternating between the upper and lower limbs on the following weight training equipment: bench press, front pull-down, flexor table and leg extension. 1RM test will define the load used in the exercises of the experimental protocol. The sample will be subjected to study sessions: Experimental or Control group, with blood glucose measurements before, during and after.

The anamnesis will be carried out in the format of a semi-structured interview in which questions will be asked about the individual, physical exercise habits, experience or not with strength exercise, among other approaches. Being part of the criteria used for inclusion/exclusion of the research. The physical assessment of individuals will consist of anthropometric measurements (height and weight) to calculate the body mass index (BMI) using a Welmy brand electronic scale, precision 0.2 kg electronic scale, with a precision of 0.1 kg (Filizola Ltda, São Paulo, Brazil). Height will be assessed using a stadiometer graduated in centimeters and accurate to 1mm of body mass (Sanny). The calculation of the percentage of lean mass and fat mass will be carried out with the bioimpedance equipment using electrodes Maltron BF-906 Body Fat Analyzer (Maltron International Ltd, 20 Sirdar Road, Rayleigh, Essex, SS6 7XF, UK).

#### **Study protocol**

The 1RM test will follow the Baechle and Earle protocol<sup>(19)</sup>. Resistance exercise promotes muscular fitness (i.e., increased muscular strength and labor economy, and improved power and speed during daily life or sporting tasks), which is undoubtedly accompanied by physiological and morphological muscular adaptations. However, muscular adaptation to resistance training requires variables to be planned (exercise choice, exercise order, load, volume, rest, repetition frequency and speed) to match a specific goal. In which the individual will mobilize a load that will enable them to perform 1RM in a regime of voluntary concentric muscle failure, making it impossible to perform the second repetition. For those who exceeded 1 repetition, a time of 3 to 5 minutes will be adopted for a new test, with a maximum of 4 tests.

Aiming to reduce the margin of error, will be adopted the strategies, standardized instructions were offered before the test, so that the person being evaluated is aware of the entire routine that will involve data collection.

1. The person being evaluated will be instructed on the technique for performing the exercise;
2. The evaluator will be aware of the position adopted by the practitioner at the time of the measurement. Because, small variations in the positioning of the joints involved in

the action can recruit other muscles, causing distance from the specific focus of the research and allowing erroneous interpretations of the obtained scores;

3. A fixed position for the foot will be stipulated, thus avoiding differentiation in the angle of the ankle of the same individual in the two tests.

#### **Measurement of plasma glycemia**

Plasma blood glucose will be measured using a blood glucose monitor (Accu-Chek Go, Roche Group, Germany). For the operation of this device it will be necessary to use an automatic and disposable looper (Accu-chek Uno, Roche Group, Germany) and test strips (Accu-chek Go, Roche Group, Germany). All researchers will be trained to collect capillary blood, where there will be an aseptic process to avoid contamination and risks among those involved. Gloves will be used to handle the subject and the blood glucose analysis strips. The lancet will be a single-use type, from Accu Check Uno. The used lancets and strips will be disposed of in appropriate specific waste (discard). The Accu-chek Go blood glucose monitor will allow you to check your plasma glucose level directly. The blood will be aspirated, using a lancet, onto a test strip. Each test strip will have a test zone containing detection reagents. When blood is applied to this area, a chemical reaction will occur that will cause a change in color in the test area. The Accu-Chek Go device will record this color change, and from it, the blood glucose value will be calculated. The measurement will be carried out at 6 moments. Before training (Pre Moment), during circuit strength training after circuit 1 (Moment 1), after circuit 2 (Moment 2), after circuit 3 (Moment 3), 15 minutes after training (Moment 4) and 30 minutes after training (Moment 5).

#### **Intervention Protocols**

Participants will be taken to a weight room, where they will remain in a sitting position for 10 minutes to collect capillary blood. Soon after, in the strength training protocol using circuit methodology, exercises will be performed in sequence and without rest. Individuals will warm up for 5 minutes with stretching of the regions that will be trained. The circuit will consist of 7 exercises: front pull with supinated grip, bench press on the machine, biceps curl, triceps on the pulley, LegPress, chair extension and chair flexor. The individualized load will be according to the 1RM test. In sequence, 3 circuits will be performed following the exercises mentioned above. Each circuit will involve 12 to 15 repetitions at 70% of the 1RM. After completing each circuit, blood will be collected, with collections at the end, at minutes 0, 15 and 30 after the end of the last exercise circuit. With complete training, individuals will sit down to wait for collection at the respective times mentioned above. In the protocol, the intake of any type of food will be prohibited. Individuals will be allowed to talk to each other and drink water.

In the protocol without training, participants will also be taken to a weight room, where they will remain in a sitting position for 10 minutes to collect capillary blood and will not perform training. Again, they will have their blood glucose measured after 10 minutes, and after 20 minutes (2 measurements corresponding to the period during the protocol with circuted strength training). After the end of this period, participants will

remain seated for post-protocol measurements, at 0 minutes after, 15 minutes after and 30 minutes after. In the protocol without training, the intake of any type of food and strength training will be prohibited. Individuals will be allowed to talk, stand, sit and drink water if they wish.

#### **Statistical analysis**

Data will be presented using mean and standard deviation. The statistical treatment will be carried out using the SPSS 18 program. The Kolmogorov Smirnov test will be applied to evaluate the data distribution. For the analysis of intra and intergroup means, the t-student test for paired samples will be used. Therefore, it will be adopted with a significant value,  $p < 0.05$ .

#### **Data collection**

In this research, the pre- and post-intervention assessments will be carried out in the same location along with the physical exercise sessions and their assessments, the weight room of the multi-sport center and the Exercise Physiology Laboratory/LAFEX of the Es- Higher Education School of Physical Education and Physiotherapy of Goiás (ESEFFEGO) of the State University of Goiás (UEG), Goiânia (GO), Brazil.

#### **Ethical statements**

The authors certify that this study received ethical approval from the appropriate ethics committee, was submitted and approved by the ethics committee under protocol number CAAE-0055.0.171.000-11-FR-461825-SISNEP. Informed consent to participate in the study will be obtained from all participants. All data collected will be confidential, seeking to help participants in this and other health research experiences, ensuring that the benefit is greater or at least equal to the alternatives already established for prevention, diagnosis and treatment. Therefore, all information will be confidential, the participant's name will be kept confidential and the data obtained will only be used for academic purposes. All data will be archived for five years and after this period, they will be incinerated, per SNC Resolution 466/12.

#### **Risks and benefits**

This research presents the risk of restrictions on the questionnaire, which could contain some questions interpreted as invasive, but necessary for the progress of the research. Risks of dizziness, nausea, and discomfort caused by possible hypotension, discomfort with the holes with the lancet, which promotes the collection of material for measuring plasma glucose, as well as possible infection and, finally risks of minor injuries caused by exercising, as well as discomfort in some people.

However, these risks will decrease with monitoring, support, instruction and asepsis of the place/sterilized/disposable materials, by experienced researchers who undergo courses/continuing training. However, the study may contribute additional information on understanding the acute and subacute effects on plasma glycemia with circuit strength training, with active rest, in young individuals.

Individuals will have all their test results that will be developed into the research. Therefore, they will be together with researchers, seeking to improve access to alternative treatments, with regard to circuit strength training; providing specialized training monitoring, with immediate results on plasma glycemic behavior; also working on the collaboration of therapies to better offer more effective and safe treatments in the future.

## RESULTS

Therefore, the present protocol was intended to ensure that the described intervention can contribute information that will help professionals when indicating or contraindicating effective circuit strength training alternatives for young patients.

**Author Contributions:** WFS, with contribution to the writing and development of the Project. RMC, in contributing to the critical review, development of the methodology, correction and approval of the final version.

**Financial Support:** There was no receipt of any type of financial support or any other financing from a public or private source.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest with this publication.

## REFERENCES

1. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2019. *Diabetes Care*. 2019;42(Supplement1):S1-S193.
2. OMS. Diagnóstico e manejo do diabetes tipo 2. 2022. [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57457/OPASWNMHNV200043\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/57457/OPASWNMHNV200043_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. American Diabetes Association. Improving care and promoting health in populations. Standards of medical care in diabetes – 2020. *Diabetes Care*. 2020;43(1):S7-S13.
4. Alonso GT, Coakley A, Stack I, Manseau K, Tomás S, Rewers A. Diabetic ketoacidosis in the diagnosis of type 1 diabetes in Colorado children, 2010–2017. *Diabetes Care*. 2020;43:117–121
5. Petto J, Wagmacker DS, Andrade ALS, Tenorio, MCC, Ladeia AMT. Change of plasma lipoproteins during postprandial lipemia at rest and post-exercise. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. 2014; Volume 13 Número 4.
6. Liu Y, Ye W, Chen Q, Zhang Y, Kuo CH, Korivi M. Resistance exercise intensity is correlated with HbA1c and insulin attenuation in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(1):140.
7. Najjar SM, Perdomo G. Hepatic insulin clearance: mechanism and physiology. *Physiology*. 2019;34(3):198-215.
8. Lee J, Kim D, Kim C. Resistance training for glycemic control, muscle strength and lean body mass in elderly type 2 diabetics: a meta-analysis. *Diabetes Ter*. 2017; 8:459-73.
9. Ishiguro H, Kodama S, Horikawa C, Fujihara K, Hirose AS, Hirasawa R, et al. In search of the ideal resistance training program to improve glycemic control and its indication for patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2016; 46: 67-77.
10. Greco EV, Russo G, Giandalia A, Viazzi F, Pontremoli R, De Cosmo S. GLP-1 Receptor Agonists and Kidney Protection. *Med (Kaunas)*. 2019;55(6):233.
11. Ma X, Liu Z, Illyas I, Little PJ, Kamato D, Saheba A, et al. GLP-1 receptor agonists (GLP-IRAs): cardiovascular actions and therapeutic potential. *Int J Biol Sci*. 2021;17(8):2050-2068.

12. Lari ZA, Fararouei M, Amanat S, Sinai E, Dianatinasab S, Lari MA, et al. The Effect of 12 Weeks Aerobic, Resistance, and Combined Exercises on Omentin-1 Levels and Insulin Resistance among Type 2 Diabetic Middle-Age Women. *Diabetes Metab J*. 2017;41(3):205-212.
13. Hangping Z, Xiaona Q, Qi Z, Qingchun L, Na Y, Lijin J, et al. The impact on glycemic control through progressive resistance training with bioDensityTM in Chinese elderly patients with type 2 diabetes: The PReTTy2 (Progressive Resistance Training in Type 2 Diabetes) Trial. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;150:64–71.
14. Nadi M, Bambaiechi E, Marandi SM. Comparison of the effect of two therapeutic exercises on the inflammatory and physiological conditions and complications of diabetic neuropathy in female patients. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019;12:1493–501.
15. Ranasinghe C, Devage S, Constantine GR, Katulanda P, Hills AP, King NA. Glycemic and cardiometabolic effects of exercise in South Asian Sri Lankans with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial Sri Lanka diabetes aerobic and resistance training study (SL-DARTS). *Diabetes Metab Syndr*. 2021;15(1):77–85.
16. Chen SM, Shen FC, Chen JF, Chang WD, Chang NJ. Effects of resistance exercise on glycosylated hemoglobin and functional performance in elderly patients with comorbid diabetes mellitus and knee osteoarthritis: a randomized trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;17(1):224.
17. Ruas VC, Batista Filho JA, Caires LFPRC, Costa Filho JRM. O efeito do exercício físico no controle glicêmico em pacientes Diabéticos Mellitus tipo II: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*. 2023; 9(4):14450–14472.
18. Carpenter R, Gilleland D. Impact of an exercise program on adherence and fitness indicators. *Appl Nurs Res*. 2016;30:184-6.
19. Baechle TR, Earle RW. *Treinamento com pesos: passos para o sucesso*. 4ª edição. Cinética Humana; Champaign, IL, EUA. 2012.
20. Santos VC, Rodrigues ALC, Cajazeira BCR, Ferrari CA, Libanio GC, Sanabria TL, et al. Diabetes Mellitus Tipo 2 - aspectos epidemiológicos, fisiopatológicos e manejo terapêutico. *Brazilian Journal of Development*. 2023; 9(3), 9737–9749.
21. Xu F, Cohen SA, Lofgren IE, Greene GW, Delmonico MJ, Greaney ML. Relationship between Diet Quality, Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Older Adults: Findings from 2007-2014 National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health Aging*. 2018;22(9):1072-1079.
22. Paing AC, Mcmillan KA, Kirk AF, Collier A, Hewitt A, Chastin SFM. The associations of sedentary time and breaks in sedentary time with 24-hour glycaemic control in type 2 diabetes. *Prev Med Rep*. 2018;12:94–100.

## APÊNDICE G - ESTUDO II – ARTIGO - SUBMETIDO

<b>Brazilian Journal of Physical Therapy</b> <b>Avaliação Aguda e Subaguda da Glicemia Plasmática com Treinamento de Força Circuitado em Adultos Jovens</b> --Manuscript Draft--	
<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Article Type:</b>	Research Paper
<b>Keywords:</b>	Treinamento de força; Treinamento em circuitos; Glicemia; Adultos jovens; Voluntários saudáveis.
<b>Corresponding Author:</b>	Welyngton Fernando Alves, Esp. Universidade Evangélica de Goiás Anápolis, Goiás BRAZIL
<b>First Author:</b>	Welyngton Fernando Alves, Esp.
<b>Order of Authors:</b>	Welyngton Fernando Alves, Esp. Raphael Martins da Cunha, Dr.
<b>Abstract:</b>	Alterações na glicemia plasmática podem gerar distúrbios metabólicos. O treinamento de força e exercícios aeróbicos são utilizadas como forma de prevenir ou tratar tais distúrbios, porém, poucos estudos são vistos nesta perspectiva. Avaliar o comportamento glicêmico em adultos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de treinamento de força circuitado, com descanso ativo. Trata-se de um estudo transversal realizado com jovens saudáveis, com média e desvio padrão de peso de $70,00 \pm 6,78$ kg para o grupo experimental (GE) e $79,11 \pm 8,76$ kg para o grupo controle (GC), de estatura com $1,73 \pm 0,06$ m para GE e $1,80 \pm 0,07$ m para GC, e IMC de $23,26 \pm 2,51$ kg/m <sup>2</sup> para GE e $24,41 \pm 2,55$ kg/m <sup>2</sup> para GC. Após avaliação inicial e inserção no estudo, os participantes foram submetidos a uma sessão de treino de força circuitado, com descanso ativo, ou uma sessão controle sem exercícios. A glicemia capilar foi medida antes, durante (entre as séries) e após as sessões (nos minutos 0, 15 e 30). Resultados: Como resultado, foi observado redução da glicemia durante e após o treinamento, com maior expressão para o GE, porém, sem significância, conforme deltas a seguir: T1: $\Delta-12,39$ , $p>0,05$ ; T2: $\Delta-11,46$ , $p>0,05$ ; T3: $\Delta-9,93$ , $p=0,05$ ; T4: $\Delta-7,46$ , $p>0,05$ ; T5: $\Delta-2,59$ , $p>0,05$ . Foi observado que a glicemia no GE apresentou média geral de redução de $-8,7$ mg/dL. Embora a redução tenha ocorrido em todos os momentos tanto durante o exercício, quanto após, somente durante a sessão, no momento T2 foi significativa.
<b>Suggested Reviewers:</b>	
<b>Opposed Reviewers:</b>	

Submission to Brazilian Journal of Physical Therapy - manuscript number (Submissão à Revista Brasileira de Fisioterapia - número do manuscrito) 

Brazilian Journal of Physical Therapy <em@editorialmanager.com>  
para mim ▾

15:23 (há 12 minutos) ☆ ☺


 inglês → português  
 Mostrar original   
 Traduzir do inglês automaticamente 

\*Está é uma mensagem automática.\*

Número do Manuscrito: BJPT-D-24-00055  
Avaliação Aguda e Subaguda da Glicemia Plasmática com Treinamento de Força Circuitado em Adultos Jovens

Prezado Esp. Alves,

Sua submissão referenciada acima recebeu um número de manuscrito: BJPT-D-24-00055.

Para acompanhar o status do seu manuscrito, faça login como autor em <https://www.editorialmanager.com/bjpt/> e navegue até a pasta "Submissions Being Processed".

Obrigado por submeter seu trabalho a esta revista.

Atenciosamente,  
Revista Brasileira de Fisioterapia

Confirming submission to Brazilian Journal of Physical Therapy (Confirmando submissão à Revista Brasileira de Fisioterapia) 

Brazilian Journal of Physical Therapy -em@editorialmanager.com>  
para mim

15:23 (há 6 minutos) ☆

inglês → português  
Mostrar original

Traduzir do inglês automaticamente

\*Está é uma mensagem automática.\*

Avaliação Aguda e Subaguda da Glicemia Plasmática com Treinamento de Força Circuitado em Adultos Jovens

Prezado Esp. Alves,

Recebemos o manuscrito referenciado acima que você submeteu à Revista Brasileira de Fisioterapia.

Para acompanhar o status do seu manuscrito, faça login como autor em <https://www.editorialmanager.com/bjpt/> e navegue até a pasta "Submissions Being Processed".

Obrigado por submeter seu trabalho a esta revista.

Atenciosamente,  
Revista Brasileira de Fisioterapia

## Avaliação Aguda e Subaguda da Glicemia Plasmática com Treinamento de Força Circuitado em Adultos Jovens

\*Welyngton Fernando Alves; \*\*Raphael Martins da Cunha

**RESUMO:** Alterações na glicemia plasmática podem gerar distúrbios metabólicos, como a resistência insulínica, e até a diabetes mellitus. O treinamento de força e exercícios aeróbicos são utilizadas como forma de prevenir ou tratar tais distúrbios, porém, poucos estudos sobre o treinamento de força circuitado são vistos nesta perspectiva. **Objetivo:** Avaliar o comportamento glicêmico em adultos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de treinamento de força circuitado, com descanso ativo. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal realizado com jovens saudáveis, com média e desvio padrão de peso de  $70,00 \pm 6,78$  kg para o grupo experimental (GE) e  $79,11 \pm 8,76$  kg para o grupo controle (GC), de estatura com  $1,73 \pm 0,06$  m para GE e  $1,80 \pm 0,07$  m para GC, e IMC de  $23,26 \pm 2,51$  kg/m<sup>2</sup> para GE e  $24,41 \pm 2,55$  kg/m<sup>2</sup> para GC. Após avaliação inicial e inserção no estudo, os participantes foram submetidos a uma sessão de treino de força circuitado, com descanso ativo, ou uma sessão controle sem exercícios. A glicemia capilar foi medida antes, durante (entre as séries) e após as sessões (nos minutos 0, 15 e 30). **Resultados:** Na análise da glicemia dos: GE e GC, nos seis momentos em que foram realizadas as coletas da glicemia plasmática, foi observado que não foi constatada redução significativa, estatisticamente, da glicemia em nenhum dos momentos, porém, foi constatado que no momento T2 a glicemia reduziu em ambos os grupos, com maior significância para os resultados do GE, inclusive com também diminuição da glicemia plasmática para os momentos T3 e T4 em relação à medição do momento basal (T0), para o GE. **Conclusão:** Foi observado que a glicemia no GE apresentou média geral de redução de  $\sim 8,7$ mg/dL, porém, somente durante a sessão do treinamento de força circuitado, no momento T2, foi encontrado redução significativa. Após o exercício, a glicemia manteve-se baixa, porém, não apresentou diferença significativa.

**Palavras chaves:** Treinamento de força; Treinamento em circuitos; Glicemia; Adultos jovens; voluntários saudáveis

### 1. INTRODUÇÃO

A glicemia é um parâmetro importante para saúde humana, e suas alterações geram doenças com impacto epidemiológico mundial importante como o diabetes mellitus, que representou uma prevalência global em 2019 estimada em 9,3% (463 milhões de pessoas), com estimativa de aumento para 10,2% (578 milhões) até 2030 e 10,9% (700 milhões) até 2045<sup>3</sup>.

As doenças não transmissíveis (DNT) matam 41 milhões de pessoas todos os anos, o equivalente a 74% de todas as mortes a nível mundial. Todos os anos 17 milhões de pessoas morrem

\* Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Movimento Humano e Reabilitação UniEVANGÉLICA.

\*\*Professor Orientador Doutor no Programa de Pós-Graduação em Movimento Humano e Reabilitação UniEVANGÉLICA.

de doenças não transmissíveis antes dos 70 anos. As doenças cardiovasculares são responsáveis pela maioria das mortes por DNT, ou 17,9 milhões de pessoas anualmente, seguidas pelo cancro (9,3 milhões), doenças respiratórias crônicas (4,1 milhões) e diabetes (2,0 milhões, incluindo mortes por doenças renais causadas pela diabetes). Estes quatro grupos de doenças são responsáveis por mais de 80% de todas as mortes prematuras por DNT<sup>4</sup>.

Para o controle da glicemia em diabéticos, existe uma conhecida tríade: fármacos, dieta e exercícios, sendo estes dois últimos indicados em todos os casos, visando controle glicêmico, já os fármacos hipoglicemiantes são instituídos por critérios adotados pelas diretrizes de órgãos de saúde, onde a escolha destes leva em consideração a glicemia do paciente, a idade, riscos cardiovasculares, dentre outros<sup>4</sup>. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), exercícios físicos regulares trazem vários benefícios para a saúde psicofísica. O corpo humano precisa de um nível específico de aptidão física para manter uma boa saúde<sup>10,11</sup>. O sedentarismo é associado ao aumento do risco de alterações glicêmicas, além de diversas doenças não transmissíveis importantes, além de aumentar mortalidade por todas as causas<sup>4</sup>.

Relativo ao treinamento de força circuitado (TFC), este é entendido como um método de treinamento intermediário entre os exercícios com predominância aeróbia ou anaeróbia (a depender da montagem do treino), que parece atender as pessoas com sobrepeso, e relacionado à redução do declínio acelerado da força muscular<sup>15</sup>. O TFC se apresenta como uma forma mais curta de treino, e que também impacta força muscular, a aptidão aeróbica e a composição corporal. Este se tornou muito popular durante o início dos anos oitenta e mostrou efeitos positivos na força muscular, massa gorda e massa corporal magra em adultos saudáveis<sup>15,16</sup>.

Embora o TFC seja antigo, evidências de seus efeitos sobre a glicemia humana ainda são limitadas, e precisa ser mais bem elucidada. Assim, o estudo apresentado tem como problemática a ser respondida, a seguinte questão: “Qual o comportamento da glicemia plasmática antes, durante e após treinamento de força circuitado com descanso ativo entre pessoas adultas jovens?”.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo clínico randomizado com delineamento transversal em uma academia de ginástica, e em um laboratório de fisiologia do exercício. A pesquisa foi submetida e aprovada pelo comitê de ética em pesquisa local, sob número de parecer CAAE – 0055.0.171.000-11-FR-461825-SISNEP. O estudo seguiu os princípios da “Declaração de Helsinque”. Todos os voluntários foram previamente informados sobre os procedimentos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Adicionalmente, este estudo seguiu as recomendações propostas pelo CONSORT (Schiz et al, 2010).

### 2.1 Amostra do estudo e divisão dos protocolos.

A amostra foi composta por 30 indivíduos do gênero masculino, acadêmicos de ensino superior, que foram divididos por meio de sorteio, em dois grupos com igual número: Grupo Controle (n=15) e Grupo Experimental (n=15).

Após assinatura do TCLE, de acordo com a Resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS)<sup>50</sup>, e inclusão na pesquisa, os indivíduos foram submetidos a uma anamnese com caráter de enquadrar ou não no projeto, segundo os critérios de inclusão e exclusão, e avaliação física.

Após tais procedimentos, os indivíduos realizaram os testes de uma repetição máxima (Uma Repetição Máxima - 1 RM), alternado entre os membros superiores e inferiores nos seguintes aparelhos de musculação: supino reto, puxada pela frente, mesa flexora e cadeira extensora. Teste de 1RM definiu a carga utilizada nos exercícios do Grupo Experimental. A amostra foi submetida a sessões do estudo: Experimental ou Controle, com medidas da glicemia antes, durante e após.

O estudo foi desenvolvido na sala de musculação do centro-poliesportivo e no Laboratório de Fisiologia do Exercício/LAFEX da Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás (ESEFFEGO) da Universidade Estadual de Goiás (UEG). O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética sob número de parecer CAAE - 0055.0.171.000-11-FR-461825-SISNEP.

### 2.2 Critério de inclusão

Como critérios de inclusão foram adotados: assinatura do TCLE; idade de 20 a 30 anos; experiência de no mínimo 6 meses com treinamento de força; não apresentar doença crônica, não ser tabagista e ser do sexo masculino.

### 2.3 Critério de exclusão

Como critérios de exclusão, não ter experiência de no mínimo 6 meses com treinamento de

força; ter menos de 20 anos e mais de 30; evento cardiovascular recente (últimos 3 meses); apresentar qualquer limitação física ou mental que impeça a realização dos procedimentos do estudo.

#### 2.4 Protocolo experimental

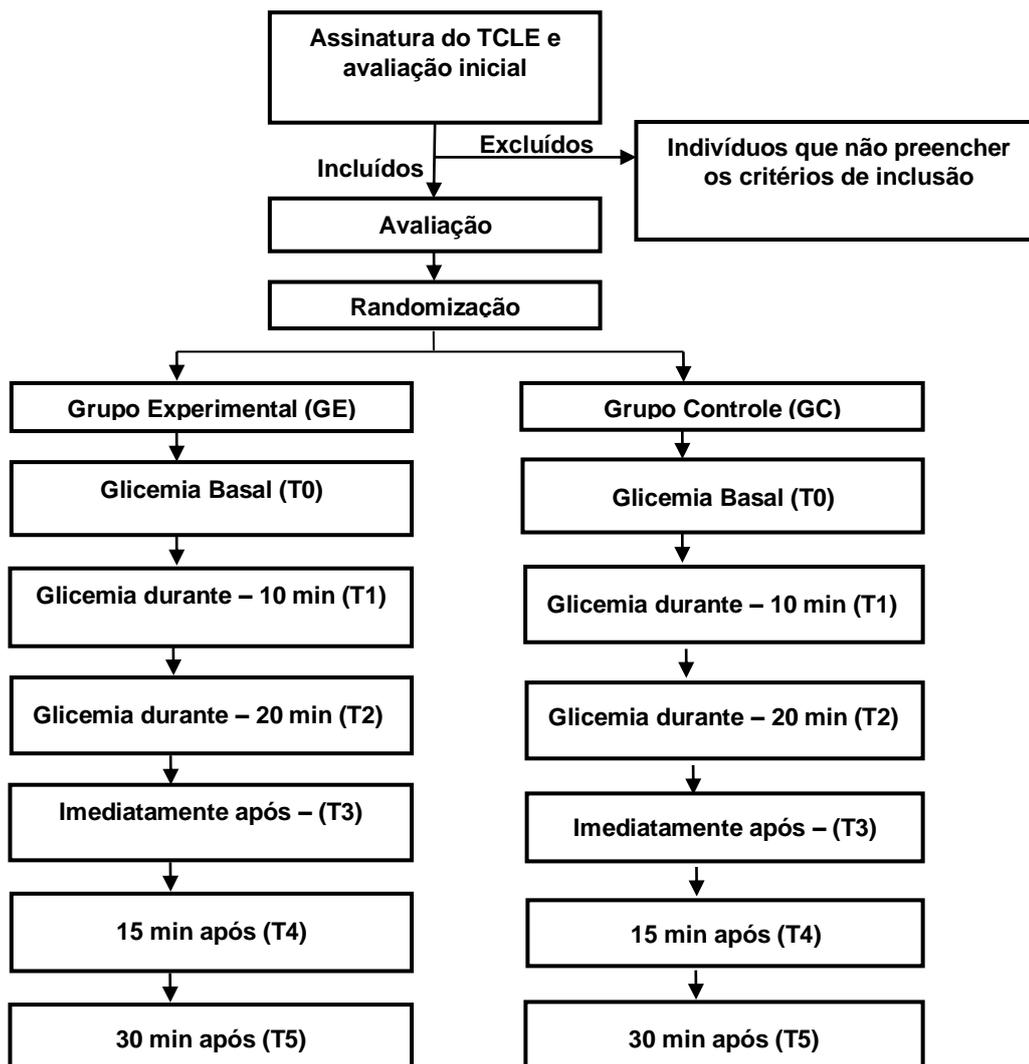
Os participantes foram conduzidos à sala de musculação, ficaram 10 minutos em posição sentada para coleta de sangue capilar da glicemia basal (T0).

Logo após, no GE (com treinamento de força pela metodologia de circuito), houve a realização de exercícios em sequência e sem descanso. Os indivíduos fizeram um aquecimento de cinco minutos com alongamentos das regiões que foram treinadas. O circuito foi formado por sete exercícios: puxada frontal com pegada supinada, supino reto na máquina, rosca bíceps, tríceps no pulley, LegPress, cadeira extensora e cadeira flexora. A carga individualizada foi de acordo com o teste de 1RM. Foram realizados três circuitos na sequência dos exercícios supracitados. Cada circuito contou com a realização de 12-15 repetições a 70% da 1RM. Após a execução de cada circuito, houve a coleta de sangue, com coletas ao final, nos minutos 0,15 e 30 após o término do último circuito de exercícios (Figura 1).

#### 2.5 Protocolo de controle (PC)

Já no Grupo Controle, os participantes foram também conduzidos à sala de musculação, ficaram 10 minutos em posição sentada para coleta de sangue capilar referente a medida da glicemia basal (T0) e não realizaram treinamento. Em repouso, tiveram a glicemia medida após 10 minutos (T1), e após 20 minutos (T2), 2 medidas correspondentes ao período durante, do grupo com treinamento de força circuitado. Após o término deste período, os participantes permaneceram sentados para medidas pós-protocolo, nos momento 0 minuto pós protocolo (T3), 15 minutos pós protocolo (T4) e 30 minutos após (T5), assim como também se representa na Figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma do Estudo



## 2.6 Avaliações e intervenções

### 2.6.1 Avaliações pré-estudo

A *anamnese* foi realizada em formato de uma entrevista semi-estruturada em que foram realizadas perguntas a respeito do indivíduo, hábitos de exercício físico, experiência ou não com o exercício de força entre outras abordagens. Sendo parte dos critérios utilizados para a inclusão/exclusão da pesquisa.

A avaliação física dos indivíduos foi constituída por medidas antropométricas (estatura e peso) para o cálculo de Índice de Massa Corporal (IMC), (OMS) utilizando-se assim, a partir de uma balança eletrônica de marca Welmy, precisão de 0,2 kg balança eletrônica, de precisão de 0,1kg (Filizola). A estatura foi avaliada utilizando estadiômetro graduado em centímetros e precisão de 1mm da massa corporal (Sanny). Para o cálculo do %GC, foi realizado o teste de bioimpedância por eletrodos, com aparelho de marca Maltron 906BF.

O teste de 1 RM seguiu o protocolo de Baechle e Earle<sup>51</sup>. Em que o indivíduo mobilizou uma carga que o possibilitou de realizar uma Repetição Máxima (RM) em regime de falha muscular concêntrica voluntária, impossibilitando de realizar a segunda repetição. Aos que ultrapassaram uma repetição, foi adotado o tempo de 3 a 5 minutos para novo teste, sendo adotado um máximo de quatro testes.

### 2.6.3 Medidas da Glicemia Plasmática

A glicemia plasmática foi medida por meio do monitor de glicemia (Accu-Chek Go, Roche Group, Germany, 2010) para o funcionamento deste aparelho foi necessário a utilização de um lancetador automático e descartável (Accu-chek Uno, Roche Group, Germany 2010) e de fitas de teste (Accu-chek Go, Roche Group, Germany 2010).

Todos os pesquisadores foram treinados para a coleta de sangue capilar, onde houve um processo de assepsia para evitar contaminações e riscos entre os envolvidos. Foram utilizadas luvas para manipulação do pesquisado e das fitas de análise da glicemia. A lanceta foi do tipo única utilização da marca Accu Check Uno. As lancetas e fitas utilizadas foram descartadas em lixo específico apropriado (descartex).

O monitor de glicemia Accu-chek Go permitiu verificar a taxa da glicose plasmática de forma direta. O sangue foi aspirado, através de uma lanceta, para uma tira de teste. Cada tira teste possuiu uma zona de teste contendo reagentes de detecção. Quando o sangue foi aplicado nesta zona, ocorreu uma reação química que causou alteração da cor na zona teste. O aparelho Accu-Chek Go, registrou essa alteração de cor, e a partir dela, calculou o valor da glicemia.

A medida foi realizada em 6 momentos: antes dos protocolos, glicemia basal (T0), durante os protocolos, sendo ~10 minutos após o início (T1), ~20 minutos após o início (T2), imediatamente após a finalização dos protocolos (T3), 15 minutos após (T4) e 30 minutos após (T5).

## 2.7 Análise estatística

Para análise da normalidade dos dados o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado. Para comparação entre os grupos, o teste *t* independente foi utilizado com tamanho de efeito *Hedges' g* para uma amostra pequena (LAKENS, 2013). Os valores de 0,2, 0,5 e 0,8, foram considerados, pequeno, médio e grande respectivamente (LAKENS, 2013). Ademais, nenhum valor discrepante (*outlier*) maior que  $\pm 3$  foi encontrado após verificação dos resíduos estudentizados e os níveis de glicose apresentaram distribuição normal após análise do gráfico Q-Q. Violação da homogeneidade de variância foi verificado somente no momento agudo de 20 minutos ( $p < 0,041$ ). Além disso, houve violação da homogeneidade de covariância após análise do teste de caixa de igualdade de matrizes de covariância ( $p < 0,001$ ). Com isso, ao invés de utilizar uma *Two-Way Mixed ANOVA* para análise, a opção de escolha foi realizar uma *ANOVA* de medidas repetidas com *post-hoc* de *Bonferroni* para cada grupo separadamente, pois a violação da homogeneidade de covariância resulta na inflação do erro tipo 1 e resultados significativos espúrios para testes *F* (STAMM; SAFRIT, 1975; STATISTICS, 2015). Ademais o delta percentual entre os momentos foi analisado e utilizou-se uma *ANOVA* de medidas repetidas para cada grupo separadamente. O delta 1 representa o momento Agudo 10 min em relação ao Basal e para cada momento após o agudo o mesmo procedimento foi aplicado. Para a análise do tamanho do efeito o ômega ao quadrado ( $\omega^2$ ) para amostras pequenas foi utilizado e valores de 0,01, 0,06 e 0,14 foram considerados pequeno, médio e grande, respectivamente (LAKENS, 2013; SERDAR; CIHAN; YUCEL; SERDAR, 2021). Considerando que os dados já foram coletados, o cálculo amostral para verificação do poder (*power*) a posteriori (*post-hoc*), não foi realizada, pois é falho e analiticamente enganoso (LAKENS, 2022; ZHANG; HEDO; RIVERA; RULL *et al.*, 2019). Os softwares estatísticos SPSS 20.0 e *GraphPadPrism* 8.0 foram utilizados para análise dos dados e confecção dos gráficos, respectivamente. Um nível alpha  $p \leq 0,05$  foi adotado como nível

para diferença significativa entre grupos e momentos.

### 3. RESULTADOS

As características da amostra estão resumidas na tabela 3, abaixo. Trata-se de um grupo de adultos jovens que apresentam diagnóstico de eutrofia. Características de (IMC: GE:  $23,26 \pm 2,51$  – GC:  $24,41 \pm 2,55$  kg-m<sup>2</sup>), e glicemia casual evidenciando normalidade.

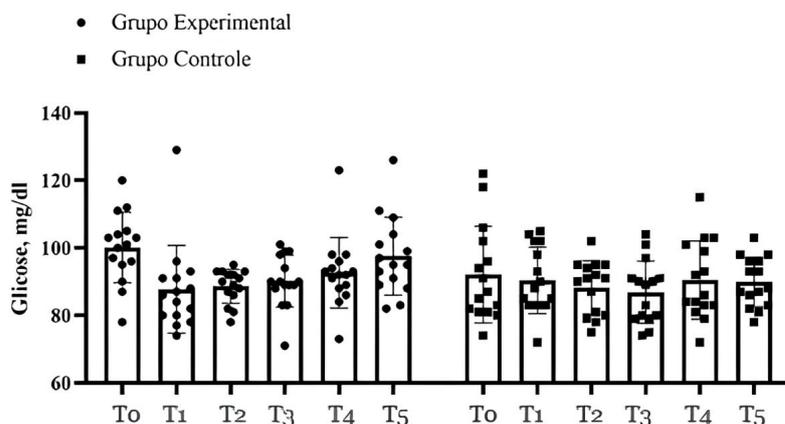
**Tabela 1.** Características amostrais dos participantes apresentados pela média e desvio padrão (DP).

	GE	GC	<i>p</i>	Hedges' <i>g</i>
Massa corporal, kg	70,00 ± 6,78	79,11 ± 8,76	0,004*	-1,13 (grande)
Estatura, m	1,73 ± 0,06	1,80 ± 0,07	0,015*	-0,92 (grande)
IMC, kg/m <sup>2</sup>	23,26 ± 2,51	24,41 ± 2,55	0,224	-0,44 (pequeno)
Gordura corporal, %	12,60 ± 5,53	17,12 ± 3,48	0,012*	-0,95 (grande)
Glicemia, mg/dl	100,13 ± 10,44	92,13 ± 14,28	0,091	0,62 (médio)

**Legenda:** IMC = índice de massa corporal, GE = grupo experimental, GC = grupo controle, \* =  $p \leq 0,05$ .

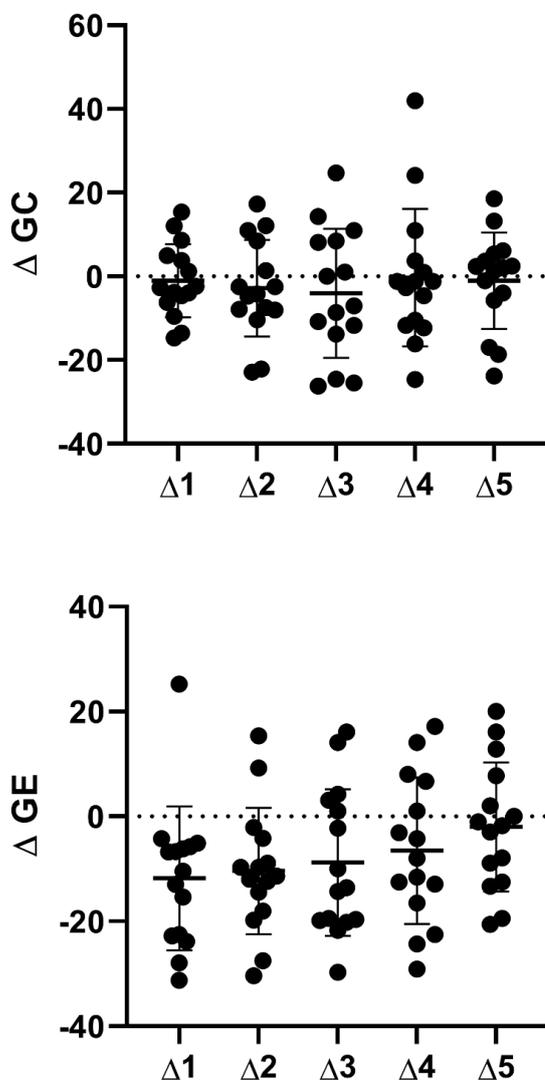
O comportamento da glicemia pode ser visualizado no gráfico 1, abaixo. Foi observado diferença estatisticamente significativa para o tempo  $F(5, 70) = 4,32$ ,  $p = 0,002$ ,  $\omega^2 = 0,14$ ). Após a comparação entre os momentos utilizando o teste post-hoc de Bonferroni, nenhuma diferença foi encontrada, contudo foram encontradas diminuições dos níveis da glicemia. Sobre o GE, no momento T1 a glicemia reduziu 12,39% comparado com o período basal T0 ( $\Delta$ : -12,39 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no momento T2 a glicemia reduziu 11,46% comparado ao período basal T0 ( $\Delta$ : -11,46 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T3 sem redução significativa da glicemia comparado com o período basal T0 ( $\Delta$ : -9,93 mg/dl,  $p = 0,05$ ). Nos momentos subsequentes, houve redução da glicemia de 7,46% em T4 ( $\Delta$ : -7,46 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e 2,59% em T5 ( $\Delta$ : -2,59 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e nenhuma diferença significativa para o tempo foi verificada  $F(5, 70) = 1,10$ ,  $p = 0,366$ ,  $\omega^2 = 0,001$ ). Quanto ao GC, a glicemia também reduziu, no momento T1 com variação de 1,88% com comparação com o basal T0 ( $\Delta$ : -1,73 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T2 de 4,12% a para o T0 ( $\Delta$ : -3,79 mg/dl,  $p > 0,05$ ), no T3 de 5,71% para T0 ( $\Delta$ : -5,26 mg/dl, e  $p > 0,05$ ). Nos momentos seguintes, houve redução da glicemia de 1,73% em T4 ( $\Delta$ : -1,59 mg/dl,  $p > 0,05$ ), e de 2,38% em T5 ( $\Delta$ : -2,19 mg/dl,  $p > 0,05$ ) e nenhuma diferença significativa estatística em nenhum dos momentos.

**Gráfico 1.** Valores da glicose apresentados pela média e desvio padrão (DP).



O comportamento da glicemia, por análise dos deltas, pode ser visualizado no gráfico 2, a seguir. Os mesmos resultados foram apresentados no delta percentual, e nenhuma diferença foi verificada  $F(4, 74) = 2.76, p = 0,067$ , e  $F(4, 74) = 1.06, p = 0,36$ .

**Gráfico 2.** Valores do delta apresentados pela média e desvio padrão (DP).



#### 4. DISCUSSÃO

Esse estudo clínico transversal avaliou o comportamento glicêmico plasmático em adultos jovens saudáveis antes, durante e após sessão de treinamento de força circuitado com descanso ativo. O principal achado do presente estudo foi que este método apresentou redução significativa da glicemia durante a sessão de exercício (GE) no momento T3 evidenciando redução glicêmica, também nos momentos subseqüentes, porém sem significância. A redução média da glicemia no GE foi de  $\sim 8,7\text{mg/dL}$ , o que vai de encontro com o encontrado em estudos com exercícios de força<sup>67,70</sup>, aeróbico<sup>66</sup>, e também treinamento de força circuitado<sup>68,69</sup>.

A glicemia no GC não apresentou diferença estatística em nenhum momento, com variação média de  $\sim 2,91\text{mg/dL}$ . Neste contexto, é conhecido que o exercício físico em geral, melhora a resposta da insulina sendo benéfico na redução das concentrações da glicemia e também da própria<sup>45-49</sup>. Comportamento semelhante ao presente estudo também foi visto no estudo de Coelho et al.<sup>59</sup>, em que, avaliou a interferência do treinamento resistido e aeróbico, em dois grupos distintos composto de forma randomizada, supervisionados nos níveis glicêmicos antes (M1), durante (M2) e pós sessões (M3), em 36 sessões, com frequência semanal de três dias, em 3 meses. Tanto para o treinamento aeróbico quanto para o treinamento de força, houve reduções iguais e/ou superiores a  $25\text{mg/dL}$  entre M1 e M2 e entre M2 e M3. De M1 a M3 a redução foi superior a  $50\text{mg/dL}$ ,

correspondendo à diminuição de 25% no grupo de treinamento aeróbico e de 27% no grupo de treinamento de força.

Uma única sessão de exercício demonstrou reduzir as concentrações médias de glicose em ~16 mg/dL durante o período de 24 horas após o exercício, juntamente com uma redução de 30% no tempo gasto em hiperglicemia (glicemia >180 mg/dL). O exercício também reduziu a variabilidade glicêmica ao longo do dia, indicando um declínio na frequência e/ou amplitude das flutuações da glicose. Esses resultados obtidos pela CGM mostram claramente os benefícios do exercício para a homeostase da glicemia em 24 horas<sup>65</sup>.

Um estudo prospectivo cruzado randomizado com 14 participantes adultos com DM1 alocou seus participantes de acordo com o tipo de exercício (Aeróbico vs. Resistido) com período de recuperação de três dias entre troca de grupo. A estabilidade glicêmica e episódios hipoglicêmicos foram avaliados durante e 24 horas após o exercício. A idade mediana foi de 53 anos com HbA<sub>1c</sub> mediana de 7,1% e duração do diabetes de 30 anos. Durante ambas sessões, houve queda dos níveis de glicose imediatamente após o exercício (0'), seguida de aumento aos 30' e 60', embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. No entanto, os níveis de glicose diminuíram significativamente de 60' para 24 horas no período pós-exercício ( $p = 0,01$ ) para ambos os tipos de exercícios<sup>66</sup>.

O exercício resistido (ER) pode ser uma excelente forma de controle do açúcar no sangue. Oitenta e nove homens foram divididos em seis grupos que completaram o protocolo de ER: 2 séries de 18 repetições (2 x 18 a 50% de 1RM),  $n=19$ ); 3x12 repetições (3 x 12 a 70% de 1RM,  $n=14$ ); 4x9rep a 80% de 1RM,  $n=13$ ); 6x6rep a 90% de 1RM;  $n = 19$ ; circuito (2x18 a 50% de 1RM;  $n=12$ ); e sessões controle ( $n=12$ ). A sequência de treinamento consistiu em oito exercícios. O teste oral de tolerância à glicose com medidas metabólicas foi realizado imediatamente após cada protocolo de RE e a cada 15 minutos até 120 minutos após a recuperação. Todos os grupos apresentaram valores significativamente menor em comparação ao grupo controle ( $p<0,05$ ) durante o período de monitoramento de 120 minutos. O grupo 6x6 apresentou glicemia significativamente menor em comparação aos grupos 3x12 e 4x9 ( $p=0,004$  e  $p=0,001$ , respectivamente). Para controle glicêmico pós-prandial agudo, 9-12 repetições por série e 3-4 séries de repetições por grupo muscular parecem ser adequadas<sup>70</sup>.

No que tange o treinamento de força circuitado, um estudo que objetivou avaliar os efeitos agudos do treinamento resistido em circuito (TRC) em dois níveis de intensidade em indivíduos treinados e com fatores de risco cardiovascular. Dezoito indivíduos ( $66,22 \pm 8,61$  anos) de ambos os sexos (6 mulheres/12 homens) com fatores de risco cardiovascular realizaram duas sessões de exercícios circuitados em diferentes níveis de intensidade: moderada (MOD) e alta (HI). Para controlar a intensidade do treinamento aeróbico, foi utilizada a Escala de Avaliação Percebida de Esforço (PSE) de Borg. Para o treinamento de força, o número máximo de repetições foi realizado dentro de uma duração pré-determinada de séries. As medidas de pressão arterial e glicemia foram coletadas antes e 20 minutos após as sessões. Os dados foram analisados por meio de Equações de Estimativas Generalizadas,  $\alpha 5\%$ . Foram observadas reduções na pressão arterial sistólica (MOD -  $\Delta = -4,95$  mmHg; HI -  $\Delta = -3,31$  mmHg) e na glicemia (MOD -  $\Delta = -16,06$  mg/dL; HI -  $\Delta = -29,45$  mg/dL) após as duas sessões, sem diferença entre as sessões. A pressão arterial diastólica não se alterou ( $p < 0,05$ ).<sup>71</sup>

Fisiologicamente, o controle da glicemia gerada pela prática do exercício físico está relacionada a fatores como melhora da sensibilização a insulina (CITAR), aumento da expressão do GLUT4 (transportador de glicose tipo 4), o transportador de açúcar nos músculos esqueléticos, que aumenta assim a atividade da AMPK (proteína quinase ativada por adenosina monofosfato) nesses músculos. Mesmo em pacientes diabéticos existe impacto positivo, embora estes pacientes os pacientes com DM2 apresentem defeito na transmissão do sinal de insulina nos músculos esqueléticos, a ativação da AMPK induzida pelo exercício nesses músculos pode atingir ação normal), e a oxidação de ácidos graxos e a absorção de glicose serão aceleradas<sup>60</sup>. Sabe-se que o aumento da sensibilidade à insulina após o exercício se mantém por cerca de 60 horas e retorna aos níveis pré-exercício após 3 a 5 dias. Contudo, quando o exercício de intensidade moderada é realizado repetidamente, a capacidade de manter maior sensibilidade à insulina pode ser ampliada. Assim, a repetição do exercício num intervalo de tempo de 48 a 60 horas pode ajudar a controlar os níveis de glicemia em longo prazo<sup>61</sup>, o que evidencia que este deve ser realizado com frequência.

Os efeitos em longo prazo do exercício regular no controle glicêmico parecem ser atribuídos ao efeito cumulativo de melhorias transitórias na sensibilidade à insulina e no controle glicêmico após cada sessão sucessiva de exercício, e não a adaptações estruturais na insulina<sup>63</sup>. Esta é a razão pela qual os pacientes com diabetes tipo 2 precisam praticar exercícios regularmente, para alcançar um

efeito benéfico sustentado na homeostase da glicose no sangue. Além disso, este conceito também enfatiza que as propriedades glicorreguladoras de cada sessão individual de exercício são de importância fundamental para alcançar o controle glicêmico adequado a longo prazo<sup>64</sup>.

Deve-se notar, entretanto, que o efeito do treinamento físico na sensibilidade à insulina é perdido 5–10 dias após a cessação do treinamento físico. Portanto, parece que os efeitos em longo prazo do exercício regular no controle glicêmico são atribuídos ao efeito cumulativo de melhorias transitórias na sensibilidade à insulina e no controle glicêmico após cada sessão sucessiva de exercício, e não a adaptações estruturais na insulina<sup>63</sup>. Esta é a razão pela qual os pacientes com diabetes tipo 2 precisam praticar exercícios regularmente, para alcançar um efeito benéfico sustentado na homeostase da glicose no sangue. Além disso, este conceito também enfatiza que as propriedades glicorreguladoras de cada sessão individual de exercício são de importância fundamental para alcançar o controle glicêmico adequado a longo prazo<sup>64</sup>.

Os resultados do nosso estudo sugerem que indivíduos normoglicêmicos podem se beneficiar do TFC para controle da glicemia mesmo que em pequena magnitude, e em momentos específicos. Durante a sessão, foi observada redução nos 2 momentos: T1 e T2, porém, com significância apenas para o segundo. Após o término do protocolo experimental, a glicemia se manteve mais baixa durante todo o período (T3, T4 e T5), porém, sem apresentar significância.

O presente estudo apresenta algumas limitações como utilização de equipamento para monitoração casual e pontual da glicemia e a realização do estudo em uma academia de ginástica, fora do ambiente laboratorial, que não permite controle pormenorizado de certas variáveis. Por outro lado, os indivíduos realizaram o estudo em um ambiente real de seus dia-a-dia, utilizando mesmo tipo de equipamento que os praticantes da academia usualmente manipular e levam para seus ambientes de prática, o que em nossa visão, passa a ser um diferencial, visto que torna uma pesquisa com elementos cotidianos dos profissionais que lidam com o exercício. Sugerimos estudos futuros sobre esse tema, que por incrível que pareça, ainda é escasso quando associamos resposta aguda da glicemia durante e após exercício em circuito, e realização de estudos com n maiores.

## 5. CONCLUSÃO

Em conclusão, observa-se que a amostra de jovens apresentou perfil de eutrofia, e normalidade da gordura corporal, assim como a glicemia casual dentro do esperado. Os parâmetros: altura, peso e gordura corporal apresentam diferença significativa entre o GC e GE.

Foi observado que a glicemia no GE apresentou média geral de redução de ~8,7mg/dL, porém, somente durante a sessão do treinamento de força circuitado, no momento T2, foi encontrada redução significativa. Após o exercício, a glicemia manteve-se baixa, porém, não apresentou diferença significativa.

Os achados deste estudo dão subsídio a uma prescrição de treinamento de força circuitado mais seguro, visto que este pode ser executado, gerando efeitos positivos e promissores na glicemia tanto durante, quanto após sua realização. A prática deste além de contribuir no controle glicêmico, ainda impactará em outras esferas da vida do indivíduo, tanto na prevenção e tratamento de doenças, quanto na melhora da autonomia, e qualidade de vida, além de outros vários outros benefícios que o exercício está relacionado.

## Referências bibliográficas

1. Maeyama, M.A.; Pollheim, L.C.F.; Wippel, M.; Machado, C. & Veiga, M.V. Aspectos relacionados à dificuldade do controle glicêmico em pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2 na Atenção Básica / Aspects related to the difficulty of glycemic control in patients with type2 diabetes mellitus in Primary Health Care. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 47352–47369, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-391>
2. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care* 2017; 40(Suppl 1):S1-131.
3. Saeedi, P.; Petersohn, I.; Salpea, P.; Malanda, B.; Karuranga, S.; Unwin, N.; Colagiuri, S.; Guariguata, L.; Motala, A.A.; Ogurtsova, K.; Shaw, J.E.; Bright, D. & Williams, R. IDF Diabetes Atlas Committee. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9<sup>th</sup> edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019 Nov;157:107843. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107843.

4. Mayer-Davis, E.J.; Lawrence, J.M.; Dabelea, D. et al. Incidence trends of type 1 and type 2 diabetes among youths, 2002-2012. *N Engl J Med* 2017; 376(15):1419-29.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica : diabetes mellitus / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013. 160 p. : il. (Cadernos de Atenção Básica, n. 36).
6. Sociedade Brasileira da Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2014-2015. Métodos para avaliação do controle glicêmico. *SBD*, 2015:110-9
7. Rush, T.; McGeary, M.; Sicignano, N. & Buryk, M.A. A Plateau in Early Type 1 Diabetes: Incidence of Pediatric Diabetes in the US Military Health System. *Pediatrician Diabetes*. August 2018; 19(5):917-922.
8. Organização Pan-Americana de Saúde. OMS lança plano de ação global sobre atividade física para reduzir comportamento sedentário e promover a saúde. <https://bvsms.saude.gov.br/oms-lanca-plano-de-acao-global-sobre-atividade-fisica-para-reduzir-comportamento-sedentario-e-promover-a-saude/#:~:text=O%20plano%20de%20a%C3%A7%C3%A3o%20global,adolescentes%20em%2015%25%20at%C3%A9%202030>.
9. Guimaraes, L.G. et al. Impacto das novas tecnologias no tratamento do Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 23341-23354, nov./dec., 2022
10. Coelho, A.C.M.; Boas, L.C.G.V.; Gomides, D.D.S.; Foss-Freitas, M.C. & Pace, A. E. (2015). Atividades de autocuidado e suas relações com controle metabólico e clínico das pessoas com diabetes Mellitus1. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 24, 697-705.
11. Kolchraiber, F.C.; de Souza Rocha, J.; César, D.J.; de Oliveira Monteiro, O.; Frederico, G.A. & Gamba, M.A. (2018). Nível de atividade física em pessoas com diabetes mellitus tipo 2. *Revista Cuidarte*, 9(2), 2105-2116. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3595/359557443002/359557443002.pdf>.
12. Kraemer, W.J.; Ratamess, N.A.; Flanagan, S.D.; Shurley, J.P.; Todd, J.S. & Todd, T.C. Understanding the science of resistance training: An evolutionary perspective. *Sports Méd*. 2017;47(12):2415-35.
13. Delevatti, R.S. et al. Acute and chronic glycemic effects of aerobic training in patients with type 2 diabetes. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. 2018;23:e0063
14. Cauza, E.; Hanusch-Enserer, U.; Strasser, B.; Ludvik, B.; Metz-Schimmerl, S.; Pacini, G. et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(8):1527-33.
15. Stefanov, T.; Vekova, A.; Bonova, I.; Tzvetkov, S.; Kurktschiev, D.; Blüher, M. et al. Effects of supervised vs non-supervised combined aerobic and resistance exercise programme on cardiometabolic risk factors. *Cent Eur J Public Health*. 2013;21(1):8–
16. Carpenter, R. & Gilleland, D. Impact of an exercise program on adherence and fitness indicators. *Appl Nurs Res*. 2016;30:184-6.
17. Romero-Arenas, S. et al. Efeitos do treinamento em circuito de alta resistência em uma população idosa. *Exp. Gerontol*, 2013.
18. KADOGLOU, N. et al. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp(a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. *Endocrine*, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 561-569, 11 Mar. 2012. Springer Science and Business Media LLC
19. Xu, F.; Cohen, S.A.; Lofgren, I.E.; Greene, G.W.; Delmonico, M.J. & Greaney, M.L. Relationship between Diet Quality, Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Older Adults: Findings from 2007-2014 National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health Aging*. 2018;22(9):1072-1079. DOI: 10.1007/s12603-018-1050-4.

20. McNaughton, S.A.; Crawford, D.; Ball, K. et al. Compreendendo os determinantes da nutrição, atividade física e qualidade de vida entre idosos: o estudo Wellbeing, Eating and Exercise for a Long Life (WELL). *Health Qual Life Outcomes*. 2012; 10:109. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-10-109>
21. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes - 2019. *Diabetes Care*, 2019; 42(Suplemento 1), S1-S193.
22. American Diabetes Association. Improving care and promoting health in populations: Standards of medical care in diabetes – 2020. *Diabetes Care*. 2020;43(1), S7-S13, 2020. doi: 10.2337/dc20-S001.
23. Bergman, M.; Abdul-Ghani, M.; Defronzo, R.A.; Manco, M.; Sesti, G.; Fiorentino, T.V.; Ceriello, A.; Rhee, M.; Phillips, L.S. et al. Review of methods to detect glycemic disorders. *Diabetes & Metabolism*. 2021;47(2), 101207. DOI: 10.1016/j.diabet.2021.101207.
24. Vale Moreira, N.C.; Montenegro, R.M.; Meyer, H.E.; Bhowmik, B.; Mdala, I.; Siddiquee, T. et al. Glycated hemoglobin in the diagnosis of diabetes mellitus in a semi-urban Brazilian population. *Int J Environ Res Public Health*, 2019; 26;16(19):3598.
25. Ruas, V.C.; Batista Filho, J.A.; Caires, L.F.P.R.C. & Costa Filho, J.R.M. O efeito do exercício físico no controle glicêmico em pacientes Diabéticos Mellitus tipo II: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*. 2023. 9(4):14450–14472. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n4-132>.
26. Defronzo, R.A.; Ferrannini, E. Groop, L.; Henry, R.R.; Herman, W.H.; Holst, J.J. & Nauck, M.A. Diabetes melito tipo 2. *Nature Reviews Primers*. 2015; 1:15019.
27. Paing, A.C.; Mcmillan, K.A.; Kirk, A.F. et al. As associações de tempo sedentário e pausas no tempo sedentário com controle glicêmico de 24 horas no diabetes tipo 2. *Anterior Med Rep*. 2018;12 :94–100. DOI: 10.1016/j.pmedr.2018.09.002.
28. Petersen, M.C. & Shulman, G.I. Mechanisms of insulin action and insulin resistance. *Physiological Reviews*. 2018;98(4): 2133-2223. DOI: 10.1152/physrev.00063.2017.
29. Martínez-Vizcaíno, V.; Cavero-Redondo, I.; Álvarez-Bueno, C. & Rodríguez-Artalejo, F. The accuracy of diagnostic methods for diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Barengo NC, organizador. PLoS One*. 2016; Apr 28;11(4):e0154411.
30. OMS. Organização Mundial da Saúde (2021). Doenças crônicas não transmissíveis. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 26 fev. 2023.
31. Khosla, S. et al. Update on the pathogenesis and treatment of skeletal fragility in type 2 diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*. 2021;17(11):685–697.
32. Sociedade Brasileira de Diabetes. Metas no tratamento do diabetes. 2023. <https://diretriz.diabetes.org.br/metas-no-tratamento-do-diabetes/>.
33. Ceriello, A.; Monnier, L. & Owens D. Glycemic variability in diabetes: clinical and therapeutic implications. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(3):221-230. DOI: 10.1016/S2213-8587(18)30136-0.
34. Bitew, Z.W.; Alemu, A.; Jember, D.A.; Tadesse, E.; Getaneh, F.B.; Seid, A. & Weldeyannes, M. Prevalence glycemic control and factors associated with poor glycemic control: a systematic review and meta-analysis. *Inquiry: The Journal of Health Care Organization, Provision and Financing*. 2023; 60. DOI: 10.1177/00469580231155716.
35. Najjar, S.M. & Perdomo, G. Hepatic insulin clearance: mechanism and physiology. *Physiology*. 2019;34(3): 198-215. DOI: 101152/physiol.00048.2018.

36. Norton, L.; Shannon, C.; Gastaldelli, A. & DeFronzo, R.A. Insulin: the main regulator of glucose metabolism. *Metabolism*. 2022; 128:155142. DOI: 10.1016/j.metabol.2022.155142.
37. Kesavadev, J.; Misra, A.; Saboo, B.; Aravind, S.R.; Hussain, A.; Czpryniak, L. & Raz, I. Glycemia should be considered as a new vital sign indicative of prognosis during hospitalization. *Diabetes Metab Syndr. Elsevier*. 2021;15(1):221-227. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.12.032.
38. García-Pinillos, F.; Laredo-Aguilera, J.A.; Muñoz-Jiménez, M. & Latorre-Román P.A. Efeitos do Programa de Treinamento Simultâneo de Força e Resistência de Alta Intensidade de 12 Semanas no Desempenho Físico em Idosos Saudáveis. *J. Força Cond. Res*. 2019;33: 1445–1452.
39. Cunha, R.M.; Araújo, S.F.M.; Camilo, V.F.; Sousa, G. S.; Santos, J.W.C. & Oliveira-Silva, I. Maximal and submaximal strength exercised did not alter blood pressure in healthy young after session. *International journal of development research*, v. 11, p. 52986-52989, 2021.
40. Mazini, L.M.; Ferreira, R.W. & César EP. Os benefícios do treinamento físico de força na autonomia funcional do indivíduo idoso. *Journal of Physical Education*. 2017; 75(134).
41. Lin, X.; Zhang, X.; Guo, J.; Roberts, C.K.; McKenzie, S.; Wu, W. et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(7):e002014
42. Guerra, R.C. Treinamento resistido como regulador dos níveis de glicose muscular em indivíduos obesos: uma revisão de literatura. -- Rio Claro, 2022.
43. Santos, Y.Q.; Costa, L.R.; Cunha, R.M. & Jaime, P.J.D.C. Análise comparativa da glicemia plasmática com treinamento de força circuitado e repouso em indivíduos jovens. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/19177828-Analise-comparativa-da-glicemia-plasmatica-com-treinamento-de-forca-circuitado-e-reposo-em-individuos-jovens.html>
44. Lee, J.; Kim, D. & Kim, C. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. *Diabetes Ther*. 2017;8(3):459-473. DOI: 10.1007/s13300-017-0258-3.
45. Lima, V.A.; Leite, N.; Decimo, J.P.; Titski, A.C.K.; Souza, W.C. & Mascarenhas, L.P.G. Comparação do efeito agudo do treinamento aeróbico contínuo e intermitente na glicemia de portadores de diabetes tipo 1. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*; 2015 Ago;5(2):102-107.
46. Braga, A.L.F. Efeito agudo do exercício aeróbico nos níveis glicêmicos no diabético tipo 1. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
47. Lima, V.A.; Mascarenhas, L.P.G.; Grzelczak, M.T. & Franca, S.N. A influência do treinamento resistido e aeróbio em forma de Circuit Training no controle glicêmico do diabetes tipo I: estudo de caso. *Revista Uniandrade*, v.13 N.3, 2015.
48. Lima, V.A. et al. Efeito agudo dos exercícios intermitentes sobre a glicemia de adolescentes com diabetes tipo 1. *Rev Bras Med Esporte*. 2017;23(1). <https://doi.org/10.1590/1517-869220172301158088>.
49. Mahaffey, K. Circuit training exercises – everything you need to know. 2022. <https://blog.nasm.org/circuit-training-everything-you-need-to-know>.
50. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução no 510, de 7 de abril de 2016. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa em ciências humanas e sociais. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016*.
51. Baechle, T.R.; Earle, R.W. *Essential of strength and conditioning*. Champaign, Illinois: Human Kinetics 2000.

52. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*, 4, p. 863, Nov 26 2013.
53. Lakens DJCP. Sample size justification. 8, n. 1, p. 33267, 2022.
54. Stamm, C.L.; Safrit, M.J. Comparison of significance tests for repeated measures ANOVA design. *Res Q*, 46, n. 4, p. 403-409, Dec 1975.
55. Statistics, L. Two-way mixed ANOVA using SPSS statistics - Statistical tutorials software guides. 2015. Disponível em: <https://statistics.laerd.com/>.
56. Serdar, C.C.; Cihan, M.; Yucel, D.; Serdar, M. A. Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochem Med (Zagreb)*, 31, n. 1, p. 010502, Feb 15 2021.
57. Zhang, Y.; Hedro, R.; Rivera, A.; Rull, R. et al. Post hoc power analysis: is it an informative and meaningful analysis? *Gen Psychiatr*, 32, n. 4, p. e100069, 2019.
58. Zhang, S.; Jiang, H.; Wang, L.; Jia, X.; Zhang, J.; Wang, H.; Zhang, B.; Wang, Z. & Ding, G. Longitudinal relationship between body fat percentage and risk of type 2 diabetes in Chinese adults: Evidence from the China Health and Nutrition Survey. *Front Public Health*. 2022 Nov 29;10:1032130. DOI: 10.3389/fpubh.2022.1032130.
59. Coelho, L.H.; Amorim, P.R. dos S.; Marins, J.C.B.; Teixeira, R.B.; Martins, Y. de L.X.; Bernardina, G.R.D. & Lima, L.M. Resposta glicêmica durante e após treinamento físico aeróbico e resistido em diabéticos tipo 2: estudo experimental. *Revista de Terapia Manual, Posturologia e Reabilitação*, 1-6. 2018. <https://doi.org/10.17784/mtprehabjournal.2018.16.604>
60. Kahn, B.B.; Alquier, T.; Carling, D. et al.: Proteína quinase ativada por AMP: antigo medidor de energia fornece pistas para a compreensão moderna do metabolismo. *Cell Metab*, 2005, 1 : 15-25.
61. Gang, H.J. Mecanismo de fisiologia clínica do exercício do diabetes. *Coreano J Health Promot Dis Prev*, 2006, 6: S374-S378.
62. Bassi, D.; Dibai-Filho, A.V.; Durans, L.H.; Mendes, R.G.; Caruso, F.C.R.; Arakelian, V.M. & Borghi-Silva A. Glycemic behavior in patients with type 2 diabetes during a short period of a combined training program. *Motriz, Rio Claro*, v.24, Issue 3, 2018, e0086-18 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1980-657420180003e0086-18>
63. Umpierre, D.; Ribeiro, P.A.; Kramer, C.K. et al.. Physical activity advice alone or structured physical training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011 May 4; 305:1790-9. DOI: 10.1001/jama.2011.576.
64. van Dijk, J.W.; van Loon, L.J. Exercise strategies to optimize glycemic control in type 2 diabetes: a continuing glucose monitoring perspective. *Diabetes Spectr*. 2015 Jan;28(1):24-31. DOI: 10.2337/diaspect.28.1.24.
65. van Dijk, J.W.; Manders, R.J.; Canfora, E.E. et al. Exercise and 24-hour glycemic control: equal effects for all patients with type 2 diabetes? *Exercise Med Sci Sports* 2013; 45:628-635
66. Ivandic, M.; Berkovic, M.C.; Ormanac K, S.D.; Kolaric, C.O.; Kuna, L.; Mihaljevic, V.; Varzic, S.C.; Smolic, M. & Bilic-Curcic I. Management of Glycemia during Acute Aerobic and Resistance Training in Patients with Diabetes Type 1: A Croatian Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Mar 11;20(6):4966. DOI: 10.3390/ijerph20064966.
67. Fan, T.; Lin Man-Hsu & Kim, K. Intensity Differences of Resistance Training for Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2023 Feb 11(3):440. DOI: 10.3390/healthcare11030440

68. Lindström, J.; Louheranta, A.; Mannelin, M.; Rastas, M.; Salminen, V.; Eriksson, J.; Uusitupa, M. & Tuomilehto, J. The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care*. 2003 Dec;26(12):3230-6. DOI: 10.2337/diacare.26.12.3230.
69. Bellini, A.; Nicolò, A.; Bulzoni, R.; Bazzucchi, I. & Sacchetti, M. The Effect of Different Postprandial Exercise Types on Glucose Response to Breakfast in Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 2021 Apr 24;13(5):1440. DOI: 10.3390/nu13051440.
70. Aguiar, S.S.; Sousa, C.V.; Simões, H.G.; Neves, R.V.P.; Costa, F.; Souza, M.K. de; Moraes, M.R. de; Prestes, J.; Sales, M.M.; Haro, A.S.; Willardson, J.M. & Rosa, T. dos S. Acute metabolic responses following different resistance exercise protocols. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018 Aug;43(8):838-843. DOI: 10.1139/apnm-2017-0771.
71. Diesel, M.; Heberle, I.; Juchem, G.; Barcelos, G.T. de.; Coneglian, J.C.; Gerage, A.M. & Delevatti, R.S. Blood Pressure and Blood Glucose Responses to Combined Exercise Sessions of Different Intensities in Individuals with Cardiovascular Risk Factors. *Clin Exp Hypertens*. 2022 Jul 4;44(5):436-441. DOI: 10.1080/10641963.2022.2065289.
72. Marcos-Pardo, P.J.; Orquin-Castrillón, F.J.; Gea-García, G.M.; Menayo-Antúnez, R.; González-Gálvez, N.; Vale, R.G. de S. & Martínez-Rodríguez, A. Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*. 2019 May 24;9(1):7830. DOI: 10.1038/s41598-019-44329-6.

## APÊNDICE H – APRESENTAÇÃO EM CONGRESSO INTERNACIONAL – V CIPEEX



The certificate is a rectangular document with a blue and white color scheme. At the top left, the UniEVANGÉLICA logo is displayed in blue, with the text 'UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS' below it. To the right, the word 'CERTIFICADO' is written in large, bold, white letters on a blue background. The main body of the certificate is white and contains the following text: 'Certificamos que **Welyngton Fernando Alves** apresentou o trabalho: “**Comportamento glicêmico agudo de jovens saudáveis após sessão de treino circuitado: estudo de protocolo**”, durante o V Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão – CIPEEX e III Fórum de Pós-Graduação Stricto Sensu, da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, no dia 19 de outubro de 2023.' Below this, it states 'Co-autor(es): Raphael Martins da Cunha'. The date 'Anápolis, 23 de outubro de 2023.' is written on the right side. At the bottom, there are three signatures and their corresponding titles: Carlos Hassel Mendes da Silva (Reitor da UniEVANGÉLICA), Prof. Dr. Sandro Dutra e Silva (Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa Extensão e Ação Comunitária), and Prof.ª Dr.ª Cláudia Santos Oliveira (Coordenadora de Pesquisa e Inovação). The registration number 'Reg.: 032/2023' is located at the bottom right.

**UniEVANGÉLICA**  
UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS

**CERTIFICADO**

Certificamos que **Welyngton Fernando Alves** apresentou o trabalho:  
“**Comportamento glicêmico agudo de jovens saudáveis após  
sessão de treino circuitado: estudo de protocolo**”, durante o V  
Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão – CIPEEX e III Fórum  
de Pós-Graduação Stricto Sensu, da Universidade Evangélica de Goiás –  
UniEVANGÉLICA, no dia 19 de outubro de 2023.

**Co-autor(es):** Raphael Martins da Cunha

Anápolis, 23 de outubro de 2023.

  
Carlos Hassel Mendes da Silva  
Reitor da UniEVANGÉLICA

  
Prof. Dr. Sandro Dutra e Silva  
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa  
Extensão e Ação Comunitária

  
Prof.ª Dr.ª Cláudia Santos Oliveira  
Coordenadora de Pesquisa e Inovação

Reg.: 032/2023

## APÊNDICE I – PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO INTERNACIONAL – BANCA DE AVALIAÇÃO – V CIPEEX

Modalidade	Apresentador(a)	Título do Trabalho
Outros / Externos	Naiara Nádya Moreira da Silva	Efeitos do treinamento físico sobre a resposta muscular de idosos sedentários
PBITI	Ana Luiza Caetana Pereira da Silva	Bancada didática de geração de energia elétrica eólica, construção e aplicação
PVIC	Beatriz Rocha Rizzo	Avaliação do perfil antropométrico de bombeiros militares do município de Anápolis - Goiás
PVIC	Davi Carneiro de Oliveira	Investigação dos fatores de evasão no ensino superior do Brasil e contextos históricos
PBIC	Giovanna Azevedo Rodrigues	Uso de agrotóxicos na produção agrícola e adoecimento: casos de neoplasias, distúrbios neurológicos, distúrbio reprodutivo na população residente nos municípios das regiões de saúde Sudoeste I e Sudoeste II, Goiás (2010 – 2020).
PBITI	Lucas Silva Sobreira	Aplicações didáticas para bancada de transmissão de energia sem fio
PVIC	Renan Rodrigues de Oliveira Cunha	Identificação se os sinais e sintomas neurológicos apresentados pelos trabalhadores da instituição parceira da doença persistiram após a fase aguda da doença nos primeiros 30 dias

UniEVANGÉLICA	CERTIFICADO
UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS	
<p>Certificamos que <b>Welyngton Fernando Alves</b> participou como membro <b>Banca de Avaliação de Paineis Digitais</b>, referente aos trabalhos apresentados durante o V Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão – CIPEEX, da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA, no dia 19 de outubro de 2023.</p>	
<p>Anápolis, 23 de outubro de 2023.</p>	
 Carlos Hassel Mendes da Silva Reitor da UniEVANGÉLICA	 Prof. Dr. Sandro Dujra e Silva Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa Extensão e Ação Comunitária
	 Prof. Dr. Cláudia Santos Oliveira Coordenadora de Pesquisa e Inovação
<p>Reg.: 033/2023</p>	