

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO OESTE – UNICENTRO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM**  
**DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO - PPGDC**

**GABRIEL RIBEIRO CORDEIRO**

**INTER-RELAÇÕES ENTRE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA, COMPOSIÇÃO**  
**CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E CONTROLE GLICÊMICO DE ADOLESCENTES**  
**COM DIABETES MELLITUS TIPO 1**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**IRATI – PR**

**2021**

GABRIEL RIBEIRO CORDEIRO

**INTER-RELAÇÕES ENTRE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E CONTROLE GLICÊMICO DE ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário, da Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Linha de Pesquisa: Processos do desenvolvimento humano nos contextos comunitários.

Orientador: Prof. Dr. Luis Paulo Gomes Mascarenhas

**IRATI – PR**

**2021**

Catálogo na Publicação  
Rede de Bibliotecas da Unicentro

C794i Cordeiro, Gabriel Ribeiro  
Inter-relações entre aptidão cardiorrespiratória composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico de adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 / Gabriel Ribeiro Cordeiro. -- Irati, 2021.  
xvi, 101 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Comunitário. Área de concentração: Desenvolvimento Comunitário, 2021.

Orientador: Luis Paulo Gomes Mascarenhas  
Banca examinadora: Luis Paulo Gomes Mascarenhas, Emerson Carraro, Neiva Leite  
Bibliografia

1. Aptidão Cardiorrespiratória. 2. Composição Corporal. 3. Perfil Lipídico. 4. Monitoramento Contínuo da Glicose. 5. Diabetes Mellitus Tipo 1. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Comunitário.

CDD 616.462



## **Universidade Estadual do Centro-Oeste**

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR**  
**EM DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO**

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

**GABRIEL RIBEIRO CORDEIRO**

“INTER-RELAÇÕES ENTRE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E CONTROLE GLICÊMICO  
DE ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1”

Dissertação aprovada em 17 de março de 2021, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário, área de concentração Desenvolvimento Comunitário, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte banca examinadora:

Dr. Luis Paulo Gomes Mascarenhas (UNICENTRO) – Orientador

Dr. Emerson Carraro (UNICENTRO) – Examinador Interno

Dr.<sup>a</sup> Neiva Leite (UFPR) – Examinadora Externa

Irati, 17 de março de 2021

Home Page: <http://www.unicentro.br>

**Campus Santa Cruz:** Rua Salvatore Renna – Padre Salvador, 875 – Cx. Postal 3010 – Fone: (42) 3621-1000 – FAX: (42) 3621-1090 – CEP 85.015-430 – GUARAPUAVA – PR

**Campus CEDETEG:** Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Fone/FAX: (42) 3629-8100 – CEP 85.040-080 – GUARAPUAVA – PR

**Campus de Irati:** PR 153 – Km 07 – Riozinho – Cx. Postal, 21 – Fone: (42) 3421-3000 – FAX: (42) 3421-3067 – CEP 84.500-000 – IRATI – PR

Dedico esse trabalho a minha mãe, minha primeira professora, que me ensinou a ler e escrever, sempre me incentivou, deu condições e oportunidades para estudar, sem ela nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, pelo apoio, incentivo, força e por estarem sempre junto comigo nos momentos difíceis e felizes. Tudo que sou, devo a minha criação e educação recebida em casa;

A minha namorada, Maria Eduarda, que nos últimos quatro anos esteve presente na minha vida, sempre me apoiou, me deu forças e se tornou fundamental para mim;

Ao meu orientador, Professor Mascarenhas, que desde a graduação me deu a oportunidade de conhecer o mundo científico, sempre acreditou no meu potencial e me ensinou que com muito esforço e dedicação eu posso chegar longe;

Ao professor e amigo André de Camargo Smolarek, com quem pude estudar nos últimos anos e aprender muito sobre o mundo científico;

Aos professores Ângelo Juliano Carneiro Luz, Paulo Roberto Machinski e Silvano da Silva Coutinho, por todo incentivo e amizade nos tempos de graduação.

A todos que fizeram parte dessa etapa acadêmica, professores e colegas do mestrado, membros da banca, colegas do grupo de estudo e aos profissionais da Unidade de Endocrinologia Pediátrica do Hospital de Clínicas de Curitiba;

Aos adolescentes participantes do estudo, que se disponibilizaram para as coletas de dados e foram essenciais para que esta pesquisa acontecesse;

Aos meus primos, Dennys e Diego, que convivem desde a infância e adolescência com DM1;

As políticas públicas de incentivo a educação, pois tive toda minha formação acadêmica e científica na UNICENTRO, uma instituição pública, gratuita e de qualidade; e

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudos concedida.

“I must not fear. Fear is the mind-killer. Fear is the little-death that brings total obliteration. I will face my fear. I will permit it to pass over me and through me. And when it has gone past. I will turn the inner eye to see its path. Where the fear has gone there will be nothing. Only I will remain.”

(Dune, Frank Herbert, 1965)

## RESUMO

CORDEIRO, G. R. **Inter-relações entre a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico de adolescentes com Diabetes Mellitus Tipo 1.** 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Comunitário) – Programa de Pós Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2021.

**Introdução:** O Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) é doença crônica caracterizada pela não produção ou produção insuficiente de insulina. O período de maior concentração e aparecimento é a adolescência. Manter bons níveis de aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e perfil lipídico, tem grande importância para o tratamento da doença. Entretanto, adolescentes apresentam maior dificuldade em aderir ao tratamento do DM1, refletindo em um controle glicêmico inadequado. **Objetivo:** Verificar as relações entre aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e o controle glicêmico de adolescentes com DM1 e verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre a hemoglobina glicada e a variabilidade glicêmica com os componentes do perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1. **Metodologia:** O estudo descritivo transversal inclui 34 adolescentes com DM1 ( $13,0 \pm 1,9$  anos, tempo de diagnóstico =  $5,9 \pm 3,6$  anos), em duas etapas: 1ª - avaliação do perfil lipídico e hemoglobina glicada (HbA1c), avaliação antropométrica e maturacional; 2ª - avaliação da composição corporal (DEXA), teste de aptidão cardiorrespiratória ( $VO_{2max}$ ) e implantação do sensor de monitoramento contínuo da glicose (CGM). Para verificar a relação entre as variáveis do estudo, foi utilizado teste de correlação de *Pearson*, para verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre controle glicêmico e perfil lipídico a análise de moderação foi realizada por diferentes modelos de regressão linear. Em todas as análises foi considerado o erro alfa de 5%. **Resultados:** Artigo 1. Os meninos apresentam melhor  $VO_{2max}$  em comparação as meninas ( $p=0,01$ ), as meninas apresentaram valores elevados no percentual de gordura total ( $32,8 \pm 8,1$ ). A maioria dos participantes demonstraram valores adequados de colesterol total (61,8%), HDL-C (73,5%), LDL-C (70,6%) e triglicerídeos (82,4%). O controle glicêmico foi considerado inadequado, com valores de HbA1c acima das recomendações ( $HbA1c=9,7 \pm 1,5$ ), elevada variabilidade glicêmica ( $CV>36\%$ ) e



tempo no alvo abaixo de 70%. Foi encontrada relação inversa do  $VO_{2max}$  com o percentual de gordura ( $p=0,0001$ ), IMC-z ( $p=0,008$ ), colesterol total ( $p=0,050$ ) e LDL-C ( $p=0,007$ ). Houve também relação direta da gordura total com o IMC-z ( $p=0,001$ ) e LDL-C ( $p=0,033$ ). O colesterol total teve relação inversa com o Tempo no Alvo ( $p=0,046$ ). Além disso, também foi encontrada relação inversa do coeficiente de variação da glicemia com o colesterol total ( $p<0,001$ ), HDL-C ( $p=0,004$ ) e LDL-C ( $p=0,004$ ). Artigo 2. A análise de moderação demonstrou interação significativa entre  $VO_{2max}$  versus HbA1c com o colesterol total ( $p=0,029$ ) e triglicerídeos ( $p=0,047$ ) apenas em quem tem baixo e médio  $VO_{2max}$ , porém essa associação deixou de existir em quem apresenta  $VO_{2max}$  elevado. A interação entre  $VO_{2max}$  versus coeficiente de variação da glicemia com o colesterol total foi significativa ( $p=0,039$ ) e também deixou de existir em valores mais elevados de  $VO_{2max}$ . **Conclusão:** A aptidão cardiorrespiratória está inversamente relacionada com a composição corporal e o perfil lipídico de adolescentes com DM1. Níveis mais altos de  $VO_{2max}$  atenuam a influência da HbA1c e variabilidade glicêmica na relação com o perfil lipídico.

**Palavras-chave:** Aptidão Cardiorrespiratória; Composição Corporal; Perfil Lipídico; Monitoramento Contínuo da Glicose; Diabetes Mellitus Tipo 1.

## ABSTRACT

CORDEIRO, G. R. **Interrelationships among cardiorespiratory fitness, body composition, lipid profile, and glycemic control of adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus**. 2021. Dissertation (Master in Community Development) - Interdisciplinary Post-Graduate Program in Community Development, Midwestern Paraná State University, Irati, 2021.

**Introduction:** Type 1 Diabetes Mellitus (T1DM) is a chronic disease characterized by the non-production or insufficient production of insulin. The period of highest concentration and onset is adolescence. Maintaining good levels of cardiorespiratory fitness, body composition, and lipid profile is of great importance for the treatment of the disease. However, adolescents have greater difficulty in adhering to the treatment of DM1, reflecting in inadequate glycemic control. **Objective:** To verify the relationship between cardiorespiratory fitness, body composition, lipid profile and glycemic control of adolescents with T1DM and to verify the moderating role of cardiorespiratory fitness in the relationship between glycated hemoglobin and glycemic variability with the components of the lipid profile in children and adolescents with T1DM. **Methodology:** The cross-sectional descriptive study includes 34 adolescents with T1DM ( $13.0 \pm 1.9$  years, time of diagnosis =  $5.9 \pm 3.6$  years), in two stages: 1st - evaluation of lipid profile and glycated hemoglobin (HbA1c), anthropometric and maturational evaluation; 2nd - evaluation of body composition (DXA), cardiorespiratory fitness test ( $VO_{2max}$ ) and implantation of the continuous glucose monitoring (CGM) sensor. To verify the relationship between the study variables, Pearson correlation test was used, to verify the moderating role of cardiorespiratory fitness in the relationship between glycemic control and lipid profile the moderation analysis was performed by different linear regression models. In all analyses the alpha error of 5% was considered. **Results:** Article 1. The boys presented better  $VO_{2max}$  in comparison to the girls ( $p=0.01$ ), the girls presented high values in the percentage of total fat ( $32.8 \pm 8.1$ ). Most participants showed adequate values of total cholesterol (61.8%), HDL-C (73.5%), LDL-C (70.6%) and triglycerides (82.4%). The glycemic control was considered inadequate, with HbA1c values above recommendations ( $HbA1c=9.7 \pm 1.5$ ), high glycemic variability ( $CV > 36\%$ ) and time in range (TIR) below 70%. It was found inverse relationship of  $VO_{2max}$  with fat

percentage ( $p=0.0001$ ), BMI-z ( $p=0.008$ ), total cholesterol ( $p=0.050$ ) and LDL-C ( $p=0.007$ ). There was also a direct relationship of total fat with BMI-z ( $p=0.001$ ) and LDL-C ( $p=0.033$ ). Total cholesterol had inverse relationship with TIR ( $p=0.046$ ). In addition, inverse relationship of blood glucose coefficient of variation with total cholesterol ( $p<0.001$ ), HDL-C ( $p=0.004$ ) and LDL-C ( $p=0.004$ ) was also found. Article 2. Moderation analysis demonstrated significant interaction between  $VO_{2max}$  *versus* HbA1c with total cholesterol ( $p=0.029$ ) and triglycerides ( $p=0.047$ ) only in those with low and medium  $VO_{2max}$ , but this association ceased to exist in those with high  $VO_{2max}$ . The interaction between  $VO_{2max}$  *versus* coefficient of variation of glycemia with total cholesterol was significant ( $p=0.039$ ) and also ceased to exist in higher  $VO_{2max}$  values. **Conclusion:** Cardiorespiratory fitness is inversely related to body composition and lipid profile of adolescents with T1DM. Higher levels of  $VO_{2max}$  attenuate the influence of HbA1c and glycemic variability on the relationship with the lipid profile.

**Keywords:** Cardiorespiratory Fitness; Lipid Profile; Continuous Glucose Monitoring; Type 1 Diabetes Mellitus.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** – Relação entre a pesquisa e o desenvolvimento comunitário.

**Figura 2.** Fluxograma de seleção dos participantes.

### ARTIGO 2:

**Figura 1.** Moderação do  $VO_{2max}$  na relação entre a hemoglobina glicada com o colesterol total (A) e triglicerídeos (B) em crianças e adolescentes com DM1.

**Figura 2.** Moderação do  $VO_{2max}$  na relação entre o CV com o colesterol total em crianças e adolescentes com DM1.

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1.** Estágios do diagnóstico de DM1 e suas características.

**Quadro 2.** Controle glicêmico recomendado por idade.

**Quadro 3.** Meta glicêmicas para DM1 em diferentes momentos do dia.

**Quadro 4.** Relação entre HbA1c e o valor estimado da glicemia.

**Quadro 5.** Métricas para avaliação da variabilidade glicêmica.

**Quadro 6.** Recomendações de exercício físico para crianças, adolescentes e adultos com diabetes.

**Quadro 7.** Intensidade do exercício físico estimada pelo  $VO_{2máx}$ .

**Quadro 8.** Sugestão de redução de insulina para refeições que antecedem os exercícios em até 90 minutos, estimada pelo  $VO_{2máx}$ .

**Quadro 9.** Valores de referência para o perfil lipídico de crianças e adolescentes.

**Quadro 10.** Gestão da dislipidemia em pacientes com diabetes.

**Quadro 11.** Etapas da coleta de dados.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1:

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes do estudo.

**Tabela 2.** Classificação da aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico, HbA1c e coeficiente de variação da glicemia.

**Tabela 3.** Correlações entre a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico.

### ARTIGO 2:

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes.

**Tabela 2.** Papel moderador do  $VO_{2max}$  na relação entre a HbA1c com o perfil lipídico e glicêmico em crianças e adolescentes com DM1.

**Tabela 3.** Papel moderador do  $VO_{2max}$  na relação entre o coeficiente de variação da glicemia com o perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM	American College of Sports Medicine
ADA	<i>American Diabetes Association</i>
CA	Circunferência Abdominal
CGM	<i>Continuous Glucose Monitoring</i>
cm	centímetro
CT	Colesterol total
CV	Coeficiente de variação da glicemia
DCCT	<i>Diabetes Control and Complications Trial</i>
DCNT	Doenças Crônicas não Transmissíveis
DEXA	<i>Dual Energy X-ray Absorptiometry</i>
dl	decilitro
DM1	Diabetes Mellitus Tipo 1
DM2	Diabetes Mellitus Tipo 2
DMO	Densidade mineral óssea
DP	Desvio padrão da glicemia
GBD	<i>Global Burden of Disease Study</i>
GJ	Glicemia em Jejum
GT	Percentual de gordura total
HDL-C	<i>High Density Lipoprotein</i>
HbA1c	Hemoglobina glicada
IDF	<i>International Diabetes Federation</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
IMC-z	escore z do Índice de Massa Corporal

ISPAD	<i>International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes</i>
kg	quilograma
LDL-C	<i>Low Density Lipoprotein</i>
mg	miligrama
min	Minuto
ml	mililitros
MMT	Massa magra total
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 20/30
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SBD	Sociedade Brasileira de Diabetes
SEARCH	<i>The SEARCH for Diabetes in Youth</i>
SM	Síndrome Metabólica
TA	Tempo no alvo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TG	Triglicerídeos
TOTG	Teste oral de tolerância a glicose
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio
VO <sub>2peak</sub>	Pico do consumo de oxigênio
UEP	Unidade de Endocrinologia Pediátrica
UFPR	Universidade Federal do Paraná
WHO	<i>World Health Organization</i>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	17
1.2 OBJETIVOS .....	19
1.1 <i>Objetivo Geral</i> .....	19
1.1 <i>Objetivos Específicos</i> .....	19
1.3 HIPÓTESES.....	19
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
2.1 DIABETES MELLITUS TIPO 1 (DM1).....	20
2.2 CONTROLE GLICÊMICO NO DM1.....	23
2.2.1 <i>Hemoglobina Glicada (HbA1c)</i> .....	25
2.2.2 <i>Monitoramento Contínuo da Glicose (CGM)</i> .....	26
2.3 EXERCÍCIO FÍSICO E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA NO DM1 .....	27
2.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL NO DM1 .....	31
2.5 PERFIL LIPÍDICO NO DM1 .....	33
2.6 DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO E DM1 .....	36
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
3.1 DELINEAMENTO E LOCAL DO ESTUDO .....	41
3.2 POPULAÇÃO DO ESTUDO .....	41
3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	41
3.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO .....	42
3.5 AMOSTRA .....	42
3.6 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO .....	43
3.6.1 <i>Avaliação do Perfil Lipídico e HbA1c (1ª etapa)</i> .....	43
3.6.2 <i>Avaliação Antropométrica e Maturacional (1ª etapa)</i> .....	43
3.6.3 <i>Avaliação da Composição Corporal (2ª etapa)</i> .....	44
3.6.4 <i>Teste de Aptidão Cardiorrespiratória - VO<sub>2</sub>máx (2ª etapa)</i> .....	44
3.6.5 <i>Implantação do CGM (2ª etapa)</i> .....	45
3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	46
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>

4.1 ARTIGO 1 .....	47
4.2 ARTIGO 2 .....	65
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>101</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

O Diabetes *Mellitus* Tipo 1 (DM1) é doença endócrino-metabólica crônica, caracterizada pela não produção de insulina ou produção insuficiente pelo pâncreas, que acarreta em estado de hiperglicemia (SBD, 2020), sendo o tipo mais agressivo, concentra 5 e 10% do total de pessoas com diabetes no mundo (ADA, 2013; IDF, 2019). O diagnóstico do DM1 gera grandes alterações na vida dos indivíduos, requer tratamento e cuidados intensos, pois as comorbidades associadas podem levar a diversas complicações e provocar aumento de morbidade e mortalidade (SBD, 2020).

Em especial, o período de maior concentração e aparecimento do DM1 é a adolescência (ADA, 2019). Nessa fase ocorrem inúmeras mudanças hormonais, psicológicas e físicas, que podem dificultar o controle da doença, causar influência negativa na qualidade de vida e desenvolver até sintomas depressivos (ANDERSON et al., 2009; JASER, et al., 2017). De acordo com Lotstein et al. (2013), há probabilidade 2,5 vezes maior de controle glicêmico deficiente, na transição da juventude para vida adulta, sugerindo que esse período requer elevado nível de apoio para garantir o sucesso terapêutico.

Além dos fatores etários e maturacionais, outras dificuldades podem influenciar no tratamento do DM1, como a alta variabilidade glicêmica, níveis elevados de hemoglobina glicada, não adesão ao estilo de vida necessário para o controle da doença, com dificuldades na gestão do planejamento alimentar e na prática regular de atividade física (SBD, 2020). Nesse contexto, complicações micro e macrovasculares podem prejudicar não apenas o tratamento, mas também podem desenvolver comorbidades prejudiciais à saúde e qualidade de vida (ADA, 2019).

Atualmente, hábitos não saudáveis são comuns entre crianças e adolescentes, os níveis de obesidade e sedentarismo aumentaram de forma preocupante nas últimas décadas, inversamente, os níveis de atividade física diminuíram em todas as faixas etárias (LOBSTEIN et al., 2015; GUTHOLD et al., 2018; SWINBURN et al., 2019; GUTHOLD et al., 2020). No Brasil não é diferente, pesquisas também sugerem alto índice de obesidade infantil e prática insuficiente de

atividade física entre crianças e adolescentes (BRASIL, 2014; VIGITEL BRASIL, 2019).

Portanto, os hábitos atuais na infância e adolescência estão extremamente favoráveis para o sedentarismo, obesidade e atividade física insuficiente. Desta forma, é muito provável que as crianças e adolescentes com DM1 também façam parte dessa população com estilo de vida inadequado. O estudo clássico *SEARCH*, sobre diabetes na juventude, apresenta resultados dentro dessa premissa, foi observada grande proporção de excesso de peso e obesidade em jovens com DM1 (35-50%), esse resultado foi atribuindo ao baixo nível de atividade física e baixo consumo de alimentos saudáveis (HAMMAN et al., 2014).

Por meio de uma revisão sistemática, Calella et al. (2020) afirmam que há uma crescente prevalência de excesso de peso e obesidade em jovens com DM1, provavelmente em decorrência do tratamento intensivo com insulina e do estilo de vida pouco saudável. Somado a esse contexto, outros estudos relatam que o acúmulo de adiposidade em pacientes com DM1 influencia negativamente em alterações no perfil lipídico, principalmente quando há controle glicêmico inadequado, sendo um agravante para desenvolvimento da dislipidemia (HOLL et al., 1998; TELES; FORNÉS, 2012; SHAH et al., 2017).

A aptidão cardiorrespiratória é importante parâmetro para o adolescente com DM1, Austin et al. (1993) demonstram que o  $VO_{2máx}$  tem correlação inversa como a HbA1c, perfil lipídico e com os demais fatores de risco cardiovascular. De acordo com Lukács et al. (2012), idade, sexo feminino, menor nível de atividade física e HbA1c mais alto foram preditores independentes significativos de menor aptidão cardiorrespiratória em pacientes com DM1, no entanto, a melhora do  $VO_{2máx}$  provou ser um preditor de HbA1c favorável. Estudo em crianças e adolescentes demonstrou o papel moderador da aptidão física sobre a adiposidade e perfil inflamatório (BRAND et al., 2019). Porém, há lacuna científica sobre esta análise em DM1. Destaca-se que o excesso de peso e o comportamento sedentário, que também atingem crianças e adolescentes com DM1, podem apresentar impacto, fatores que ainda não foram analisados quanto à mediação no controle terapêutico da doença.

Diante dos elementos expostos, surge a necessidade de investigar, analisar e compreender a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídicos e o

controle terapêutico de adolescentes com DM1, com objetivo de encontrar novas possibilidades para potencializar a terapêutica e o desenvolvimento pessoal desses adolescentes.

## **1.2 OBJETIVOS**

### *1.2.1 Objetivo Geral*

Caracterizar e analisar a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e o controle glicêmico de adolescentes com DM1.

### *1.2.2 Objetivos Específicos*

- Artigo 1: Verificar as relações entre aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e o controle glicêmico de adolescentes com DM1.
- Artigo 2: Verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre a hemoglobina glicada e a variabilidade glicêmica com os componentes do perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1.

## **1.3 HIPÓTESES**

H<sub>1</sub>: A aptidão cardiorrespiratória, composição corporal e perfil lipídico adequados influenciam positivamente em melhor controle glicêmico.

H<sub>2</sub>: A baixa aptidão física, composição corporal e perfil lipídico inadequados influenciam o controle glicêmico.

H<sub>3</sub>: Melhores níveis de aptidão cardiorrespiratória estão associados a melhores níveis lipídicos, melhor composição corporal e melhor controle da glicemia.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DIABETES MELLITUS TIPO 1 – DM1

A Associação Americana de Diabetes (ADA) caracteriza DM1 como uma doença crônica desenvolvida pela destruição autoimune das células beta pancreáticas, causando deficiência parcial ou completa da produção de insulina, esse processo de destruição ainda não é totalmente compreendido, no entanto, a explicação provável é que seja pela combinação de fatores genéticos e um gatilho ambiental que iniciam o processo autoimune (ADA, 2019; IDF, 2019).

Existem duas subdivisões de DM1, o Tipo 1A caracterizado pela deficiência de insulina por destruição autoimune das células beta, e o Tipo 1B caracterizado por deficiência idiopática. A forma mais frequente é Tipo 1A, confirmada por exame laboratorial de um ou mais anticorpos (ADA, 2019).

O DM1 concentra entre 5 e 10% de todas as pessoas com diabetes no mundo (FOSTER; BECK; MILLER, 2019). Pode ser desenvolvido em qualquer faixa etária, porém é mais comum na infância ou no início da vida adulta, com exponencial aumento na população abaixo de 5 anos de idade (KARVONEN et al., 2000). Os principais sintomas são: sede excessiva, visão embaçada, urinar com frequência, falta de energia e fadiga, fome constante e repentina perda de peso (IDF, 2019).

A caracterização da fisiopatologia do indivíduo com DM1 é mais desenvolvida do que no DM2, as concentrações de glicose e hemoglobina glicada (HbA1c) aumentam antes do início clínico da doença, tornando o diagnóstico viável antes do quadro de cetoacidose. De acordo com a ADA, existem três estágios do desenvolvimento patológico do DM1, como mostra no quadro 1.

**Quadro 1.** Estágios do diagnóstico de DM1 e suas características.

	<b>Estágio 1</b>	<b>Estágio 2</b>	<b>Estágio 3</b>
<b>Característica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Autoimunidade</li> <li>•Normoglicemia</li> <li>•Pré-sintomático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Autoimunidade</li> <li>•Disglicemia</li> <li>•Pré-sintomático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Hiperglicemia recém-estabelecida</li> <li>•Sintomático</li> </ul>
<b>Critério de diagnóstico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Múltiplos autoanticorpos</li> <li>•TOTG e HbA1c normais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Múltiplos autoanticorpos</li> <li>•GJ: 100–125</li> <li>•Glicemia 2 horas após o TOTG: 140–199</li> <li>•HbA1c: 5.7–6.4% ou <math>\geq 10\%</math> de aumento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•GJ: <math>\geq 126</math></li> <li>•Glicemia 2 horas após TOTG: <math>\geq 200</math></li> <li>•HbA1c: <math>\geq 6,5\%</math></li> <li>•Diagnóstico de DM1</li> </ul>
GJ: Glicemia em Jejum (mg/dl); TOTG: Teste oral de tolerância a Glicose (mg/dl).			

**Fonte:** Adaptado da Associação Americana de Diabetes (2019).

Atualmente, a incidência de DM1 aumenta em inúmeros países, principalmente na faixa etária abaixo de 15 anos, isso indica a estimativa de crescimento de 3% a cada ano (SBD, 2020). Mundialmente, cerca de 1.110.100 crianças e adolescentes abaixo de 20 anos vivem com DM1, o Brasil é terceiro país com maior incidência (7.3 casos a cada 1000 pessoas) e prevalência (54.5 casos a cada 1000 pessoas) de DM1 no mundo, ficando atrás apenas de Índia e Estados Unidos da América (IDF, 2019).

A terapêutica do DM1 segue a tríade composta por insulinoterapia, planejamento alimentar e prática regular de atividade física. Nos últimos anos, fatores psicológicos e sociais foram incluídos nesse processo, numa tentativa de otimizar o tratamento por meio de estratégia interdisciplinar. Nesse contexto, de acordo com Calliari e Noronha (2016) a educação e orientação sobre DM1 deve ser realizada tanto para o paciente quanto para sua família, incluindo a tríade supracitada.

A insulinoterapia é essencial devido ao processo etiológico do DM1, a falta de insulina gera quadro de hiperglicemia frequente, pois esse hormônio é responsável por controlar as concentrações de glicose no sangue. O objetivo das aplicações diárias de insulina é atingir o perfil fisiológico mais próximo do padrão normal de

funcionamento do pâncreas e da secreção de insulina (ADA, 2015). O tratamento intensivo com insulina exógena deve ser iniciado desde a confirmação clínica do DM1, e deve ser aliado com a terapia nutricional e prática de atividade física. De maneira simplificada, a reposição de insulina por três tipos diferentes de insulina: insulina basal, insulina durante as refeições (*bolus*) e insulina de correção (*bolus* de correção), essa última com objetivo de corrigir situações de hiperglicemia (SBD, 2020).

O tratamento intensivo com insulina está associado a maiores riscos de hipoglicemias graves (SBD, 2020). Hipoglicemia é caracterizada quando a glicemia plasmática está abaixo de 70 mg/dl, trata-se da complicação aguda mais frequente em pacientes com DM1, por isso, é considerada o principal fator limitante para alcançar um bom controle glicêmico. Os sintomas podem ser leves ou graves, como: tremores, palpitações, fome, mudanças no comportamento, confusão mental, convulsões e coma (ADA, 2005).

O cuidado nutricional faz parte do tratamento do DM1 devido a influência direta que a ingestão de carboidratos exerce sobre os níveis de glicose pós-prandial, as escolhas alimentares apresentam efeito direto no controle glicêmico, equilíbrio energético, peso corporal e no perfil lipídico (FRANZ et al., 2010). Intervenções nutricionais adequadas podem trazer inúmeros benefícios para o paciente com DM1, principalmente na redução das concentrações de HbA1c, favorecendo o bom controle dos parâmetros clínicos e metabólicos (KULKARNI et al., 1998).

De acordo com as diretrizes 2019/2020 da SBD, o planejamento alimentar do paciente com DM1 deve ser individualizado, compreendendo todos os micronutrientes e macronutrientes, semelhante as recomendações para a população geral, não se trata de uma dieta (com restrições) e sim de um planejamento baseado em educação alimentar (SBD, 2020). Em casos de hipoglicemia, é recomendada a suplementação rápida de 15 gramas de carboidrato (hipoglicemia leve) e 30 gramas de carboidrato (hipoglicemias graves) (DIABETES CANADA CLINICAL PRACTICE GUIDELINES EXPERT COMMITTEE, 2018).

O exercício físico é parte importante do tratamento do DM1 devido a inúmeros benefícios de curto e em longo prazo. A prática regular auxilia no controle glicêmico, manutenção da composição corporal saudável, redução das doses de insulina,



melhoria da aptidão cardiorrespiratória e pode ser fator protetivo para outras complicações e comorbidades, como a nefropatia, neuropatia diabética, dislipidemia, aterosclerose e doenças cardiovasculares (RIDDELL; PERKINS, 2006; TONOLI et al., 2012).

A recomendação atual para crianças e adolescentes com DM1 é de pelo menos 60 minutos por dia de exercícios de intensidade moderada a vigorosa e pelo menos 150 minutos por semana para adultos, com ingestão adicional de carboidratos e adequações de insulina para manter o equilíbrio glicêmico durante e após a atividade física (ADA, 2019; COLBERG et al., 2016).

Por meio de uma revisão sistemática, Sales-Peres et al. (2016) afirmam que a atividade física regular foi a variável que apresentou maior relação com a melhoria dos níveis glicêmicos, concluindo que portadores de DM1 com uma vida ativa, alimentação balanceada e educação em diabetes, podem ter bom controle glicêmico e uma vida saudável.

Diante de toda complexidade que envolve os cuidados e tratamento do DM1, novas perspectivas foram incorporadas nesse processo. A educação e autogestão do DM1 devem ser centradas no paciente, integrando os cuidadores e equipe de saúde, com objetivo de melhorar resultados clínicos, estado de saúde adesão ao tratamento e qualidade de vida do paciente (ADA, 2019). De acordo com a SBD (2020), a educação em diabetes é a principal ferramenta para a garantia do autocuidado na vida adulta.

Por meio de uma revisão de literatura, Leite et al. (2008) sugerem que programas de educação em diabetes são eficazes para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos com DM1, ressaltando que cada etapa do crescimento e desenvolvimento do indivíduo deve ser levada em consideração para o êxito do programa.

## 2.2 CONTROLE GLICÊMICO NO DM1

O controle glicêmico é principal objetivo da terapêutica em DM1, baseia-se no monitoramento de três principais variáveis: glicemia em jejum, glicemia pós prandial e hemoglobina glicada (ADA, 2021). Recentemente, com os avanços tecnológicos,

os sistemas de monitoramento contínuo da glicose (CGM) foram incorporados nesse processo, pois geram dados sobre a variabilidade glicêmica, possibilitando métrica precisa sobre as flutuações da glicose durante longos períodos de tempo (SBD, 2020).

De acordo com as recomendações da ADA sobre o controle glicêmico, a mensuração da glicemia deve ser realizada em jejum e após as refeições (pós prandial), com a utilização de glicosímetros portáteis. Os objetivos são de avaliar as concentrações glicêmicas, auxiliar na redução de situações de risco, como as hipoglicemias, e outras complicações crônicas (ADA, 2021). Esse monitoramento deve ser realizado entre quatro a seis vezes durante o dia (WOLFSDORF et al., 2014). De acordo com Gross et al. (2002), a variação nos resultados dos glicosímetros é abaixo de 5%, portanto, esses aparelhos apresentam boa precisão, facilidade de manuseio e interpretação dos resultados.

Os valores de referência para controle da glicemia antes das refeições (pré-prandial) e depois das refeições (pós-prandial) variam com a idade do paciente com DM1, como mostra no quadro 2.

**Quadro 2.** Controle glicêmico recomendado por idade.

Idade	Glicemia (mg/dl)	
	Pré-Prandial	Pós-Prandial
0 – 6 anos	100 – 180	110 – 200
6 -12 anos	90 – 180	100 – 180
13 – 19 anos	90 – 130	90 – 150

Fonte: ADA, 2019.

O automonitoramento da glicemia capilar deve ser realizado diariamente devido à alta variabilidade glicêmica que o portador de DM1 apresenta. A diretriz 2019/2020 da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) determina metas glicêmicas a serem atingidas nos diferentes momentos do dia, como mostra do quadro 3.

**Quadro 3.** Meta glicêmicas para DM1 em diferentes momentos do dia.

<b>Glicemia</b>	<b>Crianças e Adolescentes com DM1 (mg/dl)</b>	<b>Adultos com DM1 (mg/dl)</b>
Jejum ou pré-prandial	70 a 145	70 a 130
Pós-prandial	90 a 180	< 180
Ao deitar	120 a 180	-
Na madrugada	80 a 162	-

Fonte: ISPAD, 2014 e SBD 2020.

### 2.2.1 Hemoglobina Glicada (HbA1c)

A HbA1c elevada representa a hiperglicemia crônica, essa avaliação é realizada por meio de exame laboratorial e reflete a média glicêmica durante os últimos 3 meses (ADA, 2019). Médias altas de HbA1c favorecem complicações à saúde do indivíduo com DM1, prejudicando o controle e tratamento da doença (WOLFSDORF et al., 2014)

A concentração de HbA1c é considerada padrão ouro na avaliação do controle glicêmico, no entanto, esse parâmetro não representa as flutuações glicêmicas durante o dia e os eventos de hipoglicemia (FOSTER; BECK; MILLER, 2019). Nesse contexto, Hirsch e Brownlee (2005) consideram necessário combinar HbA1c com a variabilidade glicêmica, por meio dos CGM, para ter um indicador mais seguro e preciso. Evidências demonstram que o bom controle glicêmico (HbA1c + CGM) está associado a menores complicações microvasculares e menor número de casos de hipoglicemia em indivíduos com DM1 (WOJCIECHOWSKI et al., 2011; WOLFSDORF et al., 2014).

A Sociedade Internacional de Diabetes para Pediatria e Adolescência (ISPAD) e a ADA utilizam os mesmos critérios para o controle da HbA1c para crianças e adolescentes com idade abaixo de 18 anos - HbA1c > 7,5%. Para adultos esse valor pode variar entre 6,5 e 7,0%, de acordo com a recomendação utilizada (REWERS et al., 2014; CHIANG et al., 2014).

Por meio do valor da HbA1c é possível estimar como a glicemia se comportou no período de 3 a 4 meses, sendo possível assimilar as recomendações com os valores correspondentes da glicemia média, como mostra o Quadro 4.

**Quadro 4.** Relação entre HbA1c e o valor estimado da glicemia.

Nível de HbA1c (%)	Média glicêmica* (mg/dL)
4	70
5	98
6	126
7	154
8	183
9	212
10	240
11	269
12	298
* média estimada nos últimos 3 a 4 meses.	

**Fonte:** adaptado de SDB 2020.

### 2.2.2 Monitoramento Contínuo da Glicose

A utilização do monitoramento contínuo da glicose (CGM) é essencial para que a variabilidade glicêmica seja monitorada, os sensores CGM fornecem informações precisas das concentrações de glicose a cada cinco minutos, portanto, capazes de prever alterações que levem a situações de hipoglicemia e hiperglicemia (SBD, 2020). De acordo com Poolsup, Suksomboon e Kyaw (2013), a utilização do sistema CGM exerce efeito favorável sobre o controle glicêmico e diminui a incidência de hipoglicemias em crianças, adolescentes e adultos.

A variabilidade glicêmica é caracterizada pela mudança da amplitude, frequência e duração das flutuações de glicose durante o dia, em níveis altos e baixos (BERGENSTAL, 2015; SBD, 2020). Ainda, de acordo com Bergenstal (2015), a utilização do monitoramento da glicemia por meio da variabilidade glicêmica pode representar menor risco de mortalidade, menores efeitos microvasculares e complicações associadas ao diabetes. No entanto, ainda faltam evidências mais claras sobre efeitos na qualidade de vida, custos com a doenças e hospitalizações.

Tendo em vista que as hipoglicemias são consideradas o principal limitante para o engajamento em atividades físicas regulares (BRAZEAU et al., 2008), o uso do CGM pode ser empregado tanto no controle direto da glicemia, como também na adesão a um estilo de vida mais ativo com maior segurança durante a prática de exercícios. Nesse contexto, no estudo Singhvi et al. (2014), foi encontrada associação inversa entre a variabilidade glicêmica e aptidão cardiorrespiratória em adolescentes com DM1, com os níveis mais altos de  $VO_{2max}$  associados a menor variabilidade da glicemia.

Existem diferentes parâmetro de avaliação da variabilidade glicêmica, a SBD e o Consenso internacional sobre uso do CGM em pacientes com diabetes, definem como os mais importantes o desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação da glicemia (CV). O DP avalia deve ser inferior a 50 mg/dl ou máximo um terço da média glicêmica, quanto maior o DP mais instável se torna a glicemia, o CV se trata da divisão do DP pela média das glicemias, multiplicado por 100, valores acima de 36% estão relacionado a maior risco de hipoglicemia e maior VG (DANNE et al., 2017; SBD, 2020).

Outra variável importante na análise do controle glicêmico é o Tempo no Alvo, essa métrica trata-se do percentual do tempo relacionado ao número de leituras do sensor que estavam dentro de um intervalo-alvo de glicemia, 70 a 180mg/dl (SBD, 2020). Por meio do Tempo no Alvo é possível definir faixas altas e baixas da glicose, um TA de 70% no intervalo-alvo corresponde a um valor de HbA1c em torno de 7% (VIGERSKY; MCMAHON, 2019). No quadro 5 estão resumidas as principais as recomendações para controle do DP, CV e TA.

**Quadro 5.** Métricas para avaliação da variabilidade glicêmica.

<b>Medidas</b>	<b>Parâmetros utilizados</b>
CV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CV &lt; 36% = baixa variabilidade glicêmica</li> <li>• CV ≥ 36% = elevada variabilidade glicêmica</li> </ul>
DP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DP &lt; 50 mg/dl, ou;</li> <li>• DP &lt; 1/3 da média glicêmica</li> </ul>
Tempo no Alvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medida Primária: &lt; 70 a 180 mg/dl</li> <li>• Medida Secundária: &lt; 70 a 140 mg/dl</li> </ul>

**Fonte:** Danne et al. 2017.

### 2.3 EXERCÍCIO FÍSICO E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA NO DM1

Atividade física se trata de qualquer movimento corporal que demande gasto energético, o exercício físico é uma parte estruturada da atividade física com objetivos diversos, mas que convergem para a melhora da aptidão física (CARSPENSEN, 1988). Nesse contexto, mesmo com diferenças conceituais, ambos os termos podem ser considerados sinônimos quando abordados de maneira terapêutica.

Mesmo sendo parte da tríade de tratamento da DM1, alguns fatores contribuem para que o exercício físico seja motivo de preocupação e resistência em ser praticada. O medo de hipoglicemias, incapacidade de gerenciar a terapia nutricional e farmacológica são alguns dos principais motivos para a não adesão a programas de atividade física (BALDI; HOFMAN, 2010). No entanto, as diretrizes mais recentes da ADA e SBD asseguram que a prática de exercícios é segura ao paciente com DM1, desde que seja equilibrada com a insulinoterapia, ingestão de carboidratos, e prescrita de maneira individualizada (ADA, 2019; SBD, 2020).

De acordo com Mascarenhas et al. (2016), a gestão do exercício físico está associada as exigências metabólicas que dependem das reservas de energia do indivíduo, ao nível de condicionamento físico e podem se modificar devido a condições ambientais e específicas, como intensidade, duração e tipo de exercício. Pacientes com DM1 não tem nenhuma restrição ao tipo de exercício que realizam, a escolha da prática depende do nível de habilidade, objetivos e gostos particulares (MICULIS et al., 2010).

No último posicionamento da ADA sobre exercício físico, as principais recomendações foram: jovens e adultos com DM1 devem realizar atividade física regularmente para que os benefícios fisiológicos e metabólicos sejam alcançados, tipo e duração dessas práticas devem ser ajustadas individualmente devido à grande variabilidade glicêmica, consumo de carboidratos e doses de insulina necessitam ser adequadas a demanda do exercício para evitar situações de hipoglicemias, e o monitoramento da glicemia dever acontecer antes, durante e depois a atividade física, se possível com CGM (COLBERG et al., 2016).

No quadro 6 está presente um compilado das principais recomendações de exercício físico para indivíduos com diabetes.

**Quadro 6.** Recomendações de exercício físico para crianças, adolescentes e adultos com diabetes.

	<b>Exercício Aeróbio</b>	<b>Exercício Resistido</b>	<b>Flexibilidade</b>
<b>Características do exercício</b>	Exercícios prolongados, utilizando os grandes grupos musculares.	Utilização de máquinas, pesos livres, bandas de resistência, e o peso corporal.	Alongamento estático e dinâmico; Yoga.
<b>Intensidade</b>	Moderada a vigorosa.	Moderada (15x) a Vigorosa (6–8x).	Alongar até ao ponto de aperto ou desconforto.
<b>Duração e Frequência</b>	Crianças e adolescentes: >60 minutos por dia.	Crianças e adolescentes (bem condicionados): >75 minutos por semana.	Alongamento dinâmico ou estático durante 10-30s; 2-4 repetições de cada exercício, 2-3 dias/semana.
	Adultos: >150 minutos por semana	Adultos: 2-3 seções por semana em dia não consecutivo.	
<b>Progressão</b>	Combinar exercícios aeróbicos e resistidos, utilizar exercícios intermitentes (HIIT) e diminuir o tempo gasto em atividades sedentárias diárias, interrompendo-as a cada 30 minutos		Aumentar a duração e/ou frequência para progredir ao longo do tempo.

**Fonte:** Colberg et al., 2016; Wood, 2018.

A aptidão cardiorrespiratória é medida por meio do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) obtido durante teste de esforço físico máximo. O  $VO_{2máx}$  é a quantidade máxima de oxigênio que pode ser absorvido, transportado e utilizado durante o exercício máximo. A determinação direta do  $VO_{2máx}$  é realizada por meio de analisadores de gases, considerado padrão ouro na análise dessa variável. Os

testes são realizados com intensidade gradativa, geralmente em esteiras ou bicicletas ergométricas e os valores expressos de maneira absoluta (L/min) ou relativa (ml/kg/min).

A avaliação da aptidão cardiorrespiratória é importante indicador fisiológico, pois está relacionada com o desempenho esportivo de *endurance* e também é preditor de doenças cardiovasculares, metabólicas e da mortalidade em geral (NAUMAN et al., 2017; MOMMA et al., 2017). Papel moderador da aptidão física foi destacado no estudo de Brand et al. (2019), os autores sugerem que altos níveis de aptidão cardiorrespiratória exercem papel protetor na relação entre o estado nutricional e as adipocinas de adolescentes, portanto, jovens devem se dedicar a atividade física para melhorar os níveis de  $VO_{2max}$  e conseqüentemente melhorar a saúde cardiovascular e metabólica.

O impacto das mudanças no estilo de vida de crianças e adolescentes nos últimos anos, com destaque para atividades de diversão com menor gasto energético e que incentivam o comportamento sedentário (YANG et al., 2019), podem acarretar redução da aptidão cardiorrespiratória na população infanto-juvenil. Os indivíduos com DM1 estão inseridos na sociedade e sujeitos à redução de aptidão física e cardiorrespiratória, fator importante na terapêutica (SBD, 2020).

Para pessoas com DM1, boa aptidão cardiorrespiratória é de suma importância no tratamento da doença, pois o  $VO_{2max}$  apresenta correlação inversa como a HbA1c e os com fatores de risco cardiovasculares, colesterol total, LDL-C e triglicérides (AUSTIN et al., 1993). Outros estudos também sugerem que a melhor aptidão cardiovascular influencia positivamente na função cardíaca, sendo então, uma protetora contra comorbidades associadas a diabetes (ROWLAND et al. 2000; VASQUES; SILVA; LOPES, 2007).

Em um estudo realizado por Miculis et al. (2012), meninos com DM1 apresentaram melhor aptidão cardiorrespiratória em comparação com as meninas, em ambos os sexos houve correlação inversa entre os fatores de risco cardiovascular (perfil lipídico e pressão arterial) e o  $VO_{2max}$ , reforçando a ideia de que o mau controle dessas variáveis pode representar maior chance de desenvolvimento de comorbidades cardiovasculares, e mostrando também a importância de manter boa aptidão cardiorrespiratória.



Bjornstad et al. (2015) caracterizam DM1 como uma doença com capacidade reduzida de exercício físico, em seu estudo foram analisados 69 adolescentes com DM1 que apresentaram menor  $VO_{2peak}$  em comparação ao grupo controle, a saúde renal foi inversamente relacionada com a aptidão cardiorrespiratória, independentemente da sensibilidade a insulina e outros fatores de risco, portanto, os autores chamam atenção para essa relação negativa, pois representa que a função renal é dependente de uma boa capacidade de realizar exercício.

Além de um preditor de comorbidade associadas ao DM1, o  $VO_{2máx}$  também é utilizado para prescrever a intensidade do exercício aeróbio e serve como base para a redução da dose de insulina antes de iniciar o exercício, portanto, uma ferramenta indispensável para a os profissionais de Educação Física que prescrevem e monitoram o treinamento dessa população, os valores referência estão presentes no quadro 7 e 8.

**Quadro 7.** Intensidade do exercício físico estimada pelo  $VO_{2máx}$ .

Intensidade do exercício	Porcentagem do $VO_{2máx}$
Leve	< 40% $VO_{2max}$
Moderada	40 – 60 % $VO_{2max}$
Vigorosa	> 60 % $VO_{2max}$

Fonte: ACSM, 1998.

**Quadro 8.** Sugestão de redução de insulina para refeições que antecedem os exercícios em até 90 minutos, estimada pelo  $VO_{2máx}$ .

Intensidade do exercício - % $VO_{2máx}$	Duração: 30 minutos	Duração: 60 minutos
Aeróbico Leve (~ 25% $VO_{2max}$ )	menos 25%	menos 50%
Aeróbico Moderado (~ 50% $VO_{2max}$ )	menos 50%	menos 75 %
Aeróbico Pesado (70% - 75% $VO_{2max}$ )	menos 75%	NA
Aeróbico/Anaeróbico Intenso (> 80% $VO_{2max}$ )	Não reduzir	NA
NA: não avaliado, pois a atividade é muito intensa para ser sustentada por 60 minutos.		

Fonte: Colberg et al., 2016.

## 2.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL NO DM1

A composição corporal pode ser definida, segundo Nahas (2010), como a quantidade relativa de diferentes compostos corporais. Esses componentes podem ser estimados em massa gorda e massa livre de gordura (massa magra), com proporções de água, músculo, gordura, minerais e ossos, que podem variar de pessoa para pessoa.

Existem muitas metodologias e técnicas para avaliar a composição corporal. Sendo divididas principalmente em três métodos de análise: direto, indireto e duplamente indireto (MARTIN; DRINKWATER, 1991). O único método direto de avaliação da composição corporal continua sendo a dissecação de cadáver, no entanto, essa técnica é invasiva e com pouca aplicação prática.

Com a evolução das tecnologias de análise, foram criados métodos indiretos capazes de avaliar os componentes corporais de maneira não invasiva e com precisão comparada ao método direto. Os principais métodos indiretos são: pesagem hidrostática, pletismografia e absormetria radiológica de raio X de dupla energia (DEXA), considerados também como padrão ouro para avaliação da composição corporal embora indiretos (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009).

As análises duplamente indiretas são baseadas nos métodos antropométricos, apresentam maior facilidade em ser aplicados clinicamente e menor custo, porém com menor precisão comparado aos métodos diretos. Mesmo assim, segundo Sant'anna, Priore e Franceschini (2009), os métodos duplamente indiretos podem ser utilizados tanto em pesquisas de campo quanto em ensaios clínicos. Os principais são: bioimpedância elétrica, dobras cutâneas, perímetros corporais, circunferência da cintura, razão cintura quadril e índice de massa corporal (IMC).

Dois fatores fazem com que a avaliação da composição corporal de adolescentes com DM1 sejam muito importantes, o sedentarismo e a obesidade. Concomitante ao crescimento epidemiológico de novos casos de DM1 (IDF, 2019) está o aumento significativo do sedentarismo e obesidade na população infantil e adolescente. Abarca-Gomez et al. (2017) trazem dados muito preocupantes, a obesidade infantil mundial (5 a 19 anos) aumentou de 11 milhões em 1975 para 124 milhões em 2016. Nesse contexto, crianças e adolescentes com DM1 podem estar

dentro dessa grande parcela sedentária e obesa da população, prejudicando ainda mais o controle e tratamento da doença.

O início do diagnóstico do DM1 é marcado por excessiva perda de peso corporal. De acordo com Davis et al. (2015), essa condição se estabiliza após os primeiros 6 meses de tratamento, e com o início da insulino terapia acontece um processo inverso, com rápido aumento de peso devido ao efeito anabólico que a insulina causa nos tecidos musculares e adiposos. Na adolescência, as meninas com DM1 apresentam maior predisposição de excesso de peso e adiposidade, principalmente de gordura central, condição que geralmente se mantém na vida adulta (TUVEMO; KOBBAH; PROOS, 1997; PIETILAINEN et al., 1995; BARTZ et al., 1997).

No estudo de Momesso et al. 2013, com mulheres adultas (36 ±9 anos), a composição corporal foi analisada por meio do DEXA, os resultados demonstraram que mulheres com DM1 e Síndrome Metabólica (SM) tinham maior gordura central do que mulheres com DM1 sem SM, sugerindo também a relação inversa entre gordura central e taxa de disponibilização de glicose estimada, concluindo então, que há associação entre gordura central, SM e resistência insulínica. O excesso de adiposidade está associado ao maior risco de problemas cardiovasculares, mulheres com diabetes normalmente apresentam maior resistência à insulina e conseqüentemente maior risco cardiovascular que homens com diabetes (LEGATO et al., 2006; MERCUTO et al., 2010).

Ingberg et al. (2003) também encontraram maior incidência de sobrepeso em meninas adolescentes com DM1, relacionando esse resultado ao aumento da massa gorda, acúmulo de gordura abdominal, controle glicêmico inadequado, aumento da necessidade de insulina e dislipidemia.

Por meio de uma coorte com 44 adolescentes com DM1, Paulino et al. (2013) concluem que não houve ganho de peso excessivo e aumento do percentual de gordura durante quatro anos de acompanhamento, no entanto, os resultados demonstraram diferença na composição corporal da circunfundia da cintura, sugerindo cuidado com esse parâmetro, pois a gordura central está relacionada com problemas cardiovasculares.

Portanto, fica evidente que a composição corporal deve ser avaliada periodicamente durante o todo desenvolvimento da DM1 no intuito de evitar condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, com maior atenção para o sexo feminino, pois as evidências mostram maior risco a excesso de peso e adiposidade central.

## 2.5 PERFIL LIPÍDICO NO DM1

O perfil lipídico é determinado por exame bioquímico, resulta nas concentrações de colesterol total (CT), colesterol da lipoproteína de alta densidade (HDL-C), colesterol da lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) e triglicerídeos (TG), há também a análise do colesterol não HDL, utilizado em pacientes com hipertrigliceridemia. Valores alterados desses biomarcadores geram o diagnóstico de dislipidemia.

A dislipidemia é considerada uma das principais complicações crônicas associadas ao paciente com diabetes (SBD, 2020). Associada ao DM1, a dislipidemia pode acelerar as fases de aterogênese e é considerada como o maior fator de risco para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares, maior causa de morte em adultos com DM1, mas esse processo se inicia desde a juventude (RENARD et al., 2004; MATHEUS; COBAS; GOMES, 2008; DCCT, 1995; BERENSON et al., 1998; LAWSON et al., 1999).

De acordo com a mais recente Diretriz de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose, realizada pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2017), as principais causas de dislipidemias na infância e adolescência estão relacionadas a medicações, hábitos de vida, causas genéticas e secundárias a condições médicas. Dessa forma, dislipidemia associada com uma doença crônica aumenta o risco de aterosclerose desde a infância (FALUDI et al., 2017). Os valores de referência para crianças e adolescentes no geral está resumido no quadro 9.

**Quadro 9.** Valores de referência para o perfil lipídico de crianças e adolescentes.

Marcadores lipídicos	Com jejum (mg/dl)	Sem jejum (mg/dl)
CT	< 170	< 170

HDL	> 45	> 45
TG (0-9 anos)	< 75	< 85
TG (10-19 anos)	< 90	< 100
LDL	< 110	< 110

**Fonte:** Faludi et al., 2017.

Outra varável lipídica, o colesterol não-HDL é importante na análise do perfil lipídico e dislipidemia de portadores de DM1. De acordo com a SBD (2020), o uso do não-HDL melhora a quantificação de lipoproteínas aterogênicas circulantes no plasma. Ainda, o não-HDL contabiliza o colesterol transportado por todas as partículas contendo Apolipoproteína B, sendo assim, supera os parâmetros individuais do perfil lipídico na previsão da aterosclerose e das doenças cardiovasculares (BLAHA et al., 2008; VAN DEVENTER et al., 2011).

Em uma coorte, com 1.478 jovens portadores de DM1, foi observada evolução da dislipidemia durante 7 anos de acompanhamento clínico, os principais preditores de alterações desfavoráveis no perfil lipídico foram relação cintura/estatura e HbA1c, concluindo então, que adiposidade e pior controle glicêmico influenciam na progressão de alterações lipídicas em jovens com DM1 (SHAH et al., 2017).

De acordo com Alves, Veiga e Souza (2007) as alterações lipídicas em pacientes com DM1 acontecem devido ao descontrole metabólico, porém normalizam-se com o bom controle glicêmico. Outros estudos demonstraram que pior controle glicêmico favorece maiores níveis lipídicos e sobrepeso, ambos agravantes para o desenvolvimento da dislipidemia em portadores de DM1 (HOLL et al., 1998; TELES; FORNÉS, 2012).

As principais alterações lipídicas no DM1 são a hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia e elevação do LDL-C (PEREZ et al., 2000). Ainda, segundo Dabas, Yadav e Gupta (2014) a dislipidemia não se manifesta logo no início do DM1, esse processo ocorre a longo prazo, demonstrando que a avaliação do perfil lipídico é essencial para monitorar e controlar o desenvolvimento dessa comorbidade e dos demais riscos associados.

No estudo de Arcanjo et al. (2005) o perfil lipídico de indivíduos com DM1 foi comparado com grupo controle, em que os resultados na população geral com DM1 foram melhores nos índices antropométrico e perfil lipídico do que o grupo controle. No entanto, quando a amostra foi dividida por faixas etárias, as crianças e adolescentes apresentaram resultados inversos, com maior prevalência de CT e LDL-c alterados em relação ao grupo controle.

De acordo com as recomendações da ADA sobre dislipidemia em crianças e adolescentes com DM1, o monitoramento do perfil lipídico deve ser iniciado desde o diagnóstico da doença e depois, com controle glicêmico alcançado, de cinco em cinco anos (ADA, 2003). No quadro 10 estão descritas as demais recomendações para a gestão da dislipidemia em portadores de diabetes.

**Quadro 10.** Gestão da dislipidemia em pacientes com diabetes.

<b>Metas lipídicas</b>	<b>Estratégias de tratamento</b>	<b>Medicamentos: Idade &gt; 10 anos LDL 160 ≥ mg/dl</b>	<b>Gestão de outros fatores de risco para DCNT</b>
LDL < 100 mg/dl HDL > 35 mg/dl TG < 150 mg/dl não-HDL > 130 mg/dl	Planejamento nutricional; Maximizar o controle glicêmico; Redução de peso, se indicado	Resinas de estatinas* Derivados de ácido fíbrico**	Pressão arterial Tabagismo Obesidade Inatividade Física
* LDL 130-159mg/dl: considerar com base no perfil de risco de doenças cardiovasculares. ** se TG > 1,000 mg/dl			

**Fonte:** ADA, 2003 e SBD, 2020

## 2.6 DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO E DM1

A presente dissertação contempla a linha de pesquisa 2 do desenvolvimento comunitário - Processos do desenvolvimento humano nos contextos comunitários – definida como: “Saberes e práticas dos processos do desenvolvimento humano e as dimensões institucionais, organizacionais, de saúde, de trabalho e de políticas públicas em suas relações com a comunidade”.

Nesse contexto, também é possível relacionar a temática pesquisada dentro da agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos e desenvolvidos pela Organização da Nações Unidas em 2015. A ODS número 3 intitulada “Saúde e Bem-Estar” representa essa relação, pois tem objetivo de assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (PNUD, 2015). Ainda, o documento define algumas metas essenciais, como o apoio e incentivo a pesquisa para novas perspectivas de tratamento das DCNT, alerta precoce para redução e gerenciamento de riscos à saúde, entre outras metas.

Um dos principais problemas globais que levam a pobreza são as doenças crônicas, principalmente em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, as DCNT representam cerca de 63% de todas as mortes no mundo e geram enormes perdas econômicas, com previsão de ultrapassar US\$ 7 trilhões até 2025 (PNUD, 2015). Especificamente sobre o diabetes, os gastos mundiais foram de aproximadamente US\$ 1,197 bilhão em 2015, nas estimativas brasileiras o custo do tratamento ambulatorial com diabetes no Sistema Único de Saúde gira em torno de US\$ 2.108 por pessoa (IDF, 2019; BAHIA, et al., 2011). Importante ponderar que a DM1 representa apenas 5 a 10% dos casos de diabetes, no entanto, como a prevalência no Brasil é alta (3ª colocada em nível mundial) esses custos também se tornam elevados.

Com relação aos sistemas de saúde, o diabetes apresenta relevante impacto econômico, pois há maior utilização dos serviços de saúde e cuidados prolongados para tratar as complicações crônicas (SBD, 2020). Nesse cenário, o diabetes é vista como um desafio importante para os sistemas de saúde e obstáculo para o desenvolvimento econômico sustentável, principalmente em países em desenvolvimento (GDB, 2016; IDF, 2019).

Os problemas econômicos gerados pelas DCTN são evidentes, no entanto, desenvolvimento não está unicamente relacionado com aspectos econômicos. Segundo Sen (2000), existem outras formas de desenvolvimento que contemplam de maneira abrangente as comunidades, regiões e países. A saúde é uma das dimensões que precisa de forma contínua novas perspectivas de desenvolvimento, de acordo com Campbell e Jovchelovitch (2000), as dimensões sociais e psicológicas tem impacto na saúde e podem ser introduzidas de maneira eficaz no processo de desenvolvimento comunitário, com objetivo de conscientizar as pessoas

da importância em prevenir e cuidar da saúde, aumentando a identidade, representatividade e empoderamento desses indivíduos.

A vida em comunidade dos portadores de DM1 pode apresentar algumas limitações condicionadas pela doença, as frequentes situações de hipoglicemias podem excluir a participação em atividades de lazer e recreação, nas práticas esportivas e atividades físicas em geral, as hipoglicemias noturnas também podem interferir na qualidade de vida e na qualidade do sono dos indivíduos (SOUZA et al., 2019; PILLAR et al., 2003). Ainda, segundo Jaser et al. (2017) há maior insegurança gerada pelo DM1, que pode levar ao desenvolvimento de sentimentos depressivos, tornando as interações em sociedade menos atrativas.

Segundo Ware (1986), comunidade pode ser definida como uma totalidade orgânica em constante evolução, os agentes sociais desse contexto realizam ações em prol do bem comum e do desenvolvimento social. Para Peruzzo e Volpato (2009) as relações sociais são o cerne de uma vida em comunidade e um dos elementos fundamentais de uma comunidade é o sentimento de pertença. Nessa ótica, as relações do indivíduo com DM1 e sua família, amigos e equipe profissional tem grande importância para que eles se sintam incluídos e pertencentes a uma comunidade, promovendo melhora do processo de desenvolvimento humano.

A relação entre paciente e equipe profissional ganhou novas perspectivas nos últimos anos. Em um recente estudo, foi relatado que a adoção de técnicas de empatia no tratamento clínico do diabetes promoveu experiências mais positivas e agradáveis tanto para paciente quanto profissionais envolvidos, esse fato foi associado a benefícios clínicos em longo prazo e demonstrou relação com menor risco a doenças-cardiovasculares e mortalidade (DAMBBA-MILLER et al., 2019).

Em outro estudo, a qualidade de vida e qualidade do sono de adolescentes com DM1 foi melhor avaliada em comparação com adolescentes sem DM1, o bom controle da doença, apoio familiar, estilo de vida saudável e acompanhamento profissional intensivo são atribuídos como os principais fatores que levaram a esses resultados positivos (CORDEIRO et al., 2020). No entanto, quando analisada a qualidade de vida e sono dos pais desses adolescentes, os resultados são inversos, os cuidadores de filhos com DM1 apresentam piores resultados do que cuidadores de filhos sem a doença (BORSOI et al., 2018). Esses resultados demonstram que o

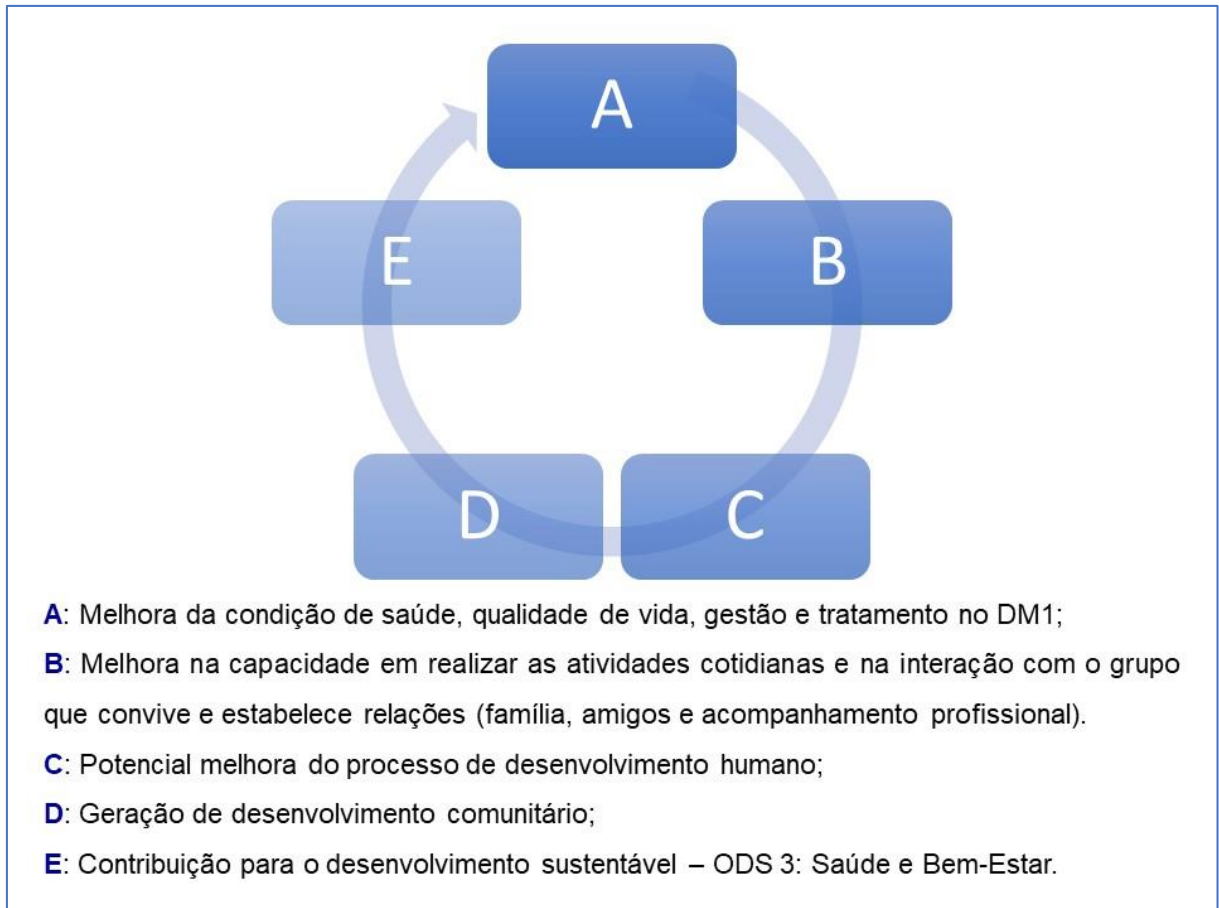


DM1 não impacta apenas na vida do portador, mas também nas pessoas com quem convive e estabelece relações.

Como citado anteriormente, estilo de vida atual de crianças e adolescentes é preocupante, com aumento significativo a cada ano de obesidade, sedentarismo e inatividade física, podendo atingir também indivíduos com DM1. Tendo em vista esse contexto, estudar os temas propostos na pesquisa se torna fundamental para promover um estilo de vida saudável e conscientizar todos os envolvidos nesse processo.

O processo de desenvolvimento humano, segundo Marchioni (1997), acontece em longo prazo, é ligado a fatores intrínsecos e extrínsecos aos sujeitos, nesse sentido, o desenvolvimento comunitário está condicionado conforme a capacidade que os membros dessa comunidade possuem para impulsionar o desenvolvimento humano.

No contexto do presente estudo, em primeiro momento os objetivos visam melhorar as condições de saúde, controle e tratamento do DM1 e a qualidade de vida. Isso poderá resultar numa melhor capacidade em realizar as tarefas cotidianas e melhorar as interações com o grupo que está inserido (família, amigos, e acompanhamento profissional), gerando assim um processo de desenvolvimento humano que em longo prazo pode promover o desenvolvimento comunitário, consequentemente contribuindo para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Todo esse processo pode acontecer de maneira cíclica, resumido na Figura 1.



**Figura 1** – Relação entre a pesquisa e o desenvolvimento comunitário.

Fonte: modelo adaptado de Smouter (p. 35. 2019).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 DELINEAMENTO E LOCAL DO ESTUDO

Trata-se de um estudo descritivo, com delineamento transversal. De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), os estudos descritivos são úteis na identificação da magnitude de um problema de saúde e de subgrupos de populações afetados adversamente e para descobrir fatores de risco ou determinantes. Todas as etapas de seleção dos participantes, avaliações e coleta de dados foram realizadas na Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP) do Hospital de Clínicas de Curitiba (UFPR).

#### 3.2 POPULAÇÃO DO ESTUDO

A seleção dos participantes aconteceu de forma intencional e não probabilística. Participaram 34 adolescentes com DM1, atendidos periodicamente na UEP. O número mínimo de participantes foi calculado pelo software G\* Power® versão 3.1.9.7, para verificar a força da metodologia proposta (FAUL et al., 2009). Previamente, todos os procedimentos foram explicados aos avaliados, os adolescentes com idade acima de 12 anos assinaram o termo de assentimento para participar da pesquisa (APÊNDICE 1), assim como seus pais ou responsáveis legais, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE 2). O presente estudo faz parte de um projeto aprovado segundo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da UFPR, CAAE 44193214.7.0000.0096 com parecer número 1.101.60 (ANEXO 1).

#### 3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

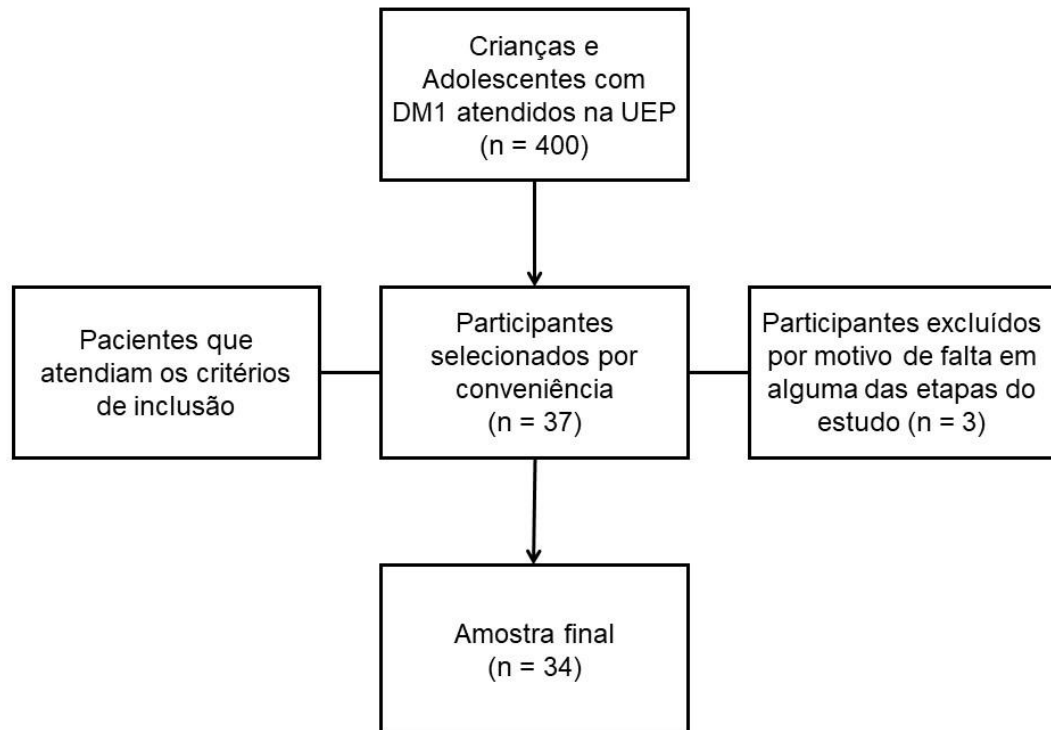
- Estar na faixa etária da adolescência – 10 a 19 anos, segundo a definição da OMS (WHO, 1986);
- Ter o diagnóstico de DM1, de acordo com a classificação da ADA (2020).
- Estar em uso de terapia insulínica basal de Glargina e insulina bolus Lispro ou Aspart.

### 3.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Apresentar comorbidades associadas ao DM1;
- Não ter o envolvimento dos responsáveis no tratamento;
- Diagnóstico de DM1 com tempo inferior a seis meses.
- Apresentar impedimento físico ou psíquico que impossibilitasse a realização do teste de  $VO_{2max}$ ;
- Ausência da assinatura do Termo de Assentimento ou do TCLE;
- Faltar nos dias das avaliações propostas, previamente marcadas.

### 3.5. AMOSTRA

Na Figura 2 está o fluxograma com a seleção dos participantes do estudo, dentro dos critérios metodológicos estabelecidos no estudo.



**Figura 2.** Fluxograma de seleção dos participantes.

### 3.6 INSTRUMENTOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO

Todos os nossos participantes frequentaram o laboratório da UEP para realizar os procedimentos de pesquisa em duas visitas, em dias não consecutivos, com intervalo de 48 horas, como mostra no quadro 11.

**Quadro 11.** Etapas da coleta de dados.

Visita a UEP	Procedimentos
1ª visita/etapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta de sangue para análise do perfil lipídico e HbA1c;</li> <li>• Avaliação antropométrica e maturacional.</li> </ul>
2ª visita/etapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação da composição corporal;</li> <li>• Teste de Aptidão Cardiorrespiratória – <math>VO_{2max}</math>;</li> <li>• Implantação do CGM.</li> </ul>

#### 3.6.1 Avaliação do Perfil Lipídico e HbA1c (1ª etapa)

Após jejum de 12 horas foi realizada a coleta de sangue por punção venosa, realizada por enfermeiras treinadas da própria UEP. A amostra sanguínea foi utilizada para análises de colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e triglicerídeos, utilizando método enzimático colorimétrico automatizado, a lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) foi calculada pela fórmula de Friedewald et al. (1972),  $LDL=CT-HDL-TG/5$ .

Para análise da HbA1c, o material sanguíneo foi submetido ao método TurbiClin® (*Teste Imunotubidimétrico, TurbiClin, São Paulo, Brasil*). A análise da HbA1C foi utilizada como parâmetro de controle glicêmico, de acordo com as recomendações da ADA (2021).

#### 3.6.2 Avaliação Antropométrica e Maturacional (1ª etapa)

A avaliação antropométrica foi realizada em duplicata para todas as variáveis mensuradas (estatura, massa corporal e circunferência abdominal). A estatura foi quantificada em centímetros (cm), realizada em estadiômetro vertical portátil WCS® (*WCS, Curitiba, Brasil*), escalonado em 0,1 cm com o indivíduo em pé na posição de

Frankfurt e sem o uso de calçado. A massa corporal foi quantificada em quilogramas (kg), avaliada com balança digital portátil Filizola® (*Filizola, Bom Retiro, Brasil*), com resolução de 100 gramas.

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da fórmula: massa corporal (kg) ÷ estatura(m) X estatura(m). Para o cálculo do score z do IMC, foi utilizado o programa WHO Antro Plus 1.0.4 (WHO, 2007). Os resultados foram classificados de acordo com o escore z: baixo IMC (escore z < -2); eutrofia (escore z  $\geq$  -2 e  $\leq$  +1); sobrepeso (escore z > +1 e < +2); e obesidade (escore z  $\geq$  +2).

A maturação biológica foi caracterizada utilizando-se os critérios de Tanner, foi adotado o procedimento de autoavaliação dos participantes, com imagens preestabelecidas apresentadas ao avaliados com autoindicação do estágio maturacional que se encontravam no momento (TANNER, 1986). Em seguida, os relatos foram reagrupados e caracterizados, segundo Tanner, em: pré-púberes (estágio I); púberes (estágios II, III e IV); e pós-púberes (estágio V).

### 3.6.3 Avaliação da Composição Corporal (2ª etapa)

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do equipamento DEXA, que se trata de uma técnica que mede diferentes atenuações de dois raios X que passam pelo corpo. O DEXA faz análises transversas em intervalos de 1cm em toda a extensão corporal, medido três componentes corporais: massa de gordura, massa livre de gordura e massa óssea (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009). Após a avaliação, os dados incluídos no estudo foram: Gordura total (%) e massa magra total (kg), e densidade mineral óssea (g/cm<sup>2</sup>).

### 3.6.4 Teste de Aptidão Cardiorrespiratória – VO<sub>2máx</sub> (2ª etapa)

Para avaliação do VO<sub>2máx</sub> utilizado o protocolo adaptado de Balke em cicloergômetro (ROWLAND, 1990), durante o teste os avaliados estavam utilizando um espirômetro analizador de gases portátil COSMED K4b2® (*Cosmed, Roma, Itália*), esse equipamento foi validado, apresenta precisão para medir a absorção de oxigênio numa gama bastante ampla de intensidades de exercício (MCLAUGHLIN et al., 2001).

O teste de  $VO_{2m\acute{a}x}$  foi iniciado com o indivíduo em condição glicêmica entre 140 e 250 mg/dl, caso os níveis de glicose estivessem acima de 250 mg/dl seriam avaliados os níveis de cetonemia, que devem estar abaixo de (0.5 mg/dl) a ser verificada 5 minutos antes do teste com o indivíduo ainda em repouso, caso estivesse acima de 0.5mg/dl, o teste seria adiado. Atendendo os pré-requisitos, o exercício no cicloergômetro foi iniciado uma carga de 25 Watts e velocidade de 50 rpm, a cada três minutos incrementa-se mais 25 Watts e assim sucessivamente até ser atingida a frequência cardíaca máxima do indivíduo, ou assim que o mesmo não consiga manter a velocidade e carga.

Para maior segurança durante os testes, estavam disponíveis fontes rápidas de carboidrato (Gel de glicose 15g) caso o avaliado entrasse em estado de hipoglicemia durante realização dos exercícios, nestas condições, o teste seria interrompido imediatamente.

### *3.6.5 Implantação do CGM (2ª etapa)*

Para avaliar o comportamento da glicemia na rotina diária dos pacientes, durante cinco dias, foi utilizado o monitor CGM Guardian®RT (Medtronic, Minimed). O sensor foi aplicado na região lombar do paciente, realizando avaliações da glicemia intersticial a cada cinco minutos, durante todo o tempo de uso. Os pacientes foram instruídos sobre os procedimentos para calibrar o sistema a cada 12 horas com uma medição de glicose capilar.

Após cinco dias com o CGM, os pacientes retornaram ao laboratório para entrega dos dispositivos. Os dados de glicose sanguínea foram transferidos para a planilha EasyGV (HILL et al., 2011), afim de obter medidas de variabilidade glicêmica. Foi calculada o coeficiente de variação da glicemia (desvio padrão da glicemia ÷ média da glicemia × 100), considerado a principal métrica para avaliação da variabilidade glicêmica, de acordo com o Consenso Internacional de Monitorização Contínua de Glicose (DANNE et al., 2017). O Tempo no Alvo também foi incluído no estudo, essa métrica trata-se do percentual do tempo relacionado ao número de leituras do sensor que estavam dentro de um intervalo-alvo de glicemia - 70 a 180mg/dl (SBD, 2020).

### 3.7 ANÁLISE DOS DADOS

Todos os dados foram tabulados em planilha do *software* Microsoft® Office® Excell® (Redmond, WA, USA) e foram analisados por meio do pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* – IBM® SPSS, versão 25 (Chicago, Illinois, USA). Para descrição dos dados foram utilizadas medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (desvio-padrão e intervalo interquartilico). A normalidade dos dados foi realizada pelo teste de *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade pelo teste de *Levene*. No artigo 1, para verificar a relação entre as variáveis do estudo foi utilizado teste de correlação de *Pearson*, utilizando a classificação da força de correlação de *Dancey e Reidy* (2006). No artigo 2, a análise de moderação foi realizada através de diferentes modelos de regressão linear, utilizando o *PROCESS* macro do SPSS. Além disso, a técnica de *Johnson-Newman* foi aplicada para estabelecer o ponto da moderação, determinando a relação entre as variáveis independentes (HbA1c e CV) e variáveis dependentes (colesterol total, triglicerídeos, HDL-C, LDL-C) nos níveis baixo, médio e alto da variável moderadora ( $VO_{2max}$ ). Em todos os testes foi utilizado erro alfa de 5% (FIELD, 2009).



## 4. RESULTADOS

### 4.1 ARTIGO 1

#### RELAÇÃO ENTRE APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL, PERFIL LIPÍDICO E CONTROLE GLICÊMICO DE ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1

**RESUMO:** **Objetivo:** verificar as relações entre aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e o controle glicêmico de adolescentes com Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1). **Metodologia:** participaram 34 adolescentes (52,9% meninas) com DM1 (13,0±1,9 anos, tempo de diagnóstico=5,9±3,6 anos). Foram avaliados o  $VO_{2max}$ , perfil lipídico, composição corporal e o controle glicêmico (HbA1c e monitoramento contínuo da glicose). Para caracterizar e comparar os dados foram utilizado teste t de *Student* e o teste exato de *Fisher*. O teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para verificar possíveis relações entre as variáveis. O valor de probabilidade  $p < 0,05$  foi considerado significativo para todas as análises. **Resultados:** Os meninos apresentam melhor  $VO_{2max}$  em comparação as meninas ( $p=0,01$ ), as meninas apresentaram valores elevados no percentual de gordura total (32,8±8,1). A maioria dos participantes demonstraram valores adequados de colesterol total (61,8%), HDL-C (73,5%), LDL-C (70,6%) e triglicerídeos (82,4%). O controle glicêmico foi considerado inadequado, com valores de HbA1c acima das recomendações (HbA1c=9,7±1,5), elevada variabilidade glicêmica (CV>36%) e Tempo no Alvo abaixo de 70%. Foi encontrada relação inversa do  $VO_{2max}$  com o percentual de gordura ( $p=0,0001$ ), IMC-z ( $p=0,008$ ), colesterol total ( $p=0,050$ ) e LDL-C ( $p=0,007$ ). Houve também relação direta da gordura total com o IMC-z ( $p=0,001$ ) e LDL-C ( $p=0,033$ ). O colesterol total teve relação inversa com o tempo no alvo ( $p=0,046$ ). Além disso, também foi encontrada relação inversa do coeficiente de variação da glicemia com o colesterol total ( $p=0,0001$ ), HDL-C ( $p=0,004$ ) e LDL-C ( $p=0,004$ ). **Conclusão:** A aptidão cardiorrespiratória está inversamente relacionada com a composição corporal e o perfil lipídico de adolescentes com DM1. O controle glicêmico inadequado refletiu na relação inversa entre perfil lipídico e variabilidade glicêmica.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus Tipo 1, aptidão cardiorrespiratória, perfil lipídico, monitoramento contínuo da glicose.

## INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) é a doença crônica mais comum na infância e adolescência, concentra 5 e 10% do total de pessoas com diabetes mundialmente, sendo considerado o tipo mais agressivo da doença (IDF, 2019). O tratamento da doença segue a tríade composta por insulinoterapia, planejamento alimentar e prática regular de exercício físico (ADA, 2020). Porém, estudos demonstram que adolescentes apresentam maior dificuldade em aderir ao tratamento do DM1, caracterizando a adolescência como uma fase difícil de controle glicêmico (ANDERSON et al., 2009; JASER et al., 2017). De acordo com Lotstein et al. (2013), há probabilidade 2,5 vezes maior de controle glicêmico deficiente na transição da adolescência para vida adulta em pacientes com DM1.

Em face disso, destaca-se a aptidão cardiorrespiratória como importante indicador de saúde para os adolescentes com DM1. Austin et al. (1993) demonstram que bons níveis de aptidão cardiorrespiratória têm correlação inversa com a hemoglobina glicada (HbA1c), com o perfil lipídico e os demais fatores de risco cardiovascular. Bons níveis de aptidão cardiorrespiratória também são considerados como fator protetor para o acúmulo de adiposidade em adolescentes (SMOUTER et al., 2019). Lima et al. (2017), destacam que os adolescentes com DM1 que dedicavam maior tempo em exercícios de intensidade moderada a vigorosa demonstraram melhor controle glicêmico, porém apresentavam menor capacidade cardiorrespiratória que os controles saudáveis.

Por meio de uma revisão sistemática, Calella et al. (2020) afirmam que há crescente prevalência de excesso de peso e obesidade em jovens com DM1, provavelmente em decorrência do tratamento intensivo com insulina e do estilo de vida com hábitos inadequados. O início da insulinoterapia é marcado por rápido aumento de peso devido ao efeito anabólico que a insulina causa nos tecidos musculares e adiposos (DAVIS et al., 2015).

O acúmulo de adiposidade em pacientes com DM1 pode influenciar negativamente em alterações no perfil lipídico, principalmente quando há controle glicêmico inadequado (HOLL et al., 1998; TELES; FORNÉS, 2012; SHAH et al., 2017). Além disso, a última diretriz de dislipidemias da Sociedade Brasileira de Cardiologia destaca que o diabetes mellitus é uma das principais causas de

dislipidemia na infância e adolescência, sendo também uma condição clínica com alto risco a aterosclerose (FALUDI et al., 2017).

Entretanto, alguns estudos indicam resultados divergentes. De acordo com Van Vliet et al. (2012), crianças e adolescentes com DM1 e com sobrepeso apresentaram melhor composição corporal e perfil lipídico, HDL-c mais alto e LDL-c mais baixo, em comparação aos controles com sobrepeso. Em um estudo longitudinal, com 1142 adolescentes com DM1, as mudanças positivas na composição corporal afetaram minimamente o perfil lipídico de jovens com DM1 (SHAH et al., 2015).

Em revisão sistemática que avaliou os benefícios do exercício físico, os resultados indicam ganhos significativos na melhora do perfil lipídico, composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e qualidade de vida, no entanto, apenas um estudo demonstrou efeito positivo sobre o controle glicêmico (ABSIL et al., 2019).

Os hábitos de atividade física adquiridos na adolescência podem predizer o nível de prática de atividade física na idade adulta, além de representar um componente importante para um estilo de vida saudável e para promoção da saúde (HALLAL et al., 2006). Dois estudos realizados com a população escolar demonstram elevada prevalência de inatividade física diária e durante o lazer em adolescentes brasileiros, principalmente em adolescentes do sexo feminino (IBGE, 2015; CUREAU et al., 2016). No entanto, esses estudos não verificaram especificamente os adolescentes com DM1, que possivelmente também faz parte dessa população inativa.

Portanto, tendo em vista as divergências entre os temas propostos, dificuldade que adolescentes com DM1 enfrentam para manter controle glicêmico adequado, assim como a evidente insuficiência de atividade física na população adolescente, o propósito do presente estudo foi verificar as relações entre aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e o controle glicêmico de adolescentes com DM1.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Desenho e Participantes*

O presente estudo descritivo de corte transversal avaliou 34 adolescentes com DM1 atendidos periodicamente na Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP) do Hospital de Clínica da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A seleção dos participantes aconteceu de forma intencional e não probabilística. O número mínimo de participantes ( $n=34$ ) foi calculado pelo software GPower®, com uma força de 0,95 para a metodologia proposta. Para participar do estudo os adolescentes com idade acima de 12 anos assinaram o Termo de Assentimento, assim como seus pais ou responsáveis, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O presente estudo faz parte de um projeto aprovado segundo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da UFPR, CAAE 44193214.7.0000.0096 com parecer número 1.101.60.

#### *Avaliação da aptidão cardiorrespiratória - $VO_{2máx}$*

Para avaliação da aptidão cardiorrespiratória foi utilizado o protocolo adaptado de Balke em cicloergômetro (ROWLAND, 1990), durante o teste os avaliados utilizaram espirômetro analizador de gases portátil COSMED K4b2® (Cosmed, Roma, Itália). O teste foi iniciado uma carga de 25 Watts e velocidade de 50 rpm, a cada três minutos incrementa-se mais 25 watts e assim sucessivamente até ser atingida a frequência cardíaca máxima do indivíduo, ou assim que o mesmo não conseguisse manter a velocidade e carga. Para segurança durante o teste, estavam disponíveis fontes rápidas de carboidrato (Gel de glicose de 15 gramas) caso o avaliado entrasse em estado de hipoglicemia durante a realização do exercício. Os resultados do teste de  $VO_{2max}$  foram classificados utilizando as métricas propostas por Rodrigues et al. (2006), para adolescentes entre 10 e 14 anos.

#### *Avaliação maturacional, antropométrica e da composição corporal*

A maturação biológica foi avaliada por meio dos critérios de Tanner, com procedimento de autoavaliação dos participantes, com imagens preestabelecidas apresentadas ao avaliados com autoindicação do estágio maturacional que se encontravam no momento (TANNER, 1986). Em seguida, os relatos foram reagrupados e caracterizados, em: pré-púberes (estágio I); púberes (estágios II, III e IV); e pós-púberes (estágio V).

A avaliação antropométrica foi realizada em duplicata para todas as variáveis mensuradas (estatura, massa corporal e circunferência abdominal). A estatura foi quantificada em centímetros (cm), realizada em estadiômetro vertical portátil WCS® (WCS, Curitiba, Brasil). A massa corporal foi quantificada em quilogramas (kg), avaliada com balança digital portátil Filizola® (Filizola, Bom Retiro, Brasil). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da fórmula: massa corporal (kg) ÷ estatura(m) X estatura(m) e para o cálculo do score z do IMC, foi utilizado o programa WHO Antro Plus 1.0.4 (WHO, 2007).

A avaliação da composição corporal foi realizada por meio do equipamento DEXA, que se trata de uma técnica que mede diferentes atenuações de dois raios X que passam pelo corpo. O DEXA faz análises transversas em intervalos de 1cm em toda a extensão corporal, medido três componentes corporais, massa de gordura, massa livre de gordura e massa óssea (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009). Após a avaliação, os dados incluídos no estudo foram o percentual de gordura total, massa magra total e densidade mineral óssea.

#### *Avaliação sanguínea e perfil lipídico*

Após jejum de 12 horas foi realizada a coleta de sangue por punção venosa, realizada por enfermeiras treinadas da própria UEP. A amostra sanguínea foi utilizada para análises de colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e triglicerídeos, utilizando método enzimático colorimétrico automatizado, a lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) foi calculada pela fórmula de Friedewald ( $LDL=CT-HDL-TG/5$ ). Para análise da hemoglobina glicada (HbA1c), o material sanguíneo foi submetido ao método TurbiClin® (*Teste Imunotubidimétrico, TurbiClin, São Paulo, Brasil*). Os valores do perfil lipídico para adolescentes foram classificados de acordo com as diretrizes de dislipidemia da Sociedade Brasileira de Cardiologia (FALUDI et al., 2017).

#### *Análise do Controle Glicêmico*

No presente estudo, para caracterizar o controle da glicemia, foram utilizados os valores de HbA1c e as métricas de variabilidade glicêmica. A análise da HbA1C é considerada padrão ouro para avaliação do controle glicêmico, os critérios para crianças e adolescentes com idade abaixo de 18 anos são de HbA1c > 7,5% (ADA, 2021). Para avaliar a variabilidade glicêmica, os participantes do estudo utilizaram

um monitor CGM Guardian®RT (*Medtronic*, Minimed) durante cinco dias. O sensor foi aplicado na região lombar do paciente, realizando avaliações da glicemia intersticial a cada cinco minutos, durante o tempo de uso. Por meio do software EasyGV (HILL et al., 2011) foi calculada a métricas do coeficiente de variação (desvio padrão ÷ média × 100), consideradas a principal métrica para avaliação da variabilidade glicêmica, de acordo com o Consenso Internacional de Monitorização Contínua de Glicose (DANNE et al., 2017). O Tempo no Alvo também foi incluído no estudo, essa métrica trata-se do percentual do tempo relacionado ao número de leituras do sensor que estavam dentro de um intervalo-alvo de glicemia, 70 a 180mg/dl (SBD, 2020). Por meio do Tempo no Alvo é possível definir faixas altas e baixas da glicose, valores de 70% no intervalo-alvo correspondem a HbA1c em torno de 7% (VIGERSKY; MCMAHON, 2019).

#### *Análise dos dados*

A análise dos dados foi realizada por meio do *software Statistical package for Social Sciences* (SPSS) versão 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA). Os dados foram transcritos na forma de média e desvio padrão, a normalidade dos dados foi testada mediante o teste de *Shapiro-Wilk*. Para caracterizar e comparar os dados dos participantes foi utilizado teste t de *Student* e teste exato de *Fisher*. O teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para verificar possíveis relações entre variáveis e para verificar a força da correlação utilizou-se a classificação de *Dancey e Reidy* (2006). O valor de probabilidade  $p < 0,05$  foi considerado significativo para todas as análises.

## **RESULTADOS**

Participaram do estudo 34 adolescentes com DM1, o poder da metodologia proposta foi de 95% ( $G^*Power = 0.950$ ). Na tabela 1 estão presentes os resultados de caracterização geral dos adolescentes participantes do estudo, assim como dados descritivos da aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico.

Na Tabela 2 estão presentes as classificações da aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico dos adolescentes

participantes do estudo. Na Tabela 3 estão descritos os resultados do coeficiente de correlação (*r* de *Pearson*) entre as variáveis do estudo.

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes do estudo.

	Total(n=34)	Meninas(n=18)	Meninos(n=16)	P
<b>Características gerais</b>				
Idade decimal (anos)	13,0±1,9	12,9±1,9	13,2±2,0	0,65
Diagnóstico DM1 (anos)	5,9±3,6	6,3±3,8	5,4±3,5	0,48
Massa corporal (kg)	47,8±13,1	49,3±12,8	46,0±13,6	0,46
Estatura (cm)	153,9±13,1	154,3±11,2	153,4±15,5	0,84
IMC-escore z	0,3±0,8	0,4±0,8	0,1±0,8	0,25
Insulina (U/kg/dia)	1,0±0,2	1,1±0,2	1,0±0,3	0,88
Pré-Púberes (Tanner)	6 (17,1%)	3 (15,8%)	3 (18,8%)	<b>0,05*</b>
Púberes (Tanner)	28 (89,9%)	15 (84,2%)	13 (81,2%)	
<b>Aptidão Cardiorrespiratória</b>				
VO <sub>2max</sub> ** (ml/kg/min)	37,6±9,1	32,7±7,8	43,4±7,3	<b>0,01</b>
<b>Composição Corporal</b>				
Gordura total** (%)	25,1±10,9	32,8±8,1	16,2±5,6	<b>0,01</b>
MMT (kg)	34,4±10,0	31,4±6,1	37,8±12,6	0,07
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,0±0,1	1,0±0,1	1,0±0,1	0,55
<b>Perfil Lipídico</b>				
Colesterol total (mg/dl)	169,7±36,1	179,3±39,6	158,3±28,4	0,08
HDL-C (mg/dl)	54,4±13,6	53,6±15,2	55,2±11,8	0,74
LDL-C* (mg/dl)	99,7±24,5	108,1±25,1	89,7±20,3	<b>0,02</b>
Triglicerídeos (mg/dl)	78,2±43,5	87,6±54,7	67,1±21,3	0,16
<b>Controle glicêmico</b>				
HbA1c (%)	9,7±1,5	9,6±1,3	9,8±1,6	0,63
CV (%)	36,8±6,5	36,6±6,9	37,1±6,3	0,75
TA (%)	39,2±14,3	36,4±12,1	42,3±16,3	0,32

**Notas:** CA: circunferência abdominal. IMC: índice de massa corporal. VO<sub>2max</sub>: Consumo máximo de oxigênio. GT: Percentual de gordura total. MMT: massa magra total. DMO: densidade mineral óssea. HDL-C: lipoproteína de alta densidade. LDL-C: lipoproteína de baixa densidade. HbA1c: hemoglobina glicada. CV: coeficiente de variação da glicemia. TA: tempo no alvo. p: significância do teste t de *Student*; \*p<0,05. \*\*p<0,01.

**Tabela 2.** Classificação da aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico, HbA1c e coeficiente de variação da glicemia.

	Total (n=34) n (%)	Meninas (n=18) n (%)	Meninos (n=16) n (%)	p
<b>VO<sub>2max</sub></b>				
Muito Fraco	16 (47,1)	12 (66,7)	4 (25)	<b>0,005</b>
Fraco	6 (17,6)	2 (11,1)	4 (25)	
Regular	2 (5,9)	-	2 (12,5)	
Bom	5 (14,7)	-	5 (31,3)	
Excelente	5 (14,7)	4 (22,2)	1 (6,3)	
<b>% Gordura total</b>				
Baixo	3 (8,8)	-	3 (18,8)	<b>0,0001</b>
Adequado	12 (35,3)	3 (16,7)	9 (56,3)	
Moderadamente alto	5 (14,7)	2 (11,1)	3 (18,8)	
Alto	5 (14,7)	4 (22,2)	1 (6,3)	
Excessivamente alto	9 (26,5)	9 (50)	-	
<b>IMC-z</b>				
Eutrofia	25 (73,5)	11 (61,1)	14 (87,5)	0,08
Sobrepeso	9 (26,5)	7 (38,9)	2 (12,5)	
<b>Colesterol total</b>				
Normal	21 (61,8)	12 (66,7)	9 (56,3)	0,45
Alterado	13 (38,2)	6 (33,3)	7 (43,8)	
<b>HDL-C</b>				
Normal	25 (73,5)	13 (73,2)	12 (75)	0,58
Alterado	9 (26,5)	5 (27,8)	4 (25)	
<b>LDL-C</b>				
Normal	24 (70,6)	10 (55,6)	14 (87,5)	0,06
Alterado	10 (29,4)	8 (44,4)	2 (12,5)	
<b>Triglicerídeos</b>				
Normal	28 (82,4)	14 (77,8)	14 (87,5)	0,66
Alterado	6 (17,6)	4 (22,2)	2 (12,5)	
<b>HbA1c</b>				
≤ 7,5 %	3 (8,8)	1 (5,6)	2 (12,5)	0,59
> 7,5 %	31 (91,2)	17 (94,4)	14 (87,5)	
<b>CV</b>				
≤ 36 %	17 (50)	9 (50)	8 (50)	1,00
> 36%	17 (50)	9 (50)	8 (50)	

**Notas:** p=significância do teste exato de Fisher. VO<sub>2max</sub>: consumo máximo de oxigênio. CA: circunferência abdominal. IMC: índice de massa corporal. HDL-C: lipoproteína de alta densidade. LDL-C: lipoproteína de baixa densidade. HbA1c: hemoglobina glicada. CV: coeficiente de variação da glicemia.



**Tabela 3.** Correlações entre a aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, perfil lipídico e controle glicêmico.

	GT	MMT	DMO	IMC-z	CT	HDL-C	LDL-C	TG	HbA1c	CV	TA
<b>VO<sub>2max</sub></b>	<b>-0,612**</b>	0,160	-0,149	<b>-0,448**</b>	<b>-0,344*</b>	0,135	<b>-0,464*</b>	-0,325	-0,018	0,105	0,280
<b>GT</b>		-0,314	0,216	<b>0,556**</b>	0,320	0,036	<b>0,384*</b>	0,179	0,093	-0,035	-0,323
<b>MMT</b>			<b>0,703**</b>	0,188	-0,106	-0,236	0,014	-0,110	0,286	0,001	0,223
<b>DMO</b>				<b>0,396*</b>	0,043	-0,262	0,193	0,056	0,201	0,045	0,122
<b>IMC-z</b>					-0,030	-0,237	0,104	-0,040	0,303	0,220	-0,190
<b>CT</b>						<b>0,594**</b>	<b>0,940**</b>	<b>0,562**</b>	0,252	<b>-0,577**</b>	<b>-0,345*</b>
<b>HDL-C</b>							<b>0,351*</b>	-0,087	-0,019	<b>-0,484**</b>	-0,226
<b>LDL-C</b>								<b>0,518**</b>	0,285	<b>-0,486**</b>	-0,299
<b>TG</b>									0,264	-0,260	-0,235
<b>HbA1c</b>										-0,080	<b>-0,348*</b>
<b>CV</b>											0,272

**Notas:** \*p<0,05; \*\*p<0,01. VO<sub>2max</sub>: Consumo máximo de oxigênio. GT: Percentual de gordura total. MMT: massa magra total. DMO: densidade mineral óssea. IMC-z: escore z do Índice de Massa Corporal. CT: colesterol total. HDL-C: lipoproteína de alta densidade. LDL-C: lipoproteína de baixa densidade. TG: triglicerídeos. HbA1c: hemoglobina glicada. CV: coeficiente de variação da glicemia. TA: tempo no alvo.

## DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que a relação inversa do  $VO_{2max}$  com a gordura total, IMC-z e os componentes do perfil lipídico (Tabela 3). Por outro lado, o percentual de gordura total foi diretamente relacionado ao IMC-z, e LDL-C. Além disso, o colesterol total, HLD-C e LDL-C tiveram relação inversa com o coeficiente de variação da glicemia.

A classificação do controle glicêmico demonstra que 91,2% dos participantes estão com HbA1c acima de 7,5% (Tabela 2). A média geral do coeficiente de variação da glicemia ( $36,8 \pm 6,5$ ) está acima dos valores recomendados, com 50% dos participantes apresentando elevada variabilidade glicêmica (Tabela 2). Também foi encontrado Tempo no Alvo com média de 39,2%, muito abaixo da recomendação de 70% (VIGERSKY; MCMAHON, 2019). Portanto, um controle glicêmico inadequado foi observado na maioria dos participantes do estudo.

Valores elevados de HbA1c e variabilidade glicêmica influenciam negativamente na gestão do DM1, aumentam o risco cardiovascular e estão associados a complicações clínicas graves (ADA, 2019; LIND et al., 2014). Em recente estudo com 78 adolescentes brasileiros com DM1, valores elevados de HbA1c e variabilidade glicêmica foram associados com o desenvolvimento de complicações crônicas, como nefropatia e retinopatia, e associados ao aparecimento de outras doenças autoimune (RODRIGUES et al., 2021).

A aptidão cardiorrespiratória nas meninas indica aptidão fraca, enquanto a média dos meninos indica aptidão cardiorrespiratória regular (Tabela 1). Quando as proporções são levadas em conta, a maioria das meninas (66,7%) demonstraram  $VO_{2max}$  muito fraco, justificando a diferença significativa ( $p=0,01$ ) entre sexos (Tabela 1). Outros estudos encontram resultados semelhantes, em que meninas com DM1 demonstraram menor aptidão cardiorrespiratória em comparação aos meninos, fatores de crescimento e desenvolvimento maturacional são considerados os principais influenciadores desses resultados (MCMURRAY et al., 2002, VASQUES et al., 2007).

A avaliação do IMC-z indica eutrofia para a maioria dos participantes do estudo (73,5%), nenhum participante apresentou obesidade (Tabela 2). No

entanto, quando avaliada a composição corporal, houve diferença significativa do percentual de gordura entre meninos e meninas (Tabela 1), 22% das meninas apresentaram percentual de gordura alto e 50% apresentam percentual excessivamente alto, enquanto a maioria dos meninos apresentou percentual adequado (56,3%) (Tabela 2).

Outros estudos também encontraram maior predisposição de excesso de peso e adiposidade em meninas com DM1, destacam também que essa condição geralmente se mantém na vida adulta (TUVEMO; KOBBAH; PROOS, 1997; PIETILAINEN et al., 1995; BARTZ et al., 1997). Ingberg et al. (2003), atribuem a maior incidência de sobrepeso e adiposidade em mulheres com DM1 a insulino terapia e ao controle glicêmico inadequado, ainda, essa condição está relacionada com o desenvolvimento de dislipidemia.

Com relação ao perfil lipídico, os participantes apresentam resultados dentro das recomendações para adolescentes (Tabela 1). Em todos os componentes do perfil lipídico a maioria dos participantes demonstraram valores adequados de CT (61,8%), HDL-C (73,5%), LDL-C (70,6%) e triglicerídeos (82,4%) (Tabela 2). De acordo com Shah et al. (2017), as meninas com DM1 apresentam tendência a maiores concentrações lipídicas em comparação aos meninos. Adiposidade excessiva e controle glicêmico inadequado são considerados os principais fatores para o aumento das concentrações lipídicas entre meninas com DM1 (KOSTERIA et al., 2019).

Entretanto, no presente estudo, as médias e a frequência de alterações no perfil lipídico foram semelhantes entre os sexos, exceto a média do LDL-C, que foi maior nas meninas, porém resultado indireto a partir de cálculo da equação proposta por Friedewald et al. (1972). Também se evidenciou o fator protetivo das maiores concentrações de HDL-c na menor variabilidade glicêmica. A fração HDL-C tem sido apontada como marcador da prática regular de atividades físicas moderadas em adolescentes (LOPES et al., 2019).

Os resultados apontam que o colesterol total foi inversamente relacionado com o Tempo no Alvo (Tabela 3), evidências demonstram que o essa métrica é um excelente indicador da magnitude da hiperglicemia e está inversamente correlacionado com a HbA1c (VIGERSKY; MCMAHON, 2019;

ADVANI, 2020). Valores elevados de HbA1c foram considerados como fator responsável pelo aumento dos lipídios em adolescentes com DM1 (PETITTI et al., 2007; GUY et al., 2009). Sendo assim, a redução do Tempo no Alvo e aumento da HbA1c podem estimular a conversão de glicose em lipídios.

Na presente pesquisa, evidenciou-se a relação inversa do perfil lipídico com o coeficiente de variação da glicemia, sugerindo que a diminuição da variabilidade glicêmica está relacionada com o aumento das concentrações de CT, LDL-C e HDL-C (Tabela 3). Essa relação pode ser entendida como uma resposta contrarreguladora do organismo, ou seja, na intenção de compensar a elevada oscilação da variabilidade glicêmica do paciente diabético, a glicose é convertida em triglicerídeos e colesterol, que por sua vez precisam ser carregados para armazenagem na forma de tecido adiposo e assim estimulando o aumento das lipoproteínas responsáveis pelo transporte lipídico (TORTORA; DERRICKSON, 2019).

Essa relação pode ser considerada benéfica para os pacientes com DM1 em primeiro momento, pois reduz a variabilidade glicêmica e eleva os níveis HDL-C, considerado o bom colesterol. Contudo, em longo prazo eleva as concentrações de lipídios relacionados ao risco cardiovascular (CT e LDL-C) e pode ser agente indutor para o desenvolvimento da dislipidemia, ambas as principais complicações associadas ao DM1 (SBD, 2020).

A relação entre variabilidade glicêmica e perfil lipídico no DM1 é complexa e ainda conta com poucos estudos, porém os achados do presente estudo sugerem que as duas variáveis estão relacionadas e como descrito na literatura estão associadas a complicações clínicas. De acordo com Estudo de Controle e Complicações do Diabetes, o aumento dos níveis lipídicos tem grande importância no desenvolvimento de problemas cardiovasculares em pacientes com DM1 (DCCT, 2016). Além disso, a variabilidade glicêmica também está relacionada ao desenvolvimento de complicações microvasculares, sendo considerada mais elevada e agressiva no DM1 do que em pacientes com diabetes tipo 2 (SOUPAL et al., 2014; SECHTERBERGER et al., 2017).

No estudo de Singhvi et al. (2014) foi encontrada associação inversa entre variabilidade glicêmica e aptidão cardiorrespiratória em adolescentes com DM1, níveis mais altos de  $VO_{2max}$  estavam associados a menores oscilações da variabilidade. No presente estudo, não foi encontrada relação do  $VO_{2max}$  com a variabilidade glicêmica, entretanto, um possível aumento dos níveis de  $VO_{2max}$  pode representar a melhor estabilidade da variabilidade glicêmica.

Com base nos resultados encontrados é possível entender que a aptidão cardiorrespiratória pode ser considerado fator protetor para a composição corporal e o perfil lipídico de adolescentes com DM1. Algumas limitações também são encontradas, como o delineamento transversal, com apenas uma coleta de dados, o que pode representar uma resposta aguda das variáveis analisadas. Estudos longitudinais que considerem essas limitações podem trazer resultados com maior precisão e estudos intervencionais com objetivo de melhorar a aptidão cardiorrespiratória podem confirmar a influência positiva sobre a variabilidade glicêmica.

## CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostraram que a maior aptidão cardiorrespiratória em adolescentes com DM1 está relacionada aos menores índices de excesso na composição corporal e no perfil lipídico. Controle glicêmico inadequado foi observado na maioria dos participantes do estudo, refletindo na relação inversa do perfil lipídico com a variabilidade glicêmica.

## REFERÊNCIAS

- ABSIL, H, et al. Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: a systematic review. **Diabetes research and clinical practice**, v. 156, p.107810, 2019.
- ADVANI, A. Positioning time in range in diabetes management. **Diabetologia**, v. 63, n. 2, p. 242-252, 2020.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA) 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2020. **Diabetes care**, v. 43, n. 1, p. S14-S31, 2020.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes—2021. **Diabetes care**, v. 44, n. 1, p. S73-S84, 2021.

ANDERSON, B. J., et al. Dyadic measures of the parent–child relationship during the transition to adolescence and glycemic control in children with type 1 diabetes. **Fam Syst Health**, v. 27, n. 2, p. 141-152, 2009. Doi: 10.1037/a0015759.

AUSTIN, A., et al. The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein (a) levels in adolescents with IDDM. **Diabetes Care**, v. 16, n. 2, p. 421-425, 1993.

BARTZ J., et al. Body composition in type 1 diabetes mellitus. Bio-impedance measurements in 274 diabetic children, adolescents and young adults. **Dtsch Med Wochenschr**, v. 122, p. 815–819, 1997.

BERENSON, G. S., et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. **N Engl J Med**, v. 338, p. 1650–1656, 1998.

BRAZEAU, A. S., et al. Physical activity level and body composition among adults with type 1 diabetes. **Diabetic Medicine**, v. 29, n. 11: p. e402-e408, 2012.

CALELLA, P., et al. Type 1 diabetes and body composition in youth: A systematic review. **Diabetes/metabolism research and reviews**, v. 36, n. 1, p. e3211, 2020.

CUREAU, F. V., et al. ERICA: inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 1, p. 1-11, 2016

DANCEY C.P; REIDY J. **Estatística sem matemática para psicologia usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed. Ed.3; p.184. 2006.

DANNE, T., et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring. **Diabetes care**, v. 40, n. 12, p. 1631-1640, 2017.

DAVIS, N. L., et al. Body composition in children with type 1 diabetes in the first year after diagnosis: relationship to glycaemic control and cardiovascular risk. **Archives of disease in childhood**, v. 97, n. 4, p. 312-315, 2012.

DIABETES CONTROL AND COMPLICATIONS TRIAL (DCCT) Research Group. Effect of intensive diabetes management on macrovascular events and risk factors in the Diabetes Control and Complications Trial. **Am J Cardiol**, v. 75, p. 894–903, 1995.

DIABETES CONTROL AND COMPLICATIONS TRIAL (DCCT). Risk factors for cardiovascular disease in type 1 diabetes. **Diabetes**, v. 65, n. 5, p. 1370-1379, 2016.

FRIEDEWALD, W. T. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin chem**, v. 18, p. 499-502, 1972.

GUY, J., et al. Lipid and lipoprotein profiles in youth with and without type 1 diabetes: the SEARCH for Diabetes in Youth case-control study. **Diabetes care**, v. 32, n. 3, p. 416-420, 2009.

HALLAL, P. C., et al. Adolescent physical activity and health. **Sports medicine**, v. 36, n. 12, p. 1019-1030, 2006.

HILL, N. R., et al. Normal reference range for mean tissue glucose and glycemic variability derived from continuous glucose monitoring for subjects without diabetes in different ethnic groups. **Diabetes technology & therapeutics**, v. 13, n. 9, p. 921–8, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar**, (PeNSE), 2015. Rio de Janeiro: IBGE; 2015.

INGBERG, C. M., et al. Body composition in adolescent girls with type 1 diabetes. **Diabet Med**, v. 20, n. 12, p. 1005-1011, 2003.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). **IDF Diabetes Atlas**. 9th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019.

JASER, S. S., et al. Stress and Coping Predicts Adjustment and Glycemic Control in Adolescents with Type 1 Diabetes. **Ann Behav Med**, v. 51, n. 1, p. 30-38, 2017. Doi: 10.1007/s12160-016-9825-5.

KOSTERIA, I., et al. Lipid profile is associated with treatment regimen in a large cohort of children and adolescents with Type 1 diabetes mellitus: a study from the international SWEET database. **Diabetic Medicine**, v. 36, n. 10, p. 1294-1303, 2019.

LIMA, V. A., et al. Physical activity levels of adolescents with type 1 diabetes physical activity in T1D. **Pediatric exercise science**, v. 29 n. 2, p. 213-219, 2017

LIND, M., et al. Glycemic control and excess mortality in type 1 diabetes. **New England Journal of Medicine**, v. 371, n. 21, p. 1972-1982, 2014.

LOPES, M. F. A., et al. Effect of Exercise on Concentration of High-Density Lipoprotein in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 22, n. 5, p. 183-199, 2019.

DEURENBERG, P.; PIETERS, J. J. L; HAUTVAST, J. G. A. J. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. **British Journal of Nutrition**, v. 63, n. 2, p. 293-303 1990.

LOTSTEIN, D. S., et al. Transition from pediatric to adult care for youth diagnosed with type 1 diabetes in adolescence. **Pediatrics**, v. 131, n. 4, p. 1062-1070, 2013.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA)/ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Tabela brasileira de composição de alimentos. 2nd ed. São Paulo: Fórmula; 2006.

PETITTI, D. B., et al. Serum lipids and glucose control: the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 161, n. 2, p. 159-165, 2007.

PIETILAINEN, K. H., et al. Diet, obesity, and metabolic control in girls with insulin dependent diabetes mellitus. **Arch Dis Child**, v. 73, p. 398–402, 1995.



RODRIGUES, R., et al. New glycemic metrics and traditional clinical and laboratory profiles of children and adolescents with type 1 diabetes mellitus in an outpatient follow-up. **Diabetes Research and Clinical Practice**, 2021.

RODRIGUES, A. N., et al. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **Journal of Pediatrics**. v.82, n. 6. p. 426-30. 2006.

ROWLAND, T. W. **Exercise and Children's Health**. Champaign: Human Kinetics Books, 1990.

SECHTERBERGER, M. K., et al. Higher glucose variability in type 1 than in type 2 diabetes patients admitted to the intensive care unit: A retrospective cohort study. **Journal of critical care**, v. 38, p. 300-303, 2017.

SINGHVI, A. et al. Aerobic fitness and glycemic variability in adolescents with type 1 diabetes. **Endocrine Practice**, v. 20, n. 6, p. 566–570, 2014.

SHAH, A. S., et al. Change in adiposity minimally affects the lipid profile in youth with recent onset type 1 diabetes. **Pediatric diabetes**, v. 16, n. 4, p. 280-286, 2015.

SHAH, A. S., et al. Predictors of dyslipidemia over time in youth with type 1 diabetes: for the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Diabetes Care**, v. 40, n. 4, p. 607-613, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Editora Clannad; 2020

ŠOUPAL, J., et al. Glycemic variability is higher in type 1 diabetes patients with microvascular complications irrespective of glycemic control. **Diabetes technology & therapeutics**, v. 16, p. 4, p. 198-203, 2014.

TANNER, J. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clin Endocrinol Metab**, v. 15, n. 3, p. 411–51, 1986.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. H. **Princípios de anatomia e fisiologia** – 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.

TUVEMO, T.; KOBBAH, M.; PROOS, L. A. Growth and subcutaneous fat during the first five years of insulin-dependent diabetes in children. **Acta Paediatr Suppl**, v. 418, p. 1–5, 1997.

VAN VLIET, M., et al. Overweight children with type 1 diabetes have a more favourable lipid profile than overweight non-diabetic children. **European journal of pediatrics**, v. 171, n. 3, p. 493-498, 2012.

VIGERSKY, R. A.; MCMAHON, C. The relationship of hemoglobin A1C to time-in-range in patients with diabetes. **Diabetes technology & therapeutics**, v. 21, n. 2, p. 81-85, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **European health for all database** [online database]. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2007.

## 4.2 ARTIGO 2

### PAPEL MODERADOR DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA NA INFLUÊNCIA DA HbA1c E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DA GLICEMIA SOBRE O PERFIL LIPÍDICO DE ADOLESCENTES COM DM1

**RESUMO: Objetivo:** Verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre a hemoglobina glicada e a variabilidade glicêmica com os componentes do perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1.

**Metodologia:** Participaram 34 adolescentes com DM1 (idade =  $13,0 \pm 1,9$  anos, tempo de diagnóstico =  $5,9 \pm 3,6$  anos). A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada pelo teste de  $VO_{2max}$  com analisador de gases, o perfil lipídico avaliado por método enzimático colorimétrico e o controle glicêmico avaliado pelas concentrações de HbA1c e coeficiente de variação da glicemia. A análise de moderação foi realizada por meio de diferentes modelos de regressão linear.

**Resultados:** Os participantes apresentaram controle glicêmico inadequado, com HbA1c ( $9,7 \pm 1,5$ ) acima das recomendações e variabilidade glicêmica elevada ( $CV=36,8 \pm 6,5$ ). Em geral, os componentes do perfil lipídico estavam dentro do preconizado. Além disso, as meninas apresentam  $VO_{2max}$  muito fraco ( $32,7 \pm 7,8$  ml/kg/min) e os meninos  $VO_{2max}$  regular ( $43,4 \pm 7,3$  ml/kg/min), com diferença significativa entre os sexos ( $p=0,01$ ). A análise de moderação demonstrou interação significativa entre  $VO_{2max}$  versus HbA1c com o colesterol total ( $p=0,02$ ) e triglicerídeos ( $p=0,04$ ) apenas em quem tem baixo e médio  $VO_{2max}$ , em quem tem alto  $VO_{2max}$  essa associação deixou de existir. A interação entre  $VO_{2max}$  versus coeficiente de variação da glicemia com o colesterol total foi significativa ( $p=0,03$ ) e também deixou de existir em valores mais altos de  $VO_{2max}$ .

**Conclusão:** Níveis mais altos de aptidão cardiorrespiratória atenuam a influência da HbA1c e variabilidade glicêmica sobre o perfil lipídico de adolescentes com DM1.

**Palavras-chave:** Aptidão Cardiorrespiratória, Perfil Lipídico, Controle glicêmico, Diabetes Mellitus Tipo 1.

## INTRODUÇÃO

A Associação Americana de Diabetes (ADA) caracteriza o Diabetes Mellitus Tipo 1 (DM1) como uma doença crônica desenvolvida pela destruição autoimune das células beta pancreáticas, causando deficiência parcial ou completa da produção de insulina, o que acarreta hiperglicemia (ADA, 2020). O DM1 concentra entre 5 e 10% de todas as pessoas com diabetes no mundo, pode ser desenvolvido em qualquer faixa etária, porém é mais comum na infância ou no início da vida adulta (IDF, 2019). Na população infanto-juvenil, em função da menor adesão terapêutica, há maior dificuldade no controle glicêmico (SBD, 2020). A literatura aponta que o controle glicêmico inadequado favorece alterações no perfil lipídico e sobrepeso em pacientes com DM1, ambos são agravantes para o desenvolvimento da dislipidemia (HOLL et al., 1998; ALVES; VEIGA; SOUZA, 2007; TELES; FORNÉS, 2012; SHAH et al., 2017).

De acordo com a última diretriz sobre dislipidemias da Sociedade Brasileira de Cardiologia, ter diabetes mellitus na infância e adolescência aumenta o risco de o paciente desenvolver dislipidemia (FALUDI, et al., 2017). Além disso, alterações negativas no perfil lipídico de crianças e adolescentes com DM1 estão associadas ao desenvolvimento precoce de doença aterosclerótica (PURNELL et al., 1998; RADER et al., 2003; AHL-JORGENSEN et al., 2005).

O controle glicêmico no DM1 baseia-se no monitoramento da glicemia em jejum, glicemia pós prandial e hemoglobina glicada (HbA1c) (ADA, 2021). Recentemente, os sistemas de monitoramento contínuo da glicose (CGM) foram incorporados no controle glicêmico, pois são capazes de analisar a variabilidade glicêmica e possibilitam métricas precisas sobre as flutuações da glicose durante longos períodos de tempo (SBD, 2020). Evidências demonstram que utilizar as concentrações de HbA1c junto com as métricas de variabilidade glicêmica, está associado a redução de complicações microvasculares e pode diminuir as situações de hipoglicemias em indivíduos com DM1 (WOJCIECHOWSKI et al., 2011; WOLFSDORF et al., 2014).

Outra parte fundamental do tratamento e controle do DM1 é a prática regular de exercícios físicos (MASCARENHAS et al., 2016). Estudos demonstram que melhores níveis de aptidão cardiorrespiratória em pacientes com DM1 estão relacionados a melhor composição corporal, melhor perfil lipídico e controle glicêmico adequado (RIDDELL; PERKINS, 2006; TONOLI et al., 2012; OSTMAN et al., 2018). A avaliação da aptidão cardiorrespiratória é também importante indicador fisiológico, preditor de doenças cardiovasculares e metabólicas e da mortalidade em geral (MOMMA et al., 2017; NAUMAN et al., 2017).

O estudo de Brand et al. (2019) evidenciou o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória sobre a adiposidade e adipocitocinas em adolescentes. Porém, nenhum estudo, até o momento, fez esta análise em indivíduos com DM1, principalmente ao considerar que a aptidão cardiorrespiratória traz benefícios tanto no controle glicêmico quanto no perfil lipídico, no entanto, parece que esses ganhos acontecem de maneira independente.

Portanto, é interessante analisar a influência da aptidão cardiorrespiratória na interação entre o controle glicêmico e perfil lipídico, visto que esta relação ainda não foi totalmente esclarecida. Nesse contexto, o propósito do presente estudo foi verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre a HbA1c e variabilidade glicêmica com os componentes do perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Desenho e Participantes*

O presente estudo descritivo de corte transversal avaliou 34 adolescentes com DM1 atendidos periodicamente na Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP) do Hospital de Clínica da Universidade Federal do Paraná. A seleção dos participantes aconteceu de forma intencional e não probabilística. Para participar do estudo os adolescentes com idade acima de 12 anos assinaram o Termo de Assentimento, assim como seus pais

ou responsáveis, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O presente estudo faz parte de um projeto aprovado segundo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da UFPR, CAAE 44193214.7.0000.0096 com parecer número 1.101.60.

#### *Avaliação maturacional e antropométrica*

A maturação biológica foi avaliada por meio dos critérios de Tanner, com procedimento de autoavaliação dos participantes, com imagens preestabelecidas apresentadas ao avaliados com autoindicação do estágio maturacional que se encontravam no momento (TANNER, 1986). Em seguida, os relatos foram reagrupados e caracterizados, em: pré-púberes (estágio I); púberes (estágios II, III e IV); e pós-púberes (estágio V).

A avaliação antropométrica foi realizada em duplicata para todas as variáveis mensuradas (estatura, massa corporal e circunferência abdominal). A estatura foi quantificada em centímetros (cm), realizada em estadiômetro vertical portátil WCS® (WCS, Curitiba, Brasil). A massa corporal foi quantificada em quilogramas (kg), avaliada com balança digital portátil Filizola® (Filizola, Bom Retiro, Brasil). O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da fórmula: massa corporal (kg) ÷ estatura(m) X estatura(m) e para o cálculo do score z do IMC, foi utilizado o programa WHO Antro Plus 1.0.4 (WHO, 2007).

#### *Avaliação da aptidão cardiorrespiratória - $VO_{2max}$*

Para avaliação do  $VO_{2max}$  foi utilizado o protocolo adaptado de Balke em cicloergômetro (ROWLAND, 1990), durante o teste os avaliados utilizaram espirômetro analisador de gases portátil COSMED K4b2® (Cosmed, Roma, Itália). O teste foi iniciado uma carga de 25 Watts e velocidade de 50 rpm, a cada três minutos incrementa-se mais 25 watts e assim sucessivamente até ser atingida a frequência cardíaca máxima do indivíduo, ou assim que o mesmo não conseguisse manter a velocidade e carga. Para segurança durante o teste, estavam disponíveis fontes rápidas de carboidrato (Gel de glicose de 15 gramas) caso o avaliado entrasse em estado de hipoglicemia durante a realização do exercício. Os resultados do teste de  $VO_{2max}$  foram classificados utilizando as métricas propostas por Rodrigues et al. (2006).

### *Avaliação sanguínea e perfil lipídico*

Após jejum de 12 horas foi realizada a coleta de sangue por punção venosa, realizada por enfermeiras treinadas da própria UEP. A amostra sanguínea foi utilizada para análises de colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e triglicerídeos, utilizando método enzimático calorimétrico automatizado, a lipoproteína de baixa densidade (LDL-C) foi calculada pela fórmula de *Friedewald* ( $LDL=CT-HDL-TG/5$ ). Os valores do perfil lipídico para adolescentes foram classificados de acordo com as diretrizes de dislipidemia da Sociedade Brasileira de Cardiologia (FALUDI et al., 2017).

Para análise da hemoglobina glicada (HbA1c), o material sanguíneo foi submetido ao método TurbiClin® (*Teste Imunotubidimétrico, TurbiClin, São Paulo, Brasil*). A HbA1C foi utilizada como um dos parâmetros de controle glicêmico, de acordo com as recomendações da Associação Americana de Diabetes as concentrações de HbA1c ideais para crianças e adolescentes com idade abaixo de 18 anos devem ser  $\leq 7,5\%$  (ADA, 2021).

### *Monitoramento contínuo da glicose (CGM)*

Para avaliar a variabilidade glicêmica, os participantes do estudo utilizaram um monitor CGM Guardian®RT (*Medtronic, Minimed*) durante cinco dias. O sensor foi aplicado na região lombar do paciente, realizando avaliações da glicemia intersticial a cada cinco minutos, durante o tempo de uso. Por meio do software EasyGV foi calculado o coeficiente de variação de glicemia (desvio padrão  $\div$  média  $\times$  100), considerado a métrica primária para avaliação da variabilidade glicêmica. De acordo com o Consenso Internacional de Monitorização Contínua de Glicose, valores acima de 36% são classificados como variabilidade glicêmica elevada (DANNE et al., 2017).

### *Análise estatística*

Os dados descritivos foram apresentados em média e desvio padrão. Para caracterizar e comparar os dados foram utilizados o teste t de *Student* independente e o teste de *Qui-quadrado*. A análise de moderação foi realizada através de diferentes modelos de regressão linear, utilizando o PROCESS macro do *Statistical package for Social Sciences – SPSS*, versão 25. Foram

testados os seguintes modelos: 1) associação entre o  $VO_{2max}$  com o perfil lipídico e glicêmico; 2) associação entre HbA1c e variabilidade glicêmica com os componentes do perfil lipídico e glicêmico e; 3) interações entre o  $VO_{2max}$ \* HbA1c e  $VO_{2max}$ \*coeficiente de variação da glicemia com os componentes do perfil lipídico. moderação. A variável moderadora foi dividida em três partes, adotando os pontos de corte: 16% inferior, 64% mediano e 16% superior (HAYES, 2017). Além disso, a técnica de *Johnson-Newman* foi aplicada para estabelecer o ponto da moderação, determinando a relação entre as variáveis independentes (HbA1c e CV) e variáveis dependentes (colesterol total, triglicerídeos, HDL-C, LDL-C) nos níveis baixo, médio e alto da variável moderadora ( $VO_{2max}$ ). Todas as análises foram ajustadas para maturação biológica, idade decimal e tempo de diagnóstico do diabetes. O valor de probabilidade  $p < 0,05$  foi considerado significativo para todas as análises.

## RESULTADOS

Na tabela 1 estão descritas as características gerais dos participantes do estudo, resultados do controle glicêmico, perfil lipídico e teste de aptidão cardiorrespiratória ( $VO_{2max}$ ). Quanto a maturação, foi encontrada diferença entre pré-púberes e púberes ( $p=0,050$ ), a maioria dos participantes se encontra no estágio púbere (89,9%).

**Tabela 1.** Caracterização dos participantes do estudo.

	Total(n=34)	Meninas(n=18)	Meninos(n=16)	P
<b>Características gerais</b>				
Idade decimal (anos)	13,0±1,9	12,9±1,9	13,2±2,0	0,65
Massa corporal (kg)	47,8±13,1	49,3±12,8	46,0±13,6	0,46
Estatura (cm)	153,9±13,1	154,3±11,2	153,4±15,5	0,84
IMC-escore z	0,3±0,8	0,4±0,8	0,1±0,8	0,25
Diagnóstico DM1 (anos)	5,9±3,6	6,3±3,8	5,4±3,5	0,48
Insulinoterapia (U/kg/dia)	1,0±0,2	1,1± 0,2	1,0±0,3	0,88
<b>Controle glicêmico</b>				
HbA1c (%)	9,7±1,5	9,6±1,3	9,8±1,6	0,63



CV (%)	36,8±6,5	36,6±6,9	37,1±6,3	0,75
<b>Perfil Lipídico</b>				
Colesterol total (mg/dl)	169,7±36,1	179,3±39,6	158,3±28,4	0,08
Triglicerídeos (mg/dl)	78,2±43,5	87,6±54,7	67,1±21,3	0,16
HDL-C (mg/dl)	54,4±13,6	53,6±15,2	55,2±11,8	0,74
LDL-C* (mg/dl)	99,7±24,5	108,1±25,1	89,7±20,3	<b>0,02</b>
<b>Aptidão Cardiorrespiratória</b>				
VO <sub>2max</sub> ** (ml/kg/min)	37,6±9,1	32,7±7,8	43,4±7,3	<b>0,01</b>

**Notas:** HbA1c: hemoglobina glicada. CV: coeficiente de variação da glicemia. HDL-C: lipoproteína de alta densidade. LDL-C: lipoproteína de baixa densidade. VO<sub>2max</sub>: Consumo máximo de oxigênio. p: significância do teste t de *Student*; \*p<0,05. \*\*p<0,01.

A tabela 2 apresenta o papel moderador do VO<sub>2max</sub> na relação entre a HbA1c com o perfil lipídico em crianças e adolescentes. Os resultados indicaram uma interação significativa para VO<sub>2max</sub> \* HbA1c com o colesterol total e triglicerídeos. Portanto, o VO<sub>2max</sub> é um moderador da relação entre a HbA1c com essas variáveis. Para os outros componentes do perfil lipídico não foi encontrada interação significativa.

**Tabela 2.** Papel moderador do VO<sub>2max</sub> na relação entre a HbA1c com o perfil lipídico e glicêmico em crianças e adolescentes com DM1.

	$\beta$	IC (95%)	P
<b>Modelo 1</b>			
<b>Colesterol total (mg/dl)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	9,325	-0,241; 18,864	0,055
HbA1c (%)	49,774	9,765; 89,783	0,017
VO <sub>2max</sub> * HbA1c	<b>-1,067</b>	<b>-2,018; -0,116</b>	<b>-0,029</b>
<b>Modelo 2</b>			
<b>Triglicerídeos (mg/dl)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	10,025	-1,481; 21,530	0,085
HbA1c (%)	55,263	7,267; 103,260	0,025
VO <sub>2max</sub> * HbA1c	<b>-1,158</b>	<b>-2,298; -0,017</b>	<b>0,047</b>
<b>Modelo 3</b>			
<b>HDL-C (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	4,065	0,019; 8,110	0,049
HbA1c (%)	15,965	-1,004; 32,934	0,064
VO <sub>2max</sub> * HbA1c	-0,388	-0,792; 0,015	0,059
<b>Modelo 4</b>			
<b>LDL-C (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	3,647	-2,505; 9,800	0,235
HbA1c (%)	24,575	-1,230; 50,380	0,061
VO <sub>2max</sub> * HbA1c	-0,492	-1,105; 0,122	0,112

**Notas:** VO<sub>2max</sub>. Consumo máximo de oxigênio; HbA1c. Hemoglobina glicada; HDL-C. Colesterol de lipoproteína de alta densidade; LDL-C. Colesterol de lipoproteína de baixa densidade. Os modelos foram ajustados para maturação, idade e tempo de diagnóstico.

O papel moderador do VO<sub>2max</sub> na relação entre a variabilidade glicêmica, medida pelo coeficiente de variação da glicemia, com o perfil lipídico em crianças e adolescentes é apresentado na tabela 3. Os resultados indicaram interação significativa para VO<sub>2max</sub> \* CV com o colesterol total. Para os outros componentes não foram encontradas interações significativas.

**Tabela 3.** Papel moderador do VO<sub>2max</sub> na relação entre o coeficiente de variação da glicemia com o perfil lipídico em crianças e adolescentes com DM1.

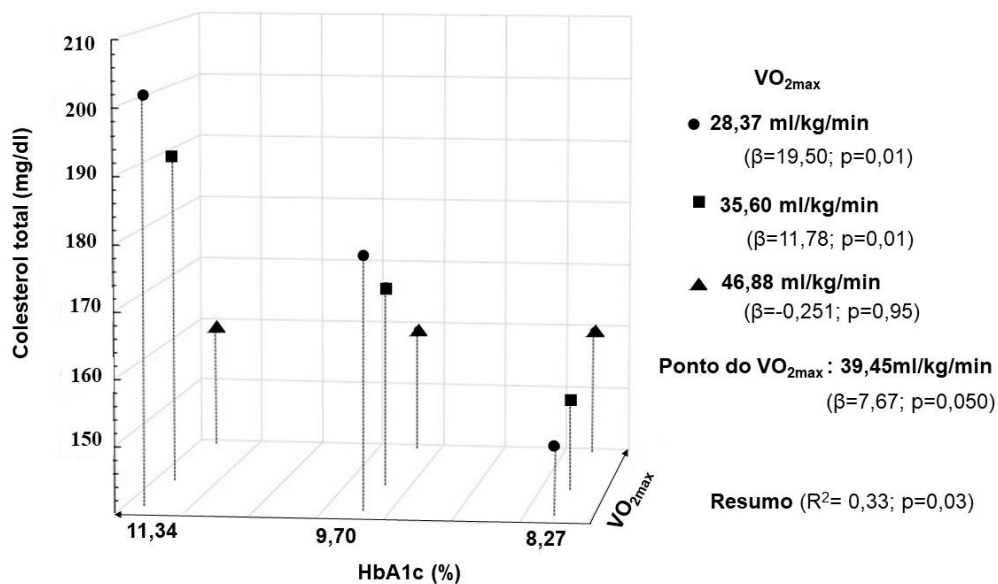
	$\beta$	IC (95%)	P
<b>Modelo 1</b>			
<b>Colesterol total (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-9.908	-18.409; -1.408	0.024
CV (%)	-11.403	-19.523; -3.283	0.008
VO <sub>2max</sub> * CV	<b>0.283</b>	<b>0.014; 0.463</b>	<b>0.039</b>
<b>Modelo 2</b>			
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-9.227	-21.666; 3.211	0.140
CV (%)	-9.146	-21.028; 3.211	0.126
VO <sub>2max</sub> * CV	0.217	-0.112; 0.545	0.188
<b>Modelo 3</b>			
<b>HDL-C (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-1.678	-5.493; 2.136	0.375
CV (%)	-2.960	-6.604; 0.684	0.107
VO <sub>2max</sub> * CV	0.052	-0.048; 0.153	0.296
<b>Modelo 4</b>			
<b>LDL-C (mg/dL)</b>			
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	-6.431	-12.124; -0.738	0.028
CV (%)	-6.646	-12.084; -1,207	0.018
VO <sub>2max</sub> * CV	0.144	-0.007; 0.294	0.060

**Notas:** VO<sub>2max</sub>. Consumo máximo de oxigênio; CV. Coeficiente de variação da glicemia; HDL-C. Colesterol de lipoproteína de alta densidade; LDL-C. Colesterol de lipoproteína de baixa densidade. Os modelos foram ajustados para maturação, idade e tempo de diagnóstico.

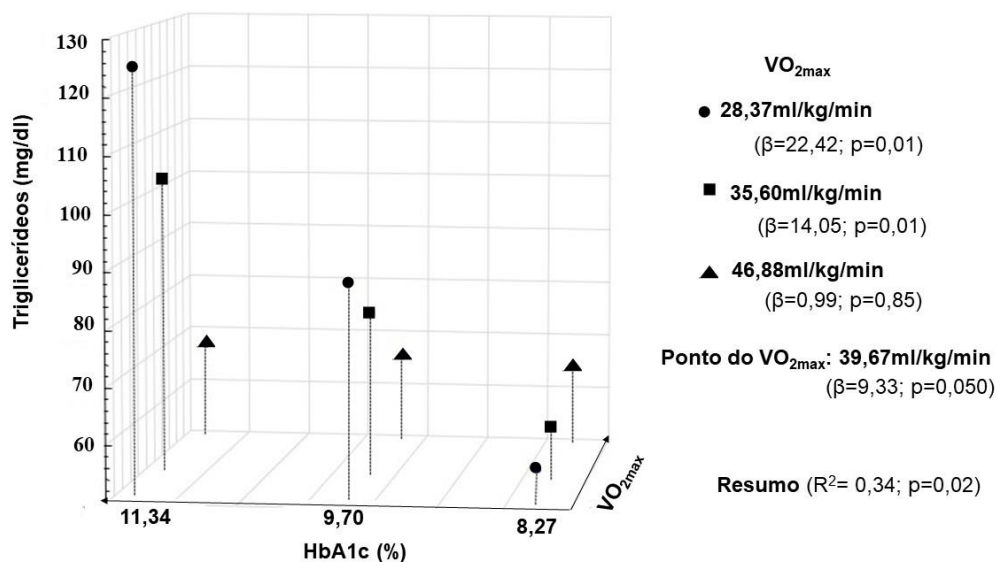
Para as variáveis que apresentaram interação, representadas nas tabelas 2 e 3, foi estabelecido o ponto a partir do qual o VO<sub>2max</sub> atenuou a

influência da HbA1c nos componentes do perfil lipídico. A partir disso, a figura 1 representa a moderação do  $VO_{2max}$  na relação entre a HbA1c com o colesterol total (figura 1-A) e triglicerídeos (figura 1-B). A figura 2 representa a moderação do  $VO_{2max}$  na relação entre o CV com o colesterol total.

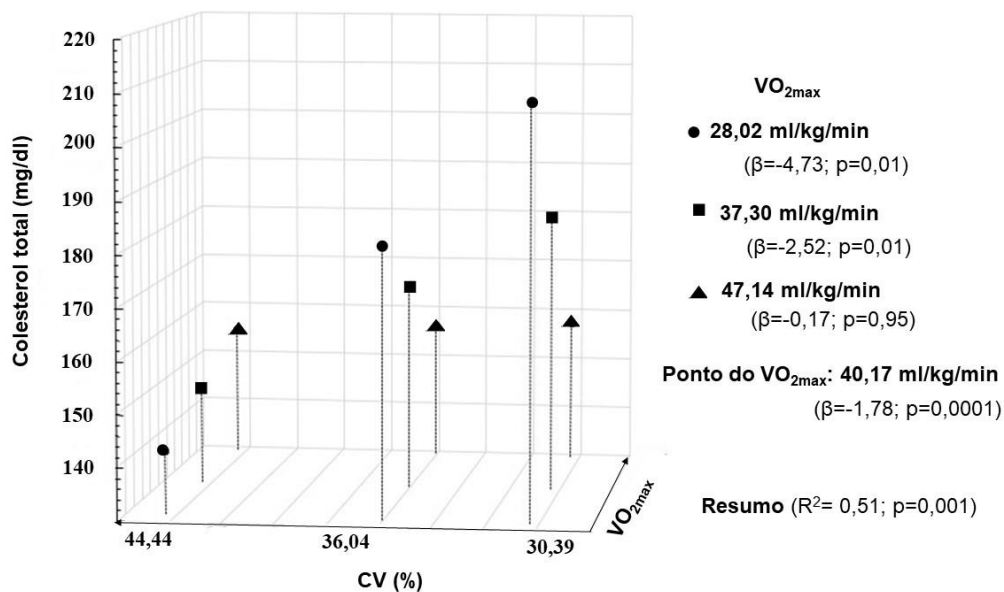
**A**



**B**



**Figura 1.** Moderação do  $VO_{2max}$  na relação entre a hemoglobina glicada com o colesterol total (A) e triglicerídeos (B) em crianças e adolescentes com DM1. Análises ajustadas para maturação biológica, idade decimal e tempo de diagnóstico. HbA1c. Hemoglobina glicada;  $VO_{2max}$ . Consumo máximo de oxigênio.



**Figura 2.** Moderação do VO<sub>2max</sub> na relação entre o CV com o colesterol total em crianças e adolescentes com DM1. Análises ajustadas para maturação biológica, idade decimal e tempo de diagnóstico. CV. Coeficiente de variação da glicemia; VO<sub>2max</sub>. Consumo máximo de oxigênio

## DISCUSSÃO

O presente estudo buscou verificar o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre o perfil lipídico e o controle glicêmico. O papel moderador do VO<sub>2max</sub> sugere que a aptidão cardiorrespiratória é um importante fator protetor na relação entre o controle glicêmico e o perfil lipídico.

Estudos afirmam que HbA1c acima dos níveis ideais está associada ao aumento dos níveis lipídicos em crianças e adolescentes com DM1 (PETITTI et al., 2007; GUY et al., 2009). No presente estudo a interação entre HbA1c com colesterol total e triglicerídeos foi direta e significativa apenas nos níveis baixos e médios de VO<sub>2max</sub>. Entretanto, esta interação deixa de ser significativa em níveis mais elevados de VO<sub>2max</sub>, ou seja, a HbA1c deixa de ter influência sobre o colesterol total e triglicerídeos com o aumento da aptidão cardiorrespiratória. Ainda, 33% ( $R^2=0,33$ ;  $p=0,02$ ) na variação no colesterol total e 34% ( $R^2=0,34$ ;  $p=0,03$ ) nos triglicerídeos são explicados pelos modelos propostos (Figura 1-A e 1-B).

Os participantes do estudo se encontram com valores de HbA1c acima das recomendações de controle glicêmico (Tabela 1). Nesse contexto, mesmo com concentrações inadequadas de HbA1c a relação com o perfil lipídico deixou de existir para os adolescentes que atingiram os pontos de corte, 39,45ml/kg/min na relação com o colesterol total (Figura 1-A) e 39,67ml/kg/min na relação com os triglicerídeos (Figura 1-B).

Também foi encontrada uma interação significativa entre o coeficiente de variação da glicemia com o colesterol total (Tabela 2), somente nos níveis baixos (28,02ml/kg/min) e médios (37,30ml/kg/min) de  $VO_{2max}$ , enquanto que nos participantes que alcançaram  $VO_{2max}$  de 47,14 ml/kg/min não houve mais essa associação. O ponto de  $VO_{2max}$  a partir do qual o CV deixa de ter associação com o colesterol total é para aqueles adolescentes que atingem 40,17 ml/kg/min no teste de aptidão cardiorrespiratória. O resumo do modelo explica 51% ( $R^2=0,51$ ;  $p=0,0001$ ) da variação no colesterol total (Figura 2).

A relação da variabilidade glicêmica com perfil lipídico em pacientes com DM1 ainda não foi esclarecida na literatura, porém os resultados do presente estudo indicam associação inversa entre as variáveis (Tabela 2). Alguns estudos destacam que esses parâmetros estão independentemente associados ao desenvolvimento de complicações clínicas para paciente com DM1 (SOUPAL et al., 2014; DCCT, 2016). No presente estudo, a média do coeficiente de variação dos participantes ( $36,8\pm 6,5\%$ ) estava acima das recomendações, indicando elevada variabilidade glicêmica (DANNE et al., 2017).

As médias gerais do perfil lipídico dos participantes indicam valores dentro das recomendações (FALUDI et al., 2017). Homma et al. (2015), encontraram maior prevalência de dislipidemia em meninas com DM1 em comparação aos meninos, o colesterol total é componente do perfil lipídico com maiores alterações entre as meninas. As alterações no perfil lipídico de meninas com DM1 tem sido associada principalmente ao excesso de peso e ao controle metabólico (WYSOCKA-MINCEWICZ et al., 2016).

Quando os resultados do teste de  $VO_{2max}$  são analisados de forma independente, há diferença significativa ( $p=0,01$ ) entre os sexos, o  $VO_{2max}$  das

meninas ( $32,7 \pm 7,8$ ) foi classificada como muito fraco e dos meninos ( $43,4 \pm 7,3$ ) classificado como regular (Tabela 1). O estudo de Miculis et al. (2012) corrobora com os achados do presente, indicando melhor desempenho dos meninos com DM1 no teste de aptidão cardiorrespiratória e nos níveis de  $VO_{2max}$ , resultados que foram inversamente relacionados com os componentes do perfil lipídico em pacientes com HbA1c elevada.

A literatura tem demonstrado níveis reduzidos de aptidão cardiorrespiratória entre adolescentes com DM1. No estudo de Williams et al. (2011), níveis reduzidos de aptidão cardiorrespiratória foram encontrados em comparação ao grupo controle, a relação entre gênero e controle glicêmico mostrou que as meninas apresentam pior aptidão física em decorrência do controle glicêmico inadequado. De acordo com Lukács et al. (2012), idade, sexo feminino, menor nível de atividade física e HbA1c acima dos níveis recomendados, foram associados a menor aptidão cardiorrespiratória em pacientes com DM1, no entanto, a melhora do  $VO_{2max}$  provou ser preditor de HbA1c favorável. Lima et al. (2017), também encontraram menores valores de aptidão cardiorrespiratória em comparação a controles saudáveis, no entanto, os adolescentes com DM1 com maior tempo em exercícios de intensidade moderada a vigorosa apresentavam melhor controle glicêmico, avaliado pela HbA1c.

Por outro lado, Nascimento et al. (2017) avaliaram se o DM1 afetava a capacidade de exercício dos adolescentes não sedentários, não foram encontradas diferenças significativas no  $VO_{2max}$ , frequência cardíaca e limiar de lactato entre adolescentes saudáveis e com DM1, indicando aptidão física semelhante entre os grupos. Segundo Brazeau et al. (2008), o medo de hipoglicemias antes, durante e após a prática é considerado como a principal barreira para crianças e adolescentes manterem uma rotina com exercícios regulares. No entanto, se a quantidade administrada de insulina estiver correta, nenhuma hipoglicemia deve ocorrer durante o exercício (ADOLFSSON et al., 2012).

Para adolescentes com DM1, melhores níveis de aptidão cardiorrespiratória estão associados a melhora do perfil lipídico e redução do risco cardiovascular (AUSTIN et al., 1993). Indo além, de acordo com Jesus et

al. (2019), adolescentes com DM1 apresentam menores taxas de oxidação de gordura e maior utilização da glicose como substrato energético durante a prática de exercícios. O aumento do  $VO_{2max}$  está associado ao aumento do limiar anaeróbio (KENNEY; WILMORE; COSTIL, 2015). Nesse sentido, aumentar a aptidão cardiorrespiratória pode fazer com que o paciente com DM1 reduza a utilização de glicose para produção de energia e fique mais tempo oxidando gordura durante a prática de exercícios com intensidade moderada, o que pode ser estratégia para diminuir as situações de hipoglicemia.

Portanto, fica evidente a importância do exercício físico para o controle e tratamento do DM1. Estratégias devem ser utilizadas para melhorar a aptidão cardiorrespiratória, aumentar o tempo dedicado em exercícios físicos, a utilização do CGM pode ser interessante para tornar o exercício físico mais seguro e mais eficaz ao tratamento do DM1. De acordo com Poolsup, Suksomboon e Kyaw (2013), a utilização do sistema CGM exerce efeito favorável sobre o controle glicêmico e diminui a incidência de hipoglicemias em crianças e adolescentes com DM1. O último posicionamento da Associação americana de Diabetes recomenda o monitoramento da glicemia antes, durante e depois do exercício físico, se possível com CGM (COLBERG et al., 2016).

No contexto apresentando, mesmo com controle glicêmico inadequado e aptidão cardiorrespiratória abaixo dos níveis ótimos, os resultados do presente estudo sugerem pontos de corte do  $VO_{2max}$  em que a influência do controle glicêmico sobre o perfil lipídico deixa de existir, tanto na relação com a HbA1c quando na relação com a variabilidade glicêmica. Os pontos de corte sugeridos podem ser utilizados como objetivo da prática de exercícios físico, auxiliando profissionais a terem melhores parâmetros para otimizar o controle e tratamento, tendo em vista a predisposição a dislipidemia que adolescentes com DM1 apresentam.

O estudo possui algumas limitações, como o delineamento transversal que exclui atribuições causais definitivas. Futuros estudos longitudinais podem trazer resultados definitivos sobre o papel moderador da aptidão física no controle e tratamento do DM1. Nosso estudo também tem vários pontos fortes, tais como a amostra com população específica, uso de métodos padrão ouro

para as variáveis analisadas e a investigação o papel moderador da aptidão cardiorrespiratória na relação entre controle glicêmico e perfil lipídico, sendo um dos primeiros estudos a usar esta abordagem, incluindo a nova perspectiva de determinar o ponto de moderação.

## CONCLUSÃO

Os resultados do estudo demonstram que níveis mais altos de aptidão cardiorrespiratória atenuam a influência da HbA1c e variabilidade glicêmica sobre o perfil lipídico de adolescentes com DM1.

## REFERÊNCIAS

AHL-JORGENSEN, K.; LARSEN, J. R.; HANSSEN, K. F. Atherosclerosis in childhood and adolescent type 1 diabetes: early disease, early treatment? **Diabetologia**, 48:1445-53, 2005.

ADOLFSSON, P., et al. Hormonal response during physical exercise of different intensities in adolescents with type 1 diabetes and healthy controls. **Pediatric diabetes**, v. 13, n. 8, p. 587-596, 2012.

ALVES, C; VEIGA, S; SOUZA, T. Dislipidemia e risco de doença cardiovascular em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 25. n. 1, p. 82-89, 2007.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). 2. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2020. **Diabetes care**, v. 43, n. 1, p. S14-S31, 2020.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes—2021. **Diabetes care**, v. 44, n. 1, p. S73-S84, 2021.

AUSTIN, A., et al. The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein (a) levels in adolescents with IDDM. **Diabetes Care**, v. 16, n. 2, p. 421-425, 1993.



BERENSON, G. S., et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. **N Engl J Med**, v. 338, p. 1650–1656, 1998.

BRAZEAU, Anne-Sophie, et al. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. **Diabetes care**, 2008, 31.11: 2108-2109.

BRAND, C., et al. Adiposity and adipocytokines: the moderator role of cardiorespiratory fitness and pubertal stage in girls. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2019.

COLBERG S. R., et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2065-2079, 2016.

DANNE, T., et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring. **Diabetes care**, v. 40, n. 12, p. 1631-1640, 2017.

DIABETES CONTROL AND COMPLICATIONS TRIAL (DCCT). Risk factors for cardiovascular disease in type 1 diabetes. **Diabetes**, v. 65, n. 5, p. 1370-1379, 2016.

FALUDI A. A., et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arq Bras Cardiol**, v. 109, v. 2 Supl1, p. 1-76, 2012.

GUY, J., et al. Lipid and lipoprotein profiles in youth with and without type 1 diabetes: the SEARCH for Diabetes in Youth case-control study. **Diabetes care**, v. 32, n. 3, p. 416-420, 2009

HAYES, A. F. **Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis**: A regression-based approach. Guilford publications, 2017.

HOLL, R. W., et al. Contributions of age, gender and insulin administration to weight gain in subjects with IDDM. **Diabetologia**, v. 41, p. 542-7, 1998.

HOMMA, T. K., et al. Dyslipidemia in young patients with type 1 diabetes mellitus. **Archives of endocrinology and metabolism**, v. 59, n. 3, p. 215-219, 2015.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION (IDF). **IDF Diabetes Atlas**. 9th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019.

JESUS, I. C., et al. Maximal fat oxidation during aerobic exercise in adolescents with type 1 diabetes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 225, n. 4, p. 299-304, 2019.

KENNEY, W. L.; WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. Human kinetics, 2015.

LAWSON, M. L., et al. Effect of intensive therapy on early macrovascular disease in young individuals with type 1 diabetes. A systematic review and meta-analysis. **Diabetes Care**, v. 22, n. 2, p. 35–39, 1999.

LIMA, V. A., et al. Physical activity levels of adolescents with type 1 diabetes physical activity in T1D. **Pediatric exercise science**, v. 29 n. 2, p. 213-219, 2017.

LUKÁCS, A., et al. Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. **Pediatric diabetes**, v. 13, n. 5, p. 432-437, 2012.

MASCARENHAS, L. P. G., et al. Physical exercise in type 1 diabetes: recommendations and care. **Motriz: revista de educação física**, v. 22, n. 4, p. 223-230, 2016.

MICULIS, C. P., et al. Correlation of cardiorespiratory fitness with risk factors for cardiovascular disease in children with type 1 diabetes mellitus. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 26, n. 5, p. 419-423, 2012.

MOMMA, H., et al. Consistently high level of cardiorespiratory fitness and incidence of type 2 diabetes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 49, p. 2048-2055, 2017

NASCIMENTO, M. S., et al. Type 1 diabetes does not impair the physical capacity of non-sedentary adolescents. **Diabetology & metabolic syndrome**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2017.

NAUMAN, J., et al. Prediction of cardiovascular mortality by estimated cardiorespiratory fitness independent of traditional risk factors: The HUNT Study. **Mayo Clin Proc**, v. 92, p. 218-227, 2017.

OSTMAN, C., et al. Clinical outcomes to exercise training in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v.139, p. 380-391, 2018.

PETITTI, D. B., et al. Serum lipids and glucose control: the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 161, n. 2, p. 159-165, 2007.

POOLSUP, N.; SUKSOMBOON, N.; KYAW, A. Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of continuous glucose monitoring (CGM) on glucose control in diabetes. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 5, n. 1, p. 39, 2013.

PURNELL, J. Q., et al. Effect of excessive weight-gain with intensive therapy of type 1 diabetes on lipid levels and blood pressure: results from DCCT. **Diabetes control and complications trial. JAMA**, v. 280 p. 140-146, 1998.

RADER, D. J., et al. Lipid and apolipoprotein ratios: association with coronary artery disease and effects of rosuvastatin compared with atorvastatin, pravastatin, and simvastatin. **Am J Cardiol**, v. 91, n. 5, p. 20-24, 2003.

RENARD, C. B., et al. Diabetes and diabetes-associated lipid abnormalities have distinct effects on initiation and progression of atherosclerotic lesions. **J Clin Invest**, v. 114, n. 5, p. 659-68, 2004.

RIDDELL, C.; PERKINS, B. A. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 30, n. 1, p. 63-71, 2006.

ROWLAND, T. W. **Exercise and Children's Health**. Champaign: Human Kinetics Books, 1990.

RODRIGUES, A. N., et al. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **Journal of Pediatrics**, v. 82, n. 6. p. 426-30. 2006.

SHAH, A. S., et al. Predictors of dyslipidemia over time in youth with type 1 diabetes: for the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Diabetes Care**, v. 40, n. 4, p. 607-613, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Editora Clannad; 2020

ŠOUPAL, J., et al. Glycemic variability is higher in type 1 diabetes patients with microvascular complications irrespective of glycemic control. **Diabetes technology & therapeutics**, v. 16, p. 4, p. 198-203, 2014.

TANNER, J. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clin Endocrinol Metab**, v. 15, n. 3, p. 411–51, 1986.

TELES, S. A. S.; FORNÉS, N. S. Relação entre o perfil antropométrico e bioquímico em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2012.

TONOLI, C., et al. Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. **Sports Med**, v. 42, n. 12, p. 1059-1080, 2012.

WILLIAMS, B. K., et al. Lower cardiorespiratory fitness in children with type 1 diabetes. **Diabetic Medicine**, 2011, 28.8: 1005-1007.

WOJCIECHOWSKI, P., et al. Efficacy and safety comparison of continuous glucose monitoring and self-monitoring of blood glucose in type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. **Pol Arch Med Wewn**, v. 121, n. 10, p. 333-343, 2011.

WOLFSDORF, J. I., et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. **Pediatr Diabetes**, v. 15, n. Suppl 20, p. 154-179, 2014. doi:10.1111/pedi.12165.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **European health for all database** [online database]. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2007.

WYSOCKA-MINCEWICZ, M., et al. Overweight, obesity and lipids abnormalities in adolescents with type 1 diabetes. **Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism**, v. 21, n. 2, 2016.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, os resultados do estudo demonstram que a aptidão cardiorrespiratória apresenta relação inversa com a composição corporal e o perfil lipídico de adolescentes com DM1, o controle glicêmico dos participantes é inadequado, explicando a relação inversa entre variabilidade glicêmica apresenta e perfil lipídico. Além disso, o aumento da aptidão cardiorrespiratória atenuou a influência da HbA1c e coeficiente de variação da glicemia na relação com o perfil lipídico.

Nesse contexto, fica evidente que aptidão cardiorrespiratória traz benefícios para a composição corporal e perfil lipídico, além de diminuir o impacto do controle glicêmico inadequado sobre o perfil lipídico. Adolescentes com DM1 apresentam propensão a menor capacidade de exercício físico e conseqüentemente menores níveis de aptidão cardiorrespiratória. Contudo, além de estimular maior engajamento em exercícios, a prática também deve ser segura, utilizando parâmetros eficientes para evitar situações de hipoglicemia, que é considerada a principal barreira para a adesão a um estilo de vida ativo fisicamente.

Sugere-se que futuras pesquisas contemplem as análises de moderação em seu desenvolvimento e que acompanhem os desfechos longitudinalmente, avaliações que podem trazer resultados mais consistentes e conclusivos sobre a importância da aptidão cardiorrespiratória para as pessoas com DM1.

## REFERÊNCIAS

ABARCA-GÓMEZ, L., et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128· 9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, v. 390 n. 10113. p. 2627-2642, 2017.

AHL-JORGENSEN, K.; LARSEN, J. R.; HANSSSEN, K. F. Atherosclerosis in childhood and adolescent type 1 diabetes: early disease, early treatment? **Diabetologia**, 48:1445-53, 2005.

ALVES, C; VEIGA, S; SOUZA, T. Dislipidemia e risco de doença cardiovascular em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 25. n. 1, p. 82-89, 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. **Rev Bras Med Esporte**, v.4, n. 3, p. 96-106, 1998.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Management of dyslipidemia in children and adolescents with diabetes. **Diabetes care**, v. 26, n. 7, p. 2194-2197, 2003.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Workgroup on Hypoglycemia. Defining and reporting hypoglycemia in diabetes: a report from the American Diabetes Association Workgroup on Hypoglycemia. **Diabetes Care**, v. 28, n. 5, p. 1245-1249, 2005.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Clinical Practice Recommendations 2015. **Diabetes Care**. v. 8, n. Suppl 1, p. S20-30, 2015.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. **Diabetes Care**. n. 42, n. Suppl 1, p. S46-S60, 2019.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes—2019. **Diabetes care**, v. 42, v. Supplement 1, p. S13-S28, 2019.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes—2021. **Diabetes care**, v. 44, n. 1, p. S73-S84, 2021.

ANDERSON, B. J., et al. Dyadic measures of the parent–child relationship during the transition to adolescence and glycemic control in children with type 1 diabetes. **Fam Syst Health**, v. 27, n. 2, p. 141-152, 2009. Doi: 10.1037/a0015759.

AUSTIN, A., et al. The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein (a) levels in adolescents with IDDM. **Diabetes Care**, v. 16, n. 2, p. 421-425, 1993.

BAHIA, L. R., et al. The costs of type 2 diabetes mellitus outpatient care in the Brazilian public health system. **Value Health**, v. 14, n. 5, p. 137-140, 2011.

BALDI, J. C.; HOFMAN, P. L. Does careful glycemic control improve aerobic capacity in subjects with type 1 diabetes? **Exerc Sport Sci Rev**, v. 38, n. 4, p.161-167, 2010

BARTZ J., et al. Body composition in type 1 diabetes mellitus. Bio-impedance measurements in 274 diabetic children, adolescents and young adults. **Dtsch Med Wochenschr**, v. 122, p. 815–819, 1997.

BERENSON, G. S., et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. **N Engl J Med**, v. 338, p. 1650–1656, 1998.

BERGENSTAL, R. M. Glycemic variability and diabetes complications: does it matter? Simply put, there are better glycemic markers!. **Diabetes care**, v. 38, n. 8, p. 1615-1621, 2015.

BJORNSTAD, P., et al. Renal function is associated with peak exercise capacity in adolescents with type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v. 38, n. 1, p. 126-131, 2015.

BLAHA, M. J., et al. National Lipid Association Taskforce on Non-HDL Cholesterol. The importance of non-HDL cholesterol reporting in lipid management. **J Clin Lipidol**, v. 2, p. 267–273, 2008.

BORSOI, S., et al. Análise da qualidade de vida em cuidadores de crianças e adolescentes com Diabetes tipo 1. **Multitemas**, v. 23, n. 25-39, 2018.

BOUCHARD, C., et al. A method to assess energy expenditure in children and adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 37, n. 3, p. 461-467, 1983.

BRAND, C., et al. Adiposity and adipocytokines: the moderator role of cardiorespiratory fitness and pubertal stage in girls. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 32, n. 3, p. 239-246, 2019.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde: Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas: 2013**. Rio de Janeiro: IBGE; 2014.

BRAZEAU, A. S. et al. Barriers to Physical Activity Among Patients with Type 1 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 31, n. 11, p. 2108–2109, 2008.

CAMPBELL, C.; JOVCHELOVITCH, S. Health, community and development: Towards a social psychology of participation. **Journal of Community & Applied Social Psychology**, v. 10, n. 4, p. 255-270, 2000.

CHIANG, J. L., et al. Type 1 Diabetes Sourcebook Authors. Type 1 diabetes through the life span: a position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 37, n. 7, p. 2034-2054, 2014.

COLBERG S. R., et al. Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 39, n. 11, p. 2065-2079, 2016.

CORDEIRO, G. R., et al. Comparison of quality of life and sleep of adolescents with and without type 1 diabetes mellitus. **Journal of Physical Education**, v. 31, n. 1, p. e-3177, 2020.



DABAS, A.; YADAV, S.; GUPTA, V. K. Lipid profile and correlation to cardiac risk factors and cardiovascular function in type 1 adolescent diabetics from a developing country. **International Journal of Pediatrics**, 2014.

DAMBHA-MILLER, H., et al. Association Between Primary Care Practitioner Empathy and Risk of Cardiovascular Events and All-Cause Mortality Among Patients with Type 2 Diabetes: A Population-Based Prospective Cohort Study. **The Annals of Family Medicine**, v. 17, n. 4, p. 311-318, 2019

DANCEY C.P; REIDY J. **Estatística sem matemática para psicologia usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed. Ed.3; p.184. 2006.

DANNE, T., et al. International consensus on use of continuous glucose monitoring. **Diabetes care**, v. 40, n. 12, p. 1631-1640, 2017.

DAVIS, N. L., et al. Body composition in children with type 1 diabetes in the first year after diagnosis: relationship to glycaemic control and cardiovascular risk. **Archives of disease in childhood**, v. 97, n. 4, p. 312-315, 2012.

DIABETES CONTROL AND COMPLICATIONS TRIAL (DCCT) Research Group. Effect of intensive diabetes management on macrovascular events and risk factors in the Diabetes Control and Complications Trial. **Am J Cardiol**, v. 75, p. 894–903, 1995.

DIABETES CANADA CLINICAL PRACTICE GUIDELINES EXPERT COMMITTEE. Diabetes Canada 2018 Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Management of Diabetes in Canada. **Can J Diabetes**. v. 42, n. 1, p. S234-S246, 2018.

FAUL, F., et al. Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior research methods**, v. 41, n. 4, p. 1149-1160, 2009.

FALUDI A. A., et al. Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arq Bras Cardiol**, v. 109, v. 2 Supl1, p. 1-76, 2012.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. 3rd. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2009.

FOSTER, N. C.; BECK, R. W., MILLER, K. M. The T1D Exchange Clinic Network and Registry: 10 Years of Enlightenment on the State of Type 1 Diabetes in the United States. **Diabetes Technol Ther.** v. 21, n. 6, p. 310-312, 2019.

FRANZ, M. J., et al. The evidence for medical nutrition therapy for type 1 and type 2 diabetes in adults. **J Am Diet Assoc.** v. 110, n. 12, p. 1852-1889, 2010.

FRIEDEWALD, W. T. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin chem,** v. 18, p. 499-502, 1972.

GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years live with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet,** v. 388, n. 10053, p.1545-1603, 2016.

GROSS J. L. S., et al. Diabetes Melito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arq Bras Endocrinol Metab,** v. 46 n.1, 2002.

GUEDES, D. Pinto., et al. Níveis de prática de atividade física habitual em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 7, n. 6, p. 187-199, 2001.

GUTHOLD, R., et al. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1· 9 million participants. **The Lancet Global Health,** v. 6, n. 10, p. e1077-e1086, 2018.

GUTHOLD, R., et al. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1· 6 million participants. **The Lancet Child & Adolescent Health,** v. 4, n. 1, p. 23-35, 2020.

HAMMAN, R. F., et al. The SEARCH for Diabetes in Youth study: rationale, findings, and future directions. **Diabetes care,** v. 37, n. 12, p. 3336-3344, 2014.

HAN T. S., et al. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. **BMJ**, v. 311, n. 7017, p. 1401-1405, 1995.

HILL, N. R., et al. Normal reference range for mean tissue glucose and glycemic variability derived from continuous glucose monitoring for subjects without diabetes in different ethnic groups. **Diabetes technology & therapeutics**, v. 13, n. 9, p. 921–8, 2011.

HIRSCH, I. B., BROWNLEE, M. Should minimal blood glucose variability become the gold standard of glycemic control? **J Diabetes Complications**, v. 9, p. 178-81, 2005.

HOLL, R. W., et al. Contributions of age, gender and insulin administration to weight gain in subjects with IDDM. **Diabetologia**, v. 41, p. 542-7, 1998.

INGBERG, C. M., et al. Body composition in adolescent girls with type 1 diabetes. **Diabet Med**, v. 20, n. 12, p. 1005-1011, 2003.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. IDF Diabetes Atlas. 9th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019. [www.diabetesatlas.org](http://www.diabetesatlas.org)

JASER, S. S., et al. Stress and Coping Predicts Adjustment and Glycemic Control in Adolescents with Type 1 Diabetes. **Ann Behav Med**, v. 51, n. 1, p. 30-38, 2017. Doi: 10.1007/s12160-016-9825-5

KARVONEN, M., et al. Incidence of the childhood type 1 diabetes worldwide. Diabetes Mondiale (DiaMond) Project Group. **Diabetes care**, v. 23, n. 10, p. 1516-1526, 2000.

KULKARNI, K., et al. Nutrition practice guidelines for type 1 diabetes mellitus positively affect dietitian practices and patient outcomes. The Diabetes Care and Education Dietetic Practice Group. **J Am Diet Assoc**. v. 1, p. 62-70, 1998.

LAWSON, M. L., et al. Effect of intensive therapy on early macrovascular disease in young individuals with type 1 diabetes. A systematic review and meta-analysis. **Diabetes Care**, v. 22, n. Suppl 2, p. B35–B39, 1999.

LEITE, S. A. O., et al. Pontos básicos de um programa de educação ao paciente com diabetes melito tipo 1. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabólica**, v. 52, n. 2, p. 233-242, 2008.

LOBSTEIN, T., et al. Child and adolescent obesity: part of a bigger picture. **The Lancet**, v. 385, n. 9986, p. 2510-2520, 2015.

LOTSTEIN, D. S., et al. Transition from pediatric to adult care for youth diagnosed with type 1 diabetes in adolescence. **Pediatrics**, v. 131, n. 4, p. 1062-1070, 2013.

LUKÁCS, A., et al. Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. **Pediatric diabetes**, v. 13, n. 5, p. 432-437, 2012.

MCLAUGHLIN, J. E., et al. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. **International journal of sports medicine**, v. 22, n. 04, p. 280-284, 2001.

MARCHIONI, M. **Planificación Social y Organización de la Comunidad: Alternativas Avanzadas a la Crisis**. Madrid: Editorial Popular, 1997.

MARTIN, A. D.; DRINKWATER D. T. Variability in the measures of body fat. Assumptions or technique? **Sports Med**, v. 11, p. 277-288, 1991.

MASCARENHAS, L. P. G., et al. Relação entre diferentes índices de atividade física e preditores de adiposidade em adolescentes de ambos os sexos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 214-218, 2005.

MASCARENHAS, L. P. G., et al. Physical exercise in type 1 diabetes: recommendations and care. **Motriz: revista de educação física**, v. 22, n. 4, p. 223-230, 2016.

MATHEUS, A. S.; COBAS, R. A.; GOMES, M. B. Dislipidemias no diabetes melito tipo 1: abordagem atual. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 2, p. 334-339, 2008.

MICULIS, C. P., et al. Physical activity in children with type 1 diabetes. **Jornal de pediatria**, v. 86, n. 04, p. 271-278, 2010.

MICULIS, C. P., et al. Correlation of cardiorespiratory fitness with risk factors for cardiovascular disease in children with type 1 diabetes mellitus. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 26, n. 5, p. 419-423, 2012.

MOMMA, H., et al. Consistently high level of cardiorespiratory fitness and incidence of type 2 diabetes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 49, p. 2048-2055, 2017

NAUMAN, J., et al. Prediction of cardiovascular mortality by estimated cardiorespiratory fitness independent of traditional risk factors: The HUNT Study. **Mayo Clin Proc**, v. 92, p. 218-227, 2017.

NAHAS, M. V. **Atividade Física, Saúde e Qualidade de vida: Conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo.** - 5º Ed. Ver. E atual - Londrina: Midiograf, 2010.

PAULINO, M. F. V. M., et al. Crescimento e composição corporal de uma coorte de crianças e adolescentes com diabetes tipo 1. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 8, p. 623-631, 2013.

PILLAR, G., et al. Interactions between hypoglycemia and sleep architecture in children with type 1 diabetes mellitus. **J Pediatr**, v. 142, n. 2, p. 163- 168, 2003. Doi: 10.1067/mpd.2003.66

PERUZZO, C. M. K.; VOLPATO, M. O. Conceitos de comunidade, local e região: inter-relações e diferença. **Líbero**, v. 12, n. 24, p. 139-152, 2009.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento: **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** 2015. Disponível em: <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>>. Acesso em: 08 ago. 2020.

PIETILAINEN, K. H., et al. Diet, obesity, and metabolic control in girls with insulin dependent diabetes mellitus. **Arch Dis Child**, v. 73, p. 398–402, 1995.

POOLSUP, N.; SUKSOMBOON, N.; KYAW, A. Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of continuous glucose monitoring (CGM) on glucose control in diabetes. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 5, n. 1, p. 39, 2013.

RENARD, C. B., et al. Diabetes and diabetes-associated lipid abnormalities have distinct effects on initiation and progression of atherosclerotic lesions. **J Clin Invest**, v. 114, n. 5, p. 659-68, 2004.

REWERS., M. J., et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014: assessment and monitoring of glycemic control in children and adolescents with diabetes. **Pediatric Diabetes**, v. 15, n. 20, p. 102-114, 2014.

RIDDELL, C.; PERKINS, B. A. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 30, n. 1, p. 63-71, 2006.

ROWLAND, T. W. **Exercise and Children's Health**. Champaign: Human Kinetics Books, 1990.

ROWLAND, T. W., et al. Influence of cardiac functional capacity on gender differences in maximal oxygen uptake in children. **Chest journal**, v. 117, n. 3, p. 629-635, 2000.

SALES-PERES, S. H. C., et al. Lifestyle of patients with diabetes mellitus type 1: a systematic review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 4. p. 1197-1206, 2016.

SANT'ANNA, M. S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. C. C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 315-321, 2009.

SANTOS, D. R. III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq Bras Cardiol**, v. 77, n. S3, p. 1-48, 2001.

SCHMIDT, M. I., et al. Chronic noncommunicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **The Lancet**, v. 377, n. 9781, p. 1949-61, 2011.

SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SHAH, A. S., et al. Predictors of dyslipidemia over time in youth with type 1 diabetes: for the SEARCH for Diabetes in Youth study. **Diabetes Care**, v. 40, n. 4, p. 607-613, 2017.

SINGHVI, A. et al. Aerobic fitness and glycemic variability in adolescents with type 1 diabetes. **Endocrine Practice**, v. 20, n. 6, p. 566–570, 2014.

SMOUTER, L. **Influência do exercício físico contínuo e intermitente na variabilidade da frequência cardíaca de adolescentes com diabetes tipo 1**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Comunitário) – Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, Paraná, p. 35. 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES - SBD. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Editora Clannad; 2020.

SOUZA, M. A., et al. Health-related quality of life of adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Rev Latino-Am Enfermagem**, v. 27, p. e3210, 2017. Doi: 10.1590/1518-8345.2961.3210

STEPHANY, K. **Cultivating empathy**: inspiring health professionals to communicate more effectively. Bentham Science Publishers, 2015. 194 p.

SWINBURN, B. A., et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. **The Lancet**, v. 393, n. 10173, p. 791-846, 2019.

TANNER, J. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clin Endocrinol Metab**, v. 15, n. 3, p. 411–51, 1986.

TELES, S. A. S.; FORNÉS, N. S. Relação entre o perfil antropométrico e bioquímico em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, n. 1, p. 65-71, 2012.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TONOLI, C., et al. Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. **Sports Med**, v. 42, n. 12, p. 1059-1080, 2012.

TUVEMO, T.; KOBBAH, M.; PROOS, L. A. Growth and subcutaneous fat during the first five years of insulin-dependent diabetes in children. **Acta Paediatr Suppl**, v. 418, p. 1–5, 1997.

VAN DEVENTER, H. E., et al. Non-HDL cholesterol shows improved accuracy for cardiovascular risk score classification compared to direct or calculated LDL cholesterol in a dyslipidemic population. **Clin Chem**, v. 57, p. 490–501, 2011.

VASQUES, D. G.; SILVA, K. S.; LOPES, A. S. Cardiorespiratory fitness of adolescents from Florianópolis, SC. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 6, p. 376-380, 2007.

VIGITEL BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Vigitel Brasil 2018**: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. 2019.

WARE, C. **Estudio de la Comunidad**. Buenos Aires: Humánitas, 1986

WILMORE, J.H.: COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. Barueri: Manole, 2010

WOJCIECHOWSKI, P., et al. Efficacy and safety comparison of continuous glucose monitoring and self-monitoring of blood glucose in type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. **Pol Arch Med Wewn**, v. 121, n. 10, p. 333-343, 2011.

WOLFSDORF, J. I., et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014. Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. **Pediatr Diabetes**, v. 15, n. Suppl 20, p. 154-179, 2014. doi:10.1111/pedi.12165.

WOOD, J. **The Type 1 Diabetes Self-care Manual**: A Complete Guide to Type 1 Diabetes Across the Lifespan for People with Diabetes, Parents, and Caregivers. American Diabetes Association, 2018. ISBN 9781580406208.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **European health for all database** [online database]. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2007.

YANG, L., et al. Trends in sedentary behavior among the US population, 2001-2016. **Jama**, v. 321, n. 16, p. 1587-1597, 2019.



## APÊNDICE 1

### 1) TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos seu filho (a) ou dependente para participar de um estudo intitulado: “A influência do horário de prática de exercício aeróbio contínuo e intermitente, relacionado à insulino terapia, na resposta glicêmica de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1” que irá ajudar a conhecer o comportamento da glicemia do diabético quando o mesmo pratica exercício físicos aeróbios, auxiliando assim em maior segurança e tranquilidade nestas situações.

O objetivo deste estudo é descobrir se há um intervalo entre a aplicação da insulina e a realização de exercício aeróbio, contínuo e intermitente que seja mais seguro para o paciente, com menor chance de ocorrer hipoglicemia logo após o exercício e/ou horas depois.

Durante a pesquisa em todos os dias de testes, o participante deverá vir até a UEP em jejum e sem a aplicação da insulina usual. A aplicação da insulina e o café da manhã serão realizados no ambulatório da UEP e o café da manhã será fornecido pelos pesquisadores.

Caso seu filho (a) ou dependente participe da pesquisa, será necessário comparecer no ambulatório da Unidade de Endocrinologia Pediátrica (UEP) do Hospital de Clínicas, pelo menos 4 vezes assim distribuídas:

No primeiro dia haverá uma série de avaliações: peso e estatura, (com o paciente em pé, descalço e com roupas leves) circunferência da cintura ( medida com fita métrica), composição corporal (através do aparelho de DEXA, onde o paciente permanece deitado com roupas leves durante o teste), além da coleta de sangue para exames laboratoriais, neste procedimento poderá ocorrer dor no local da punção e posteriormente existe o risco do aparecimento de hematoma no local da coleta, orientamos a não realizar esforço físico com o braço de realização da punção para evitar o hematoma.

Logo após será feito o teste de capacidade aeróbia do participante, neste teste ele(a) irá pedalar por cerca de 20 minutos usando um monitor cardíaco (relógio e cinta colocada na região do tórax) e uma máscara cobrindo a boca e nariz (espirômetro). O paciente deverá pedalar na velocidade de 25 km/h e a cada 3 minutos um aumento progressivo da carga acontecerá, ou seja, o “peso dos pedais” aumentará. No mesmo instante serão feitas avaliações de glicemia capilar, que será repetida após 30 minutos do final do teste. É importante lembrar que, devido ao esforço físico é possível que o participante sinta cansaço, o que é normal e pode ser aliviado com repouso e alimentação adequada. Em relação às avaliações de glicemia capilar, apesar de ser um procedimento de rotina para o diabético pode ocorrer dor no momento da punção. Também destaca-se que podem ocorrer hipoglicemias após o exercício, porém o paciente estará utilizando o monitor contínuo de glicemia que avisará a ocorrência de hipoglicemia por meio de um sinal sonoro, para que sejam tomadas as providências necessárias.

Neste mesmo dia será implantado um sensor de glicose (pode ocorrer um pouco de dor no momento da inserção do cateter do sensor e/ou alergia dermatológica ao adesivo utilizado para fixar o sensor) que irá monitorar a

glicose continuamente, assim será possível observar se houve ou não hipoglicemias ou hiperglicemias. Depois de 48 horas, o avaliado irá retornar para o primeiro teste.

O primeiro teste será realizado uma hora após a aplicação da insulina e ingestão do café da manhã e o participante terá que pedalar durante 30 minutos com a mesma intensidade e velocidade, a qual será equivalente a 50 – 60 % da sua capacidade máxima. Novamente serão feitas avaliações da glicemia capilar por meio de uma pequena punção no dedo da mão a cada três minutos e a frequência cardíaca será monitorada durante todo o teste por meio do uso do monitor cardíaco, lembramos que será verificada a pressão arterial do participante antes e após todos os testes.

Após este teste o paciente retornará em 2 dias para trocar o sensor e realizar o segundo teste que será idêntico ao primeiro, porém será realizado duas horas após a aplicação de insulina e ingestão do café da manhã.

No mês seguinte, o participante deverá retornar e realizar os mesmos procedimentos, porém desta vez com exercícios aeróbios intermitentes, que será realizado da mesma forma que os testes anteriores (de exercício aeróbio contínuo), porém serão inclusos 05 momentos de alta velocidade com duração de 10 segundos a cada 5 minutos de pedalada. Dois dias após o último teste o participante irá retornar para retirada do sensor e eventuais esclarecimentos

Os benefícios esperados desta pesquisa são: melhor conhecimento do comportamento da glicemia do participante em exercício físico e repouso, maior segurança no momento da prática de exercícios físicos aeróbios e monitoramento das ocorrências de hipoglicemias e hiperglicemias durante o período de testes, sendo de grande utilidade para avaliar o controle glicêmico e para o melhor manejo da doença. Além de poder contribuir para avanços científicos no tratamento do diabetes.

Qualquer dúvida sobre o estudo, antes, durante ou após o mesmo, pode ser esclarecida pelos responsáveis: Prof (a) Dra **Suzana Nesi França** e ou pela Prof (a). Juliana Pereira Decimo – telefone (41) 32042300 que podem ser encontradas na Unidade de Endocrinologia Pediátrica do Hospital de Clínicas – UFPR localizado na Rua Padre Camargo, 250 das 09 às 16:00, ou através do email [julianadecimo@gmail.com](mailto:julianadecimo@gmail.com), e ainda telefone (41) 91222738.

Informamos ainda que todos os participantes do presente estudo, que apresentarem alterações no exame sanguíneo ou outros fatores de risco a sua saúde serão comunicados e orientados pessoalmente a entrarem em contato com o posto de saúde mais próximo de sua casa para agendar consulta médica.

Se você tiver dúvidas sobre os direitos do seu filho ou dependente como participante de pesquisa, você pode contatar Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UPFR pelo Telefone 3360-1041. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

As informações relacionadas ao estudo poderão conhecidas por pessoas autorizadas (neste caso os pesquisadores). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **identidade de seu filho (a) seja preservada e seja mantida a confidencialidade**. As despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos etc.) não são de sua responsabilidade e pela

sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Os pesquisadores irão arcar com as despesas de transporte do participante e acompanhante. Será fornecido ainda o café da manhã do participante e um lanche para o seu acompanhante.

A participação de seu filho (a) ou dependente neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado. A sua recusa não implicará na interrupção do atendimento ao seu filho (a), que está assegurado.

-----  
 Eu, \_\_\_\_\_ li esse termo de consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual meu filho (a) irá participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper a participação dele (a) a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete o atendimento ao meu filho (a). Eu entendi o que ele (a) não pode fazer durante a pesquisa e fui informado que ele (a) será atendido sem custos para mim se apresentar desequilíbrios mais graves na glicemia.

Eu concordo voluntariamente com a participação de meu filho (a) ou dependente neste estudo.

\_\_\_\_\_  
 (Nome e Assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal)  
 Local e data

*(Somente para o responsável do projeto)*

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou representante legal para a participação neste estudo.

\_\_\_\_\_  
 (Nome e Assinatura do Pesquisador ou quem aplicou o TCLE)  
 Local e data

Rubricas: Participante da Pesquisa e /ou responsável legal_ _____ Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE
--

## APÊNDICE 2

### **TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO** **(Crianças e Adolescentes)**

**Título do Projeto:** Influência do horário de prática de exercícios aeróbios contínuos e intermitentes, relacionado à insulinoterapia, na resposta glicêmica de crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1.

**Investigador:** Dra. Suzana Nesi França, Juliana Pereira Decimo e Valderi Abreu de Lima, Luís Paulo Gomes Mascarenhas e Camila Kapp Fritz.

**Local da Pesquisa:** Unidade de Endocrinologia Pediátrica- HC - UFPR

**Endereço:** Hospital de Clínicas – UFPR, Rua Padre Camargo, 250.

#### **O que significa assentimento?**

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

#### **Informação ao Participante:** o que é uma pesquisa?

Pesquisa é um processo sistemático para construir o conhecimento humano, gerar novos conhecimentos. As pesquisas podem confirmar conhecimentos que já existiam ou mesmo mostrar resultados contrários e diferentes dos conhecimentos anteriores. Ao profissional da pesquisa, dá-se o nome de pesquisador.

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de descobrir, se existe uma relação entre o horário de aplicação da insulina e a prática de exercício físico, buscando encontrar um período de menor risco de acontecer hipoglicemia. Isso pode ajudar você e seus pais a ficarem mais

tranquilos em relação à prática de exercício aeróbio, ajudando outras pessoas diabéticas e profissionais de saúde a melhor entender o comportamento da glicemia durante o exercício.

Informamos que manteremos sigilo na utilização de imagens/vídeos (uso de tarjas no rosto), e nos comprometemos a descartar eventuais imagens após sua utilização.

Caso você aceite participar, deverá vir à Unidade de Endocrinologia pediátrica, durante uma semana, pelo menos 4 vezes. No primeiro dia haverá uma série de avaliações (peso, estatura, circunferência da cintura e composição corporal) além de coleta de sangue para exames, durante a coleta de sangue você poderá sentir dor no local da punção além de poder aparecer hematoma no local da punção, você não deverá realizar esforço físico com o braço onde foi feita a coleta para evitar o hematoma. Após a coleta de sangue você irá ter sua glicemia avaliada e poderá então aplicar a insulina e tomar o café da manhã que será fornecido pelos pesquisadores.

Logo depois, você irá realizar um teste onde irá pedalar por cerca de 20 minutos usando um monitor cardíaco (relógio e cinta colocada na região do tórax) e uma máscara cobrindo a boca e nariz (espirômetro). Você deverá pedalar na velocidade de 25 km/h, a cada 3 minutos será aumentada a carga aos poucos, ou seja, o “peso dos pedais” irá aumentar, durante o teste serão feitas avaliações de glicemia capilar (ponta de dedo) e ao final do mesmo após 30 minutos. Neste mesmo dia será implantado um sensor de glicose que irá monitorar a glicose continuamente (pode ser que você sinta um pouco de dor no momento da aplicação do sensor e / ou tenha alergia ao adesivo que é usado para fixá-lo). Depois de 48 horas, retornará para realizar o primeiro teste.

O primeiro teste será realizado uma hora após a aplicação da insulina e ingestão do café da manhã e você terá que pedalar durante 30 minutos com a mesma intensidade e velocidade. Novamente serão feitas avaliações da glicemia capilar por meio de uma pequena punção no dedo da mão a cada três minutos e a frequência cardíaca será monitorada durante todo o teste por meio do uso do monitor cardíaco, lembramos que será verificada sua pressão arterial antes e após todos os testes.

Após este teste deverá retornar em 2 dias para trocar o sensor e realizar o segundo teste que será idêntico ao primeiro, porém será realizado duas horas após a aplicação de insulina e ingestão do café da manhã.

No mês seguinte, você deverá retornar e realizar os mesmos testes, porém desta vez com exercícios aeróbios intermitentes, que será realizado da mesma forma que os testes anteriores (de exercício aeróbio contínuo), porém serão inclusos de 05 momentos de alta velocidade com duração de 10 segundos a cada 5 minutos de pedalada. Dois dias após o último teste, você deve retornar para retirada do sensor e eventuais esclarecimentos.

Em relação aos testes físicos, você poderá sentir cansaço após a realização dos mesmos, o que é considerado normal e pode ser aliviado com repouso e alimentação adequada. Também poderá ocorrer hipoglicemia após o exercício, porém como você estará utilizando o monitor contínuo de glicemia, este será programado para avisar com um sinal sonoro caso esta hipoglicemia seja identificada e assim você poderá corrigi-la.

Informamos que iremos arcar com os custos do seu café da manhã e lanche de seu acompanhante, além dos custos de transporte para você e acompanhante.

A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo no seu atendimento e/ou tratamento.

### **Contato para dúvidas**

Se você ou os responsáveis por você tiver (em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar a Investigadora do estudo ou membro de sua equipe Juliana Pereira Decimo, **telefone fixo**(41) 32042300 e celular (41) 91222738. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como um participante da pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UFPR pelo Telefone: 3360-1041. O CEP é constituído por um grupo de profissionais de diversas áreas, com conhecimentos científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada da pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

### **DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE:**

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma via original assinada, rubricada e datada deste Documento de ASSENTIMENTO INFORMADO.

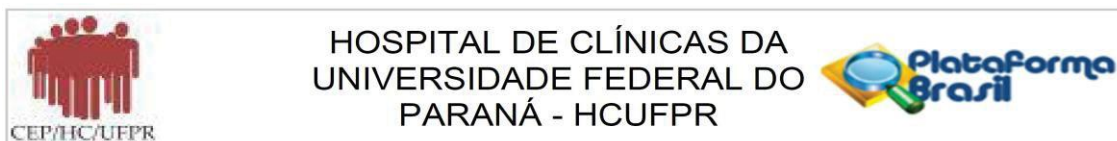
---

NOME DO ADOLESCENTE	ASSINATURA	DATA
---------------------	------------	------

---

NOME DO INVESTIGADOR	ASSINATURA	DATA
----------------------	------------	------

## ANEXO 1



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DO HORÁRIO DE PRÁTICA DE EXERCÍCIO AERÓBIO CONTÍNUO E INTERMITENTE, RELACIONADO À INSULINOTERAPIA, NA RESPOSTA GLICÊMICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1.

**Pesquisador:** SUZANA NESI FRANÇA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 44193214.7.0000.0096

**Instituição Proponente:** Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná

**Patrocinador Principal:** Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná  
MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.101.601

**Data da Relatoria:** 01/06/2015

**Apresentação do Projeto:**

O exercício aeróbico é tido como benéfico no controle glicêmico de pacientes com diabetes mellitus tipo 1, mas há uma grande preocupação quanto aos riscos de hipoglicemia, associada à prática. O presente estudo pretende estudar se é possível uma otimização do tempo entre a insulino terapia e a prática de exercícios aeróbios de forma a evitar ou ao menos diminuir os riscos da hipoglicemia associada.

**Objetivo da Pesquisa:**

Conforme já relatado no Parecer do CEP 1.047.168 de 27/04/2015.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Conforme já relatado no Parecer do CEP 1.047.168 de 27/04/2015.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Conforme já relatado no Parecer do CEP 1.047.168 de 27/04/2015.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Conforme já relatado no Parecer do CEP 1.047.168 de 27/04/2015.

<b>Endereço:</b> Rua Gal. Carneiro, 181	<b>CEP:</b> 80.060-900
<b>Bairro:</b> Alto da Glória	
<b>UF:</b> PR	<b>Município:</b> CURITIBA
<b>Telefone:</b> (41)3360-1041	<b>Fax:</b> (41)3360-1041
	<b>E-mail:</b> cep@hc.ufpr.br