

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Faculdade de Medicina**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBICA DE  
ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1  
E SUA RELAÇÃO COM O CONTROLE GLICÊMICO**

**GUSTAVO SENA SOUSA**

**Belo Horizonte**  
**2010**

**GUSTAVO SENA SOUSA**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBICA DE  
ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1  
E SUA RELAÇÃO COM O CONTROLE GLICÊMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

**Área de Concentração:** Saúde da Criança e do Adolescente.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Ivani Novato Silva

**Co-orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Danusa Dias Soares

**Belo Horizonte**

**2010**

S725a Sousa, Gustavo Sena.  
Avaliação da capacidade aeróbica de adolescentes com Diabetes Mellitus tipo 1 e sua relação com o controle glicêmico [manuscrito]. / Gustavo Sena Sousa. - - Belo Horizonte: 2010.

75f.: il.

Orientadora: Ivani Novato Silva.

Co-Orientadora: Danusa Dias Soares.

Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.

Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Diabetes Mellitus Tipo 1. 2. Exercício. 3. Teste de Esforço. 4. Consumo de Oxigênio. 5. Hemoglobina A Glicosilada. 6. Dissertações Acadêmicas. I. Silva, Ivani Novato. II. Soares, Danusa Dias. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WS 330



FACULDADE DE MEDICINA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533  
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100  
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640  
cpg@medicina.ufmg.br



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de **GUSTAVO SENA SOUSA**, nº de registro 2008652488. Às quatorze horas do dia onze de fevereiro de dois mil e dez, reuniu-se na Faculdade de Medicina da UFMG, a Comissão Examinadora de dissertação indicada pelo Colegiado do Programa, para julgar, em exame final, o trabalho final intitulado: **“AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBICA DE ADOLESCENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 1 E SUA RELAÇÃO COM O CONTROLE GLICÊMICO .”**, requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Profa. Ivani Novato Silva, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho final, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do candidato e do público para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Profa. Ivani Novato Silva/Orientadora	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovado</u>
Profa. Danusa Dias Soares/Coorientadora	Instituição: EEFFTO	Indicação: <u>Aprovado</u>
Prof. Emerson Silami Garcia	Instituição: EEFFTO	Indicação: <u>Aprovado</u>
Prof. Candido Celso Coimbra	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovado</u>

Pelas indicações o candidato foi considerado Aprovado.

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 11 de Fevereiro de 2010.

Profa. Ivani Novato Silva/Orientadora Ivani Novato Silva

Profa. Danusa Dias Soares/Coorientadora Danusa Dias Soares

Prof. Emerson Silami Garcia Emerson Silami Garcia

Prof. Candido Celso Coimbra Candido Celso Coimbra

Prof. Joel Alves Lamounier/Coordenador Joel Alves Lamounier

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador.

**PROF. JOEL ALVES LAMOUNIER**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde  
Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente  
Faculdade de Medicina/UFMG

**CONFERE COM O ORIGINAL**  
Centro de Pós-Graduação

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Reitor**

Prof. Ronaldo Tadêu Pena

**Vice-Reitora**

Prof<sup>ª</sup>. Heloisa Maria Murgel Starling

**Pró-Reitora de Pós-Graduação**

Prof<sup>ª</sup>. Elizabeth Ribeiro da Silva

**Pró-Reitor de Pesquisa**

Prof. Carlos Alberto Pereira Tavares

**FACULDADE DE MEDICINA**

**Diretor**

Prof. Francisco José Penna

**Vice-Diretor**

Prof. Tarcizo Afonso Nunes

**Coordenador do Centro de Pós-Graduação**

Prof. Carlos Faria Santos Amaral

**Subcoordenador do Centro de Pós-Graduação**

Prof. Joel Alves Lamounier

**Chefe do Departamento de Pediatria**

Prof<sup>ª</sup>. Maria Aparecida Martins

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

**Coordenador**

Prof. Joel Alves Lamounier

**Subcoordenadora**

Prof<sup>ª</sup>. Ana Cristina Simões e Silva

**Colegiado**

Prof<sup>ª</sup>. Ivani Novato Silva

Prof. Jorge Andrade Pinto

Prof<sup>ª</sup>. Lúcia Maria Horta Figueiredo Goulart

Prof<sup>ª</sup>. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana

Prof. Marco Antônio Duarte

Prof<sup>ª</sup>. Regina Lunardi Rocha

Adriana Santos de Oliveira (Representante Discente)

Dedico este estudo aos adolescentes diabéticos que não têm outra alternativa a não ser assumir com coragem uma luta diária para manterem um bom controle glicêmico e estejam longe das complicações decorrentes do descontrole do diabetes.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda luz durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais que sempre investiram na educação e formação de seus filhos.

Aos meus irmãos Rodrigo e Carolina, que sempre torceram por mim.

À minha orientadora, Profa Ivani, pela total disponibilidade e dedicação, por saber exatamente como explorar minhas potencialidades e pelo grande exemplo de ética.

À minha co-orientadora, Profa Danusa, pela grande contribuição e por confiar em minha proposta de estudo.

À Profa. Kátia Borges que sempre me incentivou e acreditou no meu potencial desde a época da graduação.

À Profa Emília e a Grazielle, pelo grande auxílio nas análises estatísticas.

Aos professores e funcionários da Pós Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina.

À bibliotecária Maria do Rosário, que sempre esteve à disposição para me auxiliar nas pesquisas bibliográficas.

À CAPES por todo apoio.

Ao Hospital das Clínicas por autorizar a realização deste estudo.

À equipe do Laboratório do Movimento que pôde assumir minhas tarefas e atribuições para que eu me dedicasse integralmente ao mestrado.

À equipe do Laboratório de Fisiologia do Exercício, por toda colaboração.

Aos funcionários do Ambulatório São Vicente de Paula do HC/UFMG.

Aos funcionários do SAME – Serviço de Arquivos Médicos e Estatística do HC/UFMG, pelo auxílio na consulta dos prontuários.

À Ludmila, Guilherme, Fábio, Aline, Josiane, Leandro, Maiza, Mariana, Hermínia, Lucas, Daniel, Luciana, Rodrigo, Ana Mônica e Carol pela valiosa colaboração nas coletas de dados.

Aos amigos que estiveram presentes nos momentos de lazer e tempo livre e que foram os grandes responsáveis por recarregarem minhas energias.

Em especial, à Nathália, que sempre torceu por mim e soube lidar com meus momentos de estresse e angústia no decorrer deste trabalho.

## RESUMO

Trata-se de um estudo transversal cujo objetivo principal foi mensurar a capacidade aeróbica, o nível de atividade física e o controle glicêmico de adolescentes com Diabetes Mellitus tipo 1 e avaliar a relação entre estas variáveis.

A amostra foi composta por 61 adolescentes com Diabetes Mellitus tipo 1, sendo 34 do sexo masculino ( $18,88 \pm 2,13$  anos) e 27 do sexo feminino ( $17,16 \pm 2,27$  anos). A capacidade aeróbica ( $VO_{2\text{pico}}$ ) foi mensurada por meio de um teste progressivo máximo proposto por Balke (ACSM, 1996) e o consumo de oxigênio registrado por um espirômetro (*Biopac<sup>®</sup> Systems Inc., EUA*). O nível de atividade física foi estimado pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e o controle glicêmico por meio da dosagem da Hemoglobina Glicosilada (A1C).

Os adolescentes do sexo masculino apresentaram uma média de  $VO_{2\text{pico}}$  ( $46,23 \pm 7,93$  mL/Kg/min) significativamente maior ( $p=1.480e-10$ ) comparada com a média das adolescentes do sexo feminino ( $31,18 \pm 6,98$  mL/Kg/min). O Nível de Atividade Física dos adolescentes do sexo masculino foi significativamente maior ( $p=0,02084$ ) comparado com as adolescentes do sexo feminino. A média da A1C encontrada nos 61 pacientes estudados foi  $10,25 \pm 2,77$  %, somente 5 (8,2%) indivíduos apresentaram um bom controle glicêmico. Na amostra masculina, a média da A1C foi  $9,35 \pm 2,08$  %, constatou-se 4 (11,8%) adolescentes com um bom controle glicêmico. Na amostra feminina, a média da A1C foi  $11,39 \pm 3,13$  %, constatou-se apenas 1 (3,7%) adolescente bem controlada. Houve associação entre  $VO_{2\text{pico}}$  e Nível de Atividade Física na amostra masculina ( $p=0.007732$ ) e na amostra feminina ( $p=0.0008446$ ). Houve associação negativa ( $\rho = -0.6543512$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e A1C somente na amostra feminina ( $p=0.0002134$ ). Não houve associação entre Nível de Atividade Física e A1C.

Concluimos que na população diabética estudada, as adolescentes do sexo feminino apresentaram níveis mais baixos de atividade física e de capacidade aeróbica, além de pior controle glicêmico, se comparado aos adolescentes do sexo masculino. O nível de atividade física correlacionou-se com a capacidade aeróbica que, por sua vez, correlacionou-se com o controle glicêmico somente na amostra feminina. Desta forma, tornam-se necessários mais estudos acerca de questões relacionadas à atividade física como variabilidade terapêutica, oferecendo assim, subsídios para o aprimoramento da gestão no manejo de pacientes diabéticos.



## ABSTRACT

Cross-sectional study aiming to measure aerobic capacity, physical activity level and glycemic control of teenagers with Diabetes Mellitus type 1 and to evaluate the relationship between these variables.

The sample was composed by 61 teenagers with Diabetes Mellitus type 1, 34 male ( $18,88 \pm 2,13$  years old) and 27 female ( $17,16 \pm 2,27$  years old). Aerobic capacity ( $VO_{2peak}$ ) was assessed by a maximal progressive test and the oxygen consumption was recorded by an spirometer (*Biopac<sup>®</sup> Systems Inc., EUA*). The participants' physical activity level has been estimated by the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and the glycemic control by the Glycated Hemoglobin (A1C) dosage method.

Mean  $VO_{2peak}$  of the male teenagers ( $46,23 \pm 7,93$  mL/Kg/min) was significantly higher ( $p=1.480e-10$ ) than the female teenagers ( $31,18 \pm 6,98$  mL/Kg/min). The male teenagers' physical activity level was significantly higher ( $p=0,02084$ ) when compared to the female teenagers. Mean A1C found in the 61 participants was  $10,25 \pm 2,77$  %, 5 (8,2%) individuals have shown a good glycemic control. Mean A1C in male participants was  $9,35 \pm 2,08$  % where 4 (11,8%) have shown a good glycemic control. As for the female participants, mean A1C was  $11,39 \pm 3,13$  % with only one participant (3,7%) with a well controlled glycemia.

There was an association between  $VO_{2peak}$  and Physical Activity Level on the male ( $p=0.007732$ ) and female samples ( $p=0.0008446$ ).  $VO_{2peak}$  and A1C presented a negative association on the female sample ( $p=0.0002134$ ). There was no association between Physical Activity Level and A1C.

It was concluded that on the diabetic population studied on this research, the female teenagers showed lower levels of physical activity and aerobic capacity added to a worse glycemic control when compared to the male participants. Physical activity level was positively correlated to the aerobic capacity which in turn, showed a positive correlation with glycemic control on the female participants. Therefore, more studies related to physical activity such as therapeutic variability should be conducted to offer arguments to enhance the management and health care of diabetic patients.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACSM – Colégio Americano de Medicina Esportiva

ADA – Associação Americana de Diabetes

ATP – Trifosfato de Adenosina

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDC – Centro de Controle e Prevenção de Doenças

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa

DM1 – Diabetes Mellitus tipo 1

DM2 – Diabetes Mellitus tipo 2

GLUT 4 – Transportador de Glicose tipo 4

Hb A – Hemoglobina A

Hb A1C – Hemoglobina A Glicosilada

HC/UFMG – Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais

IMC – Índice de Massa Corporal

IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física

L/Kg/min – Litros por quilogramas por minuto

L/min – Litros por minuto

mg/dL – Miligramas por decilitros

°C – Graus Celsius

PIG – Percentual Isento de Gordura

PSE – Percepção Subjetiva do Esforço

R – Relação de Permuta Respiratória

rpm – Rotações por minuto

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

VO<sub>2máx</sub> – Volume de Oxigênio Máximo

VO<sub>2pico</sub> – Volume de Oxigênio Pico

W – Watts

## LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

Figura 1: Frações da Hemoglobina .....	18
Gráfico 1: Consumo máximo de oxigênio em relação à idade em meninos e meninas ..	23
Gráfico 2: Consumo máximo de oxigênio em relação à idade em homens e mulheres ..	24
Gráfico 3: Associação entre $VO_{2\text{pico}}$ relativo e Gênero .....	38
Gráfico 4: Associação entre IMC e Percentual de Gordura .....	39
Gráfico 5: Associação entre Nível de Atividade Física e $VO_{2\text{pico}}$ relativo .....	40
Gráfico 6: Associação entre Nível de Atividade Física e A1C .....	41
Gráfico 7: Associação entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura .....	42
Gráfico 8: Associação entre Nível de Atividade Física e IMC .....	43
Gráfico 9: Associação entre $VO_{2\text{pico}}$ relativo e A1C .....	44
Gráfico 10: Associação entre $VO_{2\text{pico}}$ relativo e Percentual de Gordura .....	45
Gráfico 11: Associação entre $VO_{2\text{pico}}$ relativo e IMC .....	46
Tabela 1: Valores em Percentil para Potência Aeróbica Máxima (mL/Kg/min) .....	27
Tabela 2: Classificação dos Percentuais de Gordura Corporal .....	33
Tabela 3: Nível de Atividade Física e Gênero .....	38

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1. Atividade Física e Diabetes Mellitus .....	15
2.1.1. Conceito de Diabetes Mellitus .....	15
2.1.2. Exercício Físico no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1 .....	15
2.1.2.1. Exercício Aeróbico .....	16
2.1.2.2. Exercício Anaeróbico .....	16
2.1.3. Controle Glicêmico e Exercício Físico .....	17
2.1.3.1. Avaliação do Controle Glicêmico .....	17
2.1.3.1.1. Diferentes frações da hemoglobina .....	17
2.1.3.2. Relação ente Controle Glicêmico e Exercício Físico .....	18
2.2. Capacidade Aeróbica .....	19
2.2.1. Conceito de Capacidade Aeróbica .....	19
2.2.2. Fatores que influenciam a Capacidade Aeróbica .....	20
2.2.3. Avaliação da Capacidade Aeróbica .....	24
2.2.3.1. Critérios para determinar a Capacidade Aeróbica .....	25
2.2.4. Supervisão dos Testes de Esforço – Riscos durante os testes .....	26
2.2.5. Interpretação dos resultados .....	27
2.3. Capacidade Aeróbica em adolescentes com DM1 .....	28
2.3.1. Adolescentes com DM1 podem ter uma Cap. Aeróbica reduzida .....	28
3. OBJETIVOS .....	30
3.1. Objetivo Geral .....	30
3.2. Objetivos Específicos .....	30
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	31
4.1. Aspectos Éticos .....	31
4.2. Amostra .....	31
4.3. Critérios de Inclusão .....	31
4.4. Critérios de Exclusão .....	31

4.5. Desenho do Estudo .....	32
4.6. Composição Corporal .....	32
4.7. Nível de Atividade Física .....	33
4.8. Glicemia Capilar .....	33
4.9. Condições Ambientais .....	34
4.10. Capacidade Aeróbica .....	34
4.11. Controle Glicêmico .....	35
4.12. Análise Estatística .....	36
5. RESULTADOS .....	37
5.1. Caracterização da Amostra .....	37
5.2. Nível de Atividade Física .....	38
5.3. Capacidade Aeróbica .....	38
5.4. Associação entre Índice de Massa Corporal e Percentual de Gordura .....	39
5.5. Associação entre Nível de Atividade Física e as demais variáveis .....	40
5.5.1. Associação entre Nível de Atividade Física e Cap. Aeróbica .....	40
5.5.2. Associação entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico .....	41
5.5.3. Associação entre Nível de Atividade Física e Percent. de Gordura .....	42
5.5.4. Associação entre Nível de Atividade Física e IMC .....	43
5.6. Associação entre Capacidade Aeróbica e as demais variáveis .....	44
5.6.1. Associação entre Capacidade Aeróbica e Controle Glicêmico .....	44
5.6.2. Associação entre Capacidade Aeróbica e Percentual de Gordura .....	45
5.6.3. Associação entre Capacidade Aeróbica e IMC .....	46
6. DISCUSSÃO .....	47
6.1. Aspectos Gerais .....	47
6.2. Nível de Atividade Física .....	48
6.3. Capacidade Aeróbica .....	48
6.4. Associação entre Nível de Atividade Física e Capacidade Aeróbica .....	49
6.5. Associação entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico .....	50
6.6. Associação entre Nível de Atividade Física e Composição Corporal .....	51
6.7. Associação entre Capacidade Aeróbica e Controle Glicêmico .....	51
6.8. Associação entre Capacidade Aeróbica e Composição Corporal .....	53

6.9. Considerações Finais .....	53
7. CONCLUSÕES .....	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
9. ANEXOS .....	65
ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa .....	65
ANEXO II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Adolescentes .....	66
ANEXO III – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Pais .....	67
ANEXO IV – Planilha de Coleta de Dados .....	68
ANEXO V – Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) .....	69
ANEXO VI – Classificação do Nível de Atividade Física (IPAQ) .....	73
ANEXO VII – Caracterização da Amostra Masculina .....	74
ANEXO VIII – Caracterização da Amostra Feminina .....	75

## 1. INTRODUÇÃO

A Divisão de Endocrinologia Pediátrica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais presta assistência a crianças e adolescentes diabéticos, através de uma equipe multiprofissional, composta por médicos endocrinologistas, nutricionistas, enfermeiros, assistentes sociais, psicólogos e profissionais de educação física. Mesmo com toda essa estrutura e recebendo assistência de profissionais especializados, grande parte da população atendida não consegue atingir e manter o controle metabólico adequado, fato também relatado por outros serviços que atendem crianças e adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1).

O controle metabólico de pacientes com DM1 é difícil e baseia-se no equilíbrio entre a insulino terapia, alimentação adequada e atividade física. A qualidade e o tipo dessa atividade física podem ter implicações diretas sobre o controle glicêmico do paciente, mas frequentemente no atendimento ambulatorial não tem sido dada atenção especial à especificidade do exercício.

A *American Diabetes Association*<sup>1</sup> recomenda a realização de exercícios aeróbicos de intensidade moderada por mais de 150 minutos semanais, como parte do tratamento do DM1. O exercício físico regular tem se mostrado eficaz para melhorar o controle glicêmico de diabéticos, além de reduzir os fatores de risco cardiovascular, contribuir para o controle do peso e melhorar o bem estar geral.

A realização desse estudo foi motivada pela necessidade de se conhecer a capacidade aeróbica desta população e sua relação com controle glicêmico. Desta forma, pretendemos oferecer subsídios para a melhor utilização de exercícios físicos como parte do tratamento, aprimorando a gestão no manejo de pacientes.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Atividade Física e Diabetes Mellitus**

#### **2.1.1. Conceito de Diabetes Mellitus**

Segundo o *American College of Sports Medicine*<sup>2</sup>, o Diabetes Mellitus é um grupo de doenças metabólicas que resultam de defeitos na secreção de insulina e/ou na ação da insulina. Desde 1997, os tipos de diabetes foram classificados pelas origens etiológicas. O Diabetes Mellitu tipo 1 (DM1) é causado pela destruição autoimune das células “beta” produtoras de insulina do pâncreas. A deficiência absoluta de insulina e uma alta propensão para a cetoacidose são as características comuns dos pacientes diabéticos do tipo 1. O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é causado pela resistência à insulina ou pela deficiência em sua secreção. Aproximadamente 90% a 95% de todos os diabéticos são do tipo 2<sup>3</sup>. O DM2 está associado com um excesso de gordura corporal, porém a característica primária é uma distribuição da gordura nos segmentos corporais superiores, independentemente da quantidade de gordura corporal total. Ao contrário do DM1, o DM2 está associado frequentemente à concentrações elevadas de insulina.

O objetivo do tratamento do diabetes é o controle da glicemia, que inclui dieta, medicações e exercício físico. Foi documentado que o tratamento intensivo destinado a controlar a glicose sanguínea reduz o risco de progressão das complicações diabéticas em 50% a 75% nos adultos diabéticos tipo 1<sup>4</sup> e foi considerado como sendo de eficácia semelhante nos adultos diabéticos do tipo 2<sup>5</sup>.

#### **2.1.2. Exercício físico no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1**

O exercício físico regular é considerado parte do tratamento do DM1, juntamente com a alimentação adequada e a terapia medicamentosa. É consenso na literatura científica que o exercício aumenta o transporte de glicose para o interior das células musculares esqueléticas. Esse processo é desencadeado pela contração muscular, independentemente ou simultaneamente à ação da insulina, que resulta em um aumento na translocação de transportadores de glicose do tipo 4 (GLUT 4) para a membrana



celular, podendo reduzir a glicemia significativamente como sua principal resposta ao estímulo agudo.

#### **2.1.2.1. Exercício Aeróbico**

O exercício aeróbico a longo prazo promove uma redução nas taxas de hemoglobina glicosilada contribuindo para um melhor controle metabólico dos pacientes<sup>6,7</sup>. Estes efeitos a longo prazo são decorrentes de adaptações promovidas pelo treinamento aeróbico, como: aumento da densidade capilar, aumento da expressão e translocação de GLUT 4 para a membrana das células musculares esqueléticas, aumento de fibras musculares mais sensíveis à ação da insulina, possíveis alterações na composição do sarcolema, aumento na atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e aumento na atividade da glicogênio-sintetase<sup>8</sup>.

#### **2.1.2.2. Exercício Anaeróbico**

Durante o exercício anaeróbico também ocorre um maior transporte de glicose para o interior das células musculares esqueléticas. Entretanto, ocorre simultaneamente uma maior degradação do glicogênio hepático (glicogenólise), disponibilizando glicose para a corrente sanguínea. Essa situação pode resultar em um aumento agudo da glicose sanguínea<sup>9</sup>.

A longo prazo, o exercício anaeróbico pode promover hipertrofia muscular e redução do percentual de gordura corporal. Essa modificação na composição corporal, embora difícil de ser alcançada, pode contribuir para um melhor controle glicêmico e representa um benefício adicional quando combinado com o exercício aeróbico<sup>9</sup>. Entretanto, recomenda-se este tipo de exercício apenas para pessoas com DM2 que não apresentam contraindicações<sup>1</sup>.

### **2.1.3. Controle Glicêmico e Exercício Físico**

#### **2.1.3.1. Avaliação do Controle Glicêmico**

A hemoglobina glicada, também denominada hemoglobina glicosilada ou glicohemoglobina, é conhecida ainda como HbA1C e, mais recentemente, apenas como A1C. Embora seja utilizada desde 1958 como uma ferramenta de diagnóstico na avaliação do controle glicêmico em pacientes diabéticos, a dosagem da A1C passou a ser cada vez mais empregada e aceita pela comunidade científica após 1993, depois de ter sido validada através dos dois estudos clínicos mais importantes acerca da avaliação do impacto do controle glicêmico sobre as complicações crônicas do diabetes: os estudos *DCCT – Diabetes Control and Complications Trial*<sup>4</sup> e o *UKPDS – United Kingdom Prospective Diabetes Study*<sup>5</sup>.

Atualmente, a manutenção do nível de A1C abaixo de 7% é considerada como uma das principais metas no controle do diabetes. Os dois estudos supramencionados indicaram que as complicações crônicas começam a se desenvolver quando os níveis de A1C estão situados permanentemente acima de 7%<sup>4,5</sup>. Algumas sociedades médicas adotam, inclusive, metas terapêuticas mais rígidas de 6,5% para os valores de A1C<sup>10</sup>.

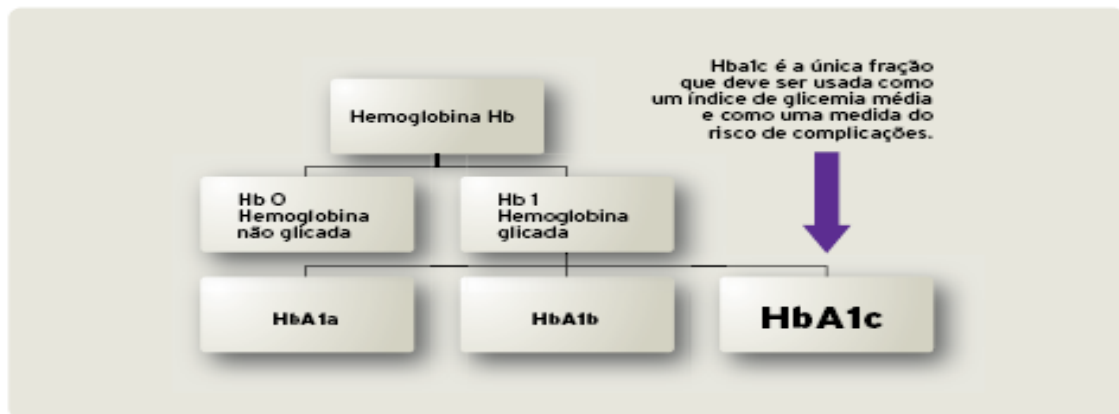
##### **2.1.3.1.1. Diferentes frações da hemoglobina**

O termo “hemoglobina glicada” refere-se a um conjunto de substâncias formadas a partir de reações entre a hemoglobina A (HbA) e alguns açúcares. O processo de “glicação” de proteínas envolve uma ligação não enzimática e permanente com açúcares redutores como a glicose, ao contrário do processo de “glicosilação”, que envolve uma ligação enzimática e instável<sup>11</sup>.

A HbA é composta por duas partes: a HbA0 corresponde à fração não glicada e a HbA1 total corresponde a formas carregadas mais negativamente devido à adição de glicose e outros carboidratos.

Existem vários tipos de HbA1 cromatograficamente distintos, tais como HbA1a1, HbA1a2, HbA1b e HbA1c. Desses todos, a fração HbA1c, ou apenas A1C, é a que se refere à hemoglobina glicada propriamente dita, conforme figura 1, cujo terminal valina da cadeia beta está ligado à glicose por meio de uma ligação estável e irreversível<sup>10</sup>.

FIGURA 1: Frações da Hemoglobina



Extraído da Apostila: Atualização sobre hemoglobina glicada (A1C) para avaliação do controle glicêmico e para o diagnóstico do diabetes: Aspectos clínicos e laboratoriais. Posicionamento Oficial 2009<sup>10</sup>.

### 2.1.3.2. Relação entre Controle Glicêmico e Exercício Físico

O Exercício físico regular tem se mostrado eficaz para melhorar o controle glicêmico de diabéticos, além de reduzir os fatores de risco cardiovasculares, contribuir para o controle do peso e melhorar o bem estar geral<sup>1</sup>.

Segundo Boulé e cols.<sup>12</sup>, altos níveis de exercícios físicos estão associados com um melhor controle glicêmico (A1C) e com a aptidão física, ainda que não se altere significativamente o Índice de Massa Corporal (IMC).

Austin e cols.<sup>13</sup> encontraram uma correlação inversa entre capacidade aeróbica ( $VO_{2max}$ ) e hemoglobina glicosilada (A1C), além de uma importante correlação entre o estado de aptidão física e os níveis de lipídios em adolescentes com DM1. Especula-se que níveis mais elevados de aptidão física em adolescentes com DM1 pode diminuir o risco de doenças cardiovasculares através da modulação dos níveis de lipídeos e do melhor controle glicêmico.

Segundo Michaliszyn e cols.<sup>14</sup>, altos níveis de aptidão física prevêm um melhor controle da glicemia e colesterol total em adolescentes com DM1, ao passo que, ingerir quantidades mais baixas de gordura saturada afetaram o colesterol total, mas não o controle glicêmico. Isso reforça a importância da aptidão física associada a dietas pobres em gordura saturada para o controle metabólico global em adolescentes diabéticos.

Para Landt e cols.<sup>15</sup>, o treinamento físico pode ser um precioso auxiliar na gestão da diabetes tipo 1, desde que haja atenção concomitante à dieta e insulina. O exercício sozinho, porém, pode não melhorar o controle glicêmico, embora ele melhore a aptidão física e sensibilidade à insulina.

## **2.2. Capacidade Aeróbica**

### **2.2.1. Conceito de Capacidade Aeróbica**

Segundo o *American College of Sports Medicine*<sup>2</sup>, a Capacidade Aeróbica, também denominada de Consumo Máximo de Oxigênio, Captação Máxima de Oxigênio, Potência Aeróbica Máxima ou, simplesmente,  $VO_{2máx}$ , é aceita como a medida normativa de aptidão cardiorrespiratória, ou seja, está relacionada à capacidade de se realizar um exercício dinâmico de intensidade moderada a alta com grandes grupos musculares por longos períodos de tempo. A realização desse exercício depende do estado funcional dos sistemas: respiratório, cardiovascular e musculoesquelético.

A Capacidade Aeróbica é o produto do débito cardíaco máximo (litros de sangue ejetados por minuto) e da diferença arteriovenosa de oxigênio (mL de  $O_2$  por litro de sangue). Uma variação significativa no  $VO_{2máx}$  (L/min) da população e dos níveis de aptidão nela encontrados, resulta principalmente de diferenças no débito cardíaco máximo. Assim, o  $VO_{2 máx}$  está relacionado diretamente com a capacidade funcional do coração<sup>2</sup>.

Considera-se também que a Capacidade Aeróbica está intimamente relacionada à saúde, uma vez que os baixos níveis de aptidão cardiorespiratórias estiveram associados a um risco extremamente maior de morte prematura por todas as causas e, mais especificamente, por doença cardiovascular<sup>16</sup>. Valores elevados de consumo de oxigênio estão associados a índices mais altos de atividade física habitual, que, por sua vez, estão associados com inúmeros benefícios à saúde<sup>16,17</sup>. Portanto, a avaliação da Capacidade Aeróbica se torna importante em um programa de intervenção primária ou secundária.

Atletas que se sobressaem nos esportes aeróbicos em geral possuem uma capacidade superior para transferência de energia aeróbica. O consumo máximo de oxigênio mensurado em atletas que competem na corrida, na natação, no ciclismo e no

esqui cross-country de longa distância ultrapassa em quase duas vezes aquele de homens e mulheres sedentários. Isso não significa que o  $VO_2$  máx seja o único determinante do desempenho aeróbico. Outros fatores, principalmente aqueles que atuam no nível tecidual local também são determinantes, como: densidade capilar, atividade de enzimas oxidativas, tamanho e número de mitocôndrias e tipo de fibras musculares. Essas qualidades intrínsecas podem influenciar muito na capacidade do músculo de realizar um alto nível de exercício aeróbico<sup>18</sup>. Entretanto, o  $VO_{2máx}$  representa uma informação importante em relação a capacidade do sistema de fornecimento de energia a longo prazo. Essa medida comporta também um importante significado fisiológico, pois a obtenção de um  $VO_{2máx}$  alto requer a integração de altos níveis das funções pulmonares, cardiovasculares e neuromusculares. Isso faz do  $VO_{2máx}$  uma medida fundamental da capacidade funcional fisiológica para o exercício<sup>19</sup>.

### **2.2.2. Fatores que influenciam a Capacidade Aeróbica**

Os fatores mais importantes que podem influenciar o escore individual do consumo máximo de oxigênio são: estado de treinamento; especificidade do treinamento; hereditariedade; sexo; dimensão e composição corporal; idade.

- Estado de Treinamento

O nível de condicionamento de uma pessoa contribui de maneira significativa para determinar sua capacidade aeróbica. Isso ocorre, devido a alterações nos diversos fatores fisiológicos e metabólicos relacionados ao transporte e à utilização do oxigênio. Com um treinamento adequado, as adaptações em muitos desses fatores continuam sendo independentes de gênero, idade, hereditariedade e, até certo ponto, estado de saúde<sup>20,21,22,23,24</sup>.

- Especificidade do Treinamento

A sobrecarga imposta a grupos musculares específicos com o treinamento aeróbico, aprimora o desempenho nos exercícios por facilitar o transporte e a utilização do oxigênio ao nível local dos músculos treinados<sup>18,25,26</sup>. A especificidade da melhora aeróbica pode ser explicada pelo aumento do fluxo sanguíneo regional nos tecidos

ativos em virtude do aumento da microcirculação e da distribuição mais efetiva do débito cardíaco, ou do efeito combinado de ambos os fatores. Além disso, pode ocorrer um aumento da capacidade desses músculos de gerarem ATP aeróbicamente antes do início do acúmulo de lactato. Essas adaptações ocorrem somente nos músculos treinados especificamente e se tornam evidentes no exercício que ativa essa musculatura, podendo não ser observadas em testes inespecíficos.

- Hereditariedade

O consumo máximo de oxigênio depende de limites genéticos. Isso significa que cada indivíduo possui uma faixa de valores de  $VO_{2máx}$  que parece ser pré-determinada pela sua constituição genética e que o maior  $VO_{2máx}$  atingível deve estar dentro dessa faixa. Há um esforço por parte dos pesquisadores em esclarecer a contribuição genética para as diferenças individuais na capacidade fisiológica e metabólica, incluindo benefícios previstos e relacionados à saúde conseguidos através da atividade física regular<sup>27,28,29</sup>. Em geral, a maioria das características de aptidão física demonstra uma alta tendência hereditária<sup>30</sup>.

- Sexo

As mulheres alcançam escores do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) 15 a 30% abaixo dos valores dos mensurados em homens<sup>31,32</sup>. Até mesmo entre os atletas de endurance treinados, as diferenças entre os sexos variam de 15 a 20%<sup>33</sup>. A diferença na capacidade aeróbica em geral tem sido atribuída a diferenças na composição corporal e na concentração de hemoglobina no sangue. As mulheres adultas jovens destreinadas em geral possuem uma média de aproximadamente 23% de gordura corporal, enquanto os homens possuem uma média de 15%<sup>34</sup>. O homem gera mais energia aeróbica total simplesmente porque possui mais massa muscular e menos gordura do que a mulher. Os atletas treinados possuem percentuais mais baixos de gordura que os indivíduos não atletas, ainda assim, as mulheres treinadas possuem mais gordura corporal que seus congêneres masculinos. Talvez em virtude dos níveis mais altos de testosterona, os homens possuem também uma concentração de hemoglobina 10 a 14% maior que as mulheres. Essa diferença na capacidade do sangue de carrear oxigênio permite aos

homens circularerem mais oxigênio durante o exercício. Essa vantagem eleva suas capacidades aeróbicas acima daquelas das mulheres<sup>19</sup>.

- Dimensão e Composição Corporal

As variações na massa corporal explicam quase 70% das diferenças nos escores do  $VO_{2máx}$  entre os indivíduos. Isso limita a interpretação do desempenho nos exercícios ao comparar indivíduos que diferem em dimensão ou composição corporal. Por esse motivo, é comum enunciar o consumo de oxigênio relacionado à área de superfície, à massa corporal, ao percentual isento de gordura (PIG) ou ao volume dos membros. Assim, consegue-se uma adequação para a comparação entre os indivíduos<sup>35,36</sup>.

- Idade

Crianças e adolescentes:

Os valores absolutos de  $VO_{2máx}$  (L/min) para meninos e meninas são semelhantes até aproximadamente 12 anos de idade. Durante a puberdade, os meninos tem em média, um consumo máximo de oxigênio cerca de 25% maior e ao final do desenvolvimento puberal a diferença ultrapassa 50%. Em geral, essa diferença relaciona-se ao efeito combinado de uma maior massa muscular nos meninos e aos seus maiores níveis diários de atividade física<sup>37</sup>.

Em valores relativos (mL/Kg/min) a capacidade aeróbica média em meninos se mantém uniforme até o final do desenvolvimento puberal. Em meninas, o  $VO_{2máx}$  relativo sofre uma redução com a idade, podendo alcançar valores até 32% abaixo daqueles de seus congêneres masculinos<sup>37</sup>. O maior acúmulo de gordura corporal nas mulheres adolescentes é responsável, em parte, por estes valores mais baixos. Esse tecido adiposo extra que as mulheres adolescentes trazem não aprimora a capacidade para o metabolismo aeróbico<sup>35</sup>.

O gráfico 1 ilustra as tendências etárias nas capacidades aeróbicas absoluta e relativa de meninos e meninas de 6 a 16 anos de idade<sup>37</sup>.

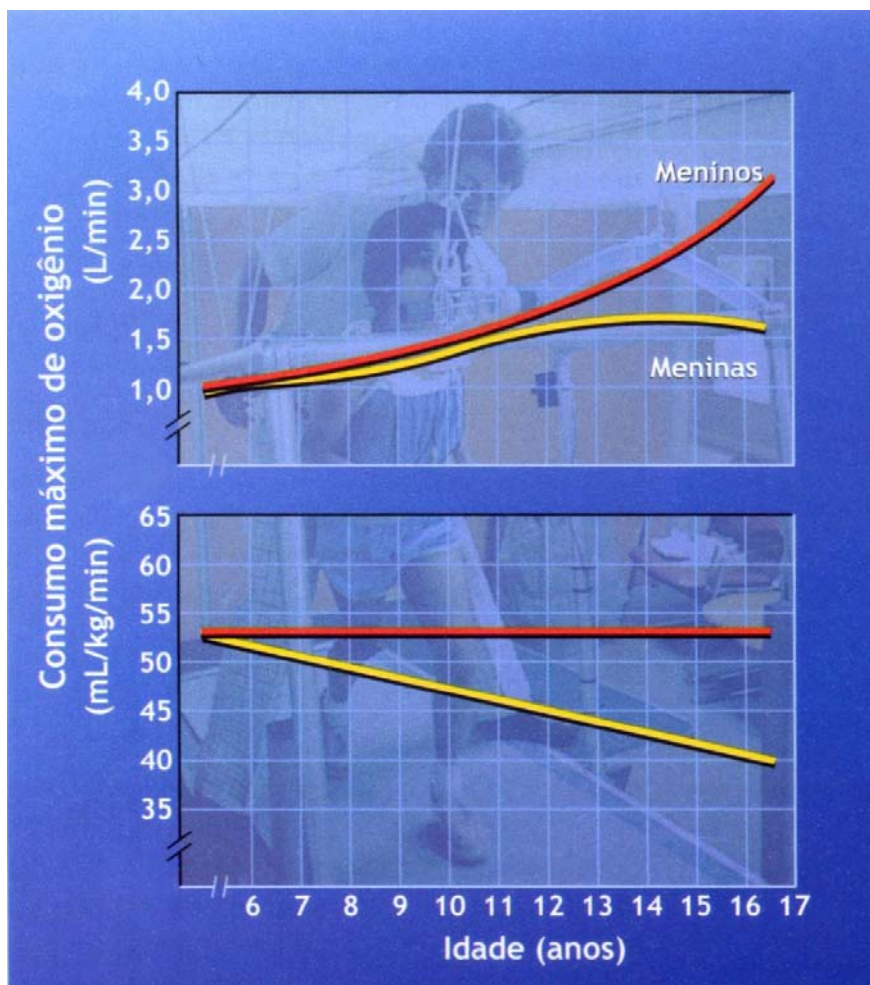


Ilustração extraída do Livro: McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008<sup>19</sup>.

GRÁFICO 1: Consumo máximo de oxigênio em relação à idade em meninos e meninas.

#### Adultos:

A idade também pode influenciar negativamente o consumo máximo de oxigênio<sup>38,39,40</sup>. O  $VO_{2\text{máx}}$  declina após os 25 anos de idade com um ritmo de aproximadamente 1% ao ano, de forma que, aos 55 anos, será em média cerca de 27% abaixo dos valores relatados para as pessoas de 20 anos de idade<sup>41</sup>. Apesar desse aparente efeito significativo do envelhecimento, a evidência mais concreta indica que o nível habitual de atividade física de uma pessoa exerce uma influência muito maior sobre a capacidade aeróbica do que a idade cronológica propriamente dita<sup>42</sup>. Isso indica que essa diminuição na capacidade aeróbica relacionadas à idade não é uma tendência



absoluta, ou seja, o treinamento aeróbico realizado por indivíduos idosos sedentários acarreta aumentos substanciais no  $VO_{2máx}$ <sup>43</sup>.

O gráfico 2 ilustra as tendências etárias na capacidade aeróbica absoluta de homens e mulheres<sup>41</sup>.

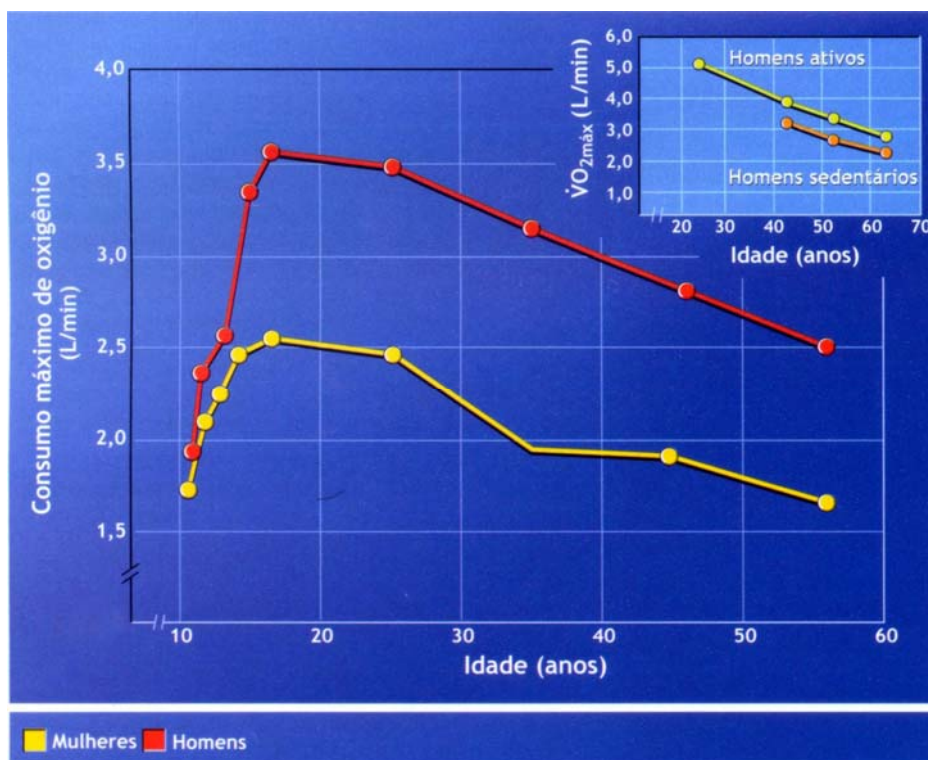


Ilustração extraída do Livro: McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008<sup>19</sup>.

GRÁFICO 2: Consumo máximo de oxigênio em relação à idade em homens e mulheres.

### 2.2.3. Avaliação da Capacidade Aeróbica

Para determinar o  $VO_{2máx}$  pode-se utilizar uma ampla variedade de testes de esforço que ativam os grandes grupos musculares do corpo, desde que a intensidade e a duração do esforço maximizem a transferência de energia aeróbica. As modalidades habituais de esforço incluem corrida ou caminhada na esteira rolante, subida e descida de um banco (*bench stepping*) e pedalar em bicicleta estacionária. Outras formas de testes utilizam natação livre, travada e em uma calha<sup>44,45</sup>, ergometria com natação-banco<sup>46</sup>, patinação em linha<sup>47</sup>, esquiação com rodas<sup>48</sup>, escaladas simuladas com braços-pernas<sup>49</sup>, remo<sup>50</sup>, patinação no gelo<sup>51</sup> e esforço de movimentação de uma manivela com

os braços e numa cadeiras de rodas<sup>52,53,54</sup>. Esses testes de desempenho em geral não são afetados por força, velocidade, tamanho corporal e habilidade do indivíduo, com exceção dos testes especializados que medem a Capacidade Aeróbica em atividades específicas para determinados esportes.

O teste para o  $VO_{2m\acute{a}x}$  pode exigir um esforço contínuo máximo de 3 a 5 minutos. Na maioria dos casos, o teste consiste habitualmente em aumentos progressivos na intensidade do esforço até o ponto em que o indivíduo se recusa a continuar. Alguns pesquisadores denominaram esse ponto terminal de “exaustão”. Entretanto, é a pessoa que se exercita que encerra o teste – decisão essa influenciada frequentemente por fatores motivacionais que não refletem necessariamente o esforço fisiológico verdadeiro. Para levar o indivíduo até o ponto com critérios aceitáveis para caracterizar o  $VO_{2m\acute{a}x}$  ou o  $VO_{2pico}$  costuma ser necessária muita motivação<sup>55</sup>. A experiência prática indica que, para se alcançar um platô no consumo de oxigênio durante um teste de esforço progressivo, é necessário um alto nível de produção de energia anaeróbica. Isso cria alguma dificuldade, particularmente para as pessoas destreinadas e idosas que, normalmente, não realizam um esforço vigoroso em virtude de seus desconfortos associados.

### **2.2.3.1. Critérios para determinar a Capacidade Aeróbica**

Durante um teste de intensidade progressiva para se obter a capacidade aeróbica, o volume de oxigênio máximo é obtido antes de os indivíduos alcançarem o seu nível máximo de esforço, com frequência, no último minuto. Em outras palavras, a demonstração de um platô no consumo de oxigênio, mesmo com aumentos na intensidade do esforço, proporciona a certeza de que a pessoa alcançou a capacidade máxima do seu metabolismo aeróbico<sup>56,57</sup>. Entretanto, ainda não existe um consenso acerca de um padrão preciso para esse critério, tendo em vista que esse platô no consumo de oxigênio pode não ser alcançado devido a limitações por fatores musculares locais e não pela dinâmica circulatória central<sup>57</sup>. Neste caso, o termo *pico de consumo de oxigênio* ou  $VO_{2pico}$  se torna apropriado. Assim, o  $VO_{2pico}$  refere-se ao valor mais alto de consumo de oxigênio medido durante um teste de esforço progressivo, que pode não ser necessariamente, o  $VO_{2m\acute{a}x}$  “verdadeiro”<sup>19</sup>.

Os critérios secundários que materializam o  $VO_{2\text{pico}}$  incluem a obtenção de uma frequência cardíaca máxima prevista para a idade ou uma relação da permuta respiratória (R) acima de 1,15. Alguns pesquisadores argumentaram também que, para aceitar o consumo de oxigênio como “quase-máximo”, o lactato sanguíneo deve alcançar de 70 a 100 mg por dL de sangue ou níveis ainda mais altos<sup>56</sup>.

#### **2.2.4. Supervisão dos Testes de Esforço**

Segundo as Diretrizes do ASCM para Testes de Esforço<sup>2</sup>, apesar de o teste de esforço em geral ser considerado um procedimento seguro, tanto o infarto agudo no miocárdio quanto a parada cardíaca já foram relatados e sua ocorrência pode ser esperada numa taxa combinada de até 1 por 2.500 testes<sup>58</sup>. Conseqüentemente, os indivíduos que supervisionam os testes de esforço devem possuir as habilidades cognitivas e técnicas necessárias para torná-los competentes nessa área. O *American College of Cardiology*, a *American Heart Association* e o *American College of Physicians*, com extensa participação por parte de outras organizações profissionais envolvidas com os testes de esforço, incluindo o *American College of Sports Medicine*, esboçaram as habilidades cognitivas necessárias para uma supervisão competente dos testes de esforço<sup>59</sup>. Na maioria dos casos, os testes de esforço podem ser supervisionados por fisiologistas do exercício devidamente treinados, fisioterapeutas, enfermeiros, médicos assistentes ou paramédicos que estejam na vizinhança imediata e disponíveis para emergências<sup>59</sup>. Vários estudos demonstraram que a incidência de complicações cardiovasculares durante os testes de esforço não é menor com a supervisão direta de um médico. Contar com uma equipe de paramédicos experientes que esteja nas proximidades do local do teste parece ter o mesmo efeito<sup>60,61</sup>. Nas situações em que o paciente é considerado de maior risco para um evento adverso durante o teste de esforço, o médico deve estar fisicamente presente na sala do teste de esforço para supervisioná-lo pessoalmente. Nestes casos incluem-se os pacientes que vão ser submetidos a um teste limitado por sintomas após eventos agudos recentes (isto é, síndrome coronariana aguda ou infarto agudo do miocárdio em 7 - 10 dias), disfunção ventricular esquerda grave, estenose valvular grave (por exemplo, estenose aórtica), ou arritmias complexas conhecidas, porém sem se limitarem apenas a esses pacientes<sup>59</sup>.

## 2.2.5. Interpretação dos Resultados

A tabela 1, extraída das Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição<sup>2</sup>, fornece valores normativos para o  $VO_{2máx}$  (mL/Kg/min), com referências específicas para idade e sexo. A pesquisa sugere que um  $VO_{2máx}$  abaixo do vigésimo percentil para idade e sexo, se refere a um estilo de vida sedentário e está associado a um maior risco de morte devido a todas as causas<sup>17</sup>.

TABELA 1: **Valores em Percentil para Potência Aeróbica Máxima (mL/kg/min)\***

Valores em percentil para captação máxima de oxigênio (mL/kg/min) em homens

Percentil	Idade (anos)				
	20-29 (N = 2.234)	30-39 (N = 11.158)	40-49 (N = 13.109)	50-59 (N = 5.641)	60+ (N = 1.244)
90	55,1	52,1	50,6	49,0	44,2
80	52,1	50,6	49,0	44,2	41,0
70	49,0	47,4	45,8	41,0	37,8
60	47,4	44,2	44,2	39,4	36,2
50	44,2	42,6	41,0	37,8	34,6
40	42,6	41,0	39,4	36,2	33,0
30	41,0	39,4	36,2	34,6	31,4
20	37,8	36,2	34,6	31,4	28,3
10	34,6	33,0	31,4	29,9	26,7

\*Os dados foram obtidos do exame inicial de homens aparentemente saudáveis incluídos no Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS), 1970 a 2002. A população estudada para o conjunto de dados era predominantemente branca e com educação universitária. Os testes de esforço máximo na esteira rolante foram administrados utilizando-se um protocolo de Balke modificado. A captação máxima de oxigênio foi estimada a partir da velocidade e do grau de inclinação finais da esteira rolante utilizando-se as equações atuais do ACSM encontradas nesta edição das *Diretrizes*. Os dados são proporcionados como cortesia dos investigadores de ACLS, de The Cooper Institute, Dallas, TX. O ACLS é subvencionado em parte por uma bolsa de estudos do National Institute on Aging (AGO6945), SN Blair, Principal Investigator. O que se segue pode ser usado como descritores para as classificações do percentil: bem acima da média (90), acima da média (70), média (50), abaixo da média (30) e bem abaixo da média (10).

Valores em percentil para captação máxima de oxigênio (mL/kg/min) em mulheres

Percentil	Idade (anos)				
	20-29 (N = 1.223)	30-39 (N = 3.895)	40-49 (N = 4.001)	50-59 (N = 2.032)	60+ (N = 465)
90	49,0	45,8	42,6	37,8	34,6
80	44,2	41,0	39,4	34,6	33,0
70	41,0	39,4	36,2	33,0	31,4
60	39,4	36,2	34,6	31,4	28,3
50	37,8	34,6	33,0	29,9	26,7
40	36,2	33,0	31,4	28,3	25,1
30	33,0	31,4	29,9	26,7	23,5
20	31,4	29,9	28,3	25,1	21,9
10	28,3	26,7	25,1	21,9	20,3

\*Os dados foram obtidos do exame inicial de mulheres aparentemente saudáveis incluídas no Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS), 1970 a 2002. A população estudada para o conjunto de dados era predominantemente branca e com educação universitária. Os testes de esforço máximo na esteira rolante foram administrados utilizando-se um protocolo de Balke modificado. A captação máxima de oxigênio foi estimada a partir da velocidade e do grau de inclinação finais da esteira rolante utilizando-se as equações atuais do ACSM encontradas nesta edição das *Diretrizes*. Os dados são proporcionados como cortesia dos investigadores de ACLS, de The Cooper Institute, Dallas, TX. O ACLS é subvencionado em parte por uma bolsa de estudos do National Institute on Aging (AGO6945), SN Blair, Principal Investigator. O que se segue pode ser usado como descritores para as classificações do percentil: bem acima da média (90), acima da média (70), média (50), abaixo da média (30) e bem abaixo da média (10).

### **2.3. Capacidade Aeróbica em adolescentes com DM1**

Parece não haver na literatura científica um consenso em relação à capacidade aeróbica mensurada em adolescentes diabéticos em comparação com os não diabéticos. As pesquisas apresentam resultados divergentes, destacando a necessidade de desenvolver mais estudos nesta área.

#### **2.3.1. Adolescentes com DM1 podem ter uma capacidade aeróbica reduzida**

Nugent e cols.<sup>62</sup> encontraram resultados semelhantes em relação ao pico de consumo de oxigênio alcançado em diabéticos tipo 1 e controles. Não houve diferença significativa na frequência cardíaca, débito cardíaco, ventilação, razão de trocas respiratórias ou equivalentes ventilatórios para o O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> durante o teste.

Segundo Benbassat e cols.<sup>63</sup>, os valores espirométricos são preservados em pacientes com diabetes mellitus e não há déficits na capacidade de difusão. Fatores cardiovasculares podem explicar o desempenho físico prejudicado. Em relação a função pulmonar em pacientes diabéticos, não há necessidade de exames de rotina.

Em um estudo realizado por Niranjan e cols.<sup>64</sup>, valores de carga máxima de trabalho e consumo de oxigênio estavam acentuadamente prejudicados em pacientes diabéticos. A hiperglicemia crônica associou-se a restrições significativas de volume pulmonar, capacidade de difusão pulmonar e índice sistólico durante o exercício. A capacidade de difusão da membrana estava significativamente reduzida em um determinado índice cardíaco. Os pacientes normoglicêmicos consistentes mostraram menos comprometimento do que os pacientes hiperglicêmicos. Desta forma, pacientes assintomáticos com longa história de DM1 desenvolvem disfunção cardiorrespiratória fisiologicamente significativa. A manutenção normoglicêmica crônica parece estar associada a uma melhor função cardiopulmonar.

Segundo Komatsu e cols.<sup>65</sup>, pacientes adolescentes com DM1 mostraram uma capacidade aeróbica reduzida quando comparados a seus pares saudáveis de condições antropométricas semelhantes. Portanto, deve ser levado em consideração o nível de controle glicêmico desses pacientes no momento da avaliação da performance aeróbica.

Em adolescentes diabéticos, segundo estudo realizado por Baraldi e cols.<sup>66</sup>, os valores de  $VO_{2\text{pico}}$  foram significativamente menores em comparação aos controles e estes foram alcançados mais cedo. O Limiar anaeróbio e a ventilação foram semelhantes nos dois grupos. O pulso de  $O_2$  durante todo o ensaio foi significativamente menor no grupo diabético em relação aos controles. Não foram encontradas diferenças espirométricas em repouso e pós-exercício. Assim, esse estudo mostra que adolescentes diabéticos bem controlados têm uma capacidade reduzida de trabalho. O pulso de  $O_2$  reflete uma reduzida utilização periférica de oxigênio que pode sugerir doença microvascular precoce.

Austin e cols.<sup>13</sup> encontraram diferenças entre gêneros em adolescentes diabéticos. Meninos com DM1 apresentaram menor  $VO_{2\text{máx}}$  do que os indivíduos controle, já as meninas diabéticas, não apresentaram nenhuma diferença se comparadas com o controle.

Wanke e cols.<sup>67</sup> mediram as variáveis cardiopulmonares e a gasometria arterial obtidas através de um catéter na artéria radial em pacientes com DM1. Os resultados foram comparados com indivíduos controle. Nos diabéticos, a potência máxima e consumo máximo de oxigênio foram menores do que no grupo controle. Quanto aos níveis de potência, nenhuma anomalia significativa foi observada na diferença entre a pressão de oxigênio alveolar e arterial, e a relação entre espaço morto fisiológico e volume corrente. Estes dados indicam que em pacientes diabéticos tipo 1, apesar do seu reduzido consumo de oxigênio máximo, a transferência de gás durante o exercício não é limitado e, portanto, não contribui para a diminuição da capacidade de exercício. Esta redução pode estar relacionada a outros fatores, como por exemplo, a um estilo de vida mais sedentário.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Mensurar a capacidade aeróbica ( $VO_{2\text{pico}}$ ) de adolescentes com diabetes mellitus tipo 1 e avaliar sua relação com o controle glicêmico (A1C).

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Caracterizar a amostra quanto à capacidade aeróbica, nível de atividade física, composição corporal e controle glicêmico.

Avaliar a associação entre as seguintes variáveis:

- IMC e % Gordura;
- Nível de Atividade Física e Sexo;
- Nível de Atividade Física e  $VO_{2\text{pico}}$  relativo;
- Nível de Atividade Física e A1C;
- Nível de Atividade Física e % Gordura;
- Nível de Atividade Física e IMC;
- $VO_{2\text{pico}}$  relativo e Sexo;
- $VO_{2\text{pico}}$  relativo e A1C;
- $VO_{2\text{pico}}$  relativo e % Gordura;
- $VO_{2\text{pico}}$  relativo e IMC.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Aspectos Éticos**

Este estudo cumpriu as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Resolução 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos e foi aprovado pela Câmara do Departamento de Pediatria e pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG, conforme o parecer número 535/07, em anexo (ANEXO I).

Os voluntários e os seus responsáveis foram devidamente informados e esclarecidos sobre os objetivos do estudo e sobre os procedimentos que seriam realizados. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO II e III) após concordarem em participar do estudo.

### **4.2. Amostra**

A amostra foi composta por 61 adolescentes com DM1, 34 do sexo masculino ( $18,88 \pm 2,13$  anos) e 27 do sexo feminino ( $17,16 \pm 2,27$  anos), atendidos pela Divisão de Endocrinologia da Criança e do Adolescente no Ambulatório São Vicente de Paula do Hospital das Clínicas da UFMG.

### **4.3. Critérios de Inclusão**

Foram incluídos no estudo os adolescentes de ambos os sexos, com puberdade completa, classificados de acordo com a escala de desenvolvimento puberal de Tanner<sup>68,69</sup> e com diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 1.

### **4.4. Critérios de Exclusão**

Foram excluídos os pacientes com complicações crônicas decorrentes do Diabetes e aqueles que, por algum motivo, não realizaram algum dos testes previstos para o estudo.



#### 4.5. Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo transversal, no qual cada voluntário compareceu somente uma vez no local de coleta e todos os testes e exames foram realizados nesse mesmo dia.

Os pacientes foram contactados nos dias de consulta quando foram informados sobre os objetivos desse estudo e os procedimentos a serem realizados. O TCLE foi assinado e, em seguida, foi agendada a coleta de dados para o mesmo dia em que seria realizado o exame de hemoglobina glicosilada.

O exame de hemoglobina glicosilada foi realizado no Laboratório Central do HC/UFMG, onde já são realizados os exames de rotina dos pacientes diabéticos do Serviço de Endocrinologia da Criança e do Adolescente.

As avaliações antropométricas, a avaliação do nível de atividade física e o teste de capacidade aeróbica foram realizados no Laboratório do Movimento da UFMG, que está localizado no *Campus* Saúde da UFMG ao lado do Laboratório Central do HC/UFMG. Essa proximidade dos locais de coleta proporcionou uma logística favorável para a realização do estudo contribuindo para um menor número de perda na amostra.

#### 4.6. Composição Corporal

A massa corporal (Kg) e a estatura (cm) foram medidas utilizando uma balança com estadiômetro (*Filizola*®; precisão: 0,1 Kg e 0,1 cm).

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado através da relação entre massa corporal (Kg) e estatura (metros), utilizando-se a seguinte equação:  $IMC = Kg \div m^2$ . O escore z do IMC de cada indivíduo foi calculado a partir das curvas do *Centers for Disease Control and Prevention*<sup>70</sup>.

O percentual de gordura corporal foi obtido através das medidas das espessuras das dobras cutâneas (subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, subaxilar, supra-iliaca, abdominal, coxa e perna) realizadas por meio de um plicômetro (*Lange*®; precisão: 0,5 mm). Em seguida, foi calculado como proposto por Pollock e col.<sup>71</sup> e classificado de acordo com a tabela 2.

TABELA 2: Classificação dos Percentuais de Gordura Corporal

<b>Classificação</b>	<b>Homens</b>	<b>Mulheres</b>
Muito Baixo	5%	8%
Abaixo da Média	6 a 14%	9 a 22%
Média	15%	23%
Acima Média	16 a 24%	24 a 31%
Muito Alto	25%	32%

Heyward VH & Stolarczyk LM, 1996<sup>34</sup>

#### 4.7. Nível de Atividade Física

Para essa avaliação foi utilizado o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) versão longa (ANEXO V), proposto pela Organização Mundial de Saúde em 1998 como instrumento internacional para determinar o nível de atividade física populacional. Este questionário foi testado e validado em jovens brasileiros<sup>72,73,74</sup>.

Os indivíduos respondiam o questionário com o auxílio do pesquisador, as perguntas eram referentes a uma semana habitual e relacionadas à atividades realizadas no trabalho, como meio de transporte, em casa e no lazer. O tempo gasto para cada indivíduo responder o questionário foi em média dez minutos.

Os indivíduos foram classificados em quatro categorias: Sedentário, Irregularmente Ativo, Ativo e Muito Ativo. Para esta classificação considerou-se a intensidade, a frequência e a duração de atividades físicas realizadas no decorrer de uma semana habitual, conforme o roteiro em anexo (ANEXO VI).

No grupo masculino agrupamos as categorias “Sedentário” e “Irregularmente Ativo”, restringindo a três categorias. No grupo feminino agrupamos as categorias “Sedentário” e “Irregularmente Ativo”, além de agrupar “Ativo” e “Muito Ativo”, desta maneira, recodificamos esta variável para duas categorias.

#### 4.8. Glicemia Capilar

Antes da realização do teste de esforço para mensuração da capacidade aeróbica, foi verificada a glicemia capilar e o esforço somente foi realizado quando a mesma estava compreendida entre 100 e 250 mg/dL<sup>75</sup>, podendo chegar a valores mais altos desde que constatada ausência de cetoacidose<sup>1</sup>.

O teste de glicemia consiste em utilizar uma gota de sangue extraída da ponta de um dos dedos através de uma lanceta esterilizada, e em seguida essa gota é absorvida por uma fita e introduzida no glicosímetro (*Optium Xceed - Abbott®*). Dentro de poucos segundos o valor da glicemia capilar é dado em miligramas por decilitros de sangue.

#### **4.9. Condições Ambientais**

As condições ambientais da sala do laboratório onde foram realizados os testes de capacidade aeróbica foram registradas por meio de um psicrômetro (*France®*). Os dados de Temperatura Seca, Temperatura Úmida e Umidade Relativa do Ar foram utilizados para calibrar o espirômetro (*Biopac® Systems Inc., EUA*).

A sala não possuía sistema de ar condicionado, por esse motivo foram verificadas as condições ambientais antes da realização de cada teste e, sempre que necessário, recalibrávamos o espirômetro.

#### **4.10. Capacidade Aeróbica**

Para garantir níveis adequados de hidratação durante o teste de capacidade aeróbica, os adolescentes foram orientados a ingerir quantidades adequadas de líquido 24 horas antes da coleta de dados e foram oferecidos 3 copos de 150 mL de água 30 minutos antes do teste.

Para mensuração da capacidade aeróbica foi utilizado o protocolo de teste progressivo máximo em cicloergômetro proposto por Balke e descrito pelo *American College of Sports Medicine*<sup>76</sup>. Neste protocolo, a potência inicial é de 50W e são acrescentados 25W a cada estágio de dois minutos de exercício, durante os quais, deve ser mantida a frequência de pedalada de 50 rotações por minuto (rpm). A percepção subjetiva do esforço (PSE) foi registrada ao final de cada estágio através da escala de esforço subjetivo de Borg<sup>77</sup> e a frequência cardíaca obtida a cada minuto através de um cardiofrequencímetro (*Polar®*). O consumo de oxigênio foi mensurado através de um espirômetro (*Biopac® Systems Inc., EUA*) previamente calibrado. Os gases expirados foram captados e analisados durante todo o teste através de uma válvula introduzida na boca e com um “clipe” obstruindo a respiração pelo nariz. No último minuto de esforço,

momento em que ocorreu a fadiga, foi registrada a captação pico de oxigênio ( $VO_{2\text{pico}}$  absoluto).

Para interrupção do teste foram adotados os seguintes critérios:

- O voluntário solicitar a interrupção;
- O voluntário atribuir nota 20 à PSE;
- O voluntário não conseguir manter a frequência de pedaladas de 50 rotações por minuto;
- O voluntário apresentar sinais como: tontura, confusão mental, palidez, cianose ou náusea.

Após o término do teste:

- Permitimos que o voluntário se recuperasse ativamente depois de completado o protocolo, ou seja, continuar pedalando por 3 minutos a 50 rpm com a carga reduzida para 25 watts.
- Realizamos a medida da glicemia capilar ao final do teste para avaliar a liberação do adolescente. Quando a glicemia apresentou valores menores que 99 mg/dL, foi oferecido lanche.
- Calculamos o  $VO_{2\text{pico}}$  relativo de cada voluntário através da fórmula:  
 $VO_{2\text{pico}} \text{ absoluto} \div \text{massa corporal} = VO_{2\text{pico}} \text{ relativo}.$

Para a classificação dos adolescentes em relação a sua capacidade aeróbica, como não temos conhecimento de tabela brasileira, utilizamos a tabela de percentis extraída das Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição<sup>2</sup> (tabela 1).

#### **4.11. Controle Glicêmico**

O controle glicêmico foi avaliado por meio da dosagem da Hemoglobina glicosilada (A1C), através método Imunoensaio por Turbidimetria, cujo valor de referência para o bom controle do diabetes é menor ou igual a 7%<sup>4,5</sup>.

Estes exames são realizados de forma rotineira no Laboratório Central do HC/UFMG para o tratamento dos diabéticos. Sendo assim, esses dados foram obtidos dos prontuários dos pacientes.

#### **4.12. Análise Estatística**

Para a análise dos dados contamos com o auxílio de uma consultora em estatística que utilizou os softwares: *SPSS 12.0* e *Epi Info 3.5.1*.

Em todos os testes foi utilizado um nível de significância igual a 0,05.

Para a análise descritiva foi calculada a média e desvio-padrão da Idade,  $VO_{2pico}$ , A1C, IMC e Percentual de Gordura.

O escore Z do Índice de Massa Corporal foi calculado baseado nas curvas de percentil do CDC (NCHS) 2000<sup>70</sup>.

Foi utilizado o Teste Exato de Fisher para calcular associação entre as variáveis nominais. Este teste foi preferível ao Qui-quadrado pelo fato da tabela apresentar frequências observadas menores do que 5.

Para a comparação das médias foi utilizado o Teste *t* de Student.

Para comparação das medianas foi utilizado o Teste de Mann-Whitney e o Teste de Kruskal-Wallis, conforme a apresentação dos dados. Estes testes não-paramétricos foram empregados em situações em que não houve evidências para afirmar que os dados apresentavam distribuição normal.

Para realizar as análises de correlação entre variáveis contínuas de distribuição normal utilizamos o Coeficiente de Correlação de Pearson. Para analisar os dados que não apresentaram distribuição normal utilizamos o Coeficiente de Correlação de Postos de Spearman.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Caracterização da Amostra

Do total de 65 adolescentes selecionados para o estudo, 61 foram avaliados. As perdas contabilizadas foram de 4 (6,1%) adolescentes, 2 do sexo masculino e 2 sexo feminino. Os motivos dessas perdas foram: 1 rapaz e 1 moça, que são irmãos, não comparecerem no local da coleta de dados e relataram por telefone que não queriam ser voluntários nesta pesquisa. Os outros 2 adolescentes não realizaram o exame de Hemoglobina Glicosilada por motivos desconhecidos e foram excluídos do estudo.

Dos 61 adolescentes estudados, 34 (55,7%) eram do sexo masculino e 27 (44,3%) eram do sexo feminino.

A idade da amostra masculina no dia da coleta de dados foi em média  $18,88 \pm 2,13$  anos e da amostra feminina  $17,16 \pm 2,27$  anos.

A Composição Corporal foi avaliada através do Percentual de Gordura e do Índice de Massa Corporal. Os adolescentes do sexo masculino apresentaram em média  $15,63 \pm 5,65$  % de gordura corporal e  $21,84 \pm 2,27$  de IMC. As adolescentes do sexo feminino apresentaram  $29,47 \pm 5,47$  % de gordura corporal e  $22,07 \pm 2,64$  de IMC.

A média do Percentual de Gordura da amostra masculina correspondeu com a média da população saudável. A amostra feminina apresentou Percentual de Gordura acima da média em relação a população saudável, conforme tabela 2.

A média do escore z do IMC de toda a amostra foi  $0,008 \pm 0,814$ , da amostra masculina foi  $-0,178 \pm 0,712$  e da amostra feminina foi  $0,243 \pm 0,884$ . Somente 1 (3,7%) adolescente da amostra feminina apresentou IMC abaixo da média, comparado com os dados do CDC (NCHS) 2000<sup>70</sup>.

A média da A1C dos 61 adolescentes estudados foi  $10,25 \pm 2,77$  %; somente 5 (8,2%) indivíduos apresentaram um bom controle glicêmico, ou seja, com valores de A1C inferiores a 7%. Na amostra masculina a média da A1C foi  $9,35 \pm 2,08$  %; 4 (11,8%) adolescentes apresentaram bom controle glicêmico. Na amostra feminina a média da A1C foi  $11,39 \pm 3,13$  %; apenas 1 (3,7%) adolescente se encontrava bem controlada. Houve diferença significativa ( $p=0,0036$ ) entre as médias da A1C.

## 5.2. Nível de Atividade Física

Houve diferença significativa do Nível de Atividade Física entre os gêneros ( $p=0,0208$ ), conforme apresentado na tabela 3:

TABELA 3: Nível de Atividade Física e Gênero

Sexo	Sedentário / Irregularmente Ativo	Ativo	Muito Ativo	N
Masculino	3 (8,8%)	21 (61,8%)	10 (29,4%)	34 (100%)
Feminino	6 (22,2%)	20 (74,1%)	1 (3,7%)	27 (100%)

## 5.3. Capacidade Aeróbica

As condições ambientais registradas no local do teste de capacidade aeróbica foram: Temperatura Seca  $24,28 \pm 1,33$  °C, Temperatura Úmida  $20,63 \pm 1,35$  °C e Umidade Relativa do Ar  $70,33 \pm 4,50$  %.

Os valores de glicemia antes e após o teste de capacidade aeróbica na amostra masculina foram respectivamente ( $202,6 \pm 88,1$  e  $162,7 \pm 88,1$ ) mg/dL, houve diferença significativa ( $p=5,604e-05$ ). Na amostra feminina foram respectivamente ( $276,4 \pm 101,9$  e  $225,9 \pm 111,4$ ) mg/dL, houve diferença significativa ( $p=1,646e-07$ ).

A média do  $VO_{2\text{pico}}$  da amostra masculina foi  $46,23 \pm 7,93$  mL/Kg/min e da amostra feminina foi  $31,18 \pm 6,98$  mL/Kg/min.

A mediana do  $VO_{2\text{pico}}$  da amostra masculina [ $45,16$  ( $32,56$ ;  $68,82$ ) mL/Kg/min] foi significativamente maior ( $p=1,480e-10$ ) comparada com a mediana da amostra feminina [ $30,82$  ( $21,51$ ;  $52,96$ ) mL/Kg/min], como demonstrado no gráfico 3.

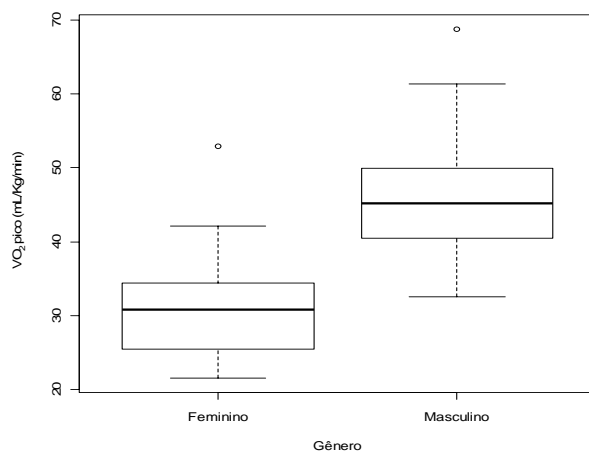


GRÁFICO 3: Associação entre  $VO_{2\text{pico}}$  relativo e Gênero.

Ao comparar a mediana dos valores de  $VO_{2\text{pico}}$  relativo encontrado nesse estudo com os valores de percentil para potência aeróbica máxima de indivíduos saudáveis (tabela 1), observamos que a mediana dos valores encontrados na amostra masculina estão compreendidos entre os percentis 50 e 60 e os valores encontrados na amostra feminina estão entre os percentis 10 e 20 da população saudável.

#### 5.4. Associação entre Índice de Massa Corporal e Percentual de Gordura.

Na análise da amostra completa houve uma correlação positiva ( $r = 0,4045$ ) e significativa ( $p=0,0012$ ) entre IMC e % Gordura.

Na amostra masculina, houve uma correlação positiva ( $r = 0,4238$ ) e significativa ( $p=0,0125$ ) entre IMC e % Gordura.

Na amostra feminina, houve uma correlação positiva ( $r = 0,7851$ ) e significativa ( $p=1,236e-06$ ) entre IMC e % Gordura.

A distribuição da amostra de acordo com o IMC e o % Gordura está demonstrado no gráfico 4.

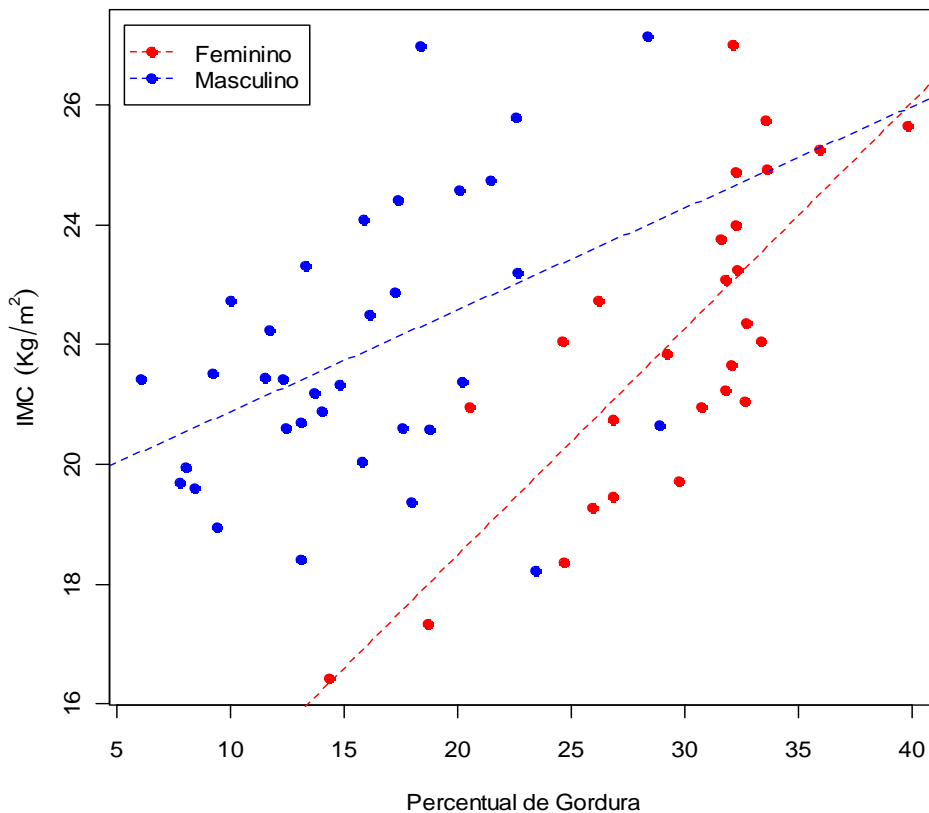


GRÁFICO 4: Associação entre IMC e Percentual de Gordura.



## 5.5. Associação entre Nível de Atividade Física e as demais variáveis

### 5.5.1. Associação entre Nível de Atividade Física e Capacidade Aeróbica

Na amostra masculina, houve associação ( $p=0,0077$ ) entre Nível de Atividade Física e Capacidade Aeróbica.

Na amostra feminina, houve associação ( $p=0,0008$ ) entre Nível de Atividade Física e Capacidade Aeróbica.

A distribuição da amostra de acordo com o Nível de Atividade Física e a Capacidade Aeróbica para cada gênero está demonstrado no gráfico 5.

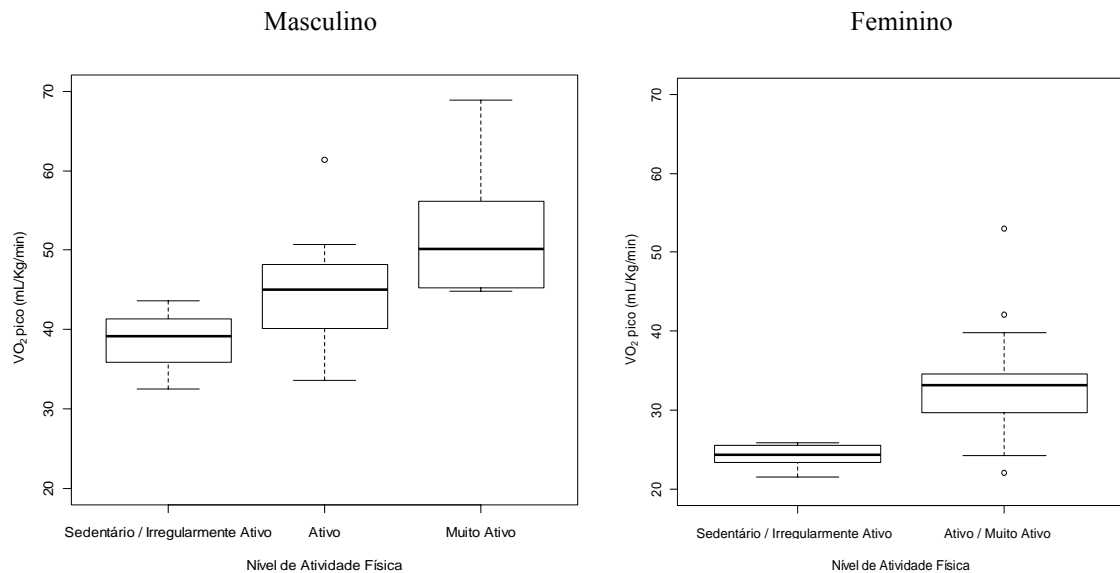


GRÁFICO 5: Associação entre Nível de Atividade Física e  $VO_{2\text{pico}}$  relativo.

### 5.5.2. Associação entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico

Na amostra masculina, não houve associação significativa ( $p=0,6079$ ) entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico.

Na amostra feminina, também não houve associação significativa ( $p=0,1447$ ) entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico.

A distribuição da amostra de acordo com o Nível de Atividade Física e a Controle Glicêmico para cada gênero está demonstrado no gráfico 6.

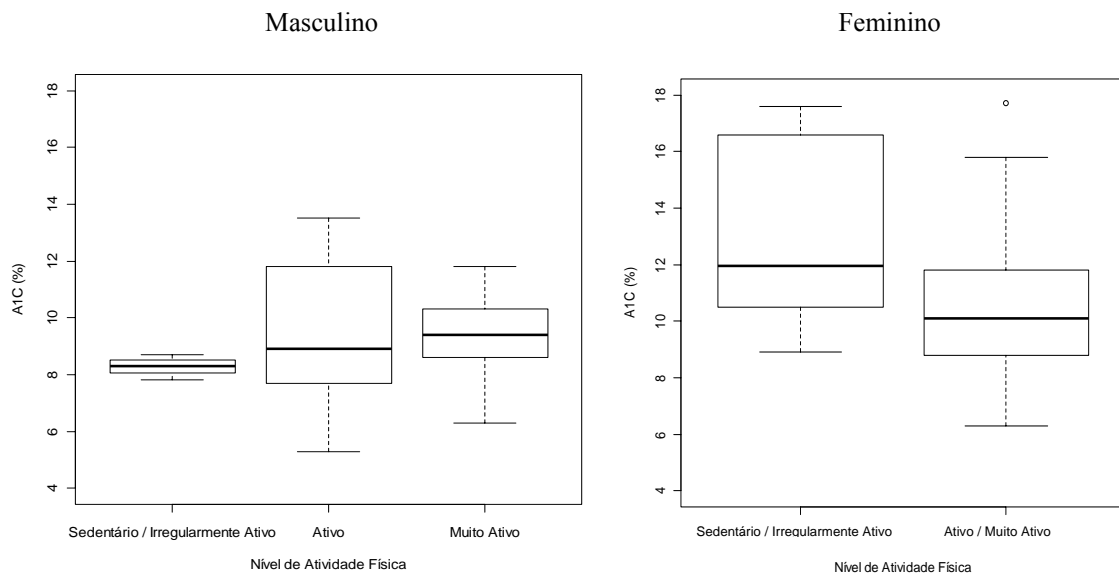


GRÁFICO 6: Associação entre Nível de Atividade Física e A1C.

### 5.5.3. Associação entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura

Na amostra masculina, não houve associação ( $p=0,0997$ ) entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura.

Na amostra feminina, também não houve associação ( $p=0,8382$ ) entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura.

A distribuição da amostra de acordo com o Nível de Atividade Física e o Percentual de Gordura para cada gênero está demonstrado no gráfico 7.

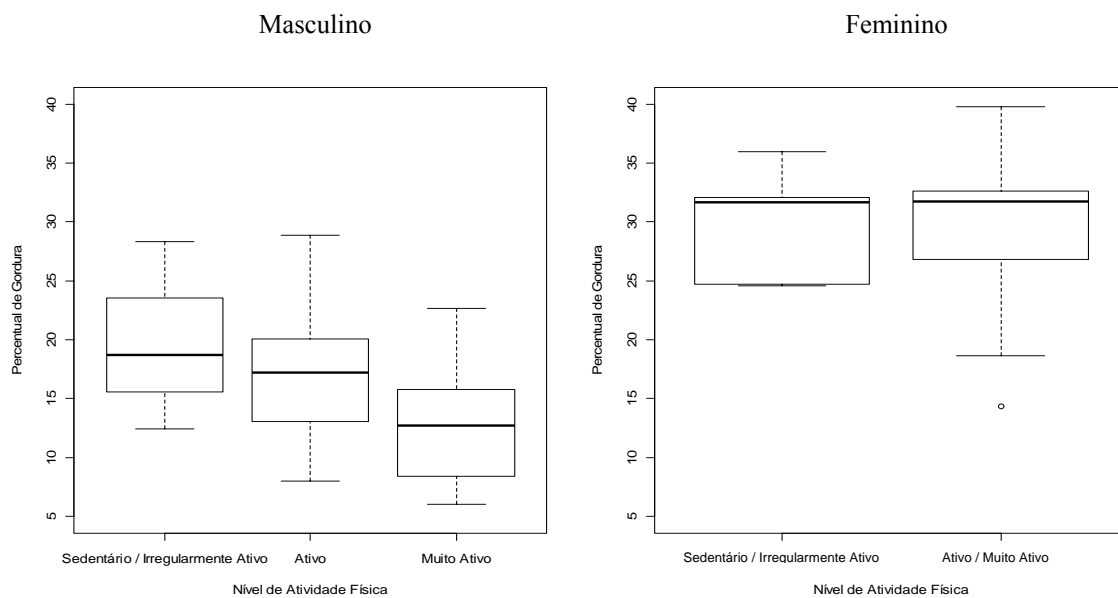


GRÁFICO 7: Associação entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura.

#### 5.5.4. Associação entre Nível de Atividade Física e Índice de Massa Corporal

Na amostra masculina, não houve associação ( $p=0,8194$ ) entre Nível de Atividade Física e IMC.

Na amostra feminina, também não houve associação ( $p=0,3815$ ) entre Nível de Atividade Física e IMC.

A distribuição da amostra de acordo com o Nível de Atividade Física e o IMC para cada gênero está demonstrado no gráfico 8.

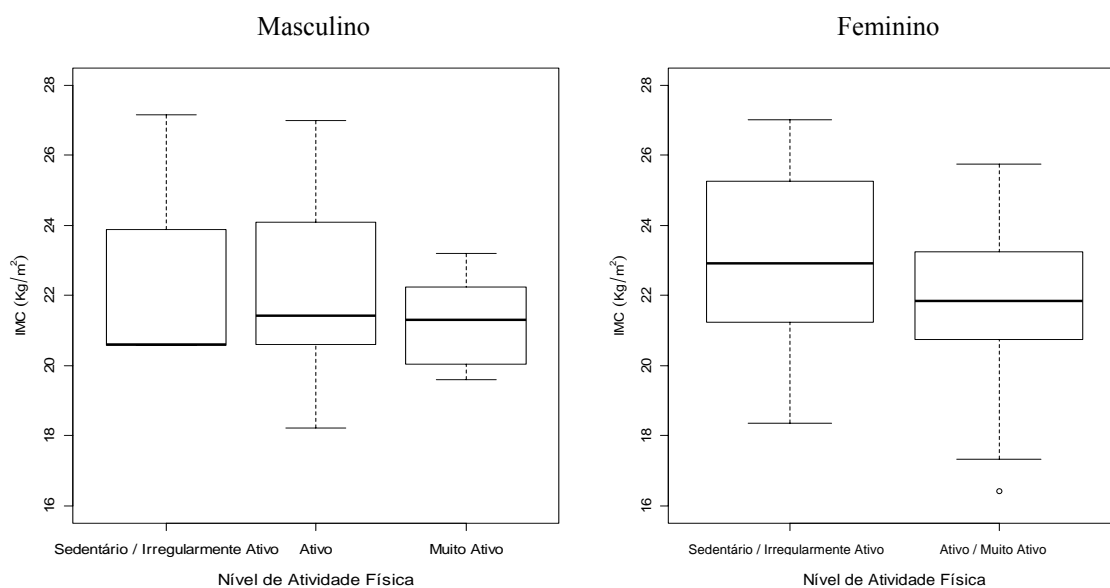


GRÁFICO 8: Associação entre Nível de Atividade Física e IMC.

## 5.6. Associação entre Capacidade Aeróbica e as demais variáveis

### 5.6.1. Associação entre Capacidade Aeróbica e Controle Glicêmico

Na amostra completa, houve uma correlação negativa ( $\rho = -0,4136$ ) e significativa ( $p=0,0009$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e A1C.

Na amostra masculina, houve correlação negativa ( $\rho = -0,0530$ ), porém não significativa ( $p=0,7657$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e A1C.

Na amostra feminina, houve correlação negativa ( $\rho = -0,6543$ ) e significativa ( $p=0,0002$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e A1C.

A distribuição da amostra de acordo com o  $VO_{2\text{pico}}$  e a A1C está demonstrado no gráfico 9.

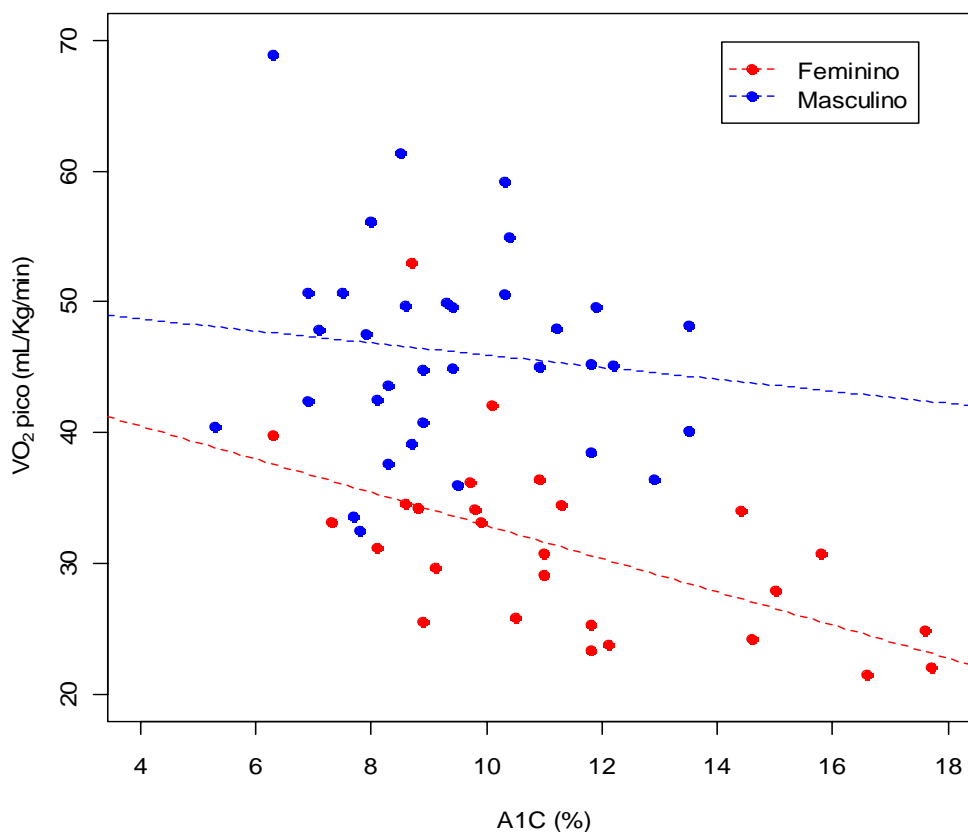


GRÁFICO 9: Associação entre  $VO_{2\text{pico}}$  relativo e A1C.

### 5.6.2. Associação entre Capacidade Aeróbica e Percentual de Gordura

Na análise da amostra completa houve correlação negativa ( $r = -0,7003$ ) e significativa ( $p=3,361e-10$ ) entre  $VO_{2pico}$  e % Gordura.

Na amostra masculina, houve correlação negativa ( $r = -0,5214$ ) e significativa ( $p=0,0016$ ) entre  $VO_{2pico}$  e % Gordura.

Na amostra feminina, houve correlação negativa ( $r = -0,0458$ ), porém não significativa ( $p=0,8204$ ) entre  $VO_{2pico}$  e % Gordura.

A distribuição da amostra de acordo com o  $VO_{2pico}$  e o % Gordura está demonstrado no gráfico 10.

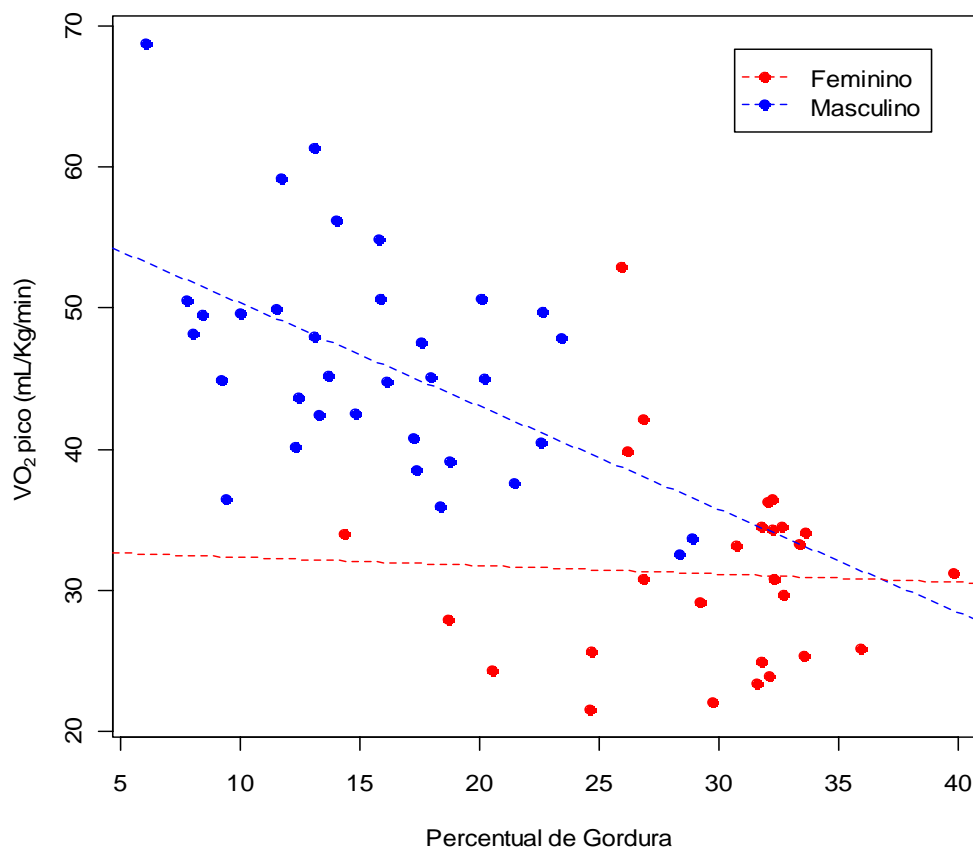


GRÁFICO 10: Associação entre  $VO_{2pico}$  relativo e Percentual de Gordura.

### 5.6.3. Associação entre Capacidade Aeróbica e Índice de Massa Corporal

Na análise da amostra completa houve correlação negativa ( $r = -0,2285$ ), porém não significativa ( $p=0,0765$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e IMC.

Na amostra masculina, houve correlação negativa ( $r = -0,3772$ ) e significativa ( $p=0,0279$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e IMC.

Na amostra feminina, houve correlação negativa ( $r = -0,1613$ ), porém não significativa ( $p=0,4215$ ) entre  $VO_{2\text{pico}}$  e IMC.

A distribuição da amostra de acordo com o  $VO_{2\text{pico}}$  e o IMC está demonstrado no gráfico 11.

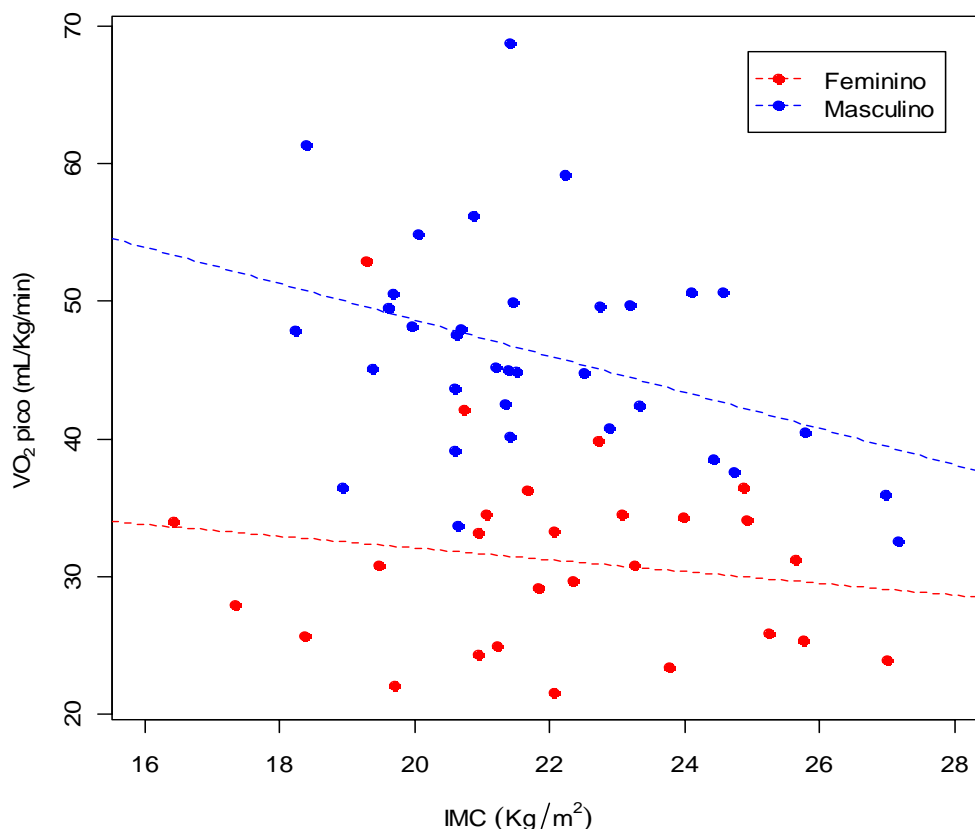


GRÁFICO 11: Associação entre  $VO_{2\text{pico}}$  relativo e IMC.

## **6. DISCUSSÃO**

### **6.1. Aspectos Gerais**

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para uma melhor compreensão de questões relacionadas ao exercício físico como variabilidade terapêutica e, assim, possibilitando a oferta de subsídios para o aprimoramento da gestão no manejo de pacientes diabéticos.

O tipo de exercício físico pode ter implicações diretas sobre o controle glicêmico dos pacientes. É consenso na literatura a recomendação do exercício aeróbico como parte do tratamento do DM1, juntamente com a insulinoterapia e a alimentação balanceada. Tendo em vista somente o aeróbico como o único tipo de exercício recomendado atualmente para pacientes com DM1<sup>1</sup>, evidencia-se a necessidade de conhecer a capacidade aeróbica e sua relação com o controle glicêmico.

O Diabetes Mellitus tipo 1 acomete os dois sexos de forma similar<sup>78</sup>. Neste estudo foram avaliados 61 adolescentes, sendo que 34 (55,7%) eram do sexo masculino e 27 (44,3%) eram do sexo feminino. Houve, portanto, um predomínio do sexo masculino, refletindo a população atendida no ambulatório, já que todos os adolescentes que preencheram os critérios de inclusão foram contactados.

Grande parte da população avaliada não apresentou bom controle glicêmico, fato também relatado por outros serviços que atendem adolescentes com DM1.

A amostra selecionada para esse estudo foi composta por adolescentes com puberdade completa. Essa escolha se deve ao fato de que todos os adolescentes deveriam estar necessariamente no mesmo estágio de desenvolvimento puberal, visto que a capacidade aeróbica sofre alterações em ambos os sexos durante a puberdade<sup>41</sup>.

Utilizamos o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) para avaliar o nível de atividade física dos adolescentes com DM1. Para a escolha deste instrumento levamos em consideração os seguintes aspectos: aplicação rápida e fácil; baixo custo; contempla quatro domínios (trabalho, transporte, casa e lazer); validado no Brasil e em vários países. Além disso, o uso desse instrumento vem sendo difundido pela Organização Mundial de Saúde, desde sua criação em 1998, para medida da atividade física populacional, possibilitando estudos comparativos entre indivíduos de diferentes lugares do mundo<sup>79</sup>.



## **6.2. Nível de Atividade Física**

Na população diabética estudada, os adolescentes do sexo masculino apresentaram maiores níveis de atividade física do que os do sexo feminino. Em um estudo realizado por Pérusse e cols.<sup>36</sup> com pessoas saudáveis, também foi constatado maiores níveis diários de atividade física no sexo masculino.

Através do IPAQ, observamos que as atividades de lazer do grupo masculino estão mais ligadas a atividades esportivas como, por exemplo, futebol e outros esportes realizados na escola e em espaços públicos da região onde residem. Esse grupo também relatou realizar mais atividades físicas como parte do trabalho, além de utilizarem mais a caminhada, e as vezes, a bicicleta como meio de transporte no dia-a-dia.

O grupo feminino, por sua vez, relatou praticar menos atividades esportivas na escola. Geralmente, não usam quadras, campos e praças públicas, visto que estes espaços são mais ocupados por adolescentes do sexo masculino e o esporte predominante é quase sempre o futebol, que culturalmente é mais difundido entre o sexo masculino. A atividade que algumas adolescentes relataram realizar é a caminhada, mas, ainda assim, não é a realidade da maioria. Além disso, parecem assumir um estilo de vida sedentário mais precocemente.

Atividades em academias de ginástica raramente foram relatadas por ambos os sexos, visto que essa população é atendida pelo serviço público de saúde e a grande maioria pertence a um nível sócioeconômico menos favorecido.

A realização de atividades domésticas foi mais relatada pelas adolescentes do sexo feminino, mas por serem, na maioria das vezes, de intensidade leve não são consideradas atividades físicas. Os adolescentes do sexo masculino relataram que realizam poucas atividades em casa, mas quando o fazem, geralmente são vigorosas e exigem um maior grau de esforço físico como, por exemplo, esfregar o chão, carregar pesos e capinar.

## **6.3. Capacidade Aeróbica**

Mulheres saudáveis alcançam valores de  $VO_{2pico}$  15 a 30% abaixo dos valores mensurados em homens<sup>31,32</sup>. Nesse estudo, essa diferença aproximou-se a 30%. Em

geral, a diferença na Capacidade Aeróbica tem sido atribuída a diferenças na composição corporal<sup>35</sup>, a maior concentração de hemoglobina no sangue masculino e a maiores níveis diários de atividade física realizada pelo sexo masculino<sup>36</sup>. Em nosso estudo, também constatamos grandes diferenças na composição corporal entre os gêneros e níveis mais elevados de atividade física no grupo masculino.

Os adolescentes do sexo masculino apresentaram mediana de  $VO_{2\text{pico}}$  correspondente a mediana de indivíduos saudáveis. As adolescentes do sexo feminino apresentaram mediana inferior àquelas encontradas em indivíduos saudáveis. Os piores níveis de controle glicêmico constatados nesse último grupo poderiam estar relacionados ao comprometimento sistêmico e, conseqüentemente, a níveis de capacidade aeróbica mais baixos. Em estudo realizado por Niranjana e cols.<sup>64</sup>, valores de carga máxima de trabalho e consumo de oxigênio foram acentuadamente prejudicados em pacientes diabéticos: a hiperglicemia crônica associou-se com restrições significativas de volume pulmonar, capacidade de difusão pulmonar e índice sistólico durante o exercício. A capacidade de difusão da membrana foi significativamente reduzida em um determinado índice cardíaco. Os pacientes normoglicêmicos consistentes mostraram menos comprometimento do que os pacientes hiperglicêmicos. Desta forma, pacientes assintomáticos com história de hiperglicemia crônica poderiam desenvolver disfunção cardiorrespiratória fisiologicamente significativa.

#### **6.4. Associação entre Nível de Atividade Física e Capacidade Aeróbica**

Conforme os resultados desse estudo, o Nível de Atividade Física dos adolescentes com DM1 contribui de maneira significativa para determinar sua Capacidade Aeróbica.

Segundo Holloszy e col.<sup>18</sup>, isso ocorre em indivíduos saudáveis devido a adaptações nos diversos fatores fisiológicos e metabólicos relacionados ao transporte e à utilização do oxigênio, tais como: função pulmonar, cardiovascular e neuromuscular; densidade capilar; atividade de enzimas oxidativas; tamanho e número de mitocôndrias; e tipo de fibras musculares. Com um treinamento adequado, essas adaptações ocorrem independentemente de gênero, idade, hereditariedade e, até certo ponto, estado de saúde<sup>20,21,22,23,24</sup>.

Jassen e col.<sup>8</sup> constataram que em diabéticos também ocorrem essas adaptações, em especial, aumento da expressão e translocação de GLUT 4 para a membrana das células musculares esqueléticas, aumento de fibras musculares mais sensíveis à ação da insulina, possíveis alterações na composição do sarcolema, aumento na atividade de enzimas glicolíticas e oxidativas e aumento na atividade da glicogênio-sintetase.

Segundo Sesso e cols.<sup>16</sup> e Blair e cols.<sup>17</sup>, altos níveis de Capacidade Aeróbica estão associados a níveis mais altos de atividade física habitual, que, por sua vez, estão associados com inúmeros benefícios à saúde. Portanto, a avaliação da Capacidade Aeróbica se torna importante em programas de intervenção primária ou secundária.

A Capacidade Aeróbica mensurada em atletas que competem na corrida, na natação, no ciclismo e no esqui *cross-country* de longa distância ultrapassa em quase duas vezes aquela de homens e mulheres sedentários<sup>19</sup>. Isso evidencia a influência direta do nível de atividade física na capacidade aeróbica.

## **6.5. Associação entre Nível de Atividade Física e Controle Glicêmico**

Realizar atividades físicas regulares tem se mostrado eficaz para melhorar o controle glicêmico de diabéticos e tem sido recomendado como parte essencial do tratamento, juntamente com a alimentação balanceada e a terapia medicamentosa<sup>1</sup>. Para Landt e cols.<sup>15</sup> o treinamento físico pode ser um precioso auxiliar na gestão do DM1, desde que haja atenção concomitante à dieta e insulina. O exercício sozinho não melhora o controle glicêmico, embora ele melhore a aptidão física e sensibilidade à insulina.

A não constatação de associação entre Nível de Atividade Física e controle glicêmico no grupo estudado pode estar relacionada com o número insuficiente de indivíduos avaliados e/ou com certa homogeneidade encontrada na amostra, visto que grande parte apresentou mau controle glicêmico. Além disso, outros fatores que interferem no controle glicêmico, como insulino terapia e dieta, não foram avaliados neste estudo.

Alguns pesquisadores, como por exemplo, Boulé e cols.<sup>12</sup>, encontraram evidências que altos níveis de atividade física estão associados com um melhor controle glicêmico e aptidão física. Segundo Mosher e cols.<sup>6</sup> e Herbst e cols.<sup>7</sup>, o exercício

aeróbico a longo prazo promove uma redução nas taxas de hemoglobina glicosilada contribuindo para um melhor controle metabólico dos pacientes.

#### **6.6. Associação entre Nível de Atividade Física e Composição Corporal**

Não houve associação entre Nível de Atividade Física e Percentual de Gordura, assim como também não houve associação entre Nível de Atividade Física e IMC. Estes resultados semelhantes podem, em parte, ser explicados pelo fato de haver correlação entre IMC e Percentual de Gordura.

As mulheres adultas jovens destreinadas em geral possuem média de aproximadamente 23% de gordura corporal, enquanto os homens possuem média de 15%<sup>34</sup>. Em nossa amostra encontramos valores correspondentes em homens adolescentes, entretanto em mulheres encontramos valores acima da média populacional.

É consenso na literatura que a atividade física regular contribui para o controle do peso corporal e pode estar associada com o percentual de gordura. Neste estudo observamos uma tendência, embora não significativa, que quanto mais alto o nível de atividade física menor o percentual de gordura, especialmente no sexo masculino.

A massa corporal pode não sofrer interferência proveniente do nível de atividade física em indivíduos eutróficos, visto que exercícios regulares podem reduzir a gordura corporal, mas simultaneamente também podem aumentar a massa magra, o que resulta em diferença, muitas vezes insignificante, na massa corporal total. Em outras palavras, pode ocorrer mudança na composição corporal sem que haja mudanças significativas na massa corporal total registrada na balança. Pode ser por esse motivo, que não foi encontrada associação e nem sequer tendência entre Nível de Atividade Física e IMC. Contudo, segundo Boulé e cols.<sup>12</sup>, ainda que não se altere significativamente o Índice de Massa Corporal, altos níveis de atividade física estão associados com melhor controle glicêmico e aptidão física.

#### **6.7. Associação entre Capacidade Aeróbica e Controle Glicêmico**

Os resultados foram diferentes entre os gêneros. Na amostra masculina, não houve correlação significativa entre capacidade aeróbica e controle glicêmico. Na

amostra feminina houve correlação inversa e significativa, ou seja, baixos valores de  $VO_{2\text{pico}}$  estiveram correlacionados à valores elevados de hemoglobina glicosilada.

No grupo feminino estudado observamos pior controle glicêmico em comparação ao grupo masculino. Deste modo, a redução da capacidade aeróbica poderia estar relacionada ao comprometimento sistêmico causado pela hiperglicemia crônica, conforme observado.

Niranjan e cols.<sup>64</sup> relataram associação de restrições significativas de volume pulmonar e capacidade de difusão pulmonar durante o exercício com a hiperglicemia crônica.

Encontramos poucos estudos que analisaram a relação entre capacidade aeróbica e controle glicêmico. Austin e cols.<sup>13</sup> encontraram correlação inversa entre capacidade aeróbica ( $VO_{2\text{max}}$ ) e hemoglobina glicosilada (A1C), além de importante correlação entre o estado de aptidão física e os níveis de lipídios em adolescentes com DM1. Especula-se que níveis mais elevados de aptidão física em diabéticos podem diminuir o risco de doenças cardiovasculares através da modulação dos níveis de lipídeos e do melhor controle glicêmico. Considera-se também, que a capacidade aeróbica está intimamente relacionada à saúde, uma vez que baixos níveis de aptidão cardiorespiratórias estiveram associados a um risco extremamente maior de morte prematura por todas as causas e, mais especificamente, por doença cardiovascular<sup>16</sup>.

Encontramos apenas um estudo<sup>80</sup> que relatou que pacientes com DM1 que têm boa capacidade aeróbica têm pior controle da glicemia. No entanto, este foi um estudo transversal e os resultados devem ser interpretados com cautela. Nesse estudo<sup>80</sup> os adolescentes foram informados que o exercício aeróbico reduz a glicemia podendo levar à hipoglicemia. Esta informação pode ter influenciado diretamente no controle glicêmico, como por exemplo, os adolescentes podem ter ingerido mais calorias e/ou reduzido doses de insulina antes do exercício para evitar episódios hipoglicêmicos<sup>81</sup>. Esta conduta tem o potencial de elevar os valores de hemoglobina glicosilada.

Contudo, o exercício aeróbico realizado regularmente é um importante auxiliar na gestão do DM1. Deste modo, melhorar a capacidade aeróbica resulta em melhora da sensibilidade à insulina, composição corporal, perfil lipídico e contribui para a redução de fatores de risco cardiovascular<sup>13,14,15</sup>.

## **6.8. Associação entre Capacidade Aeróbica e Composição Corporal**

As variações na composição corporal explicam quase 70% das diferenças nos valores do  $VO_{2\text{pico}}$  entre os indivíduos<sup>19</sup>. Isto sugere que há uma correlação entre capacidade aeróbica e percentual de gordura.

Em nosso estudo, encontramos correlação negativa e significativa entre  $VO_{2\text{pico}}$  e % Gordura na amostra masculina, conforme o esperado. Entretanto, na amostra feminina não houve correlação significativa. A correlação entre  $VO_{2\text{pico}}$  e IMC foi negativa e significativa apenas na amostra masculina.

Embora não tenha sido significativa a associação entre capacidade aeróbica e composição corporal na amostra feminina, observamos uma certa tendência à correlação negativa. Talvez o tamanho da amostra feminina tenha sido insuficiente para avaliar estas associações, uma vez que o número de adolescentes do sexo feminino avaliadas foi menor do que o número de adolescentes do sexo masculino.

## **6.9. Considerações finais**

A partir dos resultados deste estudo, pretendemos ampliar o Projeto de Atividade Física para Crianças e Adolescentes com Diabetes Mellitus tipo 1 do Programa de Assistência Ambulatorial às Crianças e Adolescentes Diabéticos do Hospital das Clínicas da UFMG (PAACAD), objetivando contemplar preferencialmente adolescentes do sexo feminino, visto que constatamos baixos níveis de capacidade aeróbica, sedentarismo e pior controle glicêmico nesta população.

Não encontramos nenhum estudo que mensurou o nível de atividade física de adolescentes com DM1 por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ). A falta de um instrumento padrão dificulta a realização de estudos comparativos. No entanto, consideramos que ele foi de utilidade, pois houve correlação entre o nível de atividade física e capacidade aeróbica.

Atualmente recomenda-se apenas atividades aeróbicas de intensidade moderada com duração acima de 150 minutos por semana<sup>1</sup> como parte do tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1. Constatamos neste estudo que a capacidade aeróbica não se correlacionou com o controle glicêmico na amostra masculina. Somente na amostra feminina houve correlação inversa entre capacidade aeróbica e hemoglobina glicosilada.

Desta forma, é possível que outros tipos de exercícios, realizados em outras faixas de intensidade, como por exemplo, o anaeróbico, poderiam também contribuir para o controle glicêmico, mesmo que não contribuam diretamente na melhoria da capacidade aeróbica. Nesse sentido, tornam-se necessários mais estudos acerca dos efeitos de diferentes tipos de exercícios no tratamento do Diabetes Mellitus tipo 1.

## 7. CONCLUSÕES

- A amostra masculina apresentou média de hemoglobina glicosilada menor do que a amostra feminina, embora ambos não apresentaram controle glicêmico adequado.
- A amostra masculina apresentou níveis mais elevados de atividade física comparada com a amostra feminina.
- A capacidade aeróbica da amostra masculina foi 30% mais elevada em relação à amostra feminina.
- A média do percentual de gordura da amostra masculina correspondeu com a média da população saudável. A amostra feminina apresentou percentual de gordura acima da média em relação a população saudável.
- A média do escore Z do IMC da amostra completa correspondeu com a média da população geral.
- Houve associação negativa entre capacidade aeróbica e hemoglobina glicosilada somente na amostra feminina.
- Houve associação positiva entre capacidade aeróbica e nível de atividade física em ambos os gêneros.
- Houve associação negativa entre capacidade aeróbica e percentual de gordura somente na amostra masculina.
- Houve associação negativa entre capacidade aeróbica e IMC somente na amostra masculina.
- Não houve associação entre nível de atividade física e hemoglobina glicosilada.
- Não houve associação entre nível de atividade física e composição corporal.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Diabetes Association. Standards of medical Care in Diabetes. *Diabetes Care* 2009;32:S13-S61.
2. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7ª ed. Traduzido por Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
3. Centers for Disease Control and Prevention. National Diabetes Fact Sheet: National Estimates and General Information on Diabetes in the United States, 1999. In: American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7ª ed. Traduzido por Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
4. DCCT Research Group. Diabetes Control and Complications Trial (DCCT). The Effect of Intensive Treatment of Diabetes on the Development and Progression of Long-Term Complications in Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *N Engl J Med.* 1993 Sep 30; 329(14): 977-86.
5. UKPDS Group. UK Prospective Diabetes Study 33: Intensive Blood Glucose Control With Sulphonylureas or Insulin Compared With Conventional Treatment and Risk of Complications in Patients With Type 2 Diabetes. *Lancet* 1998 Sep 12; 352: 837-53.
6. Mosher PE, Nash MS, Perry AC, Laperriere AR, Goldberg RB. Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 652-7.
7. Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW. Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006; 160: 573-7.

8. Jassen N, Goodyear LJ. Contraction signaling to glucose transport in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2005; 99: 330-7.
9. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007; 147: 357-69.
10. Grupo Interdisciplinar de Padronização da Hemoglobina Glicada – A1C. Atualização sobre hemoglobina glicada (A1C) para avaliação do controle glicêmico e para diagnóstico do diabetes: aspectos clínicos e laboratoriais. Posicionamento Oficial 3ª ed. São Paulo; 2009.
11. Forsman R.W. Why is the laboratory an afterthought for managed care organizations? *Clin Chem* 1996; 42: 813-816.
12. Boulé NG, Kenny GP, Haddad E, Wells GA, Sigal RJ. Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardio-respiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia* 2003; 46: 1071-81.
13. Austin A, Warty V, Janosky J, Arslanian S. The relationship of physical fitness to lipid and lipoprotein(a) levels in adolescents with IDDM. *Diabetes Care* 1993 Feb; 16(2): 421-5.
14. Michaliszyn SF, Shaibi GQ, Quinn L, Fritschi C, Faulkner MS. Physical fitness, dietary intake, and metabolic control in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2009 Sep; 10(6): 389-94.
15. Landt KW, Campaigne BN, James FW, Sperling MA. Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care* 1985 Sep-Oct; 8(5): 461-5.

16. Sesso HD, Paffenbarger RS Jr, Lee IM. Physical activity and coronary heart disease in men: The Harvard Alumni Health Study. *Circulation* 2000; 102: 975-80.
17. Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273: 1093-1098.
18. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol* 1984; 56: 831.
19. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 6ª ed. Traduzido por Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
20. Joyner MJ. Physiological limiting factors and distance running: influence of gender and age on record performances. *Exerc Sport Sci Rev* 1993; 21: 103.
21. Shephard RJ. Exercise and training in women, part I: influence of gender on exercise and training responses. *Can J Appl Physiol* 2000; 5: 19.
22. Wanger PD. Muscle O<sub>2</sub> transport and O<sub>2</sub> dependent control of metabolism. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 47.
23. Wilmore JH, et al. Cardiac output and stroke volume changes with endurance training: the HERITAGE family Study. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 99.
24. Hagberg JM. Physiologic adaptations to prolonged high-intensity exercise training in patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 661.
25. Roca J, et al. Evidence for tissue diffusion limitation of VO<sub>2max</sub> in normal humans. *J Appl Physiol* 1989; 67: 291.

26. MacDonald MJ, et al. Peripheral circulatory factors limit rate of increase in muscle O<sub>2</sub> uptake at onset of heavy exercise. *J Appl Physiol* 2001; 90: 83.
27. Bouchard C, Pérusse L. Heredity, activity level, fitness, and health. In: Bouchard C, et al., eds. *Physical activity, fitness, and health*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.
28. Hagberg JM, et al. Specific genetic markers of endurance performance and VO<sub>2max</sub>. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29: 15.
29. Rivera MA, et al. Linkage between a muscle-specific CK gene marker and VO<sub>2max</sub> in the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 698.
30. Montgomery HE, et al. Human gene for physical performance. *Nature* 1998; 393: 221.
31. Vogel JA, et al. An analysis of aerobic capacity in a large United States population. *J Appl Physiol* 1986; 60: 494.
32. Sharp MA, et al. Comparison of the physical fitness of men and women entering the U.S. Army: 1978-1998. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 356.
33. Berg V. The influence of body mass in cross-country skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: 324.
34. Heyward VH & Stolarczyk LM. *Applied body composition assessment*. Human Kinetics Books. Champaign, Illinois. 1996.
35. Buskirk ER, Hodgson JL. Age and aerobic power: the rate of change in men and women. *Fed Proc* 1997; 46: 1824.
36. Pérusse L, et al. Genetic and environmental influences on level of habitual physical activity and exercise participation. *Am J Epidemiol* 1989; 129: 1012.

37. Krahenbuhl GS et al. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exerc Sport Sci Reb*. Terjung RL, editor. vol 13, New York: Macmillan; 1985.
38. Kasch FW, et al. A longitudinal study of cardiovascular stability in active men aged 45 to 65 years. *Phys Sportsmed* 1988; 16: 117.
39. McMurray RG, et al. Predicted maximal aerobic power in youth is related to age, gender, and ethnicity. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 145.
40. Proctor DN, Joyner MJ. Skeletal muscle mass and the reduction of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  in trained older subjects. *J Appl Physiol* 1997; 82: 1411.
41. Hermansen L. Individual differences. In: Larson LA, editor. *Fitness, health, and work capacity. International standards for assesement*. New York: Macmillan; 1974.
42. Meredith CN, et al. Body composition and aerobic capacity in young and middle-aged endurance-trained men. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: 557.
43. Kohrt WM, Malley MT, Coggan AR, Spina RJ, Ogawa T, Ehsani AA, Bourey RE, Martin WH, Holloszy JO. Effects of gender, age and fitness level on response of  $\text{VO}_{2\text{max}}$  to training in 60-71 yr olds. *Journal of Applied Physiology* 1991; 71: 2005-11.
44. Bonen A, et al. Maximal oxygen uptake during free, tethered, and flume swimming. *J Appl Physiol* 1980; 48: 232.
45. Magel JR, Faulkner JA. Maximum oxygen uptake of college swimmers. *J Appl Physiol* 1967; 22: 929.
46. Gergley T, et al. Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 349.

47. Wallick ME, et al. Physiological responses to in-line skating compared to treadmill running. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 242.
48. Rundell KW. Treadmill roller ski test predicts biathlon roller ski race results of elite U.S biathlon women. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1677.
49. Brahler CJ, Blank SE. VersaClimbing elicits higher  $VO_{2max}$  than does treadmill running or rowing ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 249.
50. Carey P, et al. Comparison of oxygen uptake during maximal work on the rowing ergometer. *Med Sci Sport* 1974; 6: 101.
51. Ferguson RJ, et al. A maximal oxygen uptake test during ice skating. *Med Sci Sport* 1969; 1: 207.
52. Sawka MN. Physiology of upper body exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 1986; 14: 175.
53. Toner MN, et al. Cardiorespiratory responses to exercise distributed between the upper and lower body. *J Appl Physiol* 1983; 54: 1403.
54. Veeger HEJ, et al. Peak oxygen uptake and maximal power output of Olympic wheelchair-dependent athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 1201.
55. Wagner PD. New ideas on limitations to  $VO_{2max}$ . *Exerc Sport Sci Rev* 2000; 1: 10.
56. Duncan GE, et al. Applicability of  $VO_{2max}$  criteria: discontinuous versus continuous protocols. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 273.
57. Howley ET, et al. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1292.

58. Gibbons Rj, Balady Cj, Bricker J, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: a report of the American College of Cardiology / American Heart Association. Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). 2002. American College of Cardiology web site. Available at: [www.acc.org/clinical/guidelines/exercise/dirIndex.htm](http://www.acc.org/clinical/guidelines/exercise/dirIndex.htm)
59. Rodgers GP, Ayanian JZ, Balady G, et al. American College of Cardiology/American Heart Association Clinical Competence Statement on Stress Testing: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association/American College of Physicians-American Society of Internal Medicine Task Force on Clinical Competence. *Circulation* 2000; 102: 1726-38.
60. Franklin BA, Gordon S, Timmis GC, et al. Is direct physician supervision of exercise stress testing routinely necessary? *Chest* 1997; 111: 262-5.
61. Knight JA, Laubach CA Jr, Butcher RJ, et al. Supervision of clinical exercise testing by exercise physiologists. *Am J Cardiol* 1995; 75: 390-1.
62. Nugent AM, Steele IC, AlModaris F, Vallely S, Moore A, Campbell NPS, Bell PM, Buchanan KD, Trimble ER, Nicholls DP. Exercise responses in patients with IDDM. *Diabetes Care* 1997 Dec; 20(12): 1814-21.
63. Benbassat CA, Stern E, Kramer M, Lebzelter J, Blum I, Fink G. Pulmonary function in patients with diabetes mellitus. *Amer J Med Sci* 2001 Sep; 322(3): 127-32.
64. Niranjana V, McBrayer DG, Ramirez LC, Raskin P, Hsia CCW. Glycemic control and cardiopulmonary function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Amer J Med* 1997 Dec; 103(6): 504-13.
65. Komatsu WR, Gabbay MAL, Castro ML, Saraiva GL, Chacra AR, Neto TLD, Dib SA. Aerobic exercise capacity in normal adolescents and those with type 1 diabetes mellitus. *Pediatric Diabetes* 2005 Sep; 6(3): 145-9.

66. Baraldi E, Monciotti C, Filippone M, Santuz P, Magagnin G, Zanconato S, Zacchello F. Gas-exchange during exercise in diabetic children. *Pediatr Pulmonol* 1992 Jul; 13(3): 155-60.
67. Wanke T, Formanek D, Auinger M, Zwick H, Irsigler K. Pulmonary gas exchange and oxygen uptake during exercise in patients with type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine* 1992 Apr; 9(3): 252-7.
68. Marchall WA, Tanner JM. Variation in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969;44: 291-303.
69. Marchall WA, Tanner JM. Variation in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970;45:13-23.
70. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 2002; 11 (246): 1-201.
71. Pollock ML, Jackson AS. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 606-13.
72. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, Braggion G. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde* 2001; 6(2): 05-18.
73. Pardini R, Matsudo SM, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, Andrade D, Oliveira L, Figueira Jr A, Raso V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ - versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov* 2001; 9 (3): 45-51.



74. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. *Ver Bras Med Esporte* 2005 Mar/Abr; 11(2): 151-58.
75. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*. 2006; 29: S4-S42.
76. American College of Sports Medicine. – Position Stand – Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996; 28(1): i-vii.
77. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1982; 14(5): 377-81.
78. Dorman JS, O'Leary LA, Koehler AN. Epidemiology of childhood diabetes. In: Kelnar CJH, editor. *Childhood and adolescent diabetes*. London: Chapman & Hall; 1995: 139-50.
79. Marshall A, Buman A. The International Physical Activity Questionnaire. Summary Report of the Reliability & Validity Studies. Produzido pelo Comitê Executivo do IPAQ. DRAFT IPAQ – Summary 2001 March.
80. Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV, MacFarlane IA. Aerobic fitness and hand grip strength in type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabetic Med* 2007 Apr 17; 24(11): 1296-9.
81. Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV, MacFarlane IA. Does hypoglycaemic avoidance behaviour contribute to increased HbA1c levels in physically active people with type 1 diabetes? *Practical Diabetes International* 2007 Oct; 24(8): 418-21.

## ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

**Parecer nº. ETIC 535/07**

**Interessado(a): Profa. Ivani Novato Silva**  
**Departamento de Pediatria**  
**Faculdade de Medicina-UFMG**

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 15 de janeiro de 2008, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação da capacidade aeróbica de adolescentes com diabetes Mellitus Tipo I e sua relação com o controle glicêmico**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
**Coordenadora do COEP-UFMG**

## **ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **A) Informações ao voluntário**

Estamos realizando uma pesquisa para avaliar a capacidade aeróbica dos adolescentes diabéticos atendidos na Divisão de Endocrinologia Pediátrica do Hospital das Clínicas da UFMG. O objetivo é verificar a relação entre capacidade aeróbica e controle glicêmico.

Pedimos autorização para fazer a avaliação, que será realizada no mesmo dia da coleta de sangue para o exame de Hemoglobina Glicosilada.

Esta avaliação nos permitirá conhecer sua capacidade aeróbica, o que contribuirá para o seu tratamento.

O teste consiste em pedalar em uma bicicleta ergométrica, com carga progressiva, usando uma máscara para captar o ar espirado durante o esforço.

A glicemia capilar será monitorada antes e depois de sua realização, eliminando o risco de um episódio hipoglicêmico.

Você continuará recebendo total atenção e tratamento adequado, mesmo que não concorde em participar da pesquisa.

Você terá o direito de interromper sua participação na pesquisa, e se o fizer, continuará recebendo assistência médica adequada.

### **B) Declaração de termo de consentimento pós-informação**

Declaro que fui suficientemente informado(a) a respeito dos objetivos da pesquisa e de sua natureza, assim como os riscos e benefícios dos exames citados.

Concordo em participar da pesquisa e dou meu consentimento para que seja feito o teste de capacidade aeróbica para a verificação de sua relação com o controle glicêmico e estou ciente que minha identidade será resguardada para a publicação dos resultados.

Eu \_\_\_\_\_ declaro concordar com a participação nesta pesquisa sendo de minha livre e espontânea vontade.

Por outro lado, estou ciente de que poderei impedir o prosseguimento da mesma se tiver dúvidas sobre as informações que me foram dados, sem prejuízo no meu acompanhamento médico.

Assinatura do paciente: \_\_\_\_\_

Local e Data: Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

#### **Pesquisadores responsáveis:**

Dra. Ivani Novato Silva – Telefone: 9974-5573

Dra. Danusa Dias Soares – Telefone: 9968-3947

Mestrando Gustavo Sena Sousa – Telefone: 9112-6640

LABORATÓRIO DO MOVIMENTO / UFMG – Telefone: 3409-9929

#### **COEP – Comitê de Ética em Pesquisa**

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – Campus Pampulha/UFMG. Belo Horizonte – MG. Brasil. CEP: 31270-901  
Telefone: 3499-4592

## **ANEXO III – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

### **A) Informações aos pais ou responsáveis quando o voluntário for menor de 18 anos**

Estamos realizando uma pesquisa para avaliar a capacidade aeróbica dos adolescentes diabéticos atendidos na Divisão de Endocrinologia Pediátrica do Hospital das Clínicas da UFMG. O objetivo é verificar a relação entre capacidade aeróbica e controle glicêmico.

Pedimos autorização para fazer a avaliação, que será realizada no mesmo dia da coleta de sangue para o exame de Hemoglobina Glicosilada. Esta avaliação nos permitirá conhecer a capacidade aeróbica, o que contribuirá para o tratamento.

O teste consiste em pedalar em uma bicicleta ergométrica, com carga progressiva, usando uma máscara para captar o ar espirado durante o esforço.

A glicemia capilar será monitorada antes e depois de sua realização, eliminando o risco de um episódio hipoglicêmico.

Seu filho(a) continuará recebendo total atenção e tratamento adequado, mesmo que não concorde em participar da pesquisa.

Você ou seu filho(a) terão o direito de interromper a participação na pesquisa, e se o fizerem, ele(a) continuará recebendo assistência médica adequada.

### **B) Declaração de termo de consentimento pós-informação**

Declaro que fui suficientemente informado(a) a respeito dos objetivos da pesquisa e de sua natureza, assim como os riscos e benefícios dos exames citados.

Concordo que meu filho(a) participe da pesquisa e dou meu consentimento para que seja feito o teste de capacidade aeróbica para a verificação de sua relação com o controle glicêmico e estou ciente que sua identidade será resguardada para a publicação dos resultados.

Eu \_\_\_\_\_ declaro concordar com a participação do(a) meu(minha) filho(a) nesta pesquisa sendo de minha livre e espontânea vontade.

Por outro lado, estou ciente de que poderemos impedir o prosseguimento da mesma se tivermos dúvidas sobre as informações que nos foram dadas, sem prejuízo no acompanhamento médico.

Assinatura dos pais ou responsáveis: \_\_\_\_\_

Local e Data: Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

#### **Pesquisadores responsáveis:**

Dra. Ivani Novato Silva – Telefone: 9974-5573

Dra. Danusa Dias Soares – Telefone: 9968-3947

Mestrando Gustavo Sena Sousa – Telefone: 9112-6640

LABORATÓRIO DO MOVIMENTO / UFMG – Telefone: 3409-9929

#### **COEP – Comitê de Ética em Pesquisa**

Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – Campus Pampulha/UFMG. Belo Horizonte – MG. Brasil. CEP: 31270-901  
Telefone: 3499-4592

**ANEXO IV – PLANILHA DE COLETA DE DADOS**

**Data:** \_\_/\_\_/\_\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Protuário:** \_\_\_\_\_  
**Pais ou responsáveis:** \_\_\_\_\_ **Telefone:** \_\_\_\_\_  
**Médico(a):** \_\_\_\_\_ **Telefone:** \_\_\_\_\_

**Massa corporal:** \_\_\_\_\_ **Kg**                      **Estatura:** \_\_\_\_\_ **cm**                      **IMC:** \_\_\_\_\_

**Dobras cutâneas:**

Subescapular: \_\_\_\_\_ mm                      Subaxililar: \_\_\_\_\_ mm                      Abdominal: \_\_\_\_\_ mm  
 Triçiptal: \_\_\_\_\_ mm                      Peitoral: \_\_\_\_\_ mm                      Coxa: \_\_\_\_\_ mm  
 Biciptal: \_\_\_\_\_ mm                      Suprailíaca: \_\_\_\_\_ mm                      Perna: \_\_\_\_\_ mm

**Percentual de Gordura:** \_\_\_\_\_ %

**Glicemia inicial:** \_\_\_\_\_ mg/dL                      **Glicemia final:** \_\_\_\_\_ mg/dL  
**Cetonemia:** \_\_\_\_\_ mg/dL                      **Glico-Hemoglobina:** \_\_\_\_\_ %

**TESTE DE ERFORÇO PROGRESSIVO**

<b>Tempo (min)</b>	<b>Potência/ Peso Acrescentado</b>	<b>FC (bpm)</b>	<b>PSE</b>	<b>Observações</b>
- 5			-----	
- 2			-----	
- 1			-----	
0-1	50W / 0	0      1		
2-3	75W / 0,5	2      3		
4-5	100W / 1,0	4      5		
6-7	125W / 1,5	6      7		
8-9	150W / 2,0	8      9		
10-11	175W / 2,5	10      11		
12-13	200W / 3,0	12      13		
14-15	225W / 3,5	14      15		
16-17	250W / 4,0	16      17		
18-19	275W / 4,5	18      19		
20-21	300W / 5,0	20      21		
22-23	325W / 5,5	22      23		
24-25	350W / 6,0	24      25		
26-27	375W / 6,5	26      27		

**Temp. Seca** \_\_\_\_\_ °C      **Temp. Úmida:** \_\_\_\_\_ °C      **Umidade Relativa do Ar:** \_\_\_\_\_ %

**Tempo total do exercício:** \_\_\_\_\_ **FCmax:** \_\_\_\_\_ bpm      **VO2pico:** \_\_\_\_\_ mL.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>

## ANEXO V – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA



Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( ) Você trabalha de forma remunerada: ( ) Sim ( ) Não.  
Quantas horas você trabalha por dia: \_\_\_\_ Quantos anos completos você estudou: \_\_\_\_

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física os adolescentes diabéticos fazem como parte do seu dia a dia. Suas respostas nos ajudarão a entender a relação entre nível de atividade física e controle glicêmico. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana (**última semana**). As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

### SEÇÃO 1- ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

Esta seção inclui as atividades que você faz no seu serviço, que incluem trabalho remunerado ou voluntário, as atividades na escola ou faculdade e outro tipo de trabalho não remunerado fora da sua casa. **NÃO** incluir trabalho não remunerado que você faz na sua casa como tarefas domésticas, cuidar do jardim e da casa ou tomar conta da sua família. Estas serão incluídas na seção 3.

- 1a. Atualmente você trabalha ou faz trabalho voluntário fora de sua casa?  
( ) Sim ( ) Não – Caso você responda não **Vá para seção 2: Transporte**

As próximas questões são em relação a toda a atividade física que você fez na **última semana** como parte do seu trabalho remunerado ou não remunerado. **NÃO** inclua o transporte para o trabalho. Pense unicamente nas atividades que você faz por **pelo menos 10 minutos contínuos**:

- 1b. Em quantos dias de uma semana normal você **anda**, durante **pelo menos 10 minutos contínuos**, como parte do seu trabalho? Por favor, **NÃO** inclua o andar como forma de transporte para ir ou voltar do trabalho.

\_\_\_\_\_ dias por SEMANA ( ) nenhum - **Vá para a questão 1d.**

- 1c. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** caminhando **como parte do seu trabalho**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

- 1d. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades **moderadas**, por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como carregar pesos leves **como parte do seu trabalho?**

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) nenhum - **Vá para a questão 1f**

- 1e. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** fazendo atividades moderadas **como parte do seu trabalho?**

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

- 1f. Em quantos dias de uma semana normal você gasta fazendo atividades **vigorosas**, por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como trabalho de construção pesada, carregar grandes pesos, trabalhar com enxada, escavar ou subir escadas **como parte do seu trabalho:**

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) nenhum - **Vá para a questão 2a.**

- 1g. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** fazendo atividades físicas vigorosas **como parte do seu trabalho?**

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

## SEÇÃO 2 - ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Estas questões se referem à forma típica como você se desloca de um lugar para outro, incluindo seu trabalho, escola, cinema, lojas e outros.

- 2a. O quanto você andou na última semana de carro, ônibus, metrô ou trem?

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) nenhum - **Vá para questão 2c**

- 2b. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** andando de carro, ônibus, metrô ou trem?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

Agora pense **somente** em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro na última semana.

- 2c. Em quantos dias da última semana você andou de bicicleta por **pelo menos 10 minutos contínuos** para ir de um lugar para outro? (**NÃO** inclua o pedalar por lazer ou exercício)

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para a questão 2e.**

2d. Nos dias que você pedala quanto tempo no total você pedala **POR DIA** para ir de um lugar para outro?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

2e. Em quantos dias da última semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** para ir de um lugar para outro? (**NÃO** inclua as caminhadas por lazer ou exercício)

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para a Seção 3.**

2f. Quando você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta? (**NÃO** inclua as caminhadas por lazer ou exercício)

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

### **SEÇÃO 3 – ATIVIDADE FÍSICA EM CASA: TRABALHO, TAREFAS DOMÉSTICAS E CUIDAR DA FAMÍLIA.**

Esta parte inclui as atividades físicas que você fez na última semana na sua casa e ao redor da sua casa, por exemplo, trabalho em casa, cuidar do jardim, cuidar do quintal, trabalho de manutenção da casa ou para cuidar da sua família. Novamente pense *somente* naquelas atividades físicas que você faz **por pelo menos 10 minutos contínuos**.

3a. Em quantos dias da última semana você fez atividades **moderadas** por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer, rastelar **no jardim ou quintal**.

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para questão 3c.**

3b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo no total você gasta **POR DIA** fazendo essas atividades moderadas **no jardim ou no quintal**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

3c. Em quantos dias da última semana você fez atividades **moderadas** por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer ou limpar o chão **dentro da sua casa**.

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para questão 3e.**

3d. Nos dias que você faz este tipo de atividades moderadas **dentro da sua casa** quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

3e. Em quantos dias da última semana você fez atividades físicas **vigorosas no jardim ou quintal** por pelo menos 10 minutos como carpir, lavar o quintal, esfregar o chão:

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para a seção 4.**



- 3f. Nos dias que você faz este tipo de atividades vigorosas **no quintal ou jardim** quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### **SEÇÃO 4- ATIVIDADES FÍSICAS DE RECREAÇÃO, ESPORTE, EXERCÍCIO E DE LAZER.**

Esta seção se refere às atividades físicas que você fez na última semana unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Novamente pense somente nas atividades físicas que faz **por pelo menos 10 minutos contínuos**. Por favor, **NÃO** inclua atividades que você já tenha citado.

- 4a. **Sem contar qualquer caminhada que você tenha citado anteriormente**, em quantos dias da última semana você caminhou **por pelo menos 10 minutos contínuos no seu tempo livre**?

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para questão 4c**

- 4b. Nos dias em que você caminha **no seu tempo livre**, quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

- 4c. Em quantos dias da última semana você fez atividades **moderadas no seu tempo livre** por pelo menos 10 minutos, como pedalar ou nadar a velocidade regular, jogar bola, vôlei, basquete, tênis:

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para questão 4e.**

- 4d. Nos dias em que você faz estas atividades moderadas **no seu tempo livre** quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

- 4e. Em quantos dias da última semana você fez atividades **vigorosas no seu tempo livre** por pelo menos 10 minutos, como correr, fazer aeróbicos, nadar rápido, pedalar rápido ou fazer Jogging:

\_\_\_\_\_ dias por **SEMANA** ( ) Nenhum - **Vá para seção 5.**

- 4f. Nos dias em que você faz estas atividades vigorosas **no seu tempo livre** quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos.

## ANEXO VI – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA



**1. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; **ou**
- b) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.

**2. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

- a) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; **ou**
- b) MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  min por sessão; **ou**
- c) Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

**3. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em dois sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:

**IRREGULARMENTE ATIVO A:** aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade:

- a) Frequência: 5 dias /semana; **ou**
- b) Duração: 150 min / semana.

**IRREGULARMENTE ATIVO B:** aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração.

**4. SEDENTÁRIO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

**Exemplos:**

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência D = Duração

## ANEXO VII – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA AMOSTRA MASCULINA

Nº	Pacient e	Sexo	Data de nascimento	A1C	VO <sub>2pico</sub>	* Glicemia inicial	* Glicemia final	Massa Corporal	Estatura	IMC	Escore Z IMC	% gordura	Nível de Atividade Física
1	APS	M	24/11/1987	10,3	50,55	153	140	50,1	159,5	19,69	-1,33	7,79	Muito Ativo
2	AAGA	M	18/07/1992	6,9	50,67	125	78	67,7	166	24,57	1,07	20,05	Ativo
3	AMSF	M	17/02/1993	10,4	54,91	360	284	60,7	174	20,05	-0,21	15,8	Muito Ativo
4	AA	M	21/04/1993	12,2	45,1	244	166	55	168,5	19,37	-0,49	17,98	Ativo
5	CAGM	M	08/08/1988	11,9	49,62	130	58	63,8	167,5	22,74	-0,08	10,01	Ativo
6	DCM	M	29/03/1992	10,9	44,99	130	68	67	177	21,39	0,02	20,2	Ativo
7	DHNB	M	28/02/1991	10,3	59,19	149	109	62,4	167,5	22,24	0,08	11,72	Muito Ativo
8	DALS	M	22/01/1992	8,0	56,19	134	54	65,8	177,5	20,88	-0,21	13,99	Muito Ativo
9	DLS	M	27/07/1989	11,8	45,23	214	193	60,2	168,5	21,2	-0,64	13,67	Muito Ativo
10	ESC	M	14/01/1987	8,9	40,76	207	156	64,2	167,5	22,88	-0,03	17,22	Ativo
11	ESC	M	22/07/1988	8,3	37,63	135	110	68,6	166,5	24,74	0,52	21,44	Ativo
12	FBA	M	24/01/1991	7,8	32,56	253	167	88	180	27,16	1,34	28,33	Sedent. / Irreg. Ativo
13	GOR	M	29/05/1989	9,3	49,98	104	71	73,8	185,5	21,45	-0,52	11,52	Ativo
14	HGLS	M	30/11/1986	7,5	50,7	113	62	72,1	173	24,09	0,34	15,88	Ativo
15	JNC	M	15/05/1991	9,5	35,96	161	32	85,5	178	26,98	1,31	18,37	Ativo
16	LRS	M	29/01/1988	6,9	42,42	96	59	59,7	160	23,32	0,11	13,29	Ativo
17	LRCR	M	29/01/1990	11,8	38,48	378	242	66,9	165,5	24,42	0,53	17,35	Ativo
18	LDS	M	12/04/1993	7,7	33,63	250	141	52,2	159	20,65	0,06	28,85	Ativo
19	LPMBBS	M	08/10/1987	5,3	40,47	157	123	75,4	171	25,79	0,77	22,58	Ativo
20	MBCN	M	28/04/1991	8,3	43,64	300	378	55,4	164	20,6	-0,47	12,42	Sedent. / Irreg. Ativo
21	MJSD	M	15/11/1991	7,9	47,59	217	160	63,5	175,5	20,61	-0,21	17,55	Ativo
22	MLMF	M	18/03/1988	13,5	40,13	208	265	50,8	154	21,42	-0,56	12,32	Ativo
23	MTLD	M	02/12/1990	8,7	39,15	179	109	55,7	164,5	20,58	-0,56	18,72	Sedent. / Irreg. Ativo
24	MVCS	M	19/03/1990	8,1	42,49	143	108	63,1	172	21,33	-0,35	14,8	Ativo
25	MHC	M	10/09/1992	8,6	49,75	187	162	73,1	177,5	23,2	0,68	22,65	Muito Ativo
26	RSP	M	25/05/1991	9,4	49,58	142	202	63,2	179,5	19,61	-0,9	8,43	Muito Ativo
27	ROM	M	24/06/1985	8,9	44,84	290	301	73,3	180,5	22,5	-0,16	16,1	Muito Ativo
28	TSF	M	01/12/1988	13,5	48,15	205	127	56	167,5	19,96	-1,2	8,01	Ativo
29	TBCS	M	04/12/1992	8,5	61,34	295	331	49,8	164,5	18,4	-0,89	13,06	Ativo
30	TJSP	M	25/12/1988	9,4	44,9	293	233	69,3	179,5	21,51	-0,52	9,24	Muito Ativo
31	TMS	M	03/02/1990	6,3	68,82	294	237	64,1	173	21,42	-0,4	6,04	Muito Ativo
32	WCO	M	05/04/1989	12,9	36,48	137	113	57	173,5	18,94	-1,66	9,4	Ativo
33	WSL	M	19/01/1993	7,1	47,87	193	232	49,3	164,5	18,22	-1,08	23,44	Ativo
34	WFA	M	14/02/1992	11,2	47,95	312	262	53,3	163,5	20,69	-0,42	13,06	Ativo

\* Valores de glicemia antes e após a realização do teste de capacidade aeróbica.

## ANEXO VIII – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA AMOSTRA FEMININA

Nº	Paciente	Sexo	Data de nascimento	A1C	VO <sub>2pico</sub>	* Glicemia inicial	* Glicemia final	Massa Corporal	Estatura	IMC	Escore Z IMC	% gordura	Nível de Atividade Física
35	ARC	F	19/05/1994	15,8	30,8	360	282	53	165	19,47	-0,09	26,81	Ativo
36	APS	F	16/03/1992	8,6	34,55	99	54	63,6	166	23,08	0,61	31,74	Ativo
37	ASSO	F	25/04/1989	9,8	34,14	316	281	63,4	159,5	24,92	0,77	33,61	Ativo
38	APB	F	05/10/1989	14,6	24,3	379	387	52,3	158	20,95	-0,23	20,53	Ativo
39	BCD	F	01/01/1987	16,6	21,51	337	279	57,9	162	22,06	0,1	24,6	Sedent. / Irreg. Ativo
40	CSR	F	12/04/1994	15,0	27,91	150	119	47,5	165,5	17,34	-0,95	18,67	Ativo
41	DSQ	F	15/02/1990	8,7	52,96	175	101	54,1	167,5	19,28	-0,86	25,89	Ativo
42	DLS	F	22/01/1995	8,8	34,27	253	197	59,5	157,5	23,99	1,19	32,2	Muito Ativo
43	FLMM	F	13/12/1989	10,5	25,89	347	310	59,1	153	25,25	0,9	35,93	Sedent. / Irreg. Ativo
44	ICS	F	09/02/1992	11,8	23,39	345	256	65,1	165,5	23,77	0,74	31,54	Sedent. / Irreg. Ativo
45	ICSB	F	13/07/1991	11,8	25,31	230	129	62,3	155,5	25,76	1,07	33,56	Ativo
46	JCCA	F	08/04/1994	10,9	36,46	122	69	65,7	162,5	24,88	1,2	32,23	Ativo
47	JM	F	21/06/1989	8,9	25,61	204	199	50,6	166	18,36	-1,34	24,69	Sedent. / Irreg. Ativo
48	JSS	F	07/11/1990	9,1	29,71	344	374	55,8	158	22,35	0,28	32,71	Ativo
49	JCMP	F	05/03/1990	8,1	31,2	212	114	66,9	161,5	25,65	0,99	39,76	Ativo
50	LCC	F	25/02/1992	17,7	22,09	316	187	56,3	169	19,71	-0,43	29,71	Ativo
51	LSA	F	27/03/1994	7,3	33,17	339	323	53,3	159,5	20,95	0,49	30,72	Ativo
52	MGG	F	12/06/1990	14,4	34,03	233	234	36,2	148,5	16,42	-2,54	14,36	Ativo
53	NAAC	F	26/08/1993	17,6	24,9	222	125	52	156,5	21,23	0,28	31,79	Sedent. / Irreg. Ativo
54	PWPM	F	12/10/1993	11,3	34,5	353	299	50,9	155,5	21,05	0,34	32,6	Ativo
55	PLCR	F	31/08/1991	9,9	33,22	102	74	66,4	173,5	22,06	0,28	33,34	Ativo
56	SSR	F	23/01/1990	11,0	29,11	443	435	59,1	164,5	21,84	0,11	29,19	Ativo
57	SWPM	F	30/09/1992	9,7	36,28	164	105	52,4	155,5	21,67	0,36	32,03	Ativo
58	TFS	F	14/09/1994	10,1	42,11	348	274	53,1	160	20,74	0,36	26,81	Ativo
59	TSP	F	08/10/1995	11,0	30,82	381	319	55,5	154,5	23,25	1,08	32,27	Ativo
60	TKDS	F	23/05/1994	12,1	23,87	229	170	62	151,5	27,01	1,53	32,1	Sedent. / Irreg. Ativo
61	VAS	F	04/03/1990	6,3	39,83	461	403	50,8	149,5	22,73	0,33	26,18	Ativo

\* Valores de glicemia antes e após a realização do teste de capacidade aeróbica.