



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

Carolina de Ávila Rodrigues

Tese de Doutorado

**Respostas Termorregulatórias e Perceptivas de Meninas que Pedalam no  
Calor: Efeito da Adiposidade e da Aptidão Cardiorrespiratória**

Porto Alegre

2016

Carolina de Ávila Rodrigues

Respostas Termorregulatórias e Perceptivas de Meninas que Pedalam no Calor:  
Efeito da Adiposidade e da Aptidão Cardiorrespiratória

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Flávia Meyer

Porto Alegre

2016

CAR

Respostas Termorregulatórias e Perceptivas de Meninas que Pedalam no Calor:  
Efeito da Adiposidade e da Aptidão Cardiorrespiratória

Conceito final:

Aprovado em ..... de .....de.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga - UFRGS

---

Prof. Dr. Rafael Reimann Baptista - PUCRS

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stephanie Santana Pinto - UFPEL

---

Orientadora Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Flávia Meyer - UFRGS

## RESUMO

A prevalência da obesidade e do sedentarismo entre os adolescentes vem aumentando mundialmente de forma significativa. Acredita-se que o calor ambiental é uma preocupação adicional ao recomendar a prática esportiva em adolescentes obesos e sedentários, pois além dos riscos de aumento da temperatura corporal central, representa um agravante no aumento da percepção ao esforço (IPE), da irritabilidade, da sensação térmica e do conforto térmico. Ainda são poucos os estudos que avaliaram respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas que realizaram exercícios no calor, especialmente de meninas obesas. Portanto, são necessários mais esclarecimentos das repercussões da obesidade combinada ou não com o sedentarismo durante a prática de atividades esportivas no calor. O objetivo deste estudo foi determinar e comparar as respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas púberes obesas e eutróficas com alta (*fit*) e baixa (*unfit*) aptidão cardiorrespiratória antes, durante e após duas sessões de exercício no calor. Trata-se de um estudo de caráter transversal em que 34 meninas: 21 obesas (12 *fit* e 9 *unfit*) e 13 eutróficas (5 *fit* e 8 *unfit*) pedalarão durante 50 minutos em cicloergômetro no calor (36°C e 40% de umidade relativa do ar) dentro de uma câmara ambiental. Foram realizadas duas sessões de exercício com metas de intensidade diferentes. Na primeira sessão, fixou-se a meta de intensidade em 45% do pico de Volume de O<sub>2</sub> (Sessão %VO<sub>2pico</sub>) e na segunda, em 4,5 W·kg<sup>-1</sup> (Sessão PCM). Durante as sessões de exercício, foram coletadas temperatura retal (T<sub>re</sub>), temperatura de pele (T<sub>pele</sub>), frequência cardíaca (FC), IPE, irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico. Não foram identificadas diferenças entre os grupos ao longo da sessão de exercício e recuperação para as variáveis termorregulatórias, perceptivas e de sudorese quando meninas obesas e eutróficas *fit* e *unfit* pedalarão em cicloergômetro a 45% do VO<sub>2pico</sub> ou a 4,5 W·kg<sup>-1</sup> durante 50 minutos em câmara ambiental. Assim, conclui-se que independente do estado nutricional ou aptidão cardiorrespiratória, sob as condições de exercício e estresse térmico de 36°C e 40% UR, meninas púberes apresentam respostas termorregulatórias e perceptivas semelhantes quando submetidas a uma sessão de exercício em cicloergômetro no calor.

Palavras chave: exercício, púberes, termorregulação, obesidade.

## ABSTRACT

Obesity prevalence and sedentary behavior among teenagers is increasing significantly worldwide. It is believed that the heat stress is an additional concern when recommending the practice of sports to obese and sedentary adolescents. In addition, the risks of increasing core body temperature is an aggravating factor to the increase in the perceived exertion (RPE) irritability, thermal sensation and thermal comfort. Few studies have evaluated thermoregulatory and perceptual responses in girls who underwent exercise in the heat, especially in obese girls. Therefore, further understanding of the impact of obesity combined or not with sedentary behavior during sport activities under heat stress is still required. The aim of this study was to determine and to compare the thermoregulatory and perceptual responses of obese and eutrophic pubescent girls with high (fit) and low (unfit) cardiorespiratory capacity, before, during and after two workouts under heat stress. This is a transversal study including 34 girls, in which 21 obese (12 fit and 9 unfit) and 13 eutrophic (5 fit and 8 unfit) cycled for 50 min on a cycle ergometer under heat stress (36°C and 40% RH), inside an environmental chamber. Two exercise sessions with different intensity targets were performed. In the first session, the intensity target was set at 45% of the  $VO_{2peak}$  (%  $VO_{2peak}$  Session), and the second was set at  $4.5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  (MHP Session). During the exercise sessions, rectal temperature ( $T_{re}$ ), skin temperature ( $T_{skin}$ ), heart rate (HR) RPE, irritability, thermal sensation, and thermal comfort were collected. No differences were detected between groups throughout the exercise and during the recovery session for thermoregulatory, perceptive and sweat variables when obese and eutrophic fit and unfit girls exercised on a cycle ergometer at 45% of  $VO_{2peak}$  or  $4.5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  for 50 min in an environmental chamber. Therefore, it is concluded that, regardless the nutritional status or cardiorespiratory capacity, under the conditions of exercise and heat stress of 36°C and 40% RH, pubescent girls have similar thermoregulatory and perceptual responses when exercising on a cycle ergometer in the heat.

Key words: Exercise, pubescent, thermoregulation, obesity.

## RESUMÉ

La prévalence de l'obésité et le sédentarisme chez les adolescents augmentent de manière significative dans le monde entier. La chaleur de l'environnement est une préoccupation supplémentaire au moment de recommander la pratique du sport chez les adolescents obèses et sédentaires. Les risques liés à l'augmentation de la température centrale du corps sont à considérer. L'augmentation de température est un facteur aggravant qui augmente de la perception de l'effort (IPE), l'irritabilité, et modifie les sensations liées au confort thermique. Il existe peu d'études ayant évalué les réponses de thermorégulation et la perception des filles pratiquant l'exercice dans la chaleur, en particulier chez les filles obèses. Par conséquent, il est utile d'apporter plus de précisions sur l'impact de l'obésité associée ou non à un mode de vie sédentaire pendant les activités sportives dans la chaleur. Le but de cette étude était de déterminer et comparer la thermorégulation et les réponses perceptives des filles pubères obèses et de poids normal avec un profil de forme cardiorespiratoire élevé (*fit*) et faible (*unfit*) avant, pendant et après deux séances d'entraînement dans la chaleur. Ceci a été réalisé au cours d'une étude transversale dans laquelle 34 filles: 21 obèses (12 *fit* et 9 *unfit*) et 13 de poids normal (5 *fit* et 8 *unfit*) ont pédalé pendant 50 minutes sur un ergomètre à 36°C et 40% HR à l'intérieur d'une chambre environnementale. Deux séances d'exercice avec des intensités d'efforts différentes ont été réalisées. Dans la première session l'objectif a été fixé à 45% du  $VO_{2pic}$  (Séance %  $VO_{2pic}$ ) et dans la seconde à  $4,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Séance PCM). Pendant les séances d'exercice, la température rectale ( $T_{re}$ ), la température de la peau ( $IPE_{au}$ ), la fréquence cardiaque (FC), IPE, l'irritabilité, et les sensations thermique et de confort thermique ont été recueillies. Aucune différence n'a été identifiée entre les groupes tout au long de la séance d'exercice et de récupération pour les variables de thermorégulation, perception et transpiration dans les deux conditions d'effort testées. Les résultats de ce travail montrent que indépendamment de la capacité cardiorespiratoire, dans les conditions d'exercice et le stress thermique de 36°C et 40% d'humidité relative, les filles pubères obèses ou non ont des réponses de thermorégulation et perception similaires lors de l'exercice effectué au cours d'un ergocycle réalisé à températures élevées .

Mots-clés: exercice, pubères, thermorégulation, obésité

## **AGRADECIMENTOS**

Às participantes e aos seus responsáveis por acreditarem na importância desse estudo;

Ao Dr. Roberto de Oliveira, em nome da Fundação Gaúcha de Radiologia e Ecografia (FUGARE), pelo financiamento parcial dos exames de imagem;

À Coordenação de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante o período de realização do curso de doutorado;

Aos professores do PPGCMH pelos ensinamentos e aos funcionários do PPGCMH (Ana) e do LAPEX (Luciano, Marli, Tissot, Dani e Márcia) pela simpatia com que sempre me atenderam, ajudaram e contribuíram durante esse processo;

Aos colegas Paulo Sehl, Tágli Henrique e Larissa Horos durante a elaboração dos instrumentos e coleta dos dados;

À minha orientadora, Professora Flávia Meyer, pela paciência, dedicação e oferecimento de oportunidades ao longo desses 4 anos.

Ao meu namorado, Gustavo Moreira de Bitencourt, que vivenciou diariamente os momentos dessa trajetória: os momentos bons, os ruins e os de angústia. E que inúmeras vezes me fez acreditar que no final tudo daria certo!

Por fim, agradeço aos meus pais, Berenice de Ávila Rodrigues e José Luiz Rigo Rodrigues, pelo exemplo e incentivo na busca do aperfeiçoamento e crescimento dentro da esfera acadêmica.

**OBRIGADA!**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Procedimentos das sessões de exercício.....	35
Figura 2 -	Correlação entre a temperatura retal (média) e gordura corporal sessão %VO <sub>2pico</sub> .....	43
Figura 3 -	Correlação entre a temperatura retal (média) e gordura corporal sessão PCM.....	44
Figura 4 -	Temperatura retal (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	45
Figura 5 -	Temperatura da pele (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	46
Figura 6 -	Temperatura corporal (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	47
Figura 7 -	Frequência cardíaca (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	48
Figura 8 -	Índice de percepção de esforço durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	50
Figura 9 -	Irritabilidade durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	51
Figura 10 -	Sensação térmica durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	52
Figura 11 -	Conforto térmico durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos.....	53
Figura 12 -	Temperatura retal (média) durante a recuperação nos 4 grupos.....	57
Figura 13 -	Frequência cardíaca (média) durante a recuperação nos 4 grupos.....	58
Figura 14 -	Irritabilidade durante a recuperação nos 4 grupos.....	59
Figura 15 -	Sensação térmica durante a recuperação nos 4 grupos.....	60
Figura 16 -	Conforto térmico durante a recuperação nos 4 grupos.....	61



## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
3.1 OBESIDADE PEDIÁTRICA .....	13
3.2 SEDENTARISMO E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	15
3.3. EFEITO DO CALOR AMBIENTAL NO DESEMPENHO.....	17
3.4 MECANISMOS DE TERMORREGULAÇÃO .....	18
3.5 SUOR E TAXA DE SUDORESE .....	20
3.6 FATORES INDIVIDUAIS QUE AFETAM A TERMORREGULAÇÃO.....	21
<b>3.6.1 Sexo</b> .....	<b>21</b>
<b>3.6.2 Faixa Etária</b> .....	<b>22</b>
<b>3.6.3 Gordura corporal</b> .....	<b>24</b>
<b>3.6.4 Aclimatização ao calor</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6.5 Aptidão cardiorrespiratória</b> .....	<b>26</b>
<b>3.6.6 Balanço hídrico corporal</b> .....	<b>26</b>
3.7 RESPOSTAS PERCEPTIVAS AO EXERCÍCIO NO CALOR .....	27
3.8 ASPECTOS TERMORREGULATÓRIOS DE ACORDO COM O PARÂMETRO ADOTADO PARA EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO.....	28
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>62</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>66</b>
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>67</b>
<b>9 APÊNDICES</b> .....	<b>77</b>
<b>10 ANEXOS</b> .....	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A obesidade e o sedentarismo são problemas prevalentes que atingem os adolescentes. Nos Estados Unidos, a prevalência de obesidade na faixa etária entre os 12 e 19 anos é de 20,6% (OGDEN *et al.*, 2016). No Brasil, uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2008 e 2009 revelou que 5,9% dos meninos e 4% das meninas são obesos (IBGE, 2010). Flores *et al.*, (2013), ao analisarem os dados do Projeto Esporte Brasil (PROESP) de 2009 a 2011, relataram prevalências semelhantes de obesidade, sendo de 5,5% nos meninos e de 6,9% nas meninas entre 11 e 14 anos. No Rio Grande do Sul, as prevalências são similares sendo que em Porto Alegre um estudo (RODRIGUES, 2005) revelou que 7,9% dos meninos e 4,6% das meninas entre 12-19 anos eram obesos. Após uma década, é possível que tais percentuais tenham aumentado.

Geralmente meninas são mais sedentárias do que os meninos (DUMITH *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2010; SILVA; MALINA, 2000). Verificou-se que, mundialmente, 84,4% das meninas e 78,4% dos meninos não atingem a recomendação de 60 minutos de atividade física moderada à vigorosa por dia (SALLIS *et al.*, 2016). Essa combinação sedentarismo/obesidade pode ser acompanhada de prejuízos à saúde e ao desempenho físico (HILL; TROWBRIDGE, 1998; LIVINGSTONE, 2000). Dentre eles, podem-se citar as respostas termorregulatórias ao exercício no calor que são mecanismos para manter a temperatura corporal interna (central) dentro de uma faixa aceitável para garantir o pleno funcionamento do organismo. Como no Brasil predomina o clima quente, o estresse térmico representa um fator de risco para o aumento da temperatura central (hipertermia) durante a prática de atividades físicas prolongadas.

Adolescentes obesos, geralmente, são sedentários, menos tolerantes e motivados para a prática de atividade física do que seus pares eutróficos (AL-HAZZAA *et al.*, 2012; POWER *et al.*, 2011), podendo ser o calor ambiental um fator agravante. Uma explicação é o maior custo metabólico dos obesos para se deslocarem, principalmente em atividades como caminhada e corrida (MAFFEIS *et al.*, 1993). Este maior custo metabólico pode deixá-los mais fadigados, diminuindo a

adesão à prática desportiva e contribuindo para uma menor aptidão cardiorrespiratória.

Sem muito embasamento científico, existe a crença de que indivíduos adultos obesos transpiram mais e aumentam a sua temperatura central em uma maior magnitude do que indivíduos eutróficos durante o exercício no calor. Contudo, quando meninas (LEITES *et al.*, 2013) e meninos (SEHL *et al.*, 2012) pré-púberes e púberes obesos e eutróficos ativos pedalarão em cicloergômetro por 30 minutos, as taxas de sudorese relativa pela área de superfície corporal (ASC) foram semelhantes. No estudo com as meninas (LEITES *et al.*, 2013), houve menor aumento na magnitude da temperatura retal ( $T_{re}$ ) nas obesas comparadas às eutróficas, apesar das obesas apresentarem maior  $T_{re}$  no início da sessão. Nos meninos isso não foi observado, mantendo-se a  $T_{re}$  semelhante entre obesos e eutróficos (SEHL *et al.*, 2012).

Outra questão que interfere na adesão ao exercício físico no calor são as respostas perceptivas. Em meninas pré-púberes obesas ativas não houve diferença em relação às eutróficas quando verificado o conforto térmico em uma sessão de exercício de 30 minutos em cicloergômetro. Entretanto, as eutróficas relataram maior grau de irritabilidade do que as obesas (LEITES *et al.*, 2013). Em meninos obesos (9-12 anos), Dougherty *et al.*, (2009) observaram percepções mais altas (2 a 3 pontos pela escala de Borg) de esforço físico dos obesos em comparação aos eutróficos em uma mesma carga de trabalho. No estudo de SEHL *et al.*, (2012), meninos púberes obesos ativos (12-15 anos) relataram maior sensação de calor do que seus pares eutróficos ativos quando pedalarão por 30 minutos em cicloergômetro.

Dessa forma, são necessários mais esclarecimentos das repercussões da obesidade combinada ou não com o sedentarismo durante a prática de atividades esportivas no calor. Assim, persiste a dúvida: existirá diferença nas respostas termorregulatórias e perceptivas de acordo com o estado nutricional (obesas vs eutróficas) e/ou de acordo com a aptidão cardiorrespiratória (alta vs baixa)? Terão as meninas obesas respostas termorregulatórias mais acentuadas do que as de meninas eutróficas?

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar e comparar as respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas púberes obesas e eutróficas com alta (*fit*) e baixa (*unfit*) aptidão cardiorrespiratória antes, durante e após duas sessões de exercício no calor.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar e comparar as seguintes respostas em meninas obesas e eutróficas *fit* e *unfit* submetidas ao exercício no calor:  $T_{re}$ ,  $T_{pele}$ , temperatura do corpo ( $T_{corpo}$ ), FC, volume de suor, taxa de sudorese, IPE, irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 OBESIDADE PEDIÁTRICA

Obesidade pode ser definida como uma condição de acúmulo excessivo de gordura no organismo que acarreta prejuízos à saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995). Ela está associada ao desenvolvimento de outras condições como: diabetes tipo 2, hipertensão arterial, dislipidemias, doenças cardiovasculares, câncer, distúrbios respiratórios (entre eles, apneia do sono), colelitíase, esteatose hepática e afecções osteoarticulares que pareciam ser exclusivas da população adulta (STETTLER, 2000; VISSCHER; SEIDELL, 2001; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995). No entanto, com o aumento da prevalência de excesso de peso (tanto sobrepeso como obesidade) em crianças e adolescentes, passou-se a observar complicações nesses grupos. O Quadro 1 ilustra estudos sobre a prevalência de obesidade entre adolescentes brasileiros.

**Quadro 1-** Prevalência de obesidade e excesso de peso em adolescentes brasileiros.

Local	Tamanho Amostral	Idade (anos)	Prevalência (%)		Estudo
			Meninos	Meninas	
Brasil	18084 meninos 17326 meninas	10-19	5,9	4	IBGE, 2010
Brasil- dados do PROESP	1157 meninos 1039 meninas	11-14	5,5	6	FLORES <i>et al.</i> , 2013
Santa Catarina- zona urbana	2044 meninos 2984 meninas	15-19	12,7*	7,9*	SILVA <i>et al.</i> , 2008
Santa Maria (RS)- zona urbana	2044 meninos 2984 meninas	15-19	32,3*	13,5*	CUREAU <i>et al.</i> , 2012
Porto Alegre (RS)- zona urbana	102 meninos 98 meninas	12-19	7,9	4,6	RODRIGUES, 2005

\*excesso de peso

Na Europa, as prevalências também são altas. Na República Tcheca, um quarto dos meninos e 12% das meninas têm excesso de peso (SIGMUND *et al.*, 2015). Na Alemanha, a obesidade acomete 9,6% dos meninos e 10,3% das meninas entre 11 e 17 anos (BRETTSCHEIDERA *et al.*, 2015). Nos Estados Unidos, o último levantamento realizado por Ogden *et al.*, (2016) mostrou que um quinto (20,6%) dos adolescentes são obesos.

O diagnóstico da obesidade é geralmente feito através do índice de massa corporal (IMC) que é o resultado da massa corporal (em kg) dividido pela estatura (em metros) ao quadrado. Quando o IMC é igual ou superior ao percentil 97 para a idade, o adolescente é considerado obeso (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). Outra maneira de diagnosticar é através do percentual de gordura corporal, considerando-se obesos os meninos com gordura superior a 25%, e as meninas superior a 32% (LOHMAN, 1987).

O dual x-ray absorciometry ou absorciometria de raios x de duplo feixe (DEXA) é um dos métodos utilizados para estimar o percentual de gordura em pesquisas (HEO *et al.*, 2014; JEDDI *et al.*, 2014; NEWTON *et al.*, 2005; PANDIT *et al.*, 2009; TAYLOR *et al.*, 2002). Originalmente, esse era um método utilizado para avaliar a densidade mineral óssea e para se detectar osteopenia e osteoporose. Com o passar dos anos, foi constatada a aplicabilidade do DEXA para avaliação da composição corporal (quantidade de massa gorda e massa magra total e por segmentos corporais). O método faz a varredura do corpo com raios X de duplo feixe tendo como princípio o pressuposto que os tecidos possuem ondas de propagação diferentes. O método não requer preparo prévio e não é invasivo, sendo considerado de radiação desprezível (equivalente a um carro se deslocando a 5km/h, ou a um dia de exposição à radiação ambiente) (IARED; SHIGUEOKA, 2010; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DENSITOMETRIA, 2009).

Devido às vantagens acima mencionadas do DEXA, discernir precisamente o tecido magro e de gordura, ele tem sido usado nas pesquisas sobre respostas termorregulatórias (CRAMER; JAY, 2014; LEITES *et al.*, 2013). Neste caso, é considerado como método para corrigir algumas variáveis de controle, como o percentual do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) por massa muscular. Ao

contrário das dobras cutâneas que dependem da habilidade do investigador para marcar os locais, pinçar as dobras e ler o plicômetro para estimar o percentual de gordura corporal, o DEXA por ser um método por imagem, apenas requer o treinamento de quem irá operá-lo, ficando os possíveis vieses dissociados do investigador, apresentando uma boa reprodutibilidade e confiabilidade (STALL *et al.*, 1995).

### 3.2 SEDENTARISMO E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

O sedentarismo está associado a 3 milhões de mortes por ano na população em geral, além de estar relacionado com o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009). No mundo, em 2013, a inatividade física custou aos sistemas de saúde cerca de 53,8 bilhões (convertendo para moeda internacional de acordo com o poder de compra) (DING *et al.*, 2016). Acredita-se que o sedentarismo seja responsável por 2 a 6% dos custos totais em saúde pública nos Estados Unidos. No Brasil, 66% dos gastos em saúde são com as doenças crônicas não transmissíveis que poderiam ser reduzidas se as pessoas realizassem atividade física (BRASIL, 2005). Em 2013, os gastos estimados com a inatividade física dos brasileiros atingiu a cifra de 4,5 milhões (DING *et al.*, 2016).

Para crianças e adolescentes norte-americanos, o *United States Department of Health and Human Services* (2008) define sedentarismo como a prática de atividade física moderada ou vigorosa inferior a 60 minutos por dia. Sabe-se que a prática de atividade física é importante para diminuir o risco relativo para obesidade desde a infância até a adolescência e que crianças fisicamente ativas apresentam cerca de 10% menos risco de desenvolverem obesidade do que aquelas sedentárias (MOORE *et al.*, 1991). Em adolescentes, também se observa que quando eles praticam atividade física regularmente, ou participam de algum grupo desportivo na escola, são menos propensos à obesidade (DOWDA *et al.*, 2001).

Na população adolescente, ainda se define sedentarismo pelo tempo gasto frente à televisão, computador e jogos eletrônicos (RAMOS; BARROS FILHO, 2003). De acordo com Hallal *et al.*, (2012), na Europa e América do Norte, estima-se que

66% dos meninos e 68% das meninas entre 13-15 anos assistam a mais de 2h de televisão por dia. Na República Tcheca (SIGMUND *et al.*, 2015), esses valores são ainda mais altos: 89% e 77% respectivamente. Na cidade de Piracicaba (ENES; LUCCHINI, 2016), foi observado que 55% dos adolescentes avaliados assistiam a mais de 2h de televisão por dia, indicando que um dos fatores que pode contribuir para um estilo de vida sedentário é a disponibilidade de tecnologia, em combinação com a falta de segurança e a redução dos espaços livres nos centros urbanos (LAZZOLI *et al.*, 1998).

Com relação ao gênero, Hallal *et al.*, (2012), em uma metanálise, mostraram que meninas são mais sedentárias do que os meninos. Do levantamento em 105 países, em 100 (95%) as meninas não atingiram a recomendação de 60 minutos de atividade física por dia. Em meninos, isso foi um pouco menos alarmante: em 56 (53%) países os meninos não atingiram esse critério, resultando em uma média de 80% a prevalência de sedentarismo entre adolescentes de 13-15 anos. Na cidade de Recife, o comportamento é similar. As meninas mostraram maior prevalência de sedentarismo e assistiam a mais horas de televisão por dia (LIPPO *et al.*, 2010). O Quadro 2 ilustra a maior prevalência de sedentarismo entre as meninas na população jovem em três cidades brasileiras. No estudo de Santos *et al.* (2010), as meninas relataram como maior barreira para a prática de atividade física a preguiça. Acredita-se que isso ocorra pela praticidade de entretenimento através de atividades de lazer associadas a eletroeletrônicos.

**Quadro 2-** Prevalência de sedentarismo na população jovem brasileira.

Local	Tamanho amostral	Idade (anos)	Prevalência (%)		Critério adotado	Estudo
			Meninos	Meninas		
Niterói, RJ	325	14-15	85	94	Escore <3 no PAQ-C	SILVA; MALINA, 2000
Pelotas, RS	4325	14-15	38,4	65,5	≤300 minutos atividade física semanal	DUMITH <i>et al.</i> , 2010
Curitiba, PR	1609	14-18	78	91	≤ 60 minutos de atividade física por dia	SANTOS <i>et al.</i> , 2010



### 3.3. EFEITO DO CALOR AMBIENTAL NO DESEMPENHO

Durante a prática de atividade física existe aumento do calor metabólico produzido pelos músculos. Se a atividade física for no calor, existe aumento da chance de superaquecimento corporal por causa da pressão de vapor d'água e da baixa corrente de ar circulante que limita o transporte do excesso de calor da temperatura central para a superfície corporal (STACHENFELD, 2014). Ciclistas que pedalarão em câmara ambiental, simulando 40 km, em diferentes temperaturas (17°C, 22°C, 27°C e 32°C), atingiram maior  $T_{re}$  quando submetidos aos 32°C (PEIFFER; ABBISS, 2011). Já em atletas de *endurance* foi documentado que corredores jovens (28 anos) e de meia idade (54 anos), ao se exercitarem no calor (temperatura do ar igual a 40°C) em esteira rolante, tiveram menor desempenho quando comparados os resultados aos da sessão em temperatura termoneutra (20°C) (DE PAULA VIVEIROS *et al.*, 2012).

Esses dados comprovam que o desempenho fica prejudicado quando a prática esportiva é realizada em temperaturas mais altas. A explicação para a queda de desempenho é dada através de aspectos fisiológicos dos sistemas cardiovascular, respiratório, muscular e pele. A temperatura corporal advém do somatório da  $T_{pele}$  que representa 20% e da temperatura central, avaliada principalmente por medida retal ou esofágica que representa os 80% restantes (INBAR *et al.*, 2004).

A  $T_{re}$  é uma das maneiras mais simples de se observar o aumento da temperatura central de sujeitos durante o exercício no calor. Usualmente, ela é aferida com o auxílio de um termômetro retal que é inserido no ânus a uma distância de 10-12 cm do esfíncter anal (LEITES *et al.*, 2013; SEHL *et al.*, 2012). Cada grau de aumento na temperatura central é responsável por 70-90% do desvio do fluxo sanguíneo para a pele, gerando transpiração (NADEL, 1979). Desta forma, em condições quentes de temperatura, o balanço do fluxo sanguíneo da pele acontece de acordo com a quantidade de evaporação de suor para resfriá-la (NYBO; RASMUSSEN; SAWKA, 2014).

Até pouco tempo, se considerava o aumento da temperatura central como sendo o mecanismo chave da piora do desempenho ou da exaustão por calor, pois afetava o sistema nervoso central e conseqüentemente a parte motora (NIELSEN *et al.*, 1990) e se tinha a temperatura de 40°C como sendo crítica. Entretanto, um estudo (ELY *et al.*, 2009) mostrou que corredores conseguem manter sua velocidade mesmo com a temperatura central alta (~40°C), indicando que a  $T_{pele}$  (média de 34,3°C neste estudo) contribui para perda de calor para o ambiente com o aumento do fluxo sanguíneo. Assim, a relação temperatura central (seja ela medida através da  $T_{re}$  ou esofágica) e  $T_{pele}$  é o que melhor responde à queda de desempenho ou superaquecimento em corredores (ELY *et al.*, 2009). Já foi observado que o aumento na  $T_{pele}$  se associa à queda de desempenho em testes de contra-relógio. Ciclistas treinados e desidratados a 4% tiveram uma queda de 1,7% para cada grau de elevação na  $T_{pele}$  (29-36°C), enquanto a temperatura central permaneceu sempre a mesma, 39°C (KENEFICK *et al.*, 2010). Cheuvront *et al.*, (2010) atribuem a queda de desempenho aeróbio à temperatura da pele que ocasiona a diminuição do  $VO_{2pico}$ .

No sistema cardiovascular, uma modificação, quando o corpo apresenta aumento da temperatura central, é o desvio do fluxo sanguíneo para pele visando à dissipação do calor metabólico produzido. Com isto, existe uma diminuição no volume de ejeção, conseqüentemente para manter o débito cardíaco, causando um aumento da FC. A diminuição do volume de ejeção faz com que menor quantidade de sangue chegue à musculatura e assim limite o transporte de oxigênio, antecipando o metabolismo anaeróbio e levando à fadiga. Ainda, a hipertermia induz mudanças na contração muscular que podem ser atribuídas ao aquecimento muscular (NYBO; RASMUSSEN; SAWKA, 2014), havendo um prejuízo no desempenho físico (GONZÁLEZ-ALONSO; CALBET, 2003).

### 3.4 MECANISMOS DE TERMORREGULAÇÃO

Termorregulação é um conjunto de respostas do organismo para manter a temperatura corporal quando ele é exposto a condições térmicas de frio ou calor (WILMORE; COSTILL 2001). Para que ocorra a regulação da temperatura corporal,

deve existir um equilíbrio entre o ganho de calor (proveniente do metabolismo e do ambiente) e da perda de calor (através da condução, radiação, convecção e evaporação). Durante o exercício, a produção de calor decorrente da contração muscular aumenta consideravelmente repercutindo no aumento da temperatura corporal. Se o exercício for intenso e/ou prolongado, a produção de calor aumenta mais significativamente (20-25%), e caso não haja mecanismos para a eliminação do calor, a temperatura corporal pode se elevar em até 1°C a cada 5 minutos de exercício. Então, para que o corpo elimine o calor extra produzido, existem mecanismos como a evaporação do suor secretado na pele (GARRET; KIRKENDALL, 2000).

Além da evaporação, o organismo pode dissipar (ou absorver) calor através de outros três mecanismos: condução, radiação e convecção (ATHA, 2013). A condução é a transferência por contato direto de superfícies que pode ser sólida, líquida ou gasosa. Através do contato direto, existe a troca de calor entre as moléculas do objeto mais quente para o mais frio. A radiação consiste na absorção do calor através dos raios infravermelhos, no caso do sol ou da emissão de calor de aquecedores domésticos. A convecção é a dissipação do calor através dos movimentos da corrente de ar, como o uso de ventiladores (HOWE; BODEN, 2007).

Em temperaturas ambientais mais baixas do que a temperatura da pele, o organismo tende a eliminar o calor através de radiação, convecção e condução. Já durante o exercício físico, à medida que a temperatura corporal aumenta, o suor é produzido para ser evaporado podendo, de acordo com a situação, contribuir em até 98% da perda total de calor (CORIS; RAMIREZ; VAN DURME, 2004). Altas temperaturas ambientais dificultam a troca de calor do ar e da pele por condução devido ao baixo gradiente de temperatura. Por sua vez, a alta umidade reduz a eficácia da liberação do suor devido à pressão de vapor no ar e a falta de vento implica baixa movimentação das moléculas de ar que ajudariam no mecanismo de convecção. Por fim, o exercício sob o sol aumenta a absorção de calor por radiação (NICHOLS, 2014).

### 3.5 SUOR E TAXA DE SUDORESE

Para que não haja superaquecimento corporal durante o exercício no calor, um dos mecanismos que o corpo humano utiliza é a produção de suor. O suor é um ultrafiltrado do plasma sintetizado no ducto secretor das glândulas sudoríparas e sua composição depende da taxa de sudorese, grau de hidratação, alimentação, entre outros aspectos (SATO; SATO, 1987; SATO, 1977). Em média, um litro de suor contém aproximadamente 3 g de cloreto de sódio (NaCl), sendo o sódio o eletrólito de maior perda no suor (MEYER *et al.*, 1992).

Pré-púberes produzem uma quantidade menor de suor do que os púberes e adultos (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992). Isso pode ser devido a mecanismos sudoríparos periféricos subdesenvolvidos (GOMES; CARNEIRO-JÚNIOR; MARINS, 2013), fazendo com que o suor também seja mais hipotônico. Assim, crianças e pré-púberes perdem menos eletrólitos do que púberes e adultos durante a transpiração (MEYER *et al.*, 1992).

Em crianças e adolescentes, as respostas sudoríparas ainda podem estar imaturas, fazendo com que a participação da dissipação de calor através da convecção seja relativamente maior do que em adultos. Contudo, a diferença não está apenas nesse aspecto quando se compara crianças e adultos. Crianças apresentam glândulas sudoríparas menores e maior superfície corporal, produzindo menor volume de suor e dificultando a liberação de calor através deste mecanismo. Meninos pré-púberes produzem metade a dois terços da quantidade de suor dos homens (LEITES *et al.*, 2016; MEYER *et al.*, 1992). Apesar de terem uma densidade maior de glândulas sudoríparas ativadas pelo calor, a taxa de sudorese ainda é menor, pois crianças produzem gotas maiores, que, todavia, ocupam menor área corporal, dificultando uma vez mais a eliminação do calor (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992).

Porém, com a maturação sexual e com o crescimento físico, existe um aumento da habilidade das glândulas sudoríparas. A densidade de glândulas sudoríparas ativadas pelo calor diminui; existe hipertrofia das glândulas e aumento na produção de suor por glândula, conseqüentemente liberando maior quantidade de calor para o ambiente em forma de transpiração (GOMES; CARNEIRO-JÚNIOR; MARINS, 2013). Além disso, existe maior produção de hormônios androgênicos, como a testosterona que pode estar associada à produção de um volume maior de suor do que o encontrado em pré-púberes (INOUE; KUWAHARA; ARAKI, 2004). Em meninas, já foi observado que independente do nível de atividade física, a maturação sexual é responsável por gotas de suor maiores nas púberes do que nas pré-púberes, o que pode refletir em um maior volume de suor (WILK *et al.*, 2013).

### 3.6 FATORES INDIVIDUAIS QUE AFETAM A TERMORREGULAÇÃO

#### 3.6.1 Sexo

Acredita-se que mulheres sejam menos tolerantes ao calor quando comparadas aos homens (GAGNON; KENNY, 2012b) já que, usualmente, elas apresentam maior percentual de gordura corporal. Além disso, existe a crença de que mulheres produzam quantidade menor de suor do que homens, dificultando a dissipação do calor. Contudo, quando se exercitaram em uma mesma carga de produção de calor ( $<250\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ), homens e mulheres se comportaram de forma semelhante na produção de suor e dissipação de calor (GAGNON; KENNY, 2012a). Entretanto, em um esforço acima de  $300\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  ou acima de  $50\%\text{VO}_{2\text{pico}}$ , homens apresentaram maior volume de suor e dissiparam maior quantidade de calor do que mulheres, sugerindo uma melhor eficiência termorregulatória dos homens em esforços mais intensos (GAGNON; KENNY, 2011, 2012a). Esta diferença na termossensibilidade pode ser atribuída a alguns aspectos como informação termoaférente dos termorreceptores periféricos, atividade neural termoaférente, resposta termofetora dada uma atividade termoaférente ou uma combinação delas (GAGNON; KENNY, 2012b). Assim, acredita-se que mulheres possam estar em maior risco de hipertermia ao se exercitarem em cargas mais intensas no calor.

Outro aspecto a considerar é o ciclo menstrual, pois ele altera a temperatura corporal no repouso. Na fase lútea, por exemplo, a temperatura corporal de repouso se eleva em 0,3 a 0,5°C. Um estudo (HAYASHI; KAWASHIMA; SUZUKI, 2012) mostrou maior taxa de sudorese e vasodilatação cutânea em mulheres que se exercitaram na fase lútea quando comparadas à fase folicular do ciclo. Além disso, houve aumento do volume minuto e volume corrente das participantes na fase lútea (HAYASHI; KAWASHIMA; SUZUKI, 2012). Entretanto, Lacerda *et al.*, (2013) avaliaram 8 mulheres que pedalarão no calor até a exaustão tanto na fase folicular, como na lútea do ciclo menstrual e não encontraram diferenças na taxa de sudorese. Kenny *et al.*,(2008) mostraram não existir diferença no aumento da temperatura corporal no pós-exercício nas diferentes fases do ciclo. Assim, é questionável quão importante é o controle do ciclo menstrual em estudos com exercício físico e termorregulação.

Em adolescentes, ainda se desconhece se existem respostas termorregulatórias distintas relacionadas ao sexo. Acredita-se que adolescentes púberes, tanto meninos como meninas, tenham o mesmo comportamento dos adultos, sendo os meninos mais eficientes para dissipação do calor do que as meninas e produzindo maior volume de suor em intensidades de exercício mais elevadas, fazendo com que elas apresentem menor tolerância ao exercício no calor.

### 3.6.2 Faixa Etária

A idade do indivíduo pode determinar algumas alterações do sistema termorregulatório. Entretanto, a influência desta variável ainda não está elucidada. Acreditava-se que crianças estariam mais suscetíveis à hipertermia visto que possuem uma menor taxa de sudorese e uma temperatura central mais alta do que adolescentes e adultos (BAR-OR; ROWLAND, 2004). Isso poderia ocorrer, como nos relatos do item 4.5, devido à imaturidade das glândulas sudoríparas que vai desaparecendo durante a puberdade (SHIBASAKI *et al.*, 1997). Já foi observado que independente do nível de atividade física, as meninas púberes apresentam maiores gotas de suor do que as pré-púberes, o que pode refletir em um maior volume de suor (WILK *et al.*, 2013). Em meninos, os pré-púberes produzem metade do suor

que homens (MEYER *et al.*, 1992), apesar de terem uma densidade maior de glândulas sudoríparas ativadas pelo calor. A taxa de sudorese ainda é menor, pois crianças produzem gotas maiores, todavia que ocupam menor área corporal, dificultando mais uma vez a eliminação do calor (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992). O avanço na puberdade e o crescimento físico pode aumentar a habilidade da glândula sudorípara. À medida que a pele cresce, a densidade das glândulas sudoríparas ativadas pelo calor diminui e ocorre aumento tanto no tamanho das glândulas como na produção de suor por glândula. Isto torna mais eficiente a liberação do calor para o ambiente em forma de suor (GOMES; CARNEIRO-JÚNIOR; MARINS, 2013). Também ocorre maior produção de hormônios androgênicos, como a testosterona que pode estar associada à síntese de um volume maior de suor do que o encontrado em pré-púberes (INOUE; KUWAHARA; ARAKI, 2004).

A relação ASC pela massa corporal é maior na população pediátrica, podendo ser um fator morfológico que ajude a absorver mais calor do ambiente. Crianças entre 8-9 anos apresentam uma razão ASC e massa corporal 40% maior do que nos adultos. Em crianças de seis anos, isso pode chegar a 50% (FALK; DOTAN, 2008). Apesar de apresentarem maior ASC para liberar o calor, crianças parecem depender mais do fluxo sanguíneo para a transferência do calor por convecção para a pele e conseqüentemente para o ambiente do que através da evaporação do suor (MEYER *et al.*, 1992).

Outros fatores que podem ser citados de desvantagens das crianças em relação aos adultos são a menor economia de esforço, o maior tempo para aclimatização ao calor (BINKLEY *et al.*, 2002), o maior tempo de exposição ao calor enquanto brincam (MARSHALL, 2010) e a menor capacidade de percepção de desidratação através da sede (JOY; VAN HALA; COOPER, 2009).

O estágio de maturação sexual parece também influenciar o desempenho em exercícios no calor. Drinkwater *et al.*, (1977) submeteram cinco pré-púberes e cinco universitárias a caminhada em esteira em três situações de calor (28°C e 45% de umidade relativa do ar (UR), 45°C e 65% de UR e 48°C e 10% de UR). Na temperatura mais alta (48°C), quatro das pré-púberes não conseguiram finalizar a

caminhada, apresentando  $FC > 90\%$  e estresse físico. Rivera-Brown *et al.*, (2006), por sua vez, avaliaram meninas adolescentes e mulheres, com iguais graus de atividade física e aclimatação, submetidas ao exercício no calor (cicloergômetro) e não encontraram diferença nas respostas termorregulatórias.

Ainda em relação à idade, um aspecto já verificado é que com o envelhecimento existe diminuição da taxa de sudorese (SMITH; ALEXANDER; KENNEY, 2013); homens jovens entre 20 e 30 anos transpiram mais do que aqueles com mais de 45 anos (LAROSE *et al.*, 2013b). No sexo feminino, esse comportamento se repete. Mulheres com aproximadamente 51 anos possuem menor capacidade de evaporação do calor quando comparadas com mulheres mais jovens (cerca de 24 anos) submetidas a exercício intermitente no calor (LAROSE *et al.*, 2013a). Isso pode estar associado a fatores hormonais ou mesmo à diminuição da massa muscular com a idade, produzindo menor calor metabólico durante o exercício e necessitando de menor dissipação do calor através da transpiração.

Bergeron (2015) questionou a hipótese de crianças serem menos termoeficientes e menos tolerantes ao exercício no calor quando comparadas aos adultos. Segundo o autor, a eficiência muscular não é influenciada pela maturação biológica, assim como as diferenças entre crianças e adultos para a economia de movimento desaparecem quando a intensidade relativa de exercício e as respostas cardíacas são similares. Ainda afirmou que qualquer potencial desvantagem relacionada à ASC e ao maior ganho de calor do ambiente das crianças acontece, apenas, em condições de calor intenso.

### 3.6.3 Gordura corporal

A gordura corporal atua como um isolante, dificultando a dissipação do calor. Quanto maior o percentual de gordura, maior é o risco de aquecimento corporal. O excesso de gordura também pode afetar o custo metabólico das atividades nas quais é necessário sustentar o próprio peso, produzindo maior calor metabólico (SAVASTANO *et al.*, 2009). Meninas obesas apresentaram  $T_{re}$  inicial mais alta do que meninas eutróficas quando pedalarão no calor (LEITES *et al.*, 2013). Em



meninos obesos, a  $T_{re}$  foi mais alta do que nos eutróficos durante o exercício no calor (DOUGHERTY; CHOW; KENNEY, 2010). Em adultos, porém, as respostas parecem inconsistentes. Quando pareados pela aptidão cardiorrespiratória, não ocorreu efeito da adiposidade sobre a temperatura corporal e dissipação de calor em homens que pedalarão durante 1h no calor (30°C e 40% UR). Ainda em mulheres obesas e não obesas (~43% vs 26% gordura corporal) que pedalarão em uma carga fixa de produção de calor (300W), a resposta da temperatura corporal foi similar (ADAMS *et al.*, 2015), mostrando que a adiposidade talvez não seja um agravante durante a prática de exercícios por adultos no calor.

Outra característica dos obesos é que eles apresentam maior ASC total e maior número absoluto de glândulas sudoríparas (HAVENITH; VAN MIDDENDORP, 1990). Essas características podem ser responsáveis para que obesos adultos tenham maior taxa absoluta de sudorese, mesmo corrigida pela ASC (EIJSSVOGELS *et al.*, 2013). Em pré-púberes, isto parece não ocorrer. Dougherty *et al.*, (2010) analisaram a caminhada em esteira rolante de meninos obesos e não obesos e verificaram que os primeiros tiveram taxa de sudorese semelhante aos seus pares eutróficos. Quando os dados foram ajustados pela ASC, os pré-púberes obesos apresentaram uma menor taxa de sudorese. Desta forma, sugere-se que quando possível se ajuste a taxa de sudorese para a ASC, fazendo com que as comparações entre indivíduos obesos e eutróficos sejam mais fidedignas.

#### 3.6.4 Aclimatização ao calor

A aclimatização pode ser definida como modificações adaptativas que aprimoram a tolerância ao calor em ambientes externos. Quando essa adaptação é feita em laboratório, dá-se o nome de aclimatação. Enquanto uma pessoa não atleta necessita de exposições de no mínimo 1h, podendo chegar à 4h de exposição ao calor durante 10-14 dias para se aclimatizar (NICHOLS, 2014), os atletas necessitam da mesma exposição, porém durante um período menor: 6 a 10 dias (RACINAIS *et al.*, 2015). Entre as principais adaptações decorrentes da aclimatização estão o aumento do volume plasmático, início precoce da sudorese, redução da perda de sódio no suor, redução da FC, atenuação da temperatura central e da  $T_{pele}$ . Nas respostas perceptivas, observa-se aumento da capacidade de trabalho, diminuição

da fadiga (BINKLEY *et al.*, 2002) e melhora do conforto térmico (RACINAIS *et al.*, 2015) quando comparados aos não aclimatizados. Sujeitos aclimatizados ao calor possuem incremento no volume de oxigênio ( $VO_2$ ), potência, limiar de lactato e desempenho em testes de contra-relógio (percorrer determinada distância no menor tempo possível) (LORENZO *et al.*, 2010). Com um período curto de aclimação de cinco dias, atletas altamente condicionados já apresentam diminuição da FC e  $T_{re}$  (GARRETT *et al.*, 2012). Deste modo, a aclimatização ou aclimação são recomendadas para aqueles indivíduos que venham a se exercitar em condições de calor, umidade e pouca ventilação (REILLY; DRUST; GREGSON, 2006).

### 3.6.5 Aptidão cardiorrespiratória

Quanto maior for o  $VO_{2máx}$  ou  $VO_{2pico}$  de um indivíduo, ou seja quanto maior a sua potência aeróbica ou aptidão cardiorrespiratória, maior será sua tolerância ao exercício no calor (BINKLEY *et al.*, 2002). Adultos treinados submetidos ao exercício físico a  $36^{\circ}C$  e a 80% do  $VO_{2pico}$  apresentaram menor aumento da temperatura retal do que aqueles não treinados (MORA-RODRIGUEZ *et al.*, 2007). Mulheres treinadas apresentaram maior taxa de sudorese e fluxo sanguíneo cutâneo (aferida através de termografia infravermelha) do que as destreinadas. Assim, pressupõe-se que homens e mulheres treinados são capazes de dissipar melhor o calor produzido durante o exercício (FORMENTI *et al.*, 2013; MORA-RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Quando a população é adolescente, o treinamento é responsável pela diminuição da  $T_{re}$ , FC (INBAR *et al.*, 1981) e pelo aumento da taxa de sudorese (FALK; DOTAN, 2008) sob condições climáticas de calor. Assim preconiza-se que adolescentes pratiquem atividades físicas frequentemente.

### 3.6.6 Balanço hídrico corporal

Outro risco decorrente da prática de exercício no calor é a desidratação. A desidratação corporal causa as seguintes respostas cuja severidade aumenta de acordo com o grau do déficit hídrico: aumento da temperatura central e da pele (CHEUVRONT *et al.*, 2010), aumento da FC, maior esforço cardíaco para desviar o sangue para a pele com o intuito de eliminar o calor (CHEUVRONT; CARTER; SAWKA, 2003), perda de força muscular (JUDELSON *et al.*, 2007), prejuízo da

função cognitiva (BAR-DAVID; URKIN; KOZMINSKY, 2005), diminuição do desempenho aeróbio (KENEFICK *et al.*, 2010), maior risco de câibras, cefaleia, náuseas e vômitos (BINKLEY *et al.*, 2002). Em meninos adolescentes, mesmo com 2% de desidratação, já foi observado menor tempo de desempenho em cicloergômetro (WILK *et al.*, 2014) e prejuízo na habilidade óculo-manual (acertos de cestas) em meninos de 12-15 anos jogadores de basquete (DOUGHERTY *et al.*, 2006). Entretanto, quando ciclistas adultos bem treinados foram desidratados até 3%, não foi observado prejuízo no tempo de desempenho de contra-relógio de 25 km comparado a 2% de desidratação ou euidratação (WALL *et al.*, 2013). Cabe ressaltar que eram atletas e que, possivelmente, as respostas difeririam se o teste fosse conduzido com não atletas.

Diante do exposto, verifica-se que o balanço hídrico é fundamental quando a prática do exercício é realizada no calor. Um indivíduo euidratado tende a reproduzir desempenho compatível ao seu habitual mesmo sob altas temperaturas ambientais e tende a estar menos propenso a desenvolver um quadro de hipertermia.

### 3.7 RESPOSTAS PERCEPTIVAS AO EXERCÍCIO NO CALOR

Jovens obesos referiram 1,5 a 2 pontos a mais na escala perceptiva de esforço de Borg quando submetidos a 70 minutos (três períodos de 20 minutos com 5 de intervalo entre eles alternando cicloergômetro e esteira rolante) de exercício no calor (38°C e 50% UR) a 30% do  $VO_{2\text{pico}}$  (DOUGHERTY; CHOW; KENNEY, 2009). Corroboram-se, dessa forma, os dados de Marinov *et al.*, (2002) que estudaram crianças e adolescentes (6-17 anos) e observaram que os obesos referiram um ponto a mais do que os eutróficos na escala perceptiva de Borg quando testados em esteira rolante. Visto que existe essa diferença para o IPE, torna-se possível questionar se indivíduos obesos possuem maior irritabilidade do que indivíduos eutróficos, pois o exercício no calor, além de promover desgaste físico, pode provocar um desgaste psicológico. Ao contrário dessa suposição, Leites *et al.*, (2013) verificaram que, pedalando no calor, o grupo de meninas eutróficas se mostrou mais irritado do que o de obesas, mostrando que a suposição de que obesos se irrite mais durante o exercício no calor talvez seja inválida.

O conforto térmico pode ser definido como uma condição mental que expressa satisfação com a temperatura do ambiente (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, 2004 apud MAZON, 2013). Ele é alcançado quando existe um balanço entre o fluxo de calor que sai e entra no organismo e quando a temperatura da pele e a taxa de sudorese estão sendo eficientes nessas trocas (FANGER, 1972 apud MAZON, 2013). Para avaliação do conforto térmico, podem ser utilizadas escalas como a de ARENS; ZHANG; HUIZENGA (2006). Conforme já relatado, poucos estudos avaliaram as respostas perceptivas em adolescentes. Sehl *et al.* (2012) verificaram menor conforto térmico em púberes obesos quando submetidos ao exercício no calor. Nas meninas, isso ainda é mais escasso. Não houve diferença no conforto térmico e irritabilidade em meninas eutróficas pré e pós-menarca submetidas ao exercício no frio e em temperatura termoneutra (KLENTROU *et al.*, 2004). No calor, ainda não foi avaliado o conforto térmico em meninas púberes; em pré-púberes (LEITES *et al.*, 2013) verificou-se que não existe diferença no conforto térmico. Desta forma, aconselha-se que futuros estudos incluam o conforto térmico em seus protocolos.

### 3.8 ASPECTOS TERMORREGULATÓRIOS DE ACORDO COM O PARÂMETRO ADOTADO PARA EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO.

Além da variabilidade individual, as respostas termorregulatórias também variam de acordo com a intensidade de exercício que a pesquisa se propõe a utilizar. Essa intensidade, geralmente, é determinada por um % do  $VO_{2máx}$ . Assim, um método comum quando se estuda diferenças termorregulatórias entre grupos é testá-los sob a mesma carga de % de  $VO_{2máx}$  ou  $VO_{2pico}$ . Este método pode ser limitado visto que, usualmente, as diferenças nas variáveis termorregulatórias encontradas em estudos com grupos que se exercitam em uma carga fixa de  $VO_2$  acontecem pela maior produção de calor metabólico por um dos grupos (COOMBS; STAMATAKIS; JAY, 2015; CRAMER; JAY, 2014, 2015; DERVIS *et al.*, 2016).

Entretanto, quando a carga é fixada na produção de calor metabólico por massa corporal ( $W \cdot kg^{-1}$ ), as diferenças desaparecem. Isso foi observado por Leites *et al.*, (2016) quando meninos e homens pedalarão a  $\sim 6 W \cdot kg^{-1}$ . Os resultados para as respostas termorregulatórias e perceptivas entre os grupos foram similares.

Todavia, na sessão em que os homens foram colocados a uma carga fixa absoluta de 233 watts, equivalente aos  $6 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  dos meninos, eles pedalarão em um % de  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  mais baixo. Diante desses achados, novos estudos conduzidos em laboratório têm buscado equalizar as diferenças de composição e tamanho corporal, além da aptidão cardiorrespiratória através da prescrição do exercício sob a forma de produção de calor metabólico por massa corporal.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter transversal e comparativo entre 4 grupos de meninas adolescentes que diferiam em relação à adiposidade (obesas e eutróficas) e à aptidão cardiorrespiratória (alta (*fit*) e baixa (*unfit*)).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) seguindo as normas da Resolução 466/12 para pesquisa em seres humanos, em 26 de fevereiro de 2015 sob o parecer número 965.070. Um dos pais ou responsável da menina assinou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1) e cada menina também assinou o termo de assentimento (Apêndice 2) concordando em participar do estudo.

Para o cálculo do tamanho amostral foi utilizado o software G Power 3. Considerando os 4 grupos, 12 medidas repetidas, tamanho de efeito de 0,2, alfa 0,05 e um beta de 0,80, resultou-se a necessidade de 32 meninas, ou seja, 8 para cada grupo.

Foram incluídas meninas púberes com excesso (> 34%) e sem excesso ( $\leq 32\%$ ) de gordura corporal (LOHMAN 1987), com alta ( $VO_{2\text{pico}} \geq 69 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{massamuscular}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , grupo *fit*) e com baixa ( $VO_{2\text{pico}} < 64 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{massamuscular}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , grupo *unfit*) aptidão cardiorrespiratória. O ponto de corte do valor do  $VO_{2\text{pico}}$  para o grupo *unfit* e *fit* foi estabelecido através da distribuição da amostra na curva de Gauss, considerando -0,25 e +0,25 desvios padrão (DP) respectivamente. Desta forma, assegurou-se uma diferença média de aproximadamente  $20 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{massamuscular}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  entre os grupos.

O recrutamento foi feito por meio de cartaz informativo (Apêndice 3) publicado em redes sociais e divulgação pela pesquisadora nas escolas próximas à escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da UFRGS em Porto Alegre. Os dados foram coletados no Laboratório de Pesquisa e Exercício (LAPEX) da ESEFID (carta de anuência - Anexo 1) entre os meses de março de 2015 e maio de 2016.

O estudo consistiu em uma sessão para avaliação da composição corporal pelo método de DEXA e 3 visitas ao LAPEX (uma preliminar e duas experimentais) que ocorreram em um intervalo de no mínimo 48h e no máximo 7 dias em um mesmo turno do dia conforme a disponibilidade das meninas.

### Sessão de Avaliação da Composição Corporal

A composição corporal foi verificada por meio da utilização de DEXA (Lunar GE Pencil Bin, SmartScan pediatric program, v. 4.7c; GE Medical Systems Luna, Kouterveldstraat, Diegem, Bélgica) em clínica (SRC - Serviço de Radiologia Clínica em Porto Alegre) mediante agendamento. O equipamento foi previamente calibrado, conforme padrão fornecido pelo fabricante, e todas as meninas foram avaliadas por um mesmo técnico.

A avaliação da composição corporal teve como propósito estimar o percentual de gordura corporal para a divisão dos grupos (obesas e eutróficas) e estimar a massa muscular total para determinar o  $VO_{2\text{pico}}$  ajustado para essa variável.

### Sessão Preliminar

Na sessão preliminar foram avaliadas a massa corporal (balança digital *G-tech*, acurácia de 50g, modelo *Glass 3 Control*, Guandong, China) e a estatura (estadiômetro da marca Filizola, São Paulo, Brasil). Com estes parâmetros calculou-se o IMC e a ASC (DU BOIS; DU BOIS, 1989). Foi avaliada a maturação sexual através da autoavaliação utilizando as pranchas de Tanner (1962) que foram adaptadas pelo Ministério da Saúde do Brasil (BRASIL, 2010) para o formato de figuras (Anexo 2).

Para estimar a aptidão cardiorrespiratória através do  $VO_{2\text{pico}}$ , foi realizado um teste de exercício progressivo em condições termoneutras ( $\sim 24^{\circ}\text{C}$  e 50% UR) em cicloergômetro (marca *Ergo Fit*, modelo 167 - Toledo- Espanha). O protocolo utilizado foi o McMaster (BAR-OR; ROWLAND, 2004), iniciando com a carga de 25W, incrementando 25W a cada 2 minutos em uma velocidade entre 60 e 80 rotações por minuto. Para medição do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) utilizou-se um

circuito aberto de calorimetria indireta (analisador de  $O_2$  e  $VO_2$  da *Inbramed*, modelo VO2000- Porto Alegre - Brasil), considerando o maior valor do  $VO_2$  atingido como o resultado do  $VO_{2\text{pico}}$ . Devido à maior massa corporal total dos obesos que reflete um maior valor absoluto de  $VO_{2\text{pico}}$  comparado ao dos indivíduos eutróficos, o  $VO_{2\text{pico}}$  foi corrigido pela massa corporal total e pela massa muscular total (BAKER; DAVIES, 2006; DENCKER *et al.*, 2010).

### Sessões Experimentais

Após a sessão preliminar, foram conduzidas duas sessões experimentais de exercício no calor que se diferenciaram apenas na maneira de se estabelecer a meta de intensidade do exercício. Na primeira, as meninas pedalarão em um determinado percentual do  $VO_{2\text{pico}}$  correspondente a ~ 45 % (Sessão % $VO_{2\text{pico}}$ ) e na segunda, fixou-se uma carga de produção de calor metabólico (Sessão PCM) correspondente a ~4,5  $W \cdot kg^{-1}$  baseada nas equações descritas por Nishi em capítulo do livro de Cena (1981). A PCM vem sendo utilizada em recentes protocolos de estudos Dervis *et al.*, (2016) e Leites *et al.*, (2016) com o intuito de submeter os indivíduos à mesma carga de PCM, visto que quando a prescrição é feita pelo percentual de  $VO_{2\text{pico}}$  ou por uma carga absoluta ( $W$ ), um dos grupos (seja a divisão por aptidão cardiorrespiratória (JAY *et al.*, 2011), adiposidade (DERVIS *et al.*, 2016) ou estado nutricional (LIMBAUGH *et al.*, 2013)) produz mais calor metabólico do que o outro, fazendo com que surjam diferenças nas respostas termorregulatórias que usualmente desaparecem na prescrição por PCM ajustada para massa corporal total ( $W \cdot kg^{-1}$ ) ou massa muscular total ( $W \cdot kg^{-1} \cdot \text{massamuscular}^{-1}$ ).

As sessões experimentais foram realizadas em condição climática pré-programada de calor de 36°C e 40% UR, dentro de uma câmara ambiental (Russel Technical Products - Holanda, com dimensões de 3,63m largura x 2,39m de altura x 3,81m profundidade). A temperatura de 36°C foi escolhida para simular as condições ambientais do verão na região (LEITES *et al.*, 2013; SEHL *et al.*, 2012).

Os procedimentos iniciavam antes da entrada na câmara ambiental. Primeiro, a menina urinava para esvaziar a bexiga. Em seguida, era feita a aferição da massa corporal (balança digital *G-tech*, precisão de 50g, modelo *Glass 3 Control* -



Guandong-China), colocação dos termômetros de pele e retal, do monitor de FC (*Polar Electro Oy*, modelo S610, Finlândia) e o registro das variáveis da linha de base.

Para aferição da  $T_{re}$  foi utilizado um termômetro retal flexível da marca *Physitemp Instruments, Inc.* (modelo *Ret-1* de Clifton, Nova Jersey, EUA) cujo valor era obtido ao ser conectado a um display digital (*Physitemp Instruments, Inc.* modelo *TH-5 thermalet* de Clifton, Nova Jersey, EUA). Esse tinha uma capa descartável e era inserido a 10-12 cm além do esfíncter anal. A temperatura da pele ( $T_{pele}$ ) foi obtida através de termômetros de pele (*Physitemp Instruments, Inc.*, modelo *SST-1, Clifton*, Nova Jersey, EUA) que foram fixados na região do tríceps, peitoral, escápula e quadríceps e também conectados ao mesmo display digital do termômetro retal (*Physitemp Instruments, Inc.*, modelo *switchbox SBT-5* e *TH-5 Thermalet, Clifton*, Nova Jersey, EUA).

A sessão de exercício consistiu em dois períodos de 25 minutos em cicloergômetro com um intervalo de 10 minutos entre eles, com a respectiva meta de intensidade ( $\%VO_{2pico}$  ou PCM). O exercício no cicloergômetro foi escolhido ao invés da esteira rolante por não ter o deslocamento corporal que poderia dificultar a execução do exercício (LEMURA; VON DUVILLARD; TARANTO, 2006), especialmente pelas meninas obesas, já que o protocolo de exercício durava 50 minutos. Para o monitoramento da intensidade do exercício (tanto na Sessão  $\%VO_{2pico}$  quanto na Sessão PCM) foi usada a calorimetria indireta (analisador de  $O_2$  e  $VO_2$  da *Inbramed*, modelo VO2000- Porto Alegre - Brasil) durante, pelo menos, 10 minutos na metade de cada período de 25 minutos de exercício. As meninas foram monitoradas durante o período de 30 minutos de recuperação dentro da câmara ambiental.

A escolha da intensidade de 45% do  $VO_{2pico}$  para a primeira sessão experimental foi baseada em dois estudos prévios: um realizado com meninas pré-púberes (LEITES *et al.*, 2013) e outro em meninos púberes (SEHL *et al.*, 2012) que pedalarão 30 minutos a 55% do  $VO_{2pico}$  em condição de calor similar ao do presente estudo. Nesses estudos, os obesos relataram dificuldade em completar o tempo de exercício contínuo, portanto nele optou-se por diminuir a intensidade de exercício e

estabelecer dois períodos de 25 minutos com um repouso de 10 minutos entre eles. Baseada nessa primeira sessão, a Sessão PCM a  $4,5W \cdot kg^{-1}$  foi determinada a partir do menor valor encontrado de produção de calor metabólico entre as primeiras meninas avaliadas na Sessão  $\%VO_{2pico}$ .

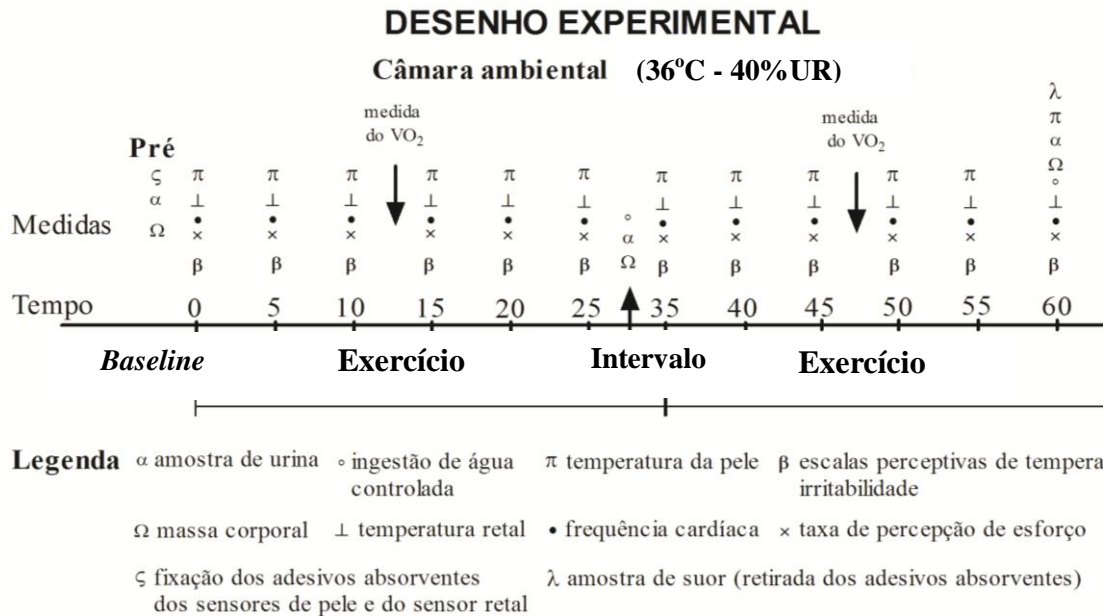
O grau de hidratação das meninas antes do exercício foi avaliado por parâmetros urinários através da obtenção de uma amostra de urina. Foi usada a coloração da urina conforme a escala de 1 a 8 de Armstrong *et al.* (1994), sendo 1 (amarelo muito claro) e 8 (marrom esverdeado) (Anexo 3) e a gravidade específica da urina por meio de refratometria (refratômetro *Atago 2722-E04*, Tokyo-Japão). Nesta avaliação, valores  $<1020$  foram considerados euhidratação e  $\geq 1020$  hipohidratação (CASA *et al.*, 2000).

Durante os primeiros 25 minutos de exercício, as meninas não ingeriram líquido, mas no intervalo de 10 minutos, elas ingeriram água em um volume (balança da marca *OHAUS* - modelo CS2000) correspondente à perda hídrica de acordo com a perda da massa corporal (balança digital *G-tech*, acurácia de 50g, modelo *Glass 3 Control*, Guandong, China) estimada usando apenas top, regata e *short* e com o corpo seco. A FC foi medida através do uso de monitor cardíaco (*Polar Electro Oy*, modelo S610, Finlândia) ao longo da sessão de exercício e da recuperação.

As meninas receberam instruções padronizadas sobre quatro escalas perceptivas que foram aplicadas durante a sessão: 1) percepção de esforço (de 6 = sem nenhum esforço até 20 = máximo esforço) (BORG, 1970) (Anexo 4); 2) sensação térmica (de 1 = muito frio até 9 = muito quente) (Anexo 5); 3) conforto térmico (de 1 = muito confortável até 6 = muito desconfortável) (Anexo 6) conforme Arens *et al.*, 2006) e 4) irritabilidade (de 1 = nada perceptível até 5 = muito forte) (Anexo 7) adaptada de Green, Schaeffer e Gilmore (1993). Tanto as variáveis termorregulatórias ( $T_{re}$ ,  $T_{pele}$ ), FC como as perceptivas foram coletadas a cada 5 minutos de exercício.

A Figura 1 sumariza os procedimentos das sessões experimentais ( $\%VO_{2pico}$  e PCM).

**Figura 1 - Procedimentos das sessões experimentais**



### Cálculos

A temperatura da pele foi calculada conforme equação descrita por DOUGHERTY *et al.*, (2010):

$$T_{pele} = (0,3 \times T_p) + (0,3 \times T_e) + (0,2 \times T_t) + (0,2 \times T_q).$$

Onde  $T_p$  é a temperatura do peito,  $T_e$ , da escápula,  $T_t$  a temperatura do braço e  $T_q$  a da coxa.

A temperatura do corpo foi calculada através da equação (HARDY; DUBOIS, 1937; INBAR *et al.*, 2004):

$$T_{corpo} = (0,8 \times T_{re}) + (0,2 \times T_{pele})$$

O volume de suor foi calculado através da diferença entre massa corporal inicial ( $MC_{inicial}$ ) e a massa corporal final ( $MC_{final}$ ) somada ao volume de água ingerido no intervalo do exercício.

$$\text{Volume de suor (ml)} = (\text{MC}_{\text{inicial}} - \text{MC}_{\text{final}}) + \text{volume água ingerido}$$

A taxa de sudorese foi calculada dividindo-se o valor encontrado para o volume de suor pelo tempo (50 minutos) de exercício:

$$\text{Taxa de sudorese} = \frac{\text{volume de suor}}{\text{tempo (50min)}}$$

### Análise Estatística

Os dados foram testados para normalidade através do teste de Shapiro- Wilk no software estatístico SPSS versão 18 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e os resultados estão descritos em média e desvios padrão (DP).

Foi realizado teste de correlação linear de Pearson para avaliar a relação entre a adiposidade e a temperatura retal média das meninas durante as sessões de exercício.

Foi utilizado Teste de T Student (amostras independentes) para comparar as médias dos grupos (obesas vs eutróficas) para as características da amostra (maturação sexual, massa, estatura, IMC, ASC, percentual de gordura corporal, circunferência da cintura, circunferência do quadril, razão cintura-quadril (RCQ), massa gorda, massa muscular total, massa muscular das pernas, massa óssea, potência aeróbia e frequência cardíaca máxima), para as variáveis de controle (%VO<sub>2pico</sub>, produção de calor metabólico, coloração da urina pré e pós, gravidade específica da urina pré e pós), para sudorese (volume de suor, volume de suor ajustado para ASC e taxa de sudorese) e balanço hídrico. Para analisar essas mesmas variáveis de acordo com a aptidão cardiorrespiratória e estado nutricional (obesas *fit*, obesas *unfit*, eutróficas *fit* e eutróficas *unfit*), foi utilizado ANOVA de um fator (grupo) e *post hoc* de Bonferroni para identificar quais grupos diferiam.

Generalized Estimating Equation (GEE) ou Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas foi utilizado para comparar os grupos (obesas *fit*, obesas *unfit*, eutróficas *fit* e eutróficas *unfit*) ao longo do tempo (T<sub>re</sub>, T<sub>pele</sub>, t<sub>corpo</sub>, FC, IPE,

irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico) e o nível de significância adotado foi um  $\alpha \leq 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Inicialmente, 53 meninas entre 11 e 16 anos aceitaram participar do estudo e 40 completaram todas as sessões. Das 13 que desistiram, 12 (10 eutróficas e 2 obesas) justificaram desconforto com os procedimentos (uso de termômetro retal) nas sessões de exercício no calor. Outra menina não respondeu aos contatos telefônicos após a sessão preliminar e 6 (1 eutrófica e 5 obesas) não foram alocadas para qualquer grupo, pois não atingiram o critério tanto de *fit* como *unfit*. Assim, a amostra foi constituída de 34 meninas: 21 obesas (12 *fit* e 9 *unfit*) e 13 eutróficas (5 *fit* e 8 *unfit*).

A Tabela 1 sumariza as características das meninas de acordo com o grupo. Os grupos diferiram na massa corporal ( $p=0,03$ ), ASC ( $p<0,01$ ), IMC ( $p=0,01$ ), circunferência da cintura ( $p<0,01$ ), circunferência do quadril ( $p<0,01$ ) percentual de gordura corporal ( $p<0,01$ ), massa gorda ( $p<0,01$ ),  $VO_{2\text{pico}}$  absoluto ( $p=0,04$ ),  $VO_{2\text{pico}}$  corrigido pela massa corporal total ( $p<0,01$ ) e também pela massa muscular total ( $p<0,01$ ).

Tabela 1- Características da Amostra

Característica	Obesas			Eutróficas			p total <sup>+</sup>	p grupo <sup>#</sup>
	Total (21)	Fit (12)	Unfit (9)	Total (13)	Fit (5)	Unfit (8)		
Tanner	4	4	4	4	4	3	0,10	0,65
Idade (anos)	13,2±1,4	13,3±1,5	13,1±1,4	13,1±1,6	13,0±1,6	13,2±1,7	0,91	0,97
Massa corporal (kg)	60,8±13,7*	58,6±12,9	63,6±15,0 <sup>β</sup>	44,1±6,5*	44,7±8,0 <sup>β</sup>	43,8±5,9 <sup>β</sup>	<0,01	0,03
Estatura (cm)	158±0,0	158±0,0	158±0,0	156±0,0	156±0,0	156±0,0	0,50	0,95
ASC (m <sup>2</sup> )	1,6±0,1*	1,5±0,1	1,6±0,2 <sup>β</sup>	1,4±0,1*	1,4±0,1	1,3±0,1 <sup>β</sup>	<0,01	0,00
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	24,3±4,7*	23,6±5,2	25,1±4,1 <sup>β</sup>	17,2±1,5*	18,1±1,0 <sup>β</sup>	17,8±1,5 <sup>β</sup>	<0,01	0,01
% de gordura corporal	40,5±5,8*	41,0±6,8 <sup>β</sup>	39,9±4,6 <sup>β</sup>	24,0±4,8*	25,1±4,6 <sup>β</sup>	23,3±5,1 <sup>β</sup>	<0,01	<0,01
Circunferência cintura (cm)	75,1±9,7*	73,7±11,3 <sup>β</sup>	76,9±7,4 <sup>β</sup>	62,5±3,5*	62,4±4,2 <sup>β</sup>	62,6±3,4 <sup>β</sup>	<0,01	<0,01
Circunferência quadril (cm)	97,7±7,2*	96,1±9,0 <sup>ς</sup>	99,7±11,8 <sup>β</sup>	83,2±6,1*	83,8±7,9 <sup>β, ς</sup>	82,8±5,3 <sup>β, ς</sup>	<0,01	<0,01
Razão cintura quadril (RCQ)	0,76±0,05	0,76±0,06	0,77±0,05	0,75±0,02	0,74±0,02	0,75±0,03	0,36	0,77
Massa gorda (kg)	23,6±8,8*	23,2±10,1 <sup>ς</sup>	24,2±7,3 <sup>β</sup>	10,0±3,2*	10,3±3,2 <sup>β, ς</sup>	9,8±3,4 <sup>β, ς</sup>	<0,01	<0,01
Massa muscular (kg)	33,3±5,8	31,8±3,8	35,5±7,4	30,9±3,4	29,9±4,3	31,5±2,8	0,18	0,18
Massa muscular pernas (kg)	11,7±2,1	11,2±1,3	12,5±2,8	10,5±1,4	9,9±1,6	11,0±1,1	0,08	0,10
Massa óssea (kg)	2,2±0,4	2,1±0,3	2,3±0,5	1,8±0,3	1,9±0,3	1,8±0,4	0,01	0,07
VO <sub>2pico</sub> (ml·min <sup>-1</sup> )	2243±456	2408±294 <sup>ε</sup>	2023±553	1935,0±347	2230±329	1750±209 <sup>ε</sup>	0,04	0,04
VO <sub>2pico</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	37,7±7,8*	42,0±6,7 <sup>Ω</sup>	31,9±5,4 <sup>Ω, φ</sup>	44,1±6,9*	50,3±4,3 <sup>Ω, φ</sup>	40,3±5,3 <sup>Ω, φ</sup>	0,02	<0,01
VO <sub>2pico</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·massamuscular <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	67,7±12,1	76,0±8,1 <sup>ς</sup>	56,6±5,8	63,2±10,2	74,5±2,9 <sup>ς</sup>	56,2±5 <sup>ς</sup>	0,27	<0,01
FC máxima (bpm)	180±13	181±13	178±16	180±12	187±7	175±12	0,48	0,98

ASC= área de superfície corporal; IMC= índice de massa corporal; FC= frequência cardíaca.

\* obesas > eutróficas; Ω fit > unfit, β obesas unfit > eutróficas fit e eutróficas unfit; ς obesas fit > eutróficas fit e eutróficas unfit; ε obesas fit > eutróficas unfit; φ obesas unfit < eutróficas fit e eutróficas unfit.

p total<sup>+</sup> =comparação de todas as meninas obesas com todas as meninas eutróficas.

p grupo<sup>#</sup> = comparação entre os grupos (obesas fit, obesas unfit, eutróficas fit, eutróficas unfit).

As variáveis de controle para manutenção da intensidade de exercício nas respectivas sessões %VO<sub>2pico</sub> e PCM são mostradas na Tabela 2. Nas respectivas sessões de exercício no calor, não houve diferença no percentual do VO<sub>2pico</sub> em que as meninas pedalaram, assim como na produção de calor metabólico. Na Sessão %VO<sub>2pico</sub>, as meninas obesas *fit* produziram mais calor absoluto (W) do que as meninas eutróficas *unfit* (313±62ml vs 232±48ml; p=0,02) enquanto que na Sessão PCM, as meninas obesas *unfit* produziram mais calor absoluto (W) do que as meninas eutróficas *unfit* (287±80ml vs 194±29ml; p=0,02) (Tabela 3).



**Tabela 2** - Valores médios e desvio padrão (DP) das variáveis de controle de exercício e de hidratação pelos parâmetros urinários nas sessões de exercício e comparação entre os grupos (obesas vs eutróficas, p total) e entre *fit* e *unfit* (p grupo)

Sessão %VO <sub>2pico</sub>								
Variável	Obesas			Eutróficas			p total <sup>+</sup>	P grupo <sup>#</sup>
	Total (21)	<i>Fit</i> (12)	<i>Unfit</i> (9)	Total (13)	<i>Fit</i> (5)	<i>Unfit</i> (8)		
VO <sub>2pico</sub> (%)	44,1±7,5	41,5±5,5	47,7±8,6	43,2±4,5	42,8±4,2	43,6±4,6	0,7	0,1
Produção de calor (W·kg <sup>-1</sup> )	5,2±1,2	5,5±1,4	4,7±0,9	5,7±1,0	6,3±0,7	5,3±1,0	0,2	0,1
Cor pré/pós	4,1±1,9/4,5±1,6	4,2±2,1/3,6±0,5	3,8±1,6/5,3±2,0	4,6±1,3/4,3±1,0	4,0±1,0/4±0,0	4,8±1,4/4,4±1,1	0,4/0,8	0,6/0,5
GEU pré/pós	1020±7/1021±7	1022±6/1018±8	1018±9/1024±6	1023±6/1018±6	1026±6/1020±0,0	1022±7/1018±7	0,4/0,5	0,5/0,7
Sessão PCM								
VO <sub>2pico</sub> (%)	37,9±6,8	34,2±4,4	45,6±5,2	35,3±7,1	32,2±9,1	38,6±4,1	0,4	0,9
Produção de calor (W·kg <sup>-1</sup> )	4,6±0,6	4,5±0,5	4,6±0,6	4,6±0,7	4,6±0,6	4,7±0,8	0,6	0,9
Cor pré/pós	4,9±1,5/4,8±1,5	4,6±1,7/4,6±1,6	5,2±1,1/5,3±1,5	4,8±1,2/5,0±1,1	5,0±1,7/5,0±1,4	4,7±1,1/5,0±1,4	0,8/0,9	0,8/0,9
GEU pré/pós	1024±7/1025±6	1024±8/1025±7	1024±6/1026±3	1022±6/1028±3	1019±10/1026±2	1023±7/1029±5	0,4/0,5	0,7/0,8

GEU: gravidade específica da urina

p total<sup>+</sup> =comparação de todas as meninas obesas com todas as meninas eutróficas.

p grupo<sup>#</sup> = comparação entre os grupos (obesas *fit*, obesas *unfit*, eutróficas *fit*, eutróficas *unfit*).

**Tabela 3-** Carga do cicloergômetro (carga) e produção de calor metabólico absoluto (watts) e relativo à área de superfície corporal ( $W \cdot m^{-2}$ ) e relativo à massa corporal ( $W \cdot kg^{-1}$ ) nas sessões de exercício

Variável	Sessão %VO <sub>2pico</sub>						p total <sup>+</sup>	p grupo <sup>#</sup>
	Obesas			Eutróficas				
	Total (21)	Fit (12)	Unfit (9)	Total (13)	Fit (5)	Unfit (8)		
Carga média associada ao % do VO <sub>2pico</sub> (W)	30±12	31±12	28±13	32±11	35±14	30±9	0,40	0,84
Calor absoluto (W)	304±60*	313±62 <sup>ç</sup>	292±58	251±53*	281±52	232±48 <sup>ç</sup>	0,01	0,04
PCM ( $W \cdot m^{-2}$ )	190±38	199±42	178±30	179±33	199±26	166±32	0,40	0,18
PCM ( $W \cdot kg^{-1}$ )	5,2±1,2	5,5±1,4	4,7±0,9	5,7±1,0	6,3±0,7	5,3±1,0	0,20	0,10
	Sessão PCM							
Carga média associada ao % do VO <sub>2pico</sub> (W)	27±22	22±8	27±21	24±9	18	26±11	0,9	0,41
Calor absoluto (W)	287±85	260±50	287±80 <sup>0</sup>	198±25	204	194±29 <sup>0</sup>	<0,00	0,01
PCM ( $W \cdot m^{-2}$ )	194±35	159±27	168±33	143±18	146	142±23	0,06	0,31
PCM ( $W \cdot kg^{-1}$ )	4,6±0,6	4,5±0,5	4,6±0,6	4,6±0,7	4,6±0,6	4,7±0,8	0,6	0,95

\* obesas > eutróficas; ç obesas *fit* > eutróficas *unfit*, <sup>0</sup> obesas *unfit* > eutróficas *unfit*.

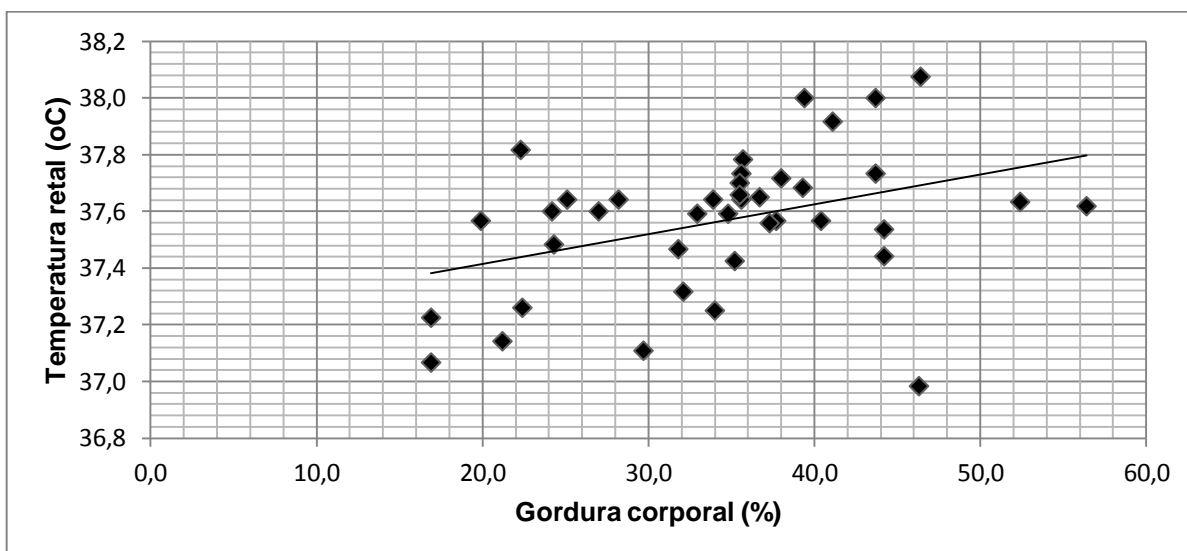
p total<sup>+</sup> = comparação de todas as meninas obesas com todas as meninas eutróficas.

p grupo<sup>#</sup> = comparação entre os grupos (obesas *fit*, obesas *unfit*, eutróficas *fit*, eutróficas *unfit*).

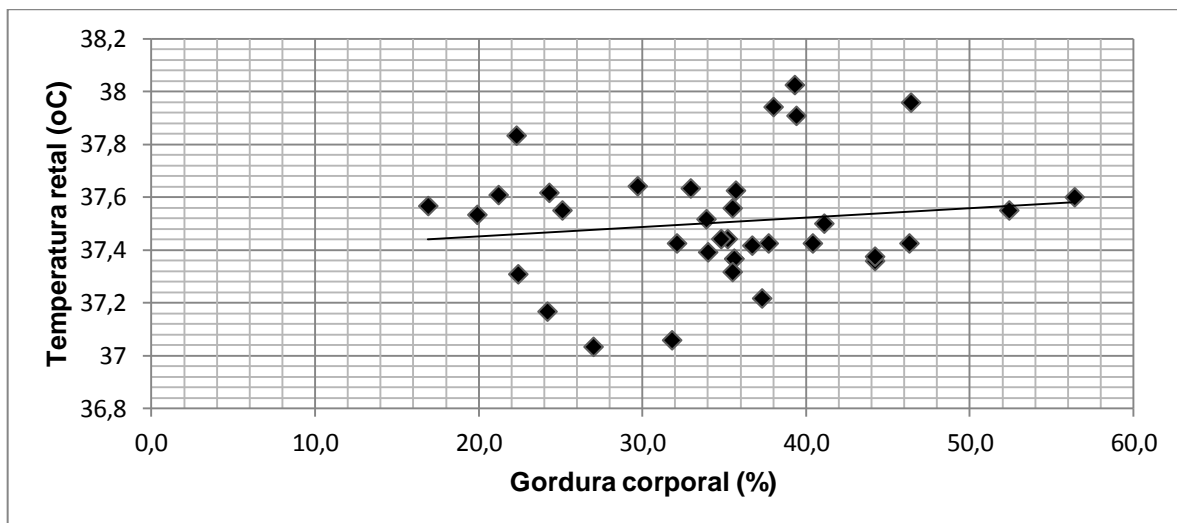
O balanço hídrico manteve-se estável nas duas sessões. O grupo das meninas obesas *unfit* iniciou a Sessão %VO<sub>2pico</sub>, hidratadas (GE<1.020) conforme os parâmetros de refratometria estabelecidos por Casa *et al.*, (2000). Na Sessão PCM foram as meninas eutróficas *fit* que iniciaram o exercício hidratadas (GE<1020) (Tabela 2).

Apesar dos grupos terem diferido no percentual de gordura, esta característica não foi responsável pela variação da temperatura retal durante a Sessão %VO<sub>2pico</sub> e a Sessão PCM ( $r = -0,25$ ;  $r = 0,16$ ) (figuras 2 e 3). Não houve relação entre o estado nutricional e o tempo para a  $T_{re}$  ( $p = 0,31$ ;  $p = 0,98$ ),  $T_{pele}$  ( $p = 0,54$ ;  $p = 1,0$ ),  $T_{corpo}$  ( $p = 0,97$ ;  $p = 1,0$ ), FC ( $p = 0,98$ ;  $p = 0,46$ ), avaliados ao longo da Sessão %VO<sub>2pico</sub> e Sessão PCM. Assim como não houve influência da aptidão cardiorrespiratória ao longo do tempo para as mesmas variáveis ao longo das sessões de exercício:  $T_{re}$  ( $p = 0,99$ ;  $p = 0,99$ )  $T_{pele}$  ( $p = 0,99$ ;  $p = 1,0$ ),  $T_{corpo}$  ( $p = 0,96$ ;  $p = 1,0$ ) e FC ( $p = 0,92$ ;  $p = 0,99$ ) (Figuras 4 a 7).

**Figura 2-** Correlação entre a temperatura retal (média) e gordura corporal Sessão %VO<sub>2pico</sub>

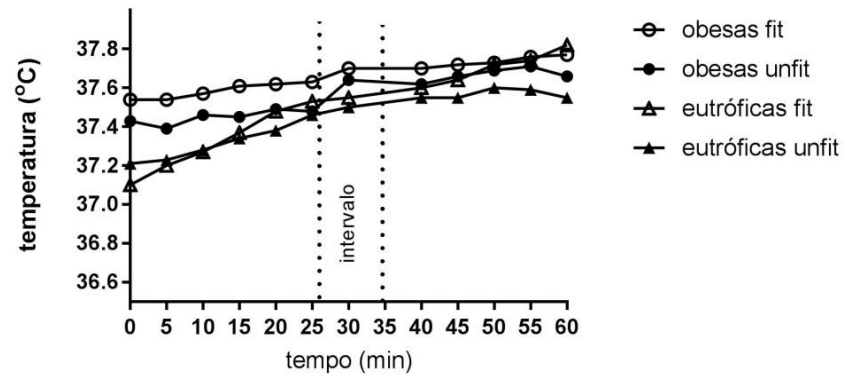


**Figura 3-** Correlação entre a temperatura retal (média) e gordura corporal Sessão PCM

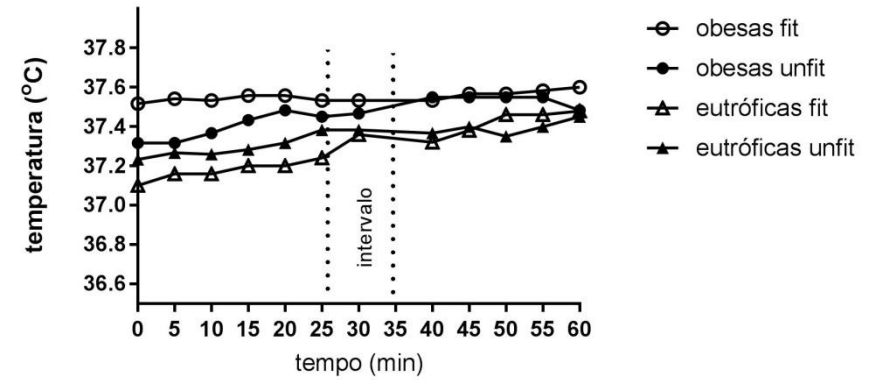


**Figura 4-** Temperatura retal (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos

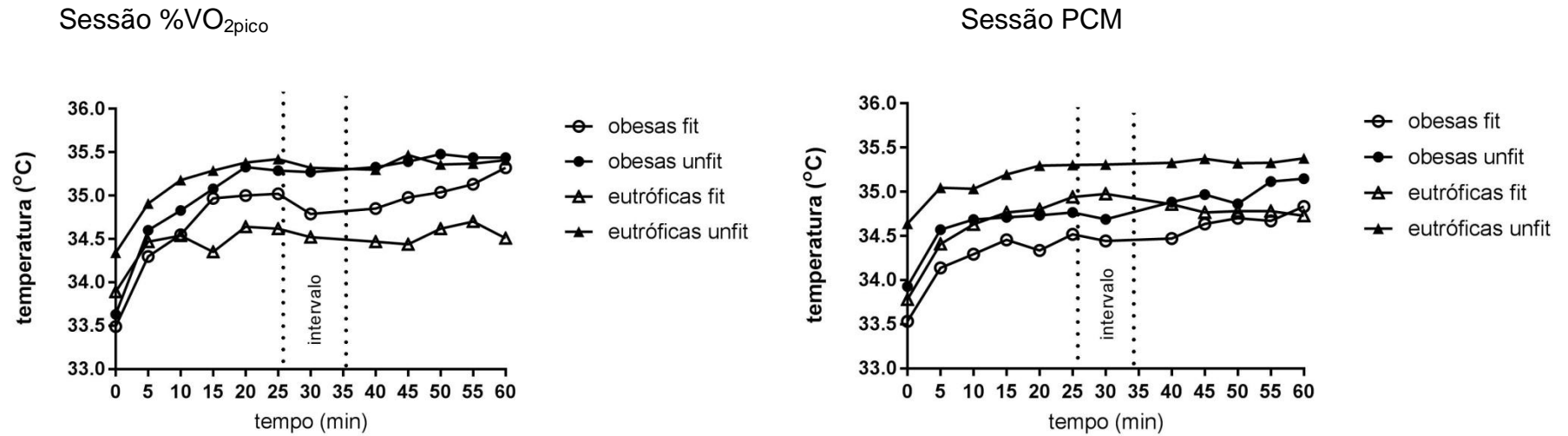
Sessão %VO<sub>2</sub>pico



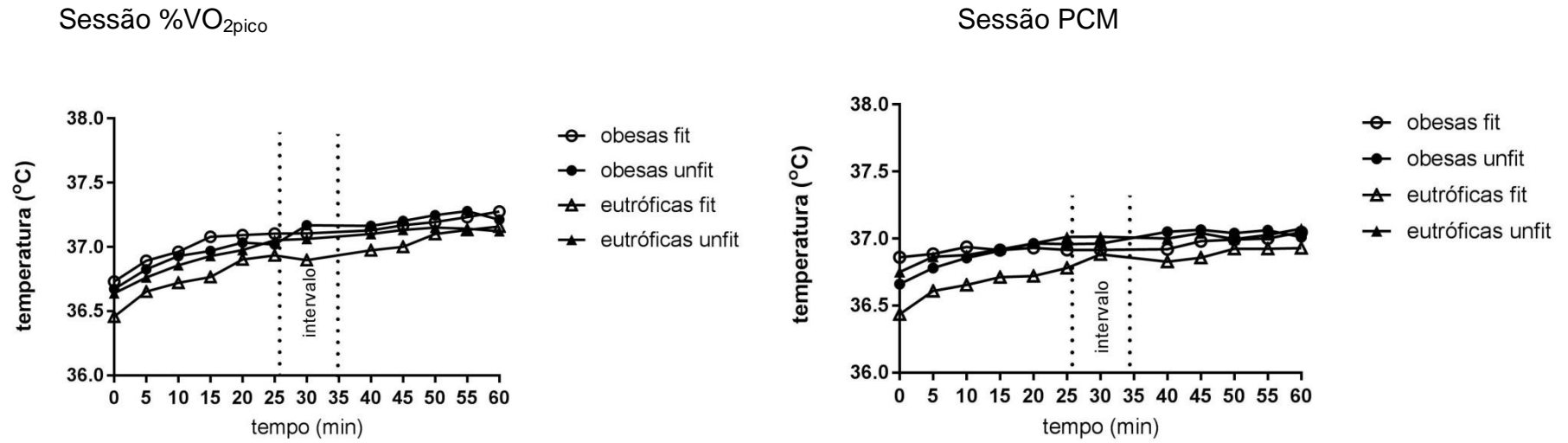
Sessão PCM



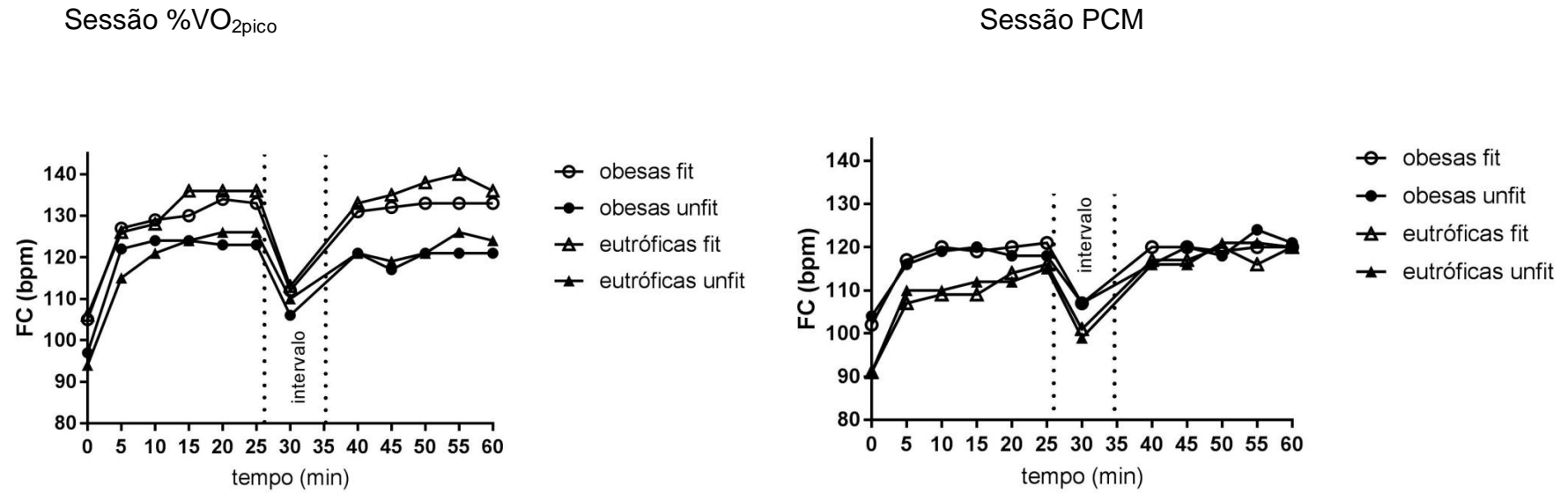
**Figura 5** - Temperatura da pele (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos



**Figura 6** - Temperatura corporal (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos



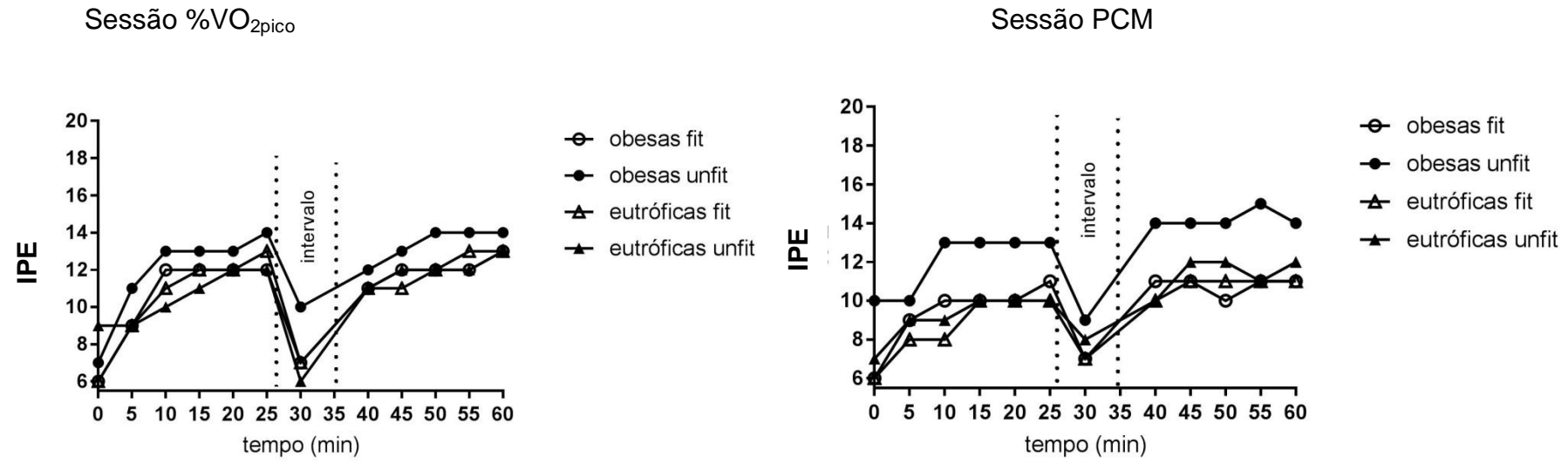
**Figura 7** - Frequência cardíaca (média) durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos





As Figuras 8, 9, 10 e 11 revelam que a adiposidade não teve influência nas respostas das meninas para as variáveis perceptivas ao longo do tempo de exercício: IPE ( $p=0,98$ ;  $p=0,98$ ), irritabilidade ( $p=0,96$ ;  $p=0,98$ ), sensação térmica ( $p=0,98$ ;  $p=0,98$ ) e conforto térmico ( $p=0,99$ ;  $p=0,98$ ), bem como a aptidão cardiorrespiratória: IPE ( $p=0,99$ ;  $p=0,99$ ), irritabilidade ( $p=0,90$ ;  $p=1,0$ ), sensação térmica ( $p=0,95$ ;  $p=0,99$ ) e conforto térmico ( $p=0,98$ ;  $p=0,96$ ) em ambas as sessões de exercício no calor ( $\%VO_{2\text{pico}}$  e PCM respectivamente).

**Figura 8** - Índice de percepção de esforço durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos



**Figura 9** - Irritabilidade durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos

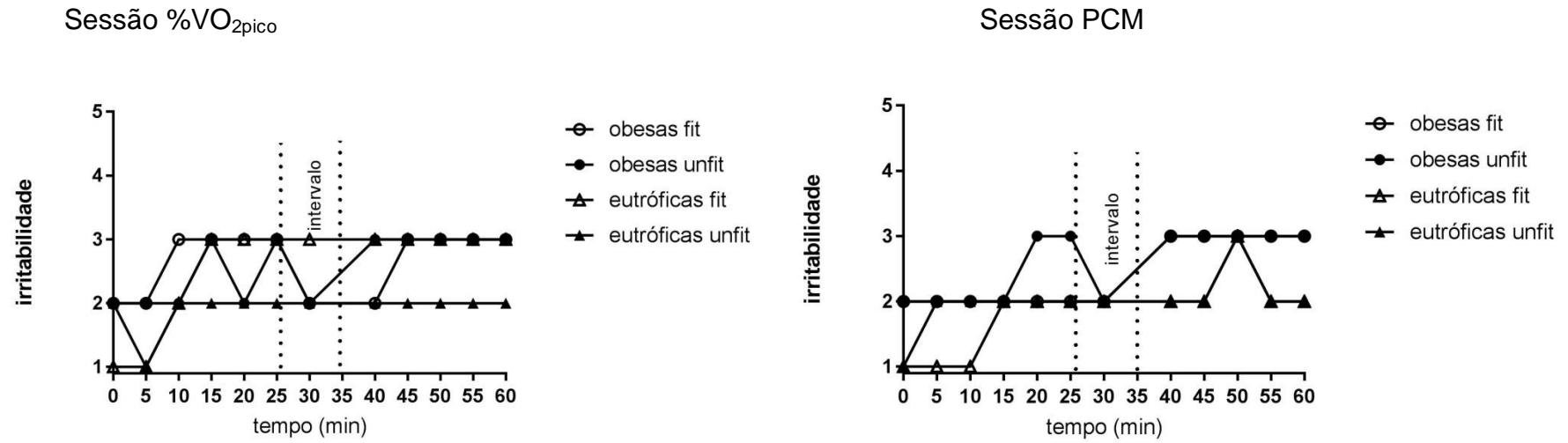
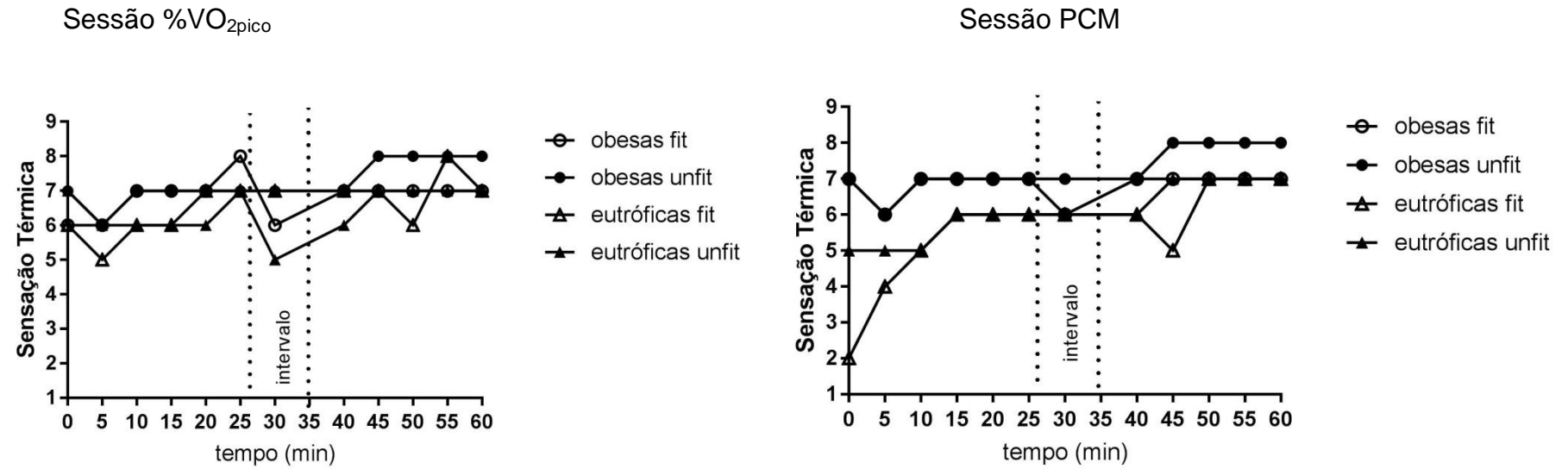
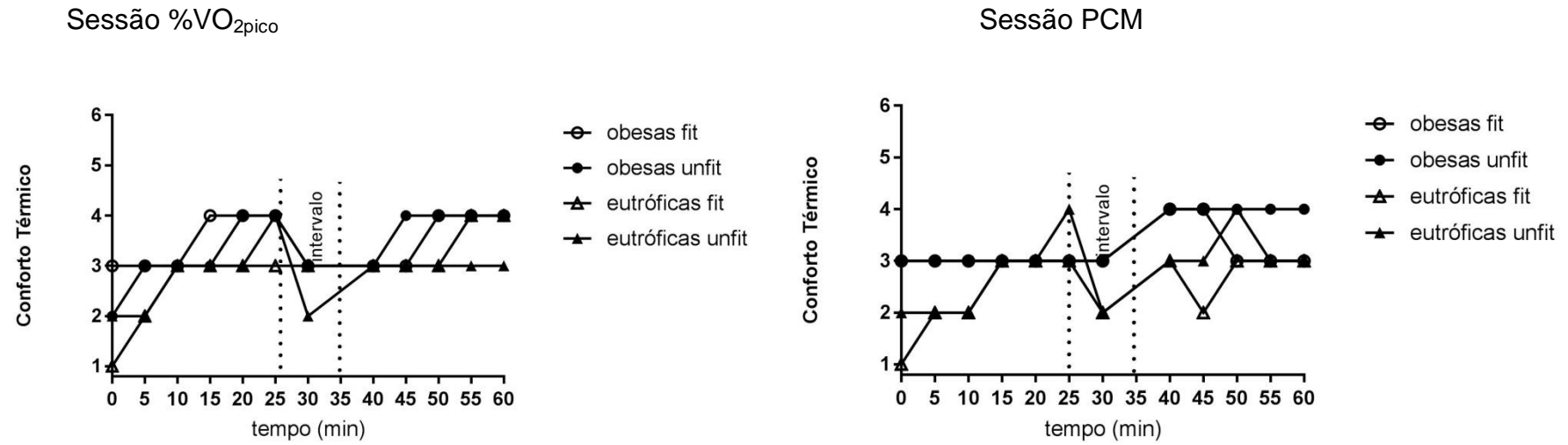


Figura 10 - Sensação térmica durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos



**Figura 11** - Conforto térmico durante a sessão de exercício no calor nos 4 grupos



A Tabela 4 mostra que os grupos apresentaram valores semelhantes no volume total de suor, volume de suor por ASC e balanço hídrico em ambas as sessões de exercício no calor (%VO<sub>2pico</sub> e PCM respectivamente). O volume total de suor foi maior na Sessão %VO<sub>2pico</sub> (348±175ml vs 229±141ml; p=0,002). Entretanto, quando analisados os grupos separadamente, apenas as meninas eutróficas *unfit* apresentaram maior volume total de suor na Sessão %VO<sub>2pico</sub>. Os outros grupos apresentaram valores similares nas 2 sessões.

**Tabela 4** - Sudorese e balanço hídrico no final das sessões de exercício

Variável	Sessão %VO <sub>2</sub> pico						P total <sup>+</sup>	P grupo <sup>#</sup>
	Obesas			Eutróficas				
	Total (21)	<i>Fit</i> (12)	<i>Unfit</i> (9)	Total (13)	<i>Fit</i> (5)	<i>Unfit</i> (8)		
Volume de suor (ml)	361±189	345±121	454±269	293±146	237±85	325±180	0,3	0,5
Volume de suor/ASC (ml·m <sup>-2</sup> )	212±115	221±85	199±152	183±141	140±111	209±136	0,5	0,7
Balanço hídrico corporal	-0,4±0,2	-0,3±0,2	-0,3±0,2	-0,5±0,3	-0,3±0,3	-0,5±0,2	0,4	0,4
	Sessão PCM							
Volume de suor (ml)	258±99	279±72	216±136	195±165	150±129	200±219	0,2	0,1
Volume de suor/ASC (ml·m <sup>-2</sup> )	138±82	180±52	165±73	120±125	170±66	154±81	0,6	0,1
Balanço hídrico corporal	-0,2±0,1	-0,2±0,1	-0,2±0,1	-0,4±0,3	-0,3±0,2	-0,4±0,4	0,2	0,4

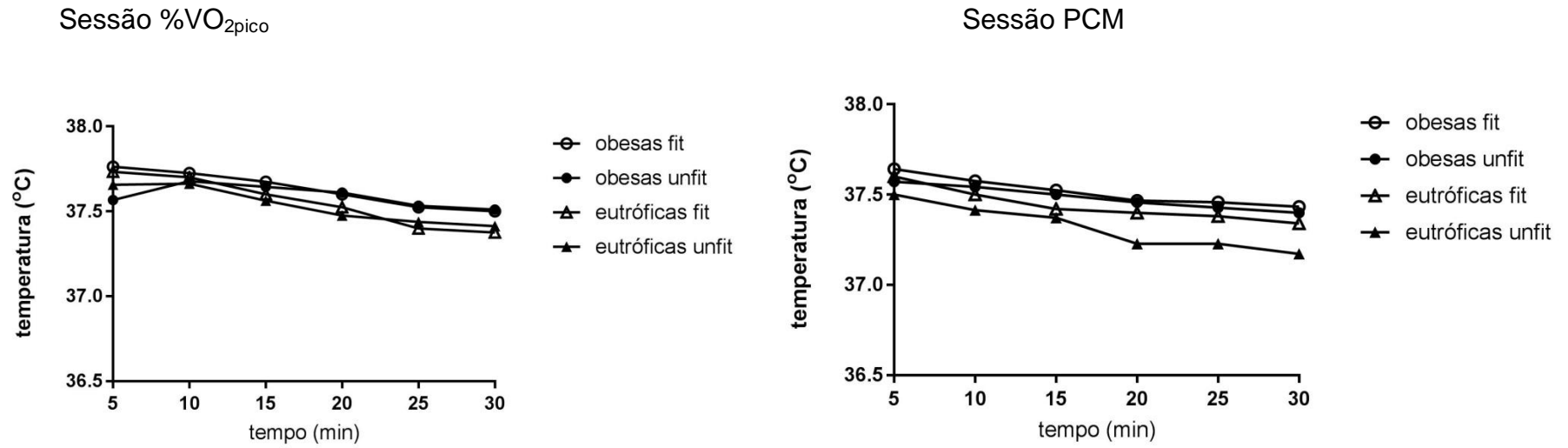
ASC= área de superfície corporal

p total<sup>+</sup> =comparação de todas as meninas obesas com todas as meninas eutróficas.

p grupo<sup>#</sup>= comparação entre os grupos (obesas *fit*, obesas *unfit*, eutróficas *fit*, eutróficas *unfit*).

Durante os trinta minutos de recuperação, os grupos obesos e eutróficos apresentaram comportamentos similares na  $T_{re}$  ( $p=0,82$ ;  $p=0,96$ , FC ( $p=0,95$ ;  $p=0,96$ ), irritabilidade ( $p=0,97$ ;  $p=0,93$ ), sensação térmica ( $p=0,80$ ;  $p=0,99$ ) e conforto térmico ( $p= 0,95$ ;  $p=0,98$ ) tanto na Sessão  $\%VO_{2pico}$  quanto na Sessão PCM. Quando comparadas pela aptidão cardiorrespiratória, os grupos também mantiveram comportamentos similares para  $T_{re}$  ( $p=0,86$ ;  $p=0,99$ ), FC ( $p=0,52$ ;  $p=0,98$ ), irritabilidade ( $p=0,98$ ;  $p=0,90$ ), sensação térmica ( $p=0,97$ ;  $p=0,75$ ) e conforto térmico ( $p= 1,0$ ;  $p= 0,98$ ) tanto na Sessão  $\%VO_{2pico}$  quanto na Sessão PCM (Figuras 12 a 16).



**Figura 12 - Temperatura retal (média) durante a recuperação nos 4 grupos**

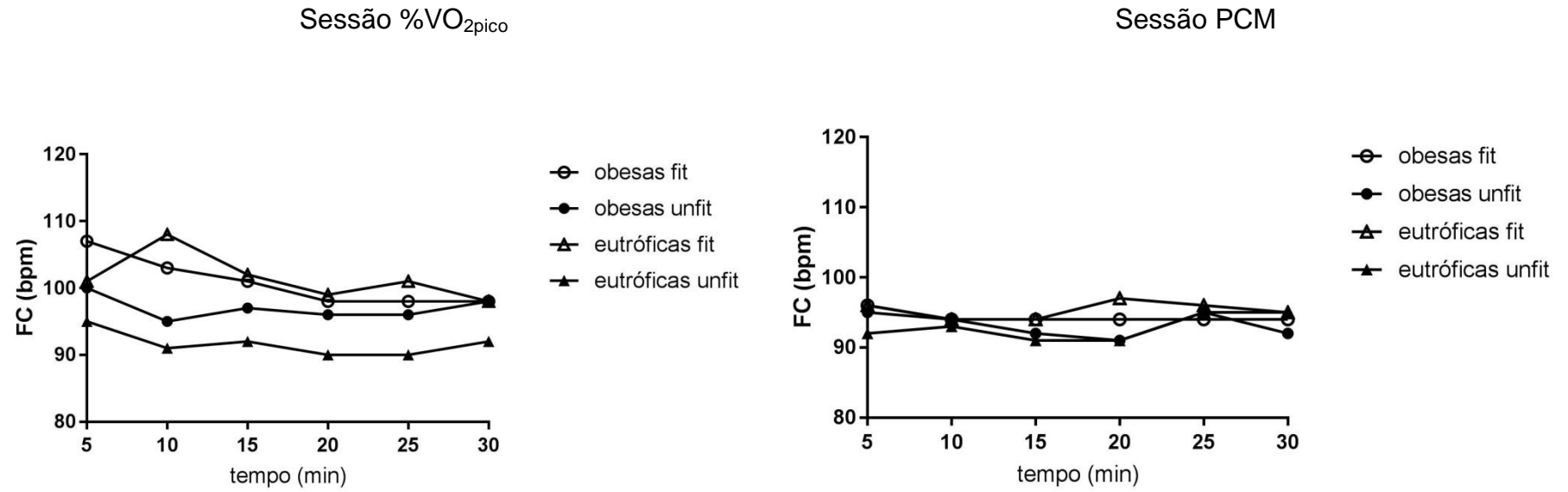
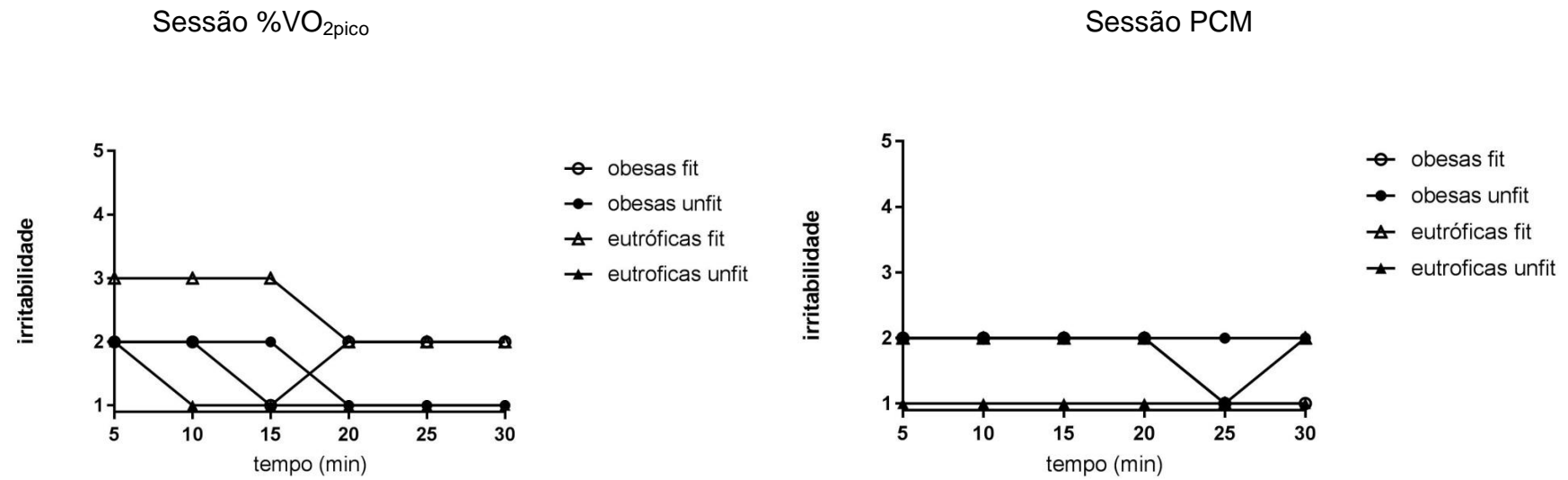
**Figura 13** - Frequência cardíaca (média) durante a recuperação nos 4 grupos

Figura 14- Irritabilidade durante a recuperação nos 4 grupos



**Figura 15** - Sensação térmica durante a recuperação nos 4 grupos

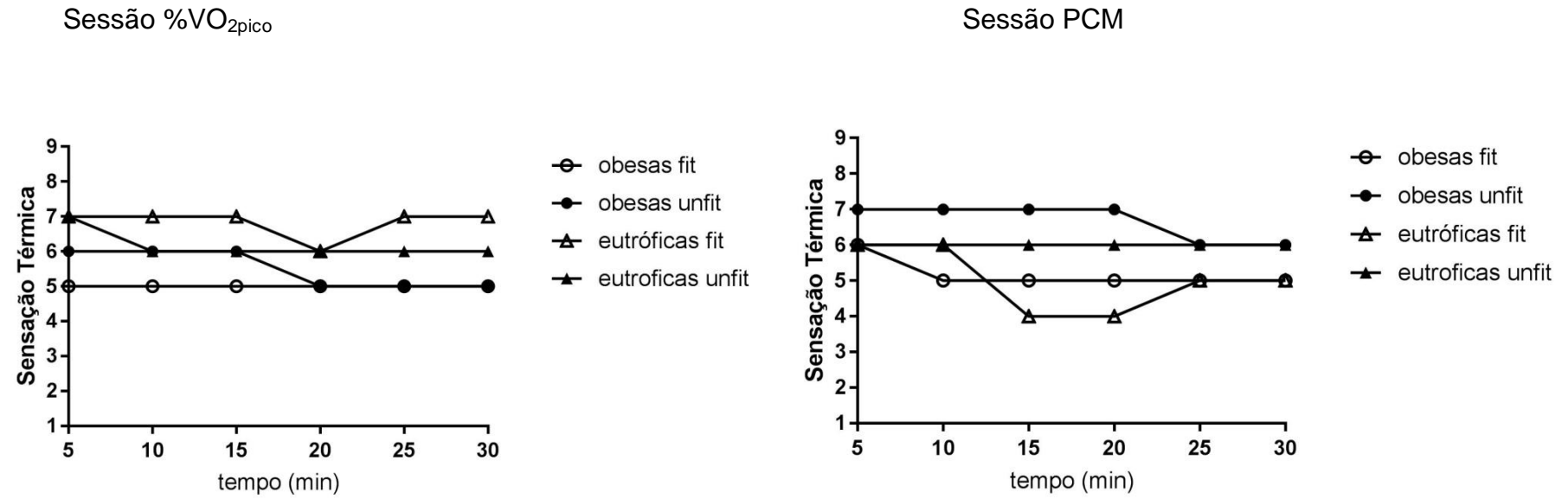
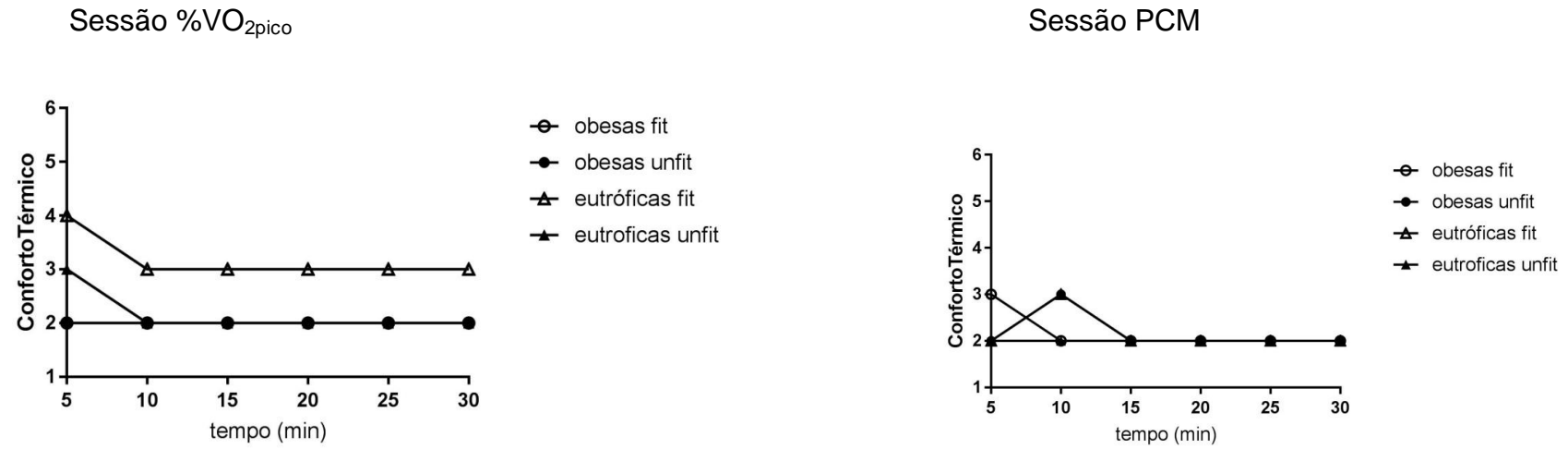


Figura 16 - Conforto térmico durante a recuperação nos 4 grupos



## 6 DISCUSSÃO

O presente estudo comparou quatro grupos e, conforme esperado, os das obesas *fit* e *unfit* apresentaram maiores médias nos valores das características corporais (massa corporal, ASC, IMC, circunferência da cintura, circunferência do quadril, percentual de gordura corporal e massa gorda) e no  $VO_{2\text{pico}}$  absoluto comparados com os das eutróficas *fit* e *unfit*. Meninas eutróficas apresentaram média superior no  $VO_{2\text{pico}}$  por kg de massa corporal total do que as obesas; as meninas *fit* apresentaram valores mais altos de  $VO_{2\text{pico}}$  por kg de massa muscular total do que as meninas *unfit*.

Ao longo das sessões de exercício ( $\%VO_{2\text{pico}}$  e PCM), os quatro grupos apresentaram comportamentos semelhantes para  $T_{re}$ ,  $T_{pele}$ ,  $T_{corpo}$ , FC, IPE, irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico, volume total de suor, volume de suor ajustado para ASC, taxa de sudorese e balanço hídrico. Assim como apresentaram comportamentos semelhantes durante a recuperação para  $T_{re}$ , FC, irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico.

Embora a maior parte das meninas tenha sido avaliada à tarde e estarem, pelo menos, cinco minutos em repouso antes da primeira aferição, as obesas *fit* iniciaram a sessão  $\%VO_{2\text{pico}}$  com a  $T_{re}$  em média  $0,4^{\circ}\text{C}$  mais elevada do que as meninas eutróficas *fit* ( $p=0,05$ ). Em outro estudo com meninas pré-púberes fisicamente ativas (LEITES *et al.*, 2013), essa maior  $T_{re}$  ( $\sim 0,2-0,3^{\circ}\text{C}$ ) das obesas comparada à  $T_{re}$  das eutróficas antes do exercício também foi observada. Os autores sugeriram que a menor condutividade do tecido adiposo poderia explicar esta maior  $T_{re}$  no repouso das obesas, visto que isto poderia prejudicar a eliminação do calor através do fluxo sanguíneo periférico (SAVASTANO *et al.*, 2009).

Apesar das meninas obesas *fit* terem iniciado a Sessão  $\%VO_{2\text{pico}}$  com uma  $T_{re}$  mais alta, o incremento da temperatura ao longo da sessão foi similar entre o grupos. No estudo das meninas avaliadas por Leites *et al.*, (2013), as eutróficas tiveram um incremento maior na  $T_{re}$  ao longo da sessão de exercício. Os autores levantaram a questão da validade e limitação de considerar a medida da  $T_{re}$  como

um reflexo da temperatura central nas meninas obesas. Outra hipótese seria atribuir o maior incremento da temperatura central das eutróficas à maior massa muscular desse grupo, ou seja, da maior quantidade de fibras musculares que são ativadas durante o exercício. Sabe-se que adolescentes obesos apresentam maior taxa metabólica de repouso devido à sua maior massa muscular, à sua maior massa gorda e à sua maior ASC (WYATT *et al.*, 1999). No presente estudo, as meninas obesas apresentaram quase o dobro de massa gorda (40,5 vs 24,0%;  $p < 0,01$ ) em comparação às meninas eutróficas. No entanto, a média da massa muscular foi similar entre os grupos (33,3 vs 30,9 Kg;  $p = 0,18$ ). Provavelmente a massa muscular absoluta semelhante exerceu papel importante na manutenção da temperatura central e de forma geral, da temperatura corporal.

Com relação à hidratação, sabe-se que a hipohidratação está relacionada ao aumento da temperatura central e essa poderia ser outra explicação para a maior  $T_{re}$  de repouso nas obesas. Entretanto, os quatro grupos iniciaram com grau de hidratação similar, avaliado através dos parâmetros urinários na Sessão % $VO_{2pico}$  e PCM. No presente estudo, os grupos encerraram as sessões de exercício com  $T_{re}$  semelhantes (Sessão % $VO_{2pico}$ : 37,7°C para ambos os grupos;  $p = 0,2$ ; Sessão PCM: 37,5°C para ambos os grupos;  $p = 0,7$ ). No estudo de Leites *et al.*, (2013), as meninas eutróficas finalizaram o exercício no calor com  $T_{re}$  0,2°C mais alta do que as obesas. É possível que essa diferença tenha ocorrido, já que no presente estudo as meninas pedalarão em uma carga 10% mais baixa (45% vs 55% do  $VO_{2pico}$ ) do que as meninas do estudo de Leites *et al.*, (2013).

A  $T_{pele}$  e a  $T_{corpo}$  foram semelhantes entre os grupos tanto no início ( $T_{pele}$ :  $p = 0,07$ ;  $p = 0,61$ ;  $T_{corpo}$ :  $p = 0,45$ ;  $p = 0,45$ ) como durante ( $T_{pele}$ :  $p = 0,54$ ;  $p = 1,0$ ;  $T_{corpo}$   $p = 0,97$ ;  $p = 1,0$ ) e ao final ( $T_{pele}$ :  $p = 0,24$ ;  $p = 0,50$ ;  $T_{corpo}$ :  $p = 0,69$ ;  $p = 0,42$ ) da Sessão % $VO_{2pico}$  e da Sessão PCM. Em meninos pré púberes, púberes e pós púberes (eutróficos) (FALK; BAR-OR; MACDOUGALL, 1992) que pedalarão em um calor de 42°C e 20% de UR, não houve diferença para a  $T_{pele}$  entre os grupos maturacionais. Observações semelhantes já foram realizadas entre homens adultos eutróficos e obesos (LIMBAUGH *et al.*, 2013), com alta e baixa aptidão cardiorrespiratória (JAY *et al.*, 2011), com alta e baixa adiposidade (DERVIS *et al.*, 2016) ou com diferente ASC (CRAMER; JAY, 2014), não havendo diferença para a  $T_{pele}$  entre os grupos,

corroborando as nossas observações em que a adiposidade e a aptidão cardiorrespiratória parecem não influir na  $T_{pele}$  durante o exercício realizado no calor tanto em uma intensidade relativa do  $\%VO_{2pico}$  como PCM ( $W$  ou  $W \cdot kg^{-1}$ ).

Reduzido número de estudos avaliaram variáveis perceptivas durante o exercício no calor (LEITES *et al.*, 2013; SEHL *et al.*, 2012). Diferente do que foi observado por Leites *et al.*, (2013) em que as meninas eutróficas apresentaram valores para irritabilidade mais altos ao longo do exercício, no presente estudo os grupos se mostraram similares independente do estado nutricional ou da aptidão cardiorrespiratória. Assim como os grupos apresentaram IPE, sensação térmica e conforto térmico similares, corroborando o estudo de Leites *et al.*, (2013), mas diferindo dos encontrados para IPE por Dougherty *et al.*, (2009) (~15 vs 13), Marinov *et al.*, (2002) (6 vs 5) e Sehl *et al.*, (2012) em que meninos obesos reportaram valores para IPE (17 vs 14) e conforto térmico (8 vs 5) mais altos. Desta forma, acredita-se que exista diferença entre os sexos quanto ao IPE e ao conforto térmico durante o exercício no calor, visto que os meninos reportaram valores diferentes de acordo com o estado nutricional, o que não foi observado entre as meninas.

No presente estudo, o volume de suor revelou grande variabilidade comprovando o comportamento que vem sendo registrado na literatura (MEYER *et al.*, 2012). Mesmo assim, o volume médio de suor após 60 minutos de exercício se mostrou similar entre os grupos, mesmo quando corrigido para a ASC, concordando com o que foi encontrado nas meninas do estudo de Leites *et al.*, (2013) e nos meninos do estudo de Sehl *et al.*, (2012). Então, independente do grau de adiposidade, crianças e adolescentes parecem produzir volumes semelhantes de suor por ASC quando se exercitam no calor.

Meninas obesas *fit* produziram mais calor absoluto ( $W$ ) do que as meninas eutróficas *unfit* na Sessão  $\%VO_{2pico}$ , enquanto que na Sessão PCM foram as meninas obesas *unfit* que produziram mais calor absoluto ( $W$ ) do que as meninas eutróficas *unfit*. Até o presente momento, desconhecemos qualquer estudo que tenha avaliado estado nutricional/adiposidade em conjunto com aptidão cardiorrespiratória para comparações entre grupos como realizado no presente estudo. Em homens, de acordo com Dervis *et al.*, (2016), com a mesma massa



corporal, porém com adiposidade diferente, quando o exercício foi prescrito sob a forma de produção de calor fixo (500W) não houve diferença na produção de calor metabólico entre os grupos. Contudo, quando ajustada a intensidade do esforço para a massa corporal magra ( $7,5W \cdot kg^{-1}$ ), aqueles com menor adiposidade produziram mais calor metabólico. A explicação possivelmente se dê através da maior carga absoluta prescrita para o grupo com menor adiposidade e maior massa muscular. No presente estudo, a carga de exercício foi prescrita pela massa corporal total e as obesas *unfit* eram as mais pesadas enquanto as eutróficas *unfit*, as mais leves, podendo elucidar a diferença na produção de calor entre os dois grupos (obesas e eutróficas *unfit*), semelhante aos achados de Dervis *et al.*, (2016) de que o grupo que pedala com maior carga absoluta produz mais calor metabólico.

Entre as limitações do presente estudo, pode-se citar a falta da avaliação do fluxo sanguíneo periférico. Sabe-se que o aumento do fluxo sanguíneo periférico durante o exercício no calor está relacionado com uma maior eliminação do suor através da pele. Como discutido nesse item, devido à menor condutividade do tecido adiposo, acredita-se que indivíduos obesos teriam maior dificuldade de eliminar o calor excedente através desta via, esclarecendo a maior temperatura central em comparação a indivíduos eutróficos, o que foi observado em outros estudos (LEITES *et al.*, 2013; DOUGHERTY; CHOW; KENNEY, 2010), porém não no estudo aqui apresentado. A explicação pode estar associada à intensidade com que as meninas pedalarão.

Outra limitação foi não termos monitorado o período do ciclo menstrual (pré e pós ovulação) em que as meninas se encontravam durante a coleta dos dados. Conforme descrito no item 4.6.1, após a ovulação, na fase lútea, existe um aumento da temperatura corporal central. Embora o aumento seja pequeno ( $\sim 0,3^{\circ}C$ ), não sabemos se poderia ter repercutido sobre os resultados. Da mesma maneira, não separamos em grupos distintos as meninas que já haviam tido a menarca com as que ainda não haviam menstruado.

## 7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que meninas púberes independente de serem obesas ou eutróficas e da sua aptidão cardiorrespiratória (*fit* ou *unfit*) apresentaram respostas termorregulatórias ( $T_{re}$ ,  $T_{pele}$ ,  $T_{corpo}$ , FC), perceptivas (IPE, irritabilidade, sensação térmica e conforto térmico) e de sudorese (volume de suor e balanço hídrico) similares quando pedalarão no calor durante 50 minutos em intensidades leves seja em um alvo do  $\%VO_{2pico}$  ou PCM.

Nenhuma das meninas apresentou aumento significativo da temperatura central, da  $T_{pele}$  ou apresentou desidratação significativa ao longo da sessão de exercício evitando a hipertermia. Também não houve aumento significativo da FC durante o exercício. Portanto, meninas púberes, especialmente as obesas, devem ser encorajadas a praticar exercícios físicos (de leve a moderada intensidade em períodos contínuos de 25 minutos e com intervalos) mesmo durante os meses de verão, visto que nessas condições térmicas, intensidade e duração do exercício não existem prejuízos à integridade física das participantes.

Como perspectivas futuras, sugere-se que mais estudos sejam conduzidos com meninas obesas *fit* e *unfit* e eutróficas *fit* e *unfit* simulando condições térmicas acima dos 36°C e utilizando protocolos de exercício com intensidade mais intensa, como a corrida a fim de verificar se as respostas termorregulatórias e perceptivas serão similares às do presente estudo. Ainda estudos de campo devem ser incentivados durante os meses de verão aproximando-se da realidade da prática esportiva ou da atividade física desse grupo maturacional.

## 8 REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. D. et al. Effects of obesity on body temperature in otherwise-healthy females when controlling hydration and heat production during exercise in the heat. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 1, p. 167–176, jan. 2015.
- AL-HAZZAA, H. M. et al. Lifestyle factors associated with overweight and obesity among Saudi adolescents. **BMC public health**, v. 12, p. 354, 2012.
- ARENS, E.; ZHANG, H.; HUIZENGA, C. Partial- and whole-body thermal sensation and comfort— Part I: Uniform environmental conditions. **Journal of Thermal Biology**, v. 31, n. 1-2, p. 53–59, jan. 2006.
- ARMSTRONG, L. E. et al. Urinary indices of hydration status. **International journal of sport nutrition**, v. 4, n. 3, p. 265–279, set. 1994.
- ATHA, W. F. Heat-Related Illness. **Emergency Medicine Clinics of North America**, v. 31, n. 4, p. 1097–1108, nov. 2013.
- BAKER, J. S.; DAVIES, B. Quantification of active muscle mass during experimental exercise. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 101, n. 5, p. 1534; author reply 1535, nov. 2006.
- BAR-DAVID, Y.; URKIN, J.; KOZMINSKY, E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. **Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)**, v. 94, n. 11, p. 1667–1673, nov. 2005.
- BAR-OR, O.; ROWLAND, T. **Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application**. [s.l.] Human Kinetics Publishing, 2004.
- BERGERON, M. F. Training and competing in the heat in youth sports: *no sweat?* **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 13, p. 837–839, jul. 2015.
- BINKLEY, H. M. et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. **Journal of Athletic Training**, v. 37, n. 3, p. 329–343, set. 2002.
- BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine**, v. 2, n. 2, p. 92–98, 1970.
- BRASIL. **Brazil Country Management Unit. Human Development Sector Management Unit. Latin America and the Caribbean Region. Brazil. Addressing the challenge of non communicable diseases in Brazil**, 2005.
- BRASIL. **Orientações para o atendimento à saúde da adolescente.**, 2010.  
Disponível em:  
<[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes\\_atendimento\\_adolescncnte\\_m enina.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_atendimento_adolescncnte_m enina.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2014

- BRETTSCHEIDERA, A.-K. et al. Updated prevalence rates of overweight and obesity in 11- to 17-year-old adolescents in Germany. Results from the telephone-based KiGGS Wave 1 after correction for bias in self-reports. **BMC Public Health**, v. 15, n. 1, dez. 2015.
- CASA, D. J. et al. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. **Journal of athletic training**, v. 35, n. 2, p. 212–224, abr. 2000.
- CENA, K.; CLARK, J. A.; POLITECHNIKA WROCŁAWSKA. **Bioengineering, thermal physiology, and comfort**. Amsterdam; New York; New York: Elsevier Scientific Pub. Co.; Distribution for the U.S.A. and Canada, Elsevier/North-Holland, 1981.
- CHEUVRONT, S. N. et al. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 109, n. 6, p. 1989–1995, dez. 2010.
- CHEUVRONT, S. N.; CARTER, R., 3rd; SAWKA, M. N. Fluid balance and endurance exercise performance. **Current sports medicine reports**, v. 2, n. 4, p. 202–208, ago. 2003.
- COOMBS, G. B.; STAMATAKIS, E.; JAY, O. Isolating the independent influence of body fat on thermoregulatory responses to exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 7, p. 1601–1602, jul. 2015.
- CORIS, E. E.; RAMIREZ, A. M.; VAN DURME, D. J. Heat illness in athletes: the dangerous combination of heat, humidity and exercise. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 34, n. 1, p. 9–16, 2004.
- CRAMER, M. N.; JAY, O. Selecting the correct exercise intensity for unbiased comparisons of thermoregulatory responses between groups of different mass and surface area. **Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 9, p. 1123–1132, 1 maio 2014.
- CRAMER, M. N.; JAY, O. Explained variance in the thermoregulatory responses to exercise: the independent roles of biophysical and fitness/fatness-related factors. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 982–989, 1 nov. 2015.
- CUREAU, F. V. et al. Sobrepeso/obesidade em adolescentes de Santa Maria-RS: prevalência e fatores associados. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 14, n. 5, 24 ago. 2012.
- DE PAULA VIVEIROS, J. et al. Run performance of middle-aged and young adult runners in the heat. **International journal of sports medicine**, v. 33, n. 3, p. 211–217, mar. 2012.
- DENCKER, M. et al. Aerobic fitness in prepubertal children according to level of body fat. **Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992)**, v. 99, n. 12, p. 1854–1860, dez. 2010.

DERVIS, S. et al. A comparison of thermoregulatory responses to exercise between mass-matched groups with large differences in body fat. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 120, n. 6, p. 615–623, 15 mar. 2016.

DING, D. et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. **The Lancet**, jul. 2016.

DOUGHERTY, K. A. et al. Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys basketball skills. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 9, p. 1650–1658, set. 2006.

DOUGHERTY, K. A.; CHOW, M.; KENNEY, W. L. Responses of Lean and Obese Boys to Repeated Summer Exercise in the Heat Bouts: **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 2, p. 279–289, fev. 2009.

DOUGHERTY, K. A.; CHOW, M.; LARRY KENNEY, W. Critical environmental limits for exercising heat-acclimated lean and obese boys. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 4, p. 779–789, mar. 2010.

DOWDA, M. et al. Environmental influences, physical activity, and weight status in 8- to 16-year-olds. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 155, n. 6, p. 711–717, jun. 2001.

DRINKWATER, B. L. et al. Response of prepubertal girls and college women to work in the heat. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 43, n. 6, p. 1046–1053, dez. 1977.

DU BOIS, D.; DU BOIS, E. F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 5, n. 5, p. 303–311; discussion 312–313, out. 1989.

DUMITH, S. C. et al. Prevalence and correlates of physical activity among adolescents from Southern Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 457–467, jun. 2010.

EIJSSVOGELS, T. M. H. et al. Sex difference in fluid balance responses during prolonged exercise. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 23, n. 2, p. 198–206, mar. 2013.

ELY, B. R. et al. Evidence against a 40 degrees C core temperature threshold for fatigue in humans. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 107, n. 5, p. 1519–1525, nov. 2009.

ENES, C. C.; LUCCHINI, B. G. Tempo excessivo diante da televisão e sua influência sobre o consumo alimentar de adolescentes. **Revista de Nutrição**, v. 29, n. 3, p. 391–399, jun. 2016.

FALK, B.; BAR-OR, O.; MACDOUGALL, J. D. Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 6, p. 688–694, jun. 1992.

FALK, B.; DOTAN, R. Children's thermoregulation during exercise in the heat — a revisit. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 33, n. 2, p. 420–427, abr. 2008.

FLORES, L. S. et al. Trends of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. **Jornal de pediatria**, v. 89, n. 5, p. 456–461, out. 2013.

FORMENTI, D. et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. **Annals of biomedical engineering**, v. 41, n. 4, p. 863–871, abr. 2013.

GAGNON, D.; KENNY, G. P. Sex modulates whole-body sudomotor thermosensitivity during exercise. **The Journal of physiology**, v. 589, n. Pt 24, p. 6205–6217, 15 dez. 2011.

GAGNON, D.; KENNY, G. P. Sex differences in thermoeffector responses during exercise at fixed requirements for heat loss. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 113, n. 5, p. 746–757, 1 set. 2012a.

GAGNON, D.; KENNY, G. P. Does sex have an independent effect on thermoeffector responses during exercise in the heat? **The Journal of physiology**, v. 590, n. Pt 23, p. 5963–5973, 1 dez. 2012b.

GARRET, WE; KIRKENDALL, JR. **A ciência dos exercícios e dos esportes**. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

GARRETT, A. T. et al. Effectiveness of short-term heat acclimation for highly trained athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 5, p. 1827–1837, maio 2012.

GOMES, L. H. L. S.; CARNEIRO-JÚNIOR, M. A.; MARINS, J. C. B. Respostas termorregulatórias de crianças no exercício em ambiente de calor. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 31, n. 1, p. 104–110, mar. 2013.

GONZÁLEZ-ALONSO, J.; CALBET, J. A. L. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. **Circulation**, v. 107, n. 6, p. 824–830, 18 fev. 2003.

GREEN, B. G.; SHAFFER, G. S.; GILMORE, M. M. Derivation and evaluation of a semantic scale of oral sensation magnitude with apparent ratio properties. **Chemical Senses**, v. 18, n. 6, p. 683–702, 1993.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 247–257, 21 jul. 2012.

HARDY, J. D.; DUBOIS, E. F. Regulation of Heat Loss from the Human Body. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 23, n. 12, p. 624–631, dez. 1937.

HAVENITH, G.; VAN MIDDENDORP, H. The relative influence of physical fitness, acclimatization state, anthropometric measures and gender on individual reactions to

heat stress. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 61, n. 5-6, p. 419–427, 1990.

HAYASHI, K.; KAWASHIMA, T.; SUZUKI, Y. Effect of menstrual cycle phase on the ventilatory response to rising body temperature during exercise. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 113, n. 2, p. 237–245, jul. 2012.

HEO, M. et al. US pediatric population-level associations of DXA-measured percentage of body fat with four BMI metrics with cutoffs. **International Journal of Obesity**, v. 38, n. 1, p. 60–68, jan. 2014.

HILL, J. O.; TROWBRIDGE, F. L. Childhood obesity: future directions and research priorities. **Pediatrics**, v. 101, n. 3 Pt 2, p. 570–574, mar. 1998.

HOWE, A. S.; BODEN, B. P. Heat-Related Illness in Athletes. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 8, p. 1384–1395, 26 mar. 2007.

IARED, W.; SHIGUEOKA, D. C. Diagnóstico e Tratamento. **Exposição à radiação durante exames de imagem: dúvidas frequentes**, v. 15, n. 3, p. 143–145, 2010.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000108.pdf>>

INBAR, O. et al. Conditioning versus exercise in heat as methods for acclimatizing 8- to 10-yr-old boys to dry heat. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 50, n. 2, p. 406–411, fev. 1981.

INBAR, O. et al. Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. **Experimental physiology**, v. 89, n. 6, p. 691–700, nov. 2004.

INOUE, Y.; KUWAHARA, T.; ARAKI, T. Maturation- and aging-related changes in heat loss effector function. **Journal of physiological anthropology and applied human science**, v. 23, n. 6, p. 289–294, nov. 2004.

JAY, O. et al. Large differences in peak oxygen uptake do not independently alter changes in core temperature and sweating during exercise. **AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 301, n. 3, p. R832–R841, 1 set. 2011.

JEDDI, M. et al. Body composition reference percentiles of healthy Iranian children and adolescents in southern Iran. **Archives of Iranian Medicine**, v. 17, n. 10, p. 661–669, out. 2014.

JOY, E. A.; VAN HALA, S.; COOPER, L. Health-related concerns of the female athlete: a lifespan approach. **American Family Physician**, v. 79, n. 6, p. 489–495, 15 mar. 2009.

JUDELSON, D. A. et al. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 37, n. 10, p. 907–921, 2007.

- KENEFICK, R. W. et al. Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 109, n. 1, p. 79–86, jul. 2010.
- KENNY, G. P. et al. Menstrual cycle and oral contraceptive use do not modify postexercise heat loss responses. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 105, n. 4, p. 1156–1165, out. 2008.
- KLENTROU, P. et al. Temperature regulation during rest and exercise in the cold in premenarcheal and menarcheal girls. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 96, n. 4, p. 1393–1398, abr. 2004.
- LACERDA MG, GARCIA AMC, CRUZ CD, CALGANO JC, REIS FM, SILAMI-GARCIA E. Biochemical Physiology. **Effects of menstrual cycle on sweating during exercise performed In hot and dry environment**, v. S3, p. 1–5, 2013.
- LAROSE, J. et al. Do older females store more heat than younger females during exercise in the heat? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 12, p. 2265–2276, dez. 2013a.
- LAROSE, J. et al. Age-Related Decrements in Heat Dissipation during Physical Activity Occur as Early as the Age of 40. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. e83148, 12 dez. 2013b.
- LAZZOLI, J. K. et al. Atividade física e saúde na infância e adolescência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, n. 4, p. 107–109, ago. 1998.
- LEITES, G. T. et al. Responses of Obese and Lean Girls Exercising under Heat and Thermoneutral Conditions. **The Journal of Pediatrics**, v. 162, n. 5, p. 1054–1060, maio 2013.
- LEITES, G. T. et al. Thermoregulation in boys and men exercising at the same heat production per unit body mass. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1411–1419, jul. 2016.
- LEMURA, L. M.; VON DUVILLARD, S. P.; TARANTO, G. **Fisiologia do exercício clínico aplicação e princípios fisiológicos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- LIMBAUGH, J. D. et al. Body fatness, body core temperature, and heat loss during moderate-intensity exercise. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 84, n. 11, p. 1153–1158, nov. 2013.
- LIPPO, B. R. DA S. et al. Determinants of physical inactivity among urban adolescents. **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 6, p. 520–524, 6 dez. 2010.
- LIVINGSTONE, B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. **European journal of pediatrics**, v. 159 Suppl 1, p. S14–34, set. 2000.
- LOHMAN TG. Journal of Physical Education Recreation & Dance. **The use of skinfold to estimate body fatnes on children and youth**, v. 58, p. 98–102, 1987.



LORENZO, S. et al. Heat acclimation improves exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1140–1147, 1 out. 2010.

MAFFEIS, C. et al. Energy expenditure during walking and running in obese and nonobese prepubertal children. **The Journal of pediatrics**, v. 123, n. 2, p. 193–199, ago. 1993.

MARNOV B, KOSTIANEV S , TURNOVSKA T. Clinical Physiology & Functional Imaging. **Ventilatory efficiency and rate of perceived exertion in obese and non-obese children performing standardized exercise**, v. 22, p. 254–260, 2002.

MARSHALL, S. W. Heat injury in youth sport. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 8–12, 1 jan. 2010.

MAZON, J. The influence of thermal discomfort on the attention index of teenagers: an experimental evaluation. **International journal of biometeorology**, 27 fev. 2013.

MEYER, F. et al. Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 7, p. 776–781, jul. 1992.

MEYER, F. et al. Fluid Balance and Dehydration in the Young Athlete: Assessment Considerations and Effects on Health and Performance. **American Journal of Lifestyle Medicine**, v. 6, n. 6, p. 489–501, 1 nov. 2012.

MOORE, L. L. et al. Influence of parents' physical activity levels on activity levels of young children. **The Journal of pediatrics**, v. 118, n. 2, p. 215–219, fev. 1991.

MORA-RODRIGUEZ, R. et al. Separate and combined effects of airflow and rehydration during exercise in the heat. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 10, p. 1720–1726, out. 2007.

NADEL, E. R. Control of sweating rate while exercising in the heat. **Medicine and Science in Sports**, v. 11, n. 1, p. 31–35, 1979.

NEWTON, R. L. et al. Percent body fat measured by BIA and DEXA in obese, African-American adolescent girls. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 6, p. 594–602, jun. 2005.

NICHOLS, A. W. Heat-related illness in sports and exercise. **Current Reviews in Musculoskeletal Medicine**, 21 set. 2014.

NIELSEN, B. et al. Muscle blood flow and muscle metabolism during exercise and heat stress. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 69, n. 3, p. 1040–1046, set. 1990.

NYBO, L.; RASMUSSEN, P.; SAWKA, M. N. Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. **Comprehensive Physiology**, v. 4, n. 2, p. 657–689, abr. 2014.

OGDEN, C. L. et al. Trends in Obesity Prevalence Among Children and Adolescents in the United States, 1988-1994 Through 2013-2014. **JAMA**, v. 315, n. 21, p. 2292, 7 jun. 2016.

PANDIT, D. et al. Body Fat Percentages by Dual-energy X-ray Absorptiometry Corresponding to Body Mass Index Cutoffs for Overweight and Obesity in Indian Children. **Clinical Medicine. Pediatrics**, v. 3, p. 55–61, 2009.

PEIFFER, J. J.; ABBISS, C. R. Influence of environmental temperature on 40 km cycling time-trial performance. **International journal of sports physiology and performance**, v. 6, n. 2, p. 208–220, jun. 2011.

POWER, T. G. et al. Obesity, cardiovascular fitness, and physically active adolescents' motivations for activity: A self-determination theory approach. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 12, n. 6, p. 593–598, nov. 2011.

RACINAIS, S. et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat: Training and competing in the heat. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 25, p. 6–19, jun. 2015.

RAMOS, A. M. P. P.; BARROS FILHO, A. DE A. Prevalência da obesidade em adolescentes de Bragança Paulista e sua relação com a obesidade dos pais. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 47, n. 6, dez. 2003.

REILLY, T.; DRUST, B.; GREGSON, W. Thermoregulation in elite athletes. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 9, n. 6, p. 666–671, nov. 2006.

RIVERA-BROWN, A. M. et al. Exercise tolerance in a hot and humid climate in heat-acclimatized girls and women. **International journal of sports medicine**, v. 27, n. 12, p. 943–950, dez. 2006.

RODRIGUES, CA. **Prevalência de Excesso de Peso em Adolescentes Residentes na Zona Urbana de Porto Alegre**. de dezembro de 2005. Disponível em:  
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6242/000527565.pdf?sequence=1>>.

SALLIS, J. F. et al. Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. **The Lancet**, jul. 2016.

SANTOS, M. S. et al. Prevalência de barreiras para a prática de atividade física em adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 1, p. 94–104, mar. 2010.

SATO, K. The physiology, pharmacology, and biochemistry of the eccrine sweat gland. **Reviews of physiology, biochemistry and pharmacology**, v. 79, p. 51–131, 1977.

SATO, K.; SATO, F. Nonisotonicity of simian eccrine primary sweat induced in vitro. **The American journal of physiology**, v. 252, n. 6 Pt 2, p. R1099–1105, jun. 1987.

SAVASTANO, D. M. et al. Adiposity and human regional body temperature. **The American journal of clinical nutrition**, v. 90, n. 5, p. 1124–1131, nov. 2009.

SEHL, P. et al. Responses of Obese and Non-obese Boys Cycling in the Heat. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 06, p. 497–501, jun. 2012.

SHIBASAKI, M. et al. Thermoregulatory responses of prepubertal boys and young men during moderate exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 75, n. 3, p. 212–218, 1997.

SIGMUND, E. et al. Temporal Trends in Overweight and Obesity, Physical Activity and Screen Time among Czech Adolescents from 2002 to 2014: A National Health Behaviour in School-Aged Children Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 9, p. 11848–11868, 18 set. 2015.

SILVA, K. S. DA et al. Associações entre atividade física, índice de massa corporal e comportamentos sedentários em adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 11, n. 1, p. 159–168, mar. 2008.

SILVA, R. C. R. DA; MALINA, R. M. Nível de atividade física em adolescentes do Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 4, p. 1091–1097, dez. 2000.

SMITH, C. J.; ALEXANDER, L. M.; KENNEY, W. L. Nonuniform, age-related decrements in regional sweating and skin blood flow. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 305, n. 8, p. R877–885, 15 out. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DENSITOMETRIA. **Conectividade óssea**, 2009. Disponível em: <[http://www.sbdens.org.br/arquivos/conectividade\\_ossea\\_21.pdf](http://www.sbdens.org.br/arquivos/conectividade_ossea_21.pdf)>

STACHENFELD, N. S. The Interrelationship of Research in the Laboratory and the Field to Assess Hydration Status and Determine Mechanisms Involved in Water Regulation During Physical Activity. **Sports Medicine**, v. 44, n. S1, p. 97–104, maio 2014.

STALL, S. et al. Bioelectrical impedance analysis and dual energy x-ray absorptiometry to monitor nutritional status. **Peritoneal dialysis international: journal of the International Society for Peritoneal Dialysis**, v. 15, n. 5 Suppl, p. S59–62, 1995.

STETTLER, N. [Obesity in children and adolescents]. **Therapeutische Umschau. Revue thérapeutique**, v. 57, n. 8, p. 532–536, ago. 2000.

TANNER, J. **The development of the reproductive system. Growth at adolescence**. Oxford: Blackwell Science, 1962.

TAYLOR, R. W. et al. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 6, p. 1416–1421, dez. 2002.

UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Physical Activity Guidelines for Americans**, 2008. Disponível em: <[www.health.gov/paguidelines](http://www.health.gov/paguidelines)>

VISSCHER, T. L.; SEIDELL, J. C. The public health impact of obesity. **Annual review of public health**, v. 22, p. 355–375, 2001.

WALL, B. A. et al. Current hydration guidelines are erroneous: dehydration does not impair exercise performance in the heat. **British journal of sports medicine**, 20 set. 2013.

WILK, B. et al. Influence of pubertal stage on local sweating patterns of girls exercising in the heat. **Pediatric exercise science**, v. 25, n. 2, p. 212–220, maio 2013.

WILK, B. et al. Mild to moderate hypohydration reduces boys' high-intensity cycling performance in the heat. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 4, p. 707–713, abr. 2014.

WILMORE JH; COSTILL DL. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Charts: Who Reference 2007**, 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/growthref/en/>>

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks**, 2009.

WYATT, H. R. et al. Resting energy expenditure in reduced-obese subjects in the National Weight Control Registry. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 69, n. 6, p. 1189–1193, jun. 1999.

## **9 APÊNDICES**

Apêndice 1: Termo de consentimento livre e esclarecido.

### **Termo do consentimento livre e esclarecido**

Sua filha ou dependente está sendo convidada a participar de um estudo para conhecer as respostas físicas e perceptivas de meninas adolescentes que se exercitam no calor.

Ela terá que comparecer três dias ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) localizado na Escola de Educação Física da UFRGS e outro dia em uma clínica de exames de imagem para avaliação da composição corporal (quantidade de gordura corporal).

Na primeira sessão, de aproximadamente uma hora, faremos perguntas sobre a saúde e prática de atividade física da sua filha ou dependente. Ela será pesada (em uma balança) e medida a sua altura através de uma régua. Também será avaliado o estágio de puberdade (desenvolvimento da maturidade sexual) através autoavaliação através dos pelos pubianos e do tamanho das mamas da sua filha. Nesse dia, ainda será realizado um teste em bicicleta por cerca de 6 a 12 minutos para avaliar o desempenho da adolescente para exercícios prolongados. Neste teste, ela usará uma máscara higienizada na qual o ar que ela respira é avaliado para analisar a sua capacidade de usar o oxigênio.

O segundo dia, com duração de cerca de uma hora, será em uma clínica especializada em exames de imagem corporal para avaliar a quantidade de gordura e massa muscular do corpo através de um exame conhecido como DEXA. A radiação deste exame é mínima como, por exemplo, similar à quantidade da radiação emitida em uma viagem de carro - com 5 km percorridos.

Na segunda e terceira vezes no LAPEX, a adolescente irá pedalar em uma sala quente (36°C e 40% de umidade relativa) durante dois períodos de 25 minutos, com intervalo de 10 minutos entre eles. Antes de pedalar, ela será pesada e, logo após, será colocado na região das costas um adesivo absorvente para coletar suor que será retirado ao terminar o protocolo de exercício. Um termômetro flexível, lubrificado, não traumático e com capa descartável será usado para obter o valor da temperatura interna durante o exercício. A medida será no ânus, que é considerada

segura e eficiente para monitorar qualquer aumento mais acentuado da temperatura do corpo durante o exercício no calor. Outros quatro termômetros serão aplicados na pele nas regiões do braço, peito, costas e coxa. A duração de toda esta sessão será em torno de 2 horas.

Nenhum prejuízo à saúde é esperado durante ou após cada uma das sessões. É possível que ocorra um cansaço, que é normal após a prática da atividade física, principalmente quando realizada no calor. A sua filha poderá ter algum desconforto durante o exercício por causa do calor, mas esta sensação não é diferente da observada nos dias de calor em Porto Alegre. Ainda poderá haver desconforto devido à colocação dos termômetros (no ânus e na pele) ou alergia na pele devido à colocação dos adesivos. A possibilidade é baixa e sua filha está livre para desistir de participar do estudo a qualquer momento. As participantes serão acompanhadas e terão assistência durante todos os procedimentos por uma equipe treinada, responsável pelo estudo. Em todas as visitas, os responsáveis poderão acompanhar os procedimentos.

Como benefícios, sua filha saberá como está seu nível de atividade física, qual percentual de gordura no corpo que ela possui, quanto ela sua e quanto ela perde de sal durante um exercício no calor, se ela bebe água suficiente por dia e a quanto o coração dela bate quando ela está fazendo esforço máximo pedalando.

Todas as informações provenientes desta pesquisa terão caráter confidencial e será mantido o anonimato das participantes. Elas poderão, em qualquer momento, recusar-se a participar ou abandonar a pesquisa, mesmo após a assinatura deste termo de consentimento. Os participantes não terão despesas financeiras durante a participação deste estudo.

Se você ou os seus familiares tiverem alguma pergunta antes de se decidir, sinta-se à vontade para fazê-la.

Eu, \_\_\_\_\_ e  
minha filha \_\_\_\_\_

fomos informados (as) dos objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de forma clara e detalhada. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Fui informado (a) também que minha filha poderá se retirar do estudo a qualquer momento, mesmo depois de assinado este termo. Tenho ciência de que não terei

gastos com esta pesquisa e foi-me certificado pela pesquisadora Carolina de Ávila Rodrigues que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

Assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse e outra em posse da pesquisadora responsável.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pela participante na pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura da pesquisadora

Em caso de dúvidas entre em contato com o pesquisadora Carolina de Ávila Rodrigues pelo telefone (51) 99968719

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

Doutoranda: Nutricionista Mestre Carolina de Ávila Rodrigues; telefone (51) 99968719

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Meyer; telefone (51) 95505082

Comitê de Ética e Pesquisa- UFRGS; telefone (51) 33083738

Apêndice 2: Termo de Assentimento.

### **Termo de Assentimento**

Você está sendo convidada a participar de um estudo para conhecer as respostas físicas e perceptivas de meninas de 12 a 15 anos de idade que se exercitam no calor.

Ao aceitar, você precisará comparecer três vezes em dias separados ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), localizado na Escola de Educação Física da UFRGS e mais outra vez num local de exames de imagem corporal.

Na primeira vez, que durará aproximadamente uma hora, você responderá perguntas sobre a sua saúde e sua prática habitual de exercícios e serão medidos o seu peso e altura. O seu estágio de puberdade será avaliado por você, através da observação direta dos seus pelos pubianos e do tamanho dos seus seios. Nesse mesmo dia, ainda, será realizado um teste em bicicleta por cerca de 6 a 12 minutos para avaliar a sua capacidade para exercícios prolongados. Neste teste, você usará uma máscara higienizada em que o ar que você “respira” é avaliado para analisar a sua capacidade em usar o oxigênio durante o exercício.

O segundo dia de avaliação (duração de cerca de uma hora) será em um local especializado em exames de imagem corporal para avaliar a sua quantidade de gordura e massa muscular do corpo através de um exame conhecido como DEXA. A radiação deste exame é mínima como, por exemplo, quase igual à quantidade da radiação emitida em uma viagem de carro - com 5 km percorridos.

Na segunda e terceira vezes no LAPEX, você irá pedalar em uma bicicleta em uma sala quente (36°C e 40% de umidade relativa) durante dois períodos de 25 minutos, com intervalo de 10 minutos entre eles. Antes de pedalar, você será pesada e logo após, será colocado na sua região das suas costas um adesivo absorvente para coletar suor, que será retirado quando você terminar o protocolo de exercício. Um termômetro flexível, lubrificado, não traumático e com uma capa descartável será usado para obter o valor de sua temperatura interna durante o exercício. A medida será nos ânus, que é considerada segura e eficiente para monitorar qualquer aumento mais acentuado da temperatura do corpo durante o exercício no calor. Outros quatro termômetros serão aplicados em sua pele, nas regiões do braço, peito, costas e coxa. A duração de toda esta sessão será em torno de 2 horas.



Nenhum prejuízo à saúde é esperado durante ou após cada uma das sessões. É possível que você sinta um cansaço, que é normal após fazer atividade física; principalmente quando realizada no calor. Além disso, você poderá sentir algum desconforto durante o exercício por causa do calor, mas esta sensação não é diferente da que você sente nos dias de calor em Porto Alegre. Ainda você poderá sentir uma sensação ruim devido à colocação dos termômetros (no ânus e na pele) ou alergia na pele por causa dos adesivos que são nela colocados. A possibilidade é baixa e você está livre para desistir de participar do estudo caso isso aconteça. Além disso, você estará sempre acompanhada e terá assistência durante todos os procedimentos por uma equipe treinada, responsável pelo estudo. Em todas as visitas, seus pais/responsáveis poderão acompanhar os procedimentos.

Como benefícios, você saberá como está seu nível de atividade física, qual é o seu percentual de gordura no corpo, quanto você sua e quanto você perde de sal durante um exercício no calor, se você bebe água suficiente por dia e a quanto seu coração bate quando você está fazendo esforço máximo pedalando.

Ninguém saberá que você está participando desse estudo, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados desse estudo serão publicados, mas sem identificar as crianças que participaram dele.

Seus pais/responsáveis autorizaram sua participação, mas você não é obrigada a participar. É um direito seu decidir e não haverá nenhum problema caso você diga “não”, ou se quiser desistir de participar mesmo após dizer “sim” ou assinar esse termo.

Você e seus pais/responsáveis não terão despesas financeiras (gastarão dinheiro) durante a participação deste estudo.

Se você tiver alguma pergunta antes de se decidir, sinta-se à vontade para fazê-la.

Eu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ fui informada dos objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de forma clara, simples e detalhada. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Fui informada que também poderei dizer “não” a qualquer momento, mesmo depois de assinado este termo. Entendi que eu e minha família não teremos gastos com esta pesquisa e foi-me

certificado pela pesquisadora Carolina de Ávila Rodrigues que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

Assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo, ficando uma comigo e outra com a pesquisadora responsável.

---

Assinatura da participante

---

Assinatura da pesquisadora

Em caso de dúvidas entre em contato com a pesquisadora Carolina de Ávila Rodrigues pelo telefone (51) 99968719

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

Doutoranda: Nutricionista Mestre Carolina de Ávila Rodrigues; telefone (51) 99968719

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Meyer; telefone (51) 95505082

Comitê de Ética e Pesquisa- UFRGS; telefone (51) 33083738

## Apêndice 3: Cartaz para recrutamento das meninas

**VOCÊ É UMA MENINA CURIOSA QUE GOSTA DE SABER O QUE ACONTECE COM SEU CORPO QUANDO VOCÊ SE EXERCITA NO CALOR?**



**Então aproveite e venha participar da nossa pesquisa científica!**

### **Quem pode participar?**

Meninas entre 12 e 15 anos de idade, fisicamente ativas ou sedentárias que já tenham menstruado.



### **Converse com seus pais e agende uma entrevista!**

Contato: Nutricionista Carolina de Ávila Rodrigues  
 Telefone: (51) 9996 8719  
 E-mail: [anilorac@portoweb.com.br](mailto:anilorac@portoweb.com.br)  
 Local: Escola de Educação Física – UFRGS. Rua Felizardo, 750. Jardim Botânico. Porto Alegre/ RS



**O Verão chegou e as férias também! Sem saber o que fazer???**

Venha participar de uma pesquisa Científica!



#### **Estamos selecionando:**

**Meninas magras entre 11 e 15 anos que façam uso constante de smartphones, tablets, computadores e/ou que não pratiquem atividade física com frequência.**

Avallamos composição corporal, condicionamento físico, temperatura corporal, sudorese, produção de calor, frequência cardíaca, cansaço, irritabilidade, sensação térmica e conforto durante exercício no calor. As avallações são gratuitas.

Para participar, entre em contato com Nut. Ms Carolina de Ávila Rodrigues – [anilorac@portoweb.com.br](mailto:anilorac@portoweb.com.br) ou 99968719

## Apêndice 4: Modelo de laudo entregue às participantes

***Laudo Pesquisa Exercício no Calor***

Nome:

Data de nascimento:

**Antropometria**

Peso:

Altura:

IMC:

Dobras (mm)

Tricipital:

Bicipital:

Subescapular:

Suprailíaca:

Abdominal

Coxa:

Panturrilha:

Circunferências (cm)

Braço:

Coxa:

Panturrilha:

Cintura:

Quadril

Densitometria (exame de imagem)

Massa gorda (Kg):

Massa gorda (%):

Massa magra (Kg):

Massa magra (%):

Massa óssea (Kg):

Densidade mineral óssea:

**Aptidão cardiorrespiratória**VO<sub>2</sub>pico:

Frequência cardíaca máxima:

Dda. Carolina de Ávila Rodrigues

## 10 ANEXOS

Anexo 1: Carta de anuência da diretora do Laboratório de Pesquisa do Exercício-  
LAPEX



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO**

### DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA NO LAPEX

Declaro para os devidos fins, que autorizo a realização da pesquisa intitulada **“Respostas termorregulatórias e perceptivas em meninas que pedalam no calor: efeito da adiposidade e do condicionamento físico”**.sob a orientação da professora **FLÁVIA MEYER** no Laboratório de Pesquisa do Exercício.

Aluna: **CAROLINA DE ÁVILA RODRIGUES**

Porto Alegre, 27 de agosto de 2014.

  
Profa. Flávia Gomes Martinez,  
Diretora do Laboratório de Pesquisa do Exercício.

**LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO - ESEF/UFRGS**

Rua Felizardo, nº 750 - Jardim Botânico - Porto Alegre / RS  
Fones: (51) 3308.5817 / 3308.5842 / 3308.5818  
E-mail: [receplapex@ufrgs.br](mailto:receplapex@ufrgs.br) / [lapex@esef.ufrgs.br](mailto:lapex@esef.ufrgs.br)

Anexo 2: Avaliação do estado de maturação sexual (Brasil, Ministério da Saúde, 2010. Adaptado de TANNER *et al.* 1962).

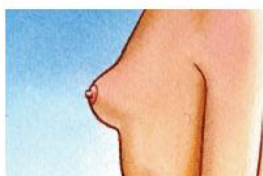
#### Estágios de desenvolvimento das mamas



**Estágio 1**  
Mamas infantis (M1)



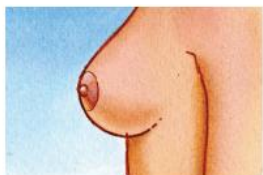
**Estágio 2**  
O broto mamário forma-se com uma pequena saliência com elevação da mama e da papila e ocorre o aumento do diâmetro areolar. Melhor visualizar lateralmente. (M2)



**Estágio 3**  
Maior aumento da aréola e da papila sem separação do contorno da mama. (M3)



**Estágio 4**  
Aumento continuado e projeção da aréola e da papila formando uma segunda saliência acima do nível da mama. (M4)



**Estágio 5**  
Mama com aspecto adulto, com retração da aréola para o contorno da mama e projeção da papila. (M5)

#### Estágios de desenvolvimento dos pelos pubianos



**Estágio 1**  
Ausência de pelos, ou pelugem natural. (P1)



**Estágio 2**  
Pelos iniciam-se com uma pelugem fina, longa, um pouco mais escura, na linha central da região pubiana. (P2)



**Estágio 3**  
Pelos em maior quantidade, mais escuros e mais espessos, e discretamente encaracolados, com distribuição em toda a região pubiana. (P3)

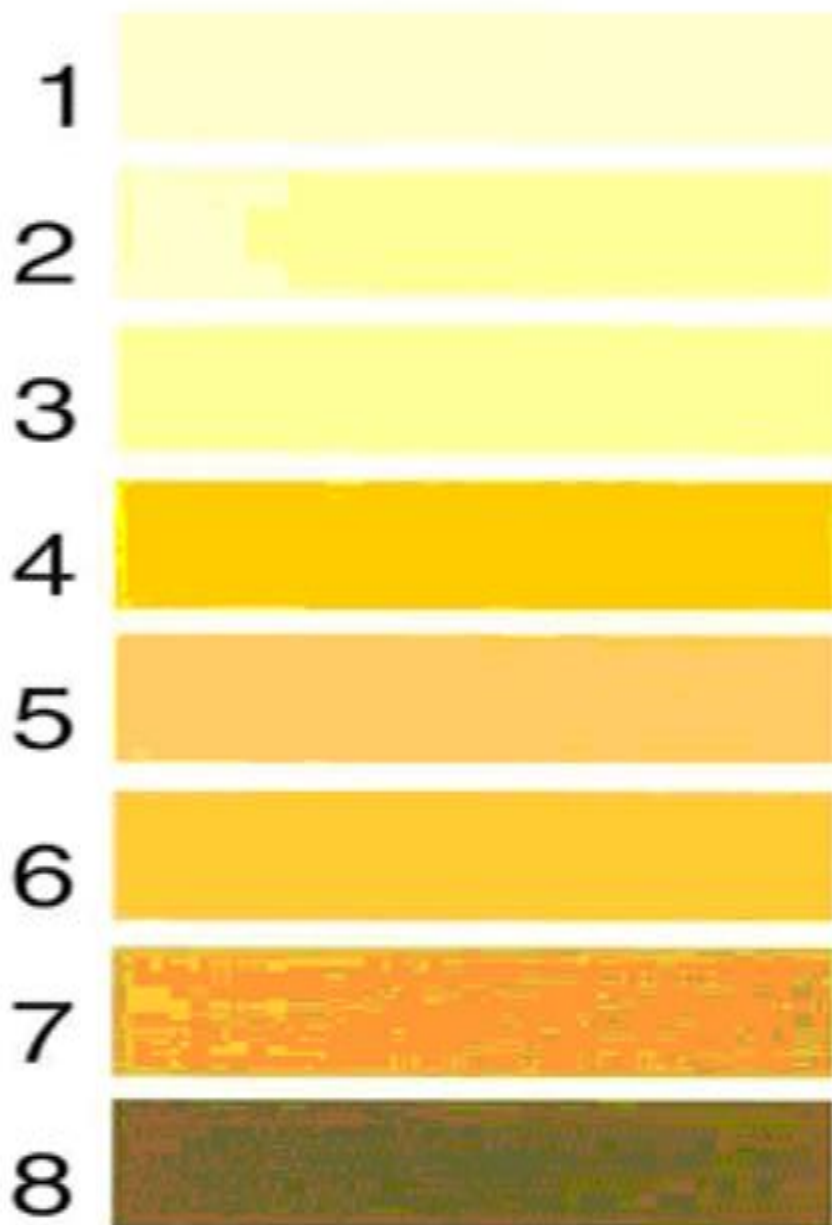


**Estágio 4**  
Pelos do tipo adulto, encaracolados, mais distribuídos, e ainda em pouca quantidade. (P4)



**Estágio 5**  
Pelos tipo adulto, com maior distribuição na região pubiana, e na raiz da coxa. (P5)

Anexo 3: Grau de hidratação conforme coloração da urina (ARMSTRONG *et al.*, 1994).



Anexo 4: Índice de percepção de esforço (adaptado de BORG, 1970).

6	Sem nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço



Anexo 5: Escala de sensação térmica (adaptado de ARENS *et al.*, 2006).

1	Muito frio
2	Frio
3	Ligeiramente fresco
4	Fresco
5	Neutro
6	Ligeiramente morno
7	Morno
8	Quente
9	Muito quente

Anexo 6: Escala de conforto térmico (adaptado de ARENS *et al.*, 2006).

1	Muito confortável
2	Confortável
3	Apenas confortável
4	Apenas desconfortável
5	Desconfortável
6	Muito desconfortável

Anexo 7: Escala de irritabilidade (adaptado de GREEN, SCHAEFFER e GILMORE, 1993).

1	Nada perceptível
2	Fraca
3	Moderada
4	Forte
5	Muito forte