

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**Respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes
magras e obesas que pedalam em condição termoneutra e de calor**

Gabriela Tomedi Leites

Porto Alegre, Julho de 2011

Gabriela Tomedi Leites

**Respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes
magras e obesas que pedalam em condição termoneutra e de calor**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência do
Movimento Humano da Escola de Educação
Física da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul para obtenção do título de
Mestre.

Orientadora: Flavia Meyer, PhD

Porto Alegre, Julho de 2011

Gabriela Tomedi Leites

**Respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes
magras e obesas que pedalam em condição termoneutra e de calor**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Prof. Dr. Rogério Friedman

Prof. Dr. Jerri Luiz Ribeiro

Orientadora Prof^a. Dr^a. Flavia Meyer

AGRADECIMENTOS

Às crianças participantes do estudo e seus responsáveis, por acreditarem na importância desse trabalho e dividirem momentos alegres durante o processo da coleta de dados.

Às diretoras e professoras das escolas, técnicas das escolinhas e aos meios de comunicação “Diário Gaúcho”, “Zero-Hora”, “Correio do Povo” e “O Sul” que oportunizaram a divulgação dessa pesquisa.

Ao Dr. Roberto Oliveira, em nome da Clínica de Radiologia e Fundação Gaúcha de Radiologia e Ecografia, pelo interesse, apoio e colaboração através do financiamento parcial dos exames de imagem.

À CAPES, pelo apoio financeiro, e à FAPERGS, pelo financiamento para continuidade de nossas pesquisas.

Aos docentes do PPGCMH, pelos ensinamentos durante o mestrado; e aos funcionários e estagiários do LAPEX e PPGCMH (Luciano, Dani, Luiz, Vanessa, Carla, Alex, Geórgia, Jenifer, Márcia, Ana e André) que contribuíram nesse percurso.

Aos professores Dr. Leonardo Tartaruga e Dr. Rogério Friedman, pelas colaborações como membros da banca de qualificação do projeto da presente dissertação.

Aos colegas, Andrea Fontoura e Jocelito Martins, pelo apoio, discussões, contribuições durante esse período. À Jactiane Azanelo, à Luciana Brauner, Rafael Teixeira, Matias, André Lopes, Cláudia Perrone, Bruno, Stephanie, pelas palavras de apoio que fizeram muita diferença; e em especial à Diana Perin, por compartilhar os horários, as angústias e os bons momentos no laboratório. Aos colegas e amigos do

Bacharelado em Análise de Políticas e Sistemas de Saúde e às amigas da Fisioterapia, pela compreensão e ausência nesse período.

Ao Adriano Detoni, pela disponibilidade, comprometimento e dedicação durante o período das coletas de dados.

Ao colega e amigo Paulo Sehl, pela paciência e disponibilidade ao compartilhar seu conhecimento, pelo grande auxílio nas coletas, pelas conversas e pelo apoio durante a caminhada do mestrado.

Ao colega, amigo e namorado, Giovani dos Santos Cunha, por ser um presente que o mestrado me proporcionou. Agradeço pelo carinho, apoio, paciência e ensinamentos nesse período.

Aos meus pais, Roberto e Aida Leites, sempre essenciais nessa caminhada. Pelo amor, presença como guias e apoiadores das minhas decisões e por dividirem todos esses momentos comigo, sendo a base da minha vida.

Finalmente, agradeço minha orientadora, Dr^a Flavia Meyer, que fez jus à denominação pela excelente e presente orientação nesse período, essencial para realização desse trabalho e por me sentir instigada a novas investigações. Agradeço pelos desafios que me proporcionou, por acreditar que conseguiria realizá-los, enfim pela oportunidade e investimento que conferiu a mim. Obrigada!

RESUMO

Crianças frequentemente realizam atividades físicas em ambientes quentes. O calor pode afetar o desempenho, conforto subjetivo, tolerância ao exercício e ser preocupante para a saúde. Além disso, parece que crianças obesas, comparadas com as magras, apresentam desvantagens ao se exercitarem no calor. Devido à importância do exercício aeróbio para o manejo da obesidade e promoção da saúde, essas diferenças merecem ser elucidadas, principalmente em meninas, devido à escassez de informações. **Objetivo:** Comparar as respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas pré-púberes magras e obesas durante e após uma sessão de exercício, de similar intensidade relativa, em condição ambiental termoneutra e de calor. **Métodos:** Para a revisão da literatura, foram selecionados artigos com as palavras chaves: *thermoregulation, obesity, children, girls, sweating, exercise, heat, hydration e acclimatization*. No estudo experimental, vinte e sete meninas ativas e aclimatizadas, alocadas nos grupos magras e obesas conforme a adiposidade ($\leq 25\%$ para as magras e $\geq 30\%$ para as obesas) medida pelo DXA, participaram do estudo. Elas pedalarão (carga de 55% do $VO_{2\text{pico}}$) e recuperaram (sentadas) por 30 minutos numa condição termoneutra e outra de calor, com água disponível para ser ingerida à vontade. A temperatura retal (T_{re}), frequência cardíaca (FC), taxa de percepção de esforço (TPE), sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade foram avaliados periodicamente. A sudorese foi avaliada, e durante o exercício no calor foi coletada uma amostra de suor para análise da concentração de eletrólitos (Na^+ , Cl^- e K^+). **Resultados:** Revisão — estudos com meninos indicam que os obesos parecem ser prejudicados nas respostas termorregulatórias durante exercício no calor relacionado: prejuízos na dissipação por convecção devido à

menor área de superfície corporal (ASC) pela massa corporal; a menor taxa de sudorese, condicionamento físico, tolerância ao exercício e capacidade de aclimatação ao calor; ao maior custo metabólico para locomoção; e prejuízo na dissipação de calor pela maior gordura subcutânea. Não foram encontrados estudos comparando as respostas termorregulatórias de meninas magras e obesas no calor; e os estudos com o sexo feminino apresentam resultados parcialmente contraditórios ao masculino. Experimento — a T_{re} inicial foi maior nas obesas nas duas sessões (no calor $37,5 \pm 0,3$ vs. $37,3 \pm 0,3$ °C, e na termoneutra $37,6 \pm 0,3$ vs. $37,3 \pm 0,2$ °C; $p = 0,03$) e se manteve durante o exercício; e a magnitude do aumento foi maior nas magras, sendo que no calor a T_{re} final ultrapassou a das obesas ($37,8 \pm 0,2$ vs. $38,0 \pm 0,2$ °C; $p = 0,04$). As magras relataram diminuição do conforto térmico ($p = 0,009$) e aumento da irritação ($p = 0,02$) no decorrer do exercício. A FC, respostas perceptivas de TPE e sensação térmica foram semelhantes entre os grupos, assim como as respostas de sudorese. Observou-se maior concentração de Na^+ no suor nas obesas ($78,7 \pm 47,5$ vs. $50,5 \pm 12,1$ mEq l^{-1} ; $p = 0,04$). **Conclusão:** Meninas obesas apresentaram maior T_{re} inicial, e as magras apresentaram uma maior magnitude de aumento na T_{re} , principalmente no calor, acompanhada de maior desconforto térmico e irritabilidade.

Palavras-chave: exercício, obesidade, pediatria, regulação da temperatura corporal, sudorese.

ABSTRACT

Children often perform physical activities in hot environments. The heat can affect performance, subjective comfort, exercise tolerance and cause concern for health. Moreover, it seems that obese children, compared with the lean, have disadvantages while exercising in the heat. Given the importance of aerobic exercise for obesity management and health promotion, these differences should be elucidated, especially in girls due to the information lack. **Aim:** To compare the thermoregulatory responses and perceptual between lean and obese pre-pubertal girls during and after an exercise session, at similar relative effort intensity in the thermoneutral environmental and heat. **Methods:** For the literature review, articles were selected using the keywords: thermoregulation, obesity, children, girls, sweating, exercise, heat, hydration and acclimatization. In the experimental trial, twenty-seven active and acclimatized girls, placed in groups lean and obese according to fat percentage ($\leq 25\%$ for lean and $\geq 30\%$ for the obese) measured by DXA, participated in this study. They cycled (charge 55% of VO_{2peak}) and recovered (seated) for 30 minutes in a thermoneutral condition and in the heat, with hydration *ad libitum*. Rectal temperature (T_{re}), heart rate (HR), rate of perceived exertion (RPE), thermal sensation, thermal comfort and irritability were assessed periodically. Sweating was evaluated, and during exercise in the heat a sample sweat was collected to electrolytes concentration (Na^+ , Cl^- and K^+) analysis. **Results:** Review — obese children appear to be impaired in thermoregulatory responses during exercise in the heat related to: the convection damage dissipation due to less body surface area (BSA) by body mass, the lower sweating rate, fitness, exercise tolerance and to heat acclimation ability, the higher locomotion metabolic cost, and heat dissipation

loss for greater subcutaneous fat. Any study had compared the thermoregulatory responses between lean and obese girls in heat. **Trial** — the initial T_{re} was higher in obese in both sessions (in the heat 37.5 ± 0.3 vs 37.3 ± 0.3 °C and in thermoneutral 37.6 ± 0.3 vs. 37.3 ± 0.2 °C, $p = 0.03$) and was maintained during exercise, and magnitude of the increase was greater in lean, mainly in the heat when the final T_{re} surpassed the obese (37.8 ± 0.2 vs. 38.0 ± 0.2 °C, $p = 0.04$). The thermal comfort has decreased ($p = 0.009$) and irritation has increased ($p = 0.02$) in the lean during the exercise. HR, sweating responses and perceptual responses of TPE and thermal sensation were similar between groups. A higher concentration of Na^+ in sweat was observed in obese (78.7 ± 47.5 vs 50.5 ± 12.1 mEq l^{-1} , $p = 0.04$). **Conclusion:** Initial T_{re} were higher in obese group, and lean had a greater magnitude of increase in T_{re} , especially during exercise in the heat, accompanied by thermal discomfort and irritability increased.

Keywords: exercise, obesity, pediatrics, body temperature regulation, sweating.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é composta pelos seguintes componentes:

1. Introdução: aborda a relevância dos estudos em termorregulação durante o exercício em crianças; apresenta os achados mais relevantes da literatura, enfatizando a comparação da composição corporal, sexo e estágio de maturação biológica nas respostas termorregulatórias; e finaliza com o problema de pesquisa e objetivos, geral e específico, da presente dissertação.
2. Revisão da literatura: através de uma revisão da literatura, abordando os tópicos “termorregulação e exercício”, “regulação térmica em criança durante o exercício no calor”, “sudorese e hidratação em crianças que se exercitam no calor” e “obesidade infantil e o exercício no calor”, buscou-se o suporte teórico para o desenvolvimento do experimento e respostas aos questionamentos do problema de pesquisa.
3. Manuscrito original intitulado “Respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes magras e obesas que pedalam em condição termoneutra e de calor”: apresenta a descrição do experimento, resultados e discussão dos achados.
4. Considerações finais: apresenta os principais desfechos desta dissertação.

DEFINIÇÃO DE TERMOS

Performance – desempenho na realização de exercício físico.

Ad libitum – de acordo com a vontade do sujeito.

Breath by breath – capacidade do equipamento analisar os gases do ar, respiração por respiração.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	Estudos que avaliaram a variação na temperatura retal durante o exercício no calor em meninas pré-púberes.....	27
Quadro 2	Restrição de atividade em diferentes níveis de calor.....	28
Figura 1	Desenho das sessões experimentais.....	59
Figura 2	Temperatura retal e frequência cardíaca durante a pedalada e recuperação nas duas condições ambientais.....	64
Figura 3	Taxa de percepção de esforço durante os 30 minutos de pedalada.....	66
Figura 4	Sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade durante a pedalada e recuperação.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características físicas e de nível de atividade física das meninas por grupo.....	57
Tabela 2	Condições ambientais nas sessões experimentais.....	63
Tabela 3	Volume de suor, ingestão de líquidos e balanço hídrico durante exercício no calor e em condição termoneutra.....	69

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES

[Cl⁻] – concentração de cloro

[K⁺] – concentração de potássio

[Na⁺] – concentração de sódio

Δ – variação

ASC – área de superfície corporal

bpm – batimento por minuto

cm – centímetro

CO₂ – dióxido de Carbônico

dp – desvio padrão

DXA – absorciometria de feixe duplo de raio-X

FC – frequência cardíaca

h – hora

Kg – quilograma

l – litro

LAPEX – Laboratório de Pesquisa do Exercício

Max – máxima

m² – metro quadrado

mEq.l⁻¹ – miliequivalente por litro

ml – mililitros

mmol.l⁻¹ – milimoles de solutos dividido por litro de solução

n – amostra

O₂ – oxigênio

° C – graus Celsius

rpm – rotações por minuto

SSC – sensação subjetiva de calor

T_{central} – temperatura central

TCLE – termo de consentimento livre e esclarecido

TPE – taxa de percepção de esforço / Escala de Borg

T_{re} – temperatura retal

TS – taxa de sudorese

UR – umidade relativa do ar

$VO_{2\text{Max}}$ – consumo máximo de oxigênio

$VO_{2\text{pico}}$ – potência máxima de oxigênio

W – watts

WBGT – índice de temperatura do globo e bulbo úmido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Problema.....	20
1.2. Objetivo geral.....	20
1.3. Objetivos específicos.....	20
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1. Termorregulação e exercício.....	21
2.2. Regulação térmica em criança durante o exercício no calor.....	22
2.3. Sudorese e hidratação em crianças que se exercitam no calor	29
2.4. Obesidade infantil e o exercício no calor.....	32
REFERÊNCIAS.....	37
3. MANUSCRITO ORIGINAL	51
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
APÊNDICES	
APÊNDICA A- Termo de consentimento livre e esclarecido.....	84
ANEXOS	
ANEXO 1- Avaliação da atividade física.....	88
ANEXO 2- Avaliação do desenvolvimento puberal feminino.....	91
ANEXO 3- Escala de percepção de esforço (escala de Borg).....	92
ANEXO 4- Tabela de coloração de Armstrong.....	93
ANEXO 5- Escala sensação térmica.....	94
ANEXO 6- Escala de conforto térmico.....	95
ANEXO 7- Escala de irritabilidade.....	96

1. INTRODUÇÃO

O exercício é fundamental no manejo da obesidade pediátrica, aumentando o gasto calórico e prevenindo as complicações associadas (ACMS, 2003; FERNANDES et al., 2004; MATSUDO et al., 2003; MELLO et al., 2004b; SCHNEIDER & MEYER, 2007). No entanto, existem particularidades relativas ao crescimento e à maturação biológica que devem ser ponderadas ao recomendar exercícios para as crianças, principalmente às obesas (ACMS, 2003).

Uma das considerações relacionada à criança é a prática de atividades físicas prolongadas no calor (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005; BASS e INGE, 2006; BAR-OR & ROWLAND, 2004). Estudos sugerem que as respostas termorregulatórias em crianças possivelmente sejam diferentes daquelas dos adultos pelas características morfológicas, metabólicas, cardiovasculares, na composição do suor e na taxa de sudorese. Em algumas situações, as crianças podem ser prejudicadas nas respostas de manutenção da temperatura corporal e homeostasia hídrico-eletrolítica (BAR-OR, 1980; BAR-OR, 1989; FALK, 1998; FALK & DOTAN, 2008; LAZZOLI et al., 1998). Esse prejuízo pode reduzir o desempenho físico e mental, além da tolerância ao exercício no calor. Nesse sentido, as crianças, ao se exercitarem no calor, podem apresentar sintomas como náusea, tontura, desconforto abdominal, dores de cabeça e incapacidade de persistir na realização do exercício (DRINKWATER et al., 1977; DAVIES, 1981; SHIBASAKI et al., 1997; WAGNER et al., 1972; FALK et al., 1992).

As crianças obesas necessitam de mais cuidado na prescrição de exercício, pois a obesidade pode ser um dos fatores que prejudica a regulação térmica durante o exercício no calor (BAR-OR & ROWLAND, 2004). O tecido adiposo tem uma maior

capacidade de armazenar calor, apresentando o risco de aumentar o calor corporal e de impedir sua perda (SAVASTANO et al., 2009). Assim, as crianças obesas podem apresentar maior tendência de armazenar o calor corporal produzido pela atividade física, além de aumentar mais rapidamente a temperatura interna (GODEK et al., 2006; MCLELAAN, 2001). Outras possíveis desvantagens são o baixo nível de condicionamento físico, o aumento da produção de calor e o maior custo energético para locomoção das crianças obesas, tornando-as mais vulneráveis a interromper o exercício prematuramente pela fadiga (BAR-OR & ROWLAND, 2004). Como a massa corporal influencia no processo de termorregulação, tem-se questionado se o prejuízo na habilidade de regulação térmica e a intolerância ao calor dos obesos durante o exercício é mais proeminente apenas quando ocorre em ambientes quentes.

Existem poucos estudos comparando indivíduos magros e obesos em relação às respostas termorregulatórias. Dougherty et al. (2009) compararam meninos púberes magros e obesos expostos a sessões repetidas de exercício no calor e verificaram menor aclimatização e menor taxa de sudorese nos obesos e a temperatura central foi semelhante a dos magros; resultado semelhante ao encontrado por Sehl (2010) na mesma população. Outro estudo realizado com meninos pré-púberes magros e obesos, comparando às respostas ao estresse térmico durante caminhadas, mostrou que os meninos obesos apresentaram maior aumento da temperatura retal (HAYMES et al., 1975). No entanto, quando o mesmo protocolo foi aplicado em meninas magras e com sobrepeso, as magras durante exercício no calor apresentaram temperatura retal mais alta ao final do protocolo (HAYMES et al., 1974), corroborando ao encontrado por Bar-Or et al. (1969), ao comparar a tolerância ao exercício no calor em mulheres obesas e eutróficas. Assim,

existem controvérsias em relação às respostas termorregulatórias em diferentes estudos e populações.

Devido às possíveis diferenças nas respostas termorregulatórias durante o exercício no calor em crianças obesas, torna-se necessário conhecer as particularidades dessa população para adaptar as recomendações de exercício. A obesidade em meninas pré-púberes está muito prevalente no Brasil (IBGE, 2009; NOGUEIRA et al., 2009; COSTA et al., 2006; GIUGLIANO et al. 2004; ANJOS et al. 2003), onde predomina o clima quente. Porém, ainda existem poucos estudos que avaliaram as respostas termorregulatórias em meninas pré-púberes durante o exercício no calor (RIVERA-BROWN et al., 2006; DRINKWATER et al., 1977; HAYMES et al., 1974). Com esses parâmetros, poderemos compreender melhor a influência dos dias quentes durante a prática de exercícios, bem como as atitudes que devem ser tomadas para podermos amenizar as dificuldades e consequências impostas pelo calor em meninas pré-púberes magras e obesas.

1.1. Problema

As respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes obesas diferem das magras durante exercício de similar intensidade relativa, em condição de calor ambiental e em condição termoneutra?

1.2. Objetivo geral

Comparar as respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes, com idade entre sete e 11 anos, magras e obesas, que pedalam com similar intensidade relativa de exercício em condição de calor ambiental e em condição termoneutra.

1.2.1. Objetivos específicos

Comparar meninas magras e obesas durante exercício, nas diferentes condições ambientais, em relação:

- à temperatura retal (T_{re});
- às respostas de frequência cardíaca (FC);
- à taxa de percepção de esforço (TPE) de Borg;
- às respostas subjetivas de sensação térmica, de conforto térmico e de irritabilidade;
- ao volume de suor;
- à hidratação voluntária, quando uma bebida ficar disponível para ser ingerida *ad libitum*;
- à concentração de eletrólitos (Na^+ , Cl^- , K^+) no suor.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão tem como objetivo abordar tópicos relativos à regulação térmica: sudorese, temperatura interna e riscos de desidratação durante o exercício no calor em crianças, principalmente em meninas pré-púberes. Serão abordadas recomendações sobre hidratação na atividade física, e serão revisadas questões relativas à obesidade pediátrica enfatizando a termorregulação durante o exercício no calor.

2.1. Termorregulação e exercício

A temperatura corporal encontra-se em constante equilíbrio mantida através da integração de um conjunto de mecanismos dirigidos a balancear a quantidade de calor produzido e perdido (GUYTON, 1996; BRAZ, 2005). O aumento da temperatura corporal é prejudicial e o sistema de termorregulação é direcionado a proteger o corpo do superaquecimento, evitando que ocorram prejuízos à capacidade física e mental, afetando estruturas celulares, enzimas e outros processos físicos e químicos dependentes da temperatura (MAUGHAN & SHIFFERS, 2004; SESSLER et al., 1994; BUGGY & CROSSLEY, 2000).

O hipotálamo desencadeia as respostas para proteção do organismo contra o aumento de temperatura. A primeira resposta a esse aumento é a vasodilatação cutânea. No entanto, a sudorese, que é mediada por inervação colinérgica pós-ganglionar nas terminações glandulares, é considerada a mais importante (GUYTON, 1996; BRAZ, 2005).

A atividade física, devido ao processo de contração e relaxamento dos músculos, é termogênica (HAVENITH, 1999), e, quando a atividade é um exercício físico intenso e prolongado, a taxa metabólica aumenta de 20 a 25 vezes em relação à basal, podendo resultar em um aumento de 1°C a cada 5 minutos. No entanto, com os mecanismos de termorregulação, o organismo consegue manter a temperatura em torno de 37°C. Quanto maior a intensidade que se exercita, maior a quantidade de calor produzido, necessitando de todo o processo de homeostase para a proteção do sistema nervoso central, principalmente através da sudorese (GARRET & KIRKENDALL, 2000). Caso isso não aconteça, o resultado final não é somente uma redução no desempenho físico, mas também um risco de colapso cardiovascular (ROWLAND, 2008).

2.2. Regulação térmica em criança durante o exercício no calor

Estudos sugerem que a estratégia e a capacidade de termorregulação das crianças possivelmente sejam diferentes da dos adultos por características morfológicas, metabólicas, cardiovasculares, na composição do suor e, com particularidades, haja diferença na taxa de sudorese (BAR-OR, 1980; BAR-OR, 1989; FALK, 1998; FALK & DOTAN, 2008; LAZZOLI et al., 1998). Entre as diferenças morfológicas, a mais evidente, tanto na produção do suor quanto na sua dissipação, é que as relações entre o tamanho corporal e massa muscular são significativamente menores nas crianças. Durante a prática da atividade física o calor metabólico é proporcional a massa corporal (BAR-OR, 1989; ROWLAND, 2008; FALK, 1998). Como o calor é dissipado na pele, a área da superfície corporal (ASC) afeta a dissipação do calor. Quando relativizado à sua massa corporal, as

crianças têm maior área superficial, sendo que, em crianças de oito a nove anos a ASC, pode ser 40% maior do que em adultos e, em crianças de seis anos, pode ser até 50% maior (FALK & DOTAN, 2008; INBAR et al., 2004; FALK, 1998; BAR-OR, 1989; BAR-OR, 1980). Uma implicação é que, quando a temperatura do ambiente é maior que a da pele, o fluxo de calor se direciona ao corpo (FALK & DOTAN, 2008; ROWLAND, 2008), levando a maior dissipação do calor corporal por meio seco (radiação, convecção e condução) (FALK & DOTAN, 2008; INBAR et al., 2004; FALK, 1998). Entretanto, em condições de calor extremo, quando a temperatura do ar é maior em proporção à superfície de massa corporal, o resultado é uma grande absorção de calor pelo ambiente, dependendo da umidade, o resfriamento pela evaporação pode não ser suficiente, comprometendo a *performance* (FALK & DOTAN, 2008; BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Em relação às diferenças metabólicas, as crianças têm maior gasto energético para caminhar e correr, resultando em maior produção de calor por quilograma de massa corporal. Assim, uma criança de seis anos pode gerar de 15 a 20% mais calor metabólico por quilograma de massa corporal do que um adolescente de 16 anos correndo na mesma velocidade. No entanto, essa diferença é menos significativa durante a atividade do ciclismo, e, por isso, é o teste de escolha nos estudos comparativos de termorregulação (FALK & DOTAN, 2008; ASTRAND, 1952; FALK 1998, BAR-OR, 1989; BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Em relação às respostas cardiovasculares, adultos e crianças têm diferenças que afetam a termoregulação durante o exercício no calor. Com o consumo máximo de oxigênio (VO_{2Max}) absoluto similar, as crianças têm menor débito cardíaco que os adultos, o que denota menor eficiência cardiovascular nas crianças (Bar-Or et al., 1971; Falk, 2008). No entanto, esta situação deve-se a diferenças relativas à

intensidade do exercício ($\%VO_{2Max}$) nas duas populações, assim, com a mesma intensidade o débito cardíaco, nas crianças, é aproximadamente 10% mais elevado do que nos adultos. Assim, para aproveitar sua maior ASC na regulação térmica, a criança utiliza esse aumento no débito cardíaco a fim de vascularizar a periferia (FALK & DOTAN, 2008; ROWLAND, 2008). Em outras palavras, a capacidade da criança para a convecção de calor para a periferia é, provavelmente, mais comprometida do que a dos adultos durante o exercício no calor, isto significa que uma maior proporção do débito cardíaco é desviada para periferia sob estresse térmico (DRINKWATER et al., 1977).

Em relação à taxa de sudorese, foram encontradas diferenças significativas na comparação entre crianças e adultos, apesar de algumas particularidades (BAR-OR, 1989). O suor é um ultrafiltrado do plasma e sua composição depende da intensidade da sudorese, do estado de hidratação e de outros fatores. Sua formação ocorre através da secreção pelo ducto secretor, seguido da absorção parcial de Na^+ , Cl^- e água pelo ducto reabsortivo (SATO, 1977; SATO & SATO, 1987). O número de glândulas sudoríparas é determinado na infância, sendo assim, a densidade das glândulas na superfície da pele diminui com o crescimento corporal (ROWLAND, 2008). Há evidências de que as crianças têm menores taxas de suor em termo absoluto, corrigindo pela ASC de pele e pelo número de glândulas sudoríparas (FALK & DOTAN 2008; BAR-OR & ROWLAND, 2004; FALK 1998). Consequentemente, espera-se que crianças dependam mais do fluxo sanguíneo cutâneo para a perda de calor por convecção do que adultos (ROWLAND, 2008).

A diferença na taxa de suor relacionada à maturação biológica parece ser maior no sexo masculino, apresentando-se 40% maior em homens, ao comparar com meninos pré-púberes (ARMSTRONG, 1995). Estudos realizados com meninas

em idade pré e pós-púberes não encontraram diferenças entre as taxas de sudorese, mas ainda existem poucos estudos nesta população, o que consolida diversas controvérsias sobre esta variável (ROWLAND, 2008; BAR-OR, 1996).

Drinkwater et al. (1977) compararam cinco meninas pré-púberes e cinco jovens universitárias em esteira rolante em temperatura termoneutra (28° e 45% UR), quente (35° e 65% UR) e muito quente (48° e 10% UR), e a sudorese foi semelhante entre os grupos, independente do estresse térmico. Rivera-Brown et al. (2006) compararam as respostas fisiológicas relacionadas à tolerância ao exercício no calor em nove meninas pré-púberes e nove mulheres em cicloergômetro e também não observaram diferenças na taxa de sudorese. No entanto, são necessários mais estudos relativos ao sexo e à maturação biológica para haver respostas conclusivas (BAR-OR, 1996; ROWLAND; 2008).

Outra diferença encontrada entre adultos e crianças está no processo de aclimatização. A aclimatização ao calor é um processo gradual que se efetiva com exposições regulares a ambientes quentes. Apesar das crianças se adaptarem fisiologicamente ao calor, o processo parece ser mais lento (BAR-OR, 1989). Quando ocorre a mudança de temperatura e iniciam as estações de maior calor ambiental, as crianças podem ficar mais vulneráveis a doenças provocadas pelo clima quente devido à falta de aclimatização (INBAR et al., 1981; BERGERON et al., 2005; GODEK et al., 2005).

Devido às diferenças na termorregulação entre adultos e crianças, acredita-se que as crianças tolerem o exercício no calor com maior dificuldade. Isso pode estar relacionado a fatores maturacionais e relativos ao sexo como as diferenças na taxa de sudorese. Poder-se-ia esperar que crianças em idade pré-púbere demonstrassem um maior aumento na temperatura interna em ambientes quentes;

no entanto, estudos não encontraram estas diferenças (DRINKWATER et al.,1977; DAVIES, 1981; SHIBASAKI et al.,1997; WAGNER et al.,1972; FALK et al., 1992), mas a maioria destes foi realizados em meninos.

Poucos estudos avaliaram as respostas de temperatura central (interna) em meninas pré-púberes durante o exercício no calor (Quadro 1). Em um estudo (RIVERA-BROWN et al., 2006) para verificar a tolerância ao exercício em ambiente quente e úmido (33,4°C e 55% UR), foram avaliadas nove meninas pré-púberes e nove mulheres; numa sessão no cicloergômetro a 60% VO_{2Max} até a fadiga, não houve diferença significativa na variação de temperatura retal (T_{re}) entre os grupos, sendo a ΔT_{re} de 0,9° C nas meninas e 1,1° C nas mulheres. Quando cinco meninas pré-púberes e cinco mulheres se exercitaram em diferentes condições ambientais, observou-se que em temperatura termoneutra (28° C e 45% UR) todas participantes completaram as caminhadas de 50 minutos proposta pelo protocolo (Drinkwater et al. 1977). A 35° C e 65% UR, apenas duas meninas pré-púberes conseguiram finalizar, enquanto, todas as mulheres finalizaram o protocolo. A 48° C e 10% UR, quatro das cinco meninas atingiram 90% da FC_{Max} ainda na primeira caminhada de 50 minutos, sendo impedidas de completar o teste, e as cinco mulheres completaram a primeira caminhada. Foram encontradas diferenças significativas na variação de T_{re} entre as meninas e as mulheres. Com relação à intolerância ao exercício no calor das meninas pré-púberes, os autores relatam rubor na face, sinais de agonia e duas meninas relataram tontura.

Outra particularidade a ser considerada em relação à temperatura corporal em meninas pré-púberes é a massa corporal. Haymes et al. (1974) avaliaram cinco meninas pré-púberes magras e sete com sobrepeso, com idade de nove a 11 anos, através de caminhadas em quatro ambientes diferentes (21,1° C, 26,7° C, 29,4° C e

32,2° C) para determinar a tolerância ao exercício no calor. Diferenças significativas foram encontradas apenas no ambiente mais quente, e as meninas magras tiveram maior T_{re} ao final do exercício. Apenas duas meninas com sobrepeso completaram o protocolo de 70 minutos de exercício, sugerindo que as meninas pré-púberes com sobrepeso têm menor tolerância ao exercício no calor que as magras. Logo, esses estudos sugerem que as crianças são aptas a prevenir aumentos prejudiciais na temperatura central, mas ainda existe indicação de que crianças pré-púberes não toleram exercícios em climas quentes. A tolerância ao calor caracteriza-se por sintomas como: náusea, tontura, desconforto abdominal, dores de cabeça e incapacidade de persistir na realização do exercício.

Quadro 1 Estudos que avaliaram a variação na temperatura retal durante o exercício no calor em meninas pré-púberes (MPP)

Amostra	Condições de exercício	Condições climáticas	$\Delta T_{re} (^{\circ}C)$	Autores
9 MPP e 9 M	Ciclismo 60% VO_{2Max} até fadiga	33,4°C 55% UR	MPP: 0,9 M:1,1	Rivera- Brown et al., 2005
5 MPP e 5 M	2 caminhadas de 50 minutos 30% VO_{2Max}	1) 28°C 45% UR 2) 35°C 65%UR 3) 48°C 10% UR	1) MPP: 0,7 e M:0,7 2) MPP: 1,2 e M: 1,2 3) MPP: 0,9 e M: 1,0	Drinkwater et al., 1977
12 meninas de 9 a 11 anos: 5 magras e 7 sobrepesadas	3 períodos de 20 minutos de caminhada com pausa de 5 entre eles	1) 21,1°C 41% UR 2) 26,7°C 29% UR 3) 29,4°C 22% UR 4) 32,2°C 13% UR	Sem diferença entre magras e obesas, exceto a 32,2°C, que houve variação de ~1,1°C nas MM e ~0,8 nas MS.	Haymes et al., 1974

M: mulheres; MM: meninas magras; MS: meninas sobrepesadas

Existem controvérsias relativas à segurança das crianças durante o exercício no calor. Nesse sentido, organizações como a Academia Americana de Pediatria (2001) recomenda que a intensidade de atividades que persistam mais de 15 minutos seja reduzida sempre que a UR, a radiação solar e a temperatura do ar atingir níveis críticos, verificados através do Índice da Temperatura do globo e bulbo úmido (WBGT). Existem recomendações específicas para as restrições de atividades físicas de acordo com os níveis de estresse térmico como apresentado no Quadro 2 (COMITÊ EM MEDICINA DO ESPORTE E CONDICIONAMENTO DA ACADEMIA AMERICANA DE PEDIATRIA).

Quadro 2 Restrições de atividades em diferentes níveis de calor

WBGT (°C)	Restrições das atividades
< 24	Qualquer atividade é permitida. Em atividades prolongadas, cuidar os sinais iniciais de hipertermia e desidratação.
24 – 25,9	Fazer intervalos mais prolongados na sombra, estimular a ingestão de líquidos a cada 15 minutos.
26 – 29	Interromper as atividades daqueles que não estão aclimatizados ao calor ou que apresentam algum outro fator de risco. Limitar as atividades para todos os outros.
> 29	Cancelar qualquer atividade atlética.

No entanto, não está claro se as crianças obesas, ao exercitarem-se no calor, devem ter um conjunto diferente de orientações a seguir em relação a crianças magras. Doughety et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de determinar

parâmetros para crianças obesas utilizando sete meninos magros e sete obesos, com idade de nove a 12 anos, e verificaram que comparados aos indivíduos magros, os obesos tinham menor tolerância a ambientes quentes, sugerindo que dever-se-ia adaptar as diretrizes de condições ambientais diferenciado-as para crianças magras e obesas na realização de exercício no calor.

2.3. Sudorese e hidratação em crianças que se exercitam no calor

Outro cuidado refere-se à hidratação durante o exercício no calor. Para considerar a necessidade de líquidos a fim de suprir as perdas hídricas, o volume e a composição do suor são fatores fundamentais a serem avaliados (MEYER et al, 1992).

O suor humano contém mais de 99% de água e sua concentração de eletrólitos é menor que a encontrada no líquido extracelular (BAR-OR & ROWLAND, 2004). O suor é formado pela secreção ativa do íon Na^+ com difusão ativa na membrana, acompanhado pela difusão passiva do íon Cl^- , e expelido nesse momento o K^+ . O Na^+ é o cátion mais abundante do líquido extracelular e a sua concentração plasmática exerce um papel fundamental no equilíbrio hídrico, sendo este o principal eletrólito perdido no suor (MEYER et al., 1992). A concentração de Na^+ no suor é de, aproximadamente, 60 mEq l^{-1} , com homens apresentando maior concentração de Na^+ e menor de K^+ do que as mulheres (MEYER et al., 1992). Enquanto, a concentração de Cl^- é, aproximadamente, de 30 mEq l^{-1} (DILL, 1966). Em crianças e adolescentes, o suor é mais hipotônico do que em adultos, com menores taxas de Na^+ e Cl^- , principalmente, em pré-púberes. Ainda, o K^+ parece ser

mais alto em pré-púberes (BAR-OR & ROWLAND, 2004, MEYER et al., 1992; DILL et al., 1967).

O clima quente e úmido pode impor maior estresse nas respostas fisiológicas do corpo humano, sendo assim, as crianças, ao se exercitarem no calor, podem sofrer desidratação pela sudorese acentuada e pela ingestão hídrica insuficiente. A desidratação prejudica a regulação da temperatura corporal acentuando a hipertermia, podendo causar limitações na *performance* física e cognitiva (RIVERA-BROWN et al., 2006; D'ANCI et al., 2006; BAR-DAVID et al., 2005).

A desidratação é avaliada como uma percentagem de líquido corporal perdida em relação ao peso corporal inicial. A perda de líquidos menor do que 3% do peso corporal é considerada desidratação leve, de 4 a 5% do peso corporal moderada, e grave quando a variação do peso corporal for maior que 6% (MCARDLE et al., 2003; CASA et al., 2005). A desidratação leve (1-3% de perda de massa corporal) pode se agravar à medida que o exercício se prolonga, devido ao aumento da temperatura corporal; a moderada leva a redução do tempo da *performance* (4%), além de câimbras e fadiga térmica (4-6%); a partir dos 6% existe risco de choque térmico (SAWKA, 1992). Os sintomas da desidratação são a hiperemia da pele, cansaço, sede, intolerância ao calor, diminuição e coloração mais escura da urina.

Além da variação da massa corporal, parâmetros urinários e gravidade específica (GEU) também são frequentemente utilizadas para a avaliação do estado de hidratação. Assim, na condição de euhidratação a coloração da urina encontra-se entre 1 e 2, e a GEU < 1,010; na desidratação leve a coloração encontra-se entre 3 e 4, e a GEU entre 1,010 e 1,020; na moderada a cor entre 5 e 6; e a GEU entre 1,021 e 1,030; enquanto na desidratação grave a coloração é > 6 e a GEU > 1,030 (NATA, 2000).

As crianças são propensas a apresentarem desidratação involuntária, relacionada à ingestão insuficiente de líquidos durante o exercício, mesmo quando dispõem de líquidos (BAR-OR, 1980). A maioria dos estudos relacionados à hidratação voluntária foi realizada com indivíduos do sexo masculino ou com mulheres adultas. Um estudo realizado por Baker et al. (2005) com adultos entre 54-70 anos mostrou que as mulheres beberam significativamente mais do que homens por quilograma de massa corporal ($17,2 \pm 2,9$ vs $12,8 \pm 1,7$ mLkg⁻¹). Outro estudo, realizado por Rivera-Brown et al. (2008), com objetivo de verificar a hidratação voluntária, foram avaliadas doze meninas aclimatizadas e treinadas em um protocolo de pedaladas a 60% do VO_{2Max} em três sessões, cada uma dividida em quatro séries de pedaladas de 20 minutos com intervalos de 25 minutos a uma temperatura de $30,9 \pm 0,2^\circ$ C, utilizando água, água com sabor e bebida carboidroeletrolítica. Verificou-se que, mesmo com a bebida carboidroeletrolítica disponível, não houve prevenção de hipohidratação em meninas treinadas e aclimatizadas. Wilk et al. (2007) avaliaram doze meninas não aclimatizadas de nove a 12 anos em três sessões, divididas em quatro séries de 20 minutos de pedalada a 50% VO_{2Max}, com 25 minutos de intervalo, em uma câmara ambiental a $35,0 \pm 1,0^\circ$ C e 45-50% de UR, oferecendo como recursos para hidratação água, água com sabor de uva e bebida carboidroeletrolítico sabor uva; e, em contraste a estudos prévios realizados, as meninas mantiveram-se euhidratadas.

Apesar da concentração de sódio pelo suor ser menor na criança, o risco de hiponatremia, que representa concentração de Na⁺ sanguíneo <130 mEqL⁻¹, ocorre em atividades de duração prolongada e sem ingestão de líquido com Na⁺, acompanhado de sudorese intensa. Dentre sinais de hiponatremia estão: as câibras, a apatia, a náusea, o vômito, a confusão mental e, até, convulsões devido ao risco

de edema cerebral (BAR-OR & ROWLAND, 2004; MURRAY & EICHNER, 2004; PATEL et al., 2005).

Dentre as recomendações para garantir a hidratação da criança estão: no início da atividade, prévia ao exercício, a ingestão de 250 a 300 ml de água; durante o exercício, recomenda-se ingerir, a cada 20 minutos, cerca de 150 ml; se a atividade for prolongada (>1 hora), deve-se adicionar sódio, carboidrato e sabor (MEYER et al., 1992); e, após o exercício, água, eletrólitos e carboidratos devem ser repostos, principalmente em atividades e modalidades esportivas que demandam treinamento intenso ou competições com intervalos curtos entre as sessões (MEYER & PERRONE, 2004).

As recomendações podem ser adaptadas a condições que tornam as crianças mais vulneráveis a distúrbios hidroeletrólíticos ou metabólicos; no entanto, essas peculiaridades são pouco estudadas. Deve-se dar atenção a condições que doenças crônicas apresentam como fator de risco o sedentarismo; e, muitas vezes, têm o exercício como indicação para o tratamento, como é o caso da obesidade infantil. Considerando-se que crianças obesas são excluídas dos estudos sobre termorregulação, alguns pontos serão questionados.

2.4. Obesidade infantil e o exercício no calor

A prevalência da obesidade infantil vem apresentando um rápido aumento nas últimas décadas, sendo caracterizada como uma verdadeira epidemia mundial (JEANNIE et al., 2009; STYNE, 2001; MELLO & MEYER, 2004; COLE et al., 2000). Estima-se que nove milhões de crianças norte-americanas com idade entre seis e 19 anos estejam obesas (JACKSON et al., 2009). No Brasil, sabe-se que cerca de três

milhões de crianças com idade inferior a 10 anos apresentam excesso de peso, e que, em apenas 30 anos, o número de crianças e adolescentes acima do peso no país subiu de 4% para 18% no sexo masculino e de 7,5% para 15,5% no sexo feminino (IBGE, 2009).

Existem poucos estudos epidemiológicos relacionado à obesidade infantil no Brasil, apenas três realizados no estado no Rio Grande do Sul, os quais apresentam dados alarmantes. Na cidade de Santa Maria, a prevalência de obesidade em escolares de seis a oito anos foi de 29,95% (BERLEZE et al., 2008); em Capão da Canoa, a prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de 11 a 13 anos foi de 24,8% (SUÑÉ et al., 2007); e, em Porto Alegre, a prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares, com idade de sete e 10 anos, foi, respectivamente de, 14,2% e 11,2% (NOGUEIRA, 2009).

Conceitualmente, a obesidade caracteriza-se pelo acúmulo de tecido adiposo, regionalizado ou generalizado, no tecido subcutâneo corpóreo. O aumento da prevalência da obesidade é preocupante, pois a associação da obesidade com alterações metabólicas, como a dislipidemia, a hipertensão e a intolerância à glicose (consideradas fatores de risco para o diabetes melitus tipo 2 e doenças cardiovasculares), que até alguns anos eram evidentes em adultos, podem ser observadas na faixa etária mais jovem (JACKSON et al., 2009; ARCHENTI & PASQUALINOTTO, 2008; ESTABROOKS et al., 2008). Além disso, estudos sugerem que o tempo de duração da obesidade está diretamente associado à morbimortalidade por doenças cardiovasculares (STYNE, 2001; DISCIGIL et al., 2009).

A criança tende a ficar obesa quando é sedentária e a própria obesidade poderá fazê-la ainda mais sedentária (JEBB & MOORE, 1999), nesse sentido, a

atividade física, mesmo que espontânea, é importante na composição corporal. Hábitos sedentários como assistir televisão, jogar *vídeo game*, utilizar computadores e utilizar transporte automotivo para ir à escola contribuem para diminuição do gasto calórico diário e diminuição importante da taxa de metabolismo de repouso, que influenciam na ocorrência e no manejo de obesidade (SWINBURN & SHELLY, 2008; MELLO & MEYER, 2004; REILLY, 2008).

Promover o aumento da atividade física, o incentivo à prática de exercícios e incentivo à aquisição de hábitos alimentares saudáveis seriam os principais componentes de políticas de uma vida saudável entre as crianças (LAZZOLI et al., 1998). O exercício físico é, frequentemente, indicado para combater a obesidade pediátrica (MELLO et al., 2004; DOUGHERTY et al., 2009; STEWART et al., 2009). As crianças obesas demandam maiores cuidados ao recomendar determinadas atividades físicas devido ao padrão de vida sedentário, ao risco de apresentar coronariopatia e a algumas diferenças nas respostas fisiológicas relacionadas à obesidade, como se acredita que ocorra na regulação térmica.

Existem poucos estudos comparando indivíduos obesos e eutróficos em relação às respostas termorregulatórias. Dougherty et al. 2009 compararam a resposta de sete meninos obesos e sete magros a exposições repetidas de exercício no calor, e concluiu-se que as crianças obesas são naturalmente menos aclimatizadas, e que estas demoram mais para se adaptarem as respostas ao exercício em temperaturas elevadas. Durante os meses de verão, aumenta o número de crianças na prática da atividade física, especialmente em atividades *outdoors*, ficando expostas ao calor. Esta dificuldade de aclimatização das crianças obesas podem afetar a *performance*, o conforto e o bem-estar durante a prática da atividade física.

Outro estudo realizado comparando meninos pré-púberes magros (n=5) e obesos (n=7) quanto às respostas ao estresse térmico durante caminhadas, mostrou que os obesos apresentaram maior aumento da T_{re} e maiores valores no final do protocolo (HAYMES et al., 1975). No entanto, quando o mesmo protocolo foi aplicado em meninas magras (n=5) e com sobrepeso (n=7), as magras durante exercício no calor apresentaram T_{re} mais alta ao final do protocolo (HAYMES et al., 1974). Assim, existe uma controvérsia em relação às respostas de T_{re} nos diferentes estudos e populações.

A obesidade é uma condição associada ao elevado índice de calor corporal e é um dos fatores que pode afetar os mecanismos da termorregulação, podendo estar relacionado à maior capacidade tecido adiposo de armazenar o calor, apresentando-se como uma tendência a aumentar o calor corporal e impedir a sua perda (SAVASTANO et al., 2009; PRENTICE et al., 1986), resultado no aumento mais rápido da temperatura interna (GODEK et al., 2005; MCLELAN, 2001). O calor específico da gordura ($0,4 \text{ kcal.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$) é cerca de metade do calor específico da massa livre de gordura. Como consequência, a temperatura poderá aumentar o dobro, a cada grama de gordura, quando comparado a massa livre de gordura (COOPER & TREZEK, 1971; BAR-OR & ROWLAND, 2004, SAVASTANO et al., 2009).

Outro fator relevante é que as crianças obesas, geralmente, apresentam menor razão da ASC pela massa corporal, apresentando-se como uma desvantagem ao ganhar mais calor em climas quentes, quando a temperatura da pele é maior do que a temperatura do ar (SESSLER et al., 1991; BAR-OR & ROWLAND, 2004; SAVASTANO et al., 2009).

O aumento da temperatura corporal durante o exercício é proporcional à taxa metabólica relativa ($\%VO_{2Max}$). Crianças obesas, geralmente, apresentam uma baixa potência aeróbica e, durante a prática da atividade física, apresentam-se relativamente em um maior percentual da sua potência aeróbica máxima, resultando em maior aumento da temperatura corporal quando comparadas às magras (BAR-OR & ROWLAND, 2004; LANDSBERG et al., 2009).

A gordura apresenta menor quantidade de água do que a maioria dos outros tecidos, assim, os obesos possuem uma menor quantidade relativa de água por massa corporal e podem apresentar certo grau de desidratação, que representa para o obeso um maior déficit relativo de água corporal total (BAR-OR & ROWLAND, 2004; COOPER & TREZEK, 1971).

Outra particularidade está relacionada ao menor fluxo sanguíneo para a periferia nos obesos durante o exercício no calor (VROMAN et al., 1983), podendo prejudicar a convecção do calor central pelo sangue até a periferia (BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Uma possível desvantagem das crianças obesas em relação às magras é que o baixo nível de condicionamento físico, o aumento da produção de calor e o maior custo energético para locomoção tornam-nas mais propensas a interromper prematuramente o exercício pela fadiga (BAR-OR E ROWLAND, 2004). Com essas considerações, as crianças, principalmente obesas, merecem uma atenção especial nos dias quentes e cuidados nas recomendações de exercício.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. *Climatic heat stress and the exercise Child and Adolescent*. **Pediatrics**. V. 106, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). *Fitness Book*. 3ª edição, Champaign, Il: **Human Kinetics Publishers**, 2003.

ANJOS LA, CASTRO IRR, Engstrom EM, Azevedo AMF. *Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares no Município do Rio de Janeiro, 1999*. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 19, n. 1; p171-9, 2003.

ARCHENIT, A.; PASQUALINOTTO, L. *Childhood obesity: the epidemic of the third second millenium*. **Acta Biomedica**. v. 79, p. 151-155, 2008.

ARMSTRONG, L.E. *Hydration assessment techniques*. **Nutrition Review**. v. 63, n. 6, p. 40-54, 2005.

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M. *Exercise-heat tolerance of children and adolescents*. **Pediatric Exercise Science**. v. 7, p. 239-252, 1995.

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; CASTELLANI, J.W.; BERGERON, M.F.; KENEFICK, R.W., LAGASSE, K.E., RIEBE, D. *Urinary indices of hydration status*. **International Journal Sport Nutrition**. v. 4, n. 3, p. 265-279, 1994.

ASTRAND, P.O. *Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age*. Copenhagen, Munksgaard, 1952.

AYUB, B.V.; BAR-OR, O. *Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass*. **Medicine in Science and Sports in Exercise**. v. 35, p. 669-74, 2003.

BAKER, L.B.; MUNCE, T.A.; KENNEY, W.I. *Sex differences in voluntary fluid intake by older adults during exercise*. **Medicine Science Sports Exercise**. v. 37, n. 5, p. 789-796, 2005.

BAR-DAVID, Y.; URKIN, J.; KOZMINSKY, E. *The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children*. **Acta Paediatrica**. v. 94, p. 1667-73, 2005.

BAR-OR O. *Pediatric Sports Medicine for the practitioner*. From Physiologic Principles to Clinical Application, 1983.

BAR-OR O. *Climate and the exercising child – a review*. **International Journal of Sports Medicine**. v. 1, p. 53-65, 1980.

BAR-OR O. *Thermoregulation in females from a life span perspective*. In *Exercise and the female – a life span approach*. **Perspectives in Exercise Science Sports Medicine**. v. 10, p. 250-283, 1996.

BAR-OR, O. *Temperature in females from life span perspective*. In: **Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine**; Youth, exercise, and sports. C.V. Gisolfi and D.R. Clarkson. Carmel, In: Cooper. v. 2, p. 249-288, 1996.

BAR-OR, O. *Temperature regulation during exercise in children and adolescents*. In **Perspectives in Exercise and Sports Medicine: Youth and, Exercise and Sports**. C.V. Gisolfi e D.R. Lamb, Ed. Indianapolis: Benchmark Press, p. 335-67, 1989.

BAR-OR, O.; HERPHARD, R.J.; ALLEN, C.L. *Cardiac output of 10 to 13 year-old boys and girls during submaximal exercise*. **Journal Applied Physiology**. v. 30, p. 219-223, 1971.

BAR-OR, O.; LUNDEGREN, H.M.; BUSKIRK, E.R. *Heat tolerance of exercising obese and lean women*. **Journal of Applied Physiology**. V. 26, n. 4, p. 403-409, 1969.

BAR-OR, O.; ROWLAND, T.W. *Pediatric exercise medicine. Physiologic principles to health-care application*. Human Kinetics, 2004.

BASS, S.; INGE, K. Nutrition for special populations: children and young athletes. In **Clinical Sports Nutrition**. Ed. L.Burke & V. Deakin., Sydney: McGraw-Hill, p. 589-632, 2006.

BERGERON, M.F.; MCKEAG, D.B.; CASA, D.J. *Youth football: Heat stress and injury risk*. **Medicine in Science and Sports in Exercise**. v. 37, p. 1421-30, 2005.

BERLEZE, A.; HAEFFNER, L.S.B.; VALENTIN, N.C. *Prevalência de obesidade na infância em diferentes agrupamentos sociais e a importância de estratégias pedagógicas*. **Saúde, Santa Maria**. v. 34, n.1, p 44-49, 2008.

BORG, G. *Perceived exertion as an indicator of somatic stress*. **Scandinavian Journal Rehabilitation**. v. 2, p. 92-98, 1970.

BRAZ, J.R.C. *Fisiologia da termorregulação normal*. **Revista Neurociências**. v.13, n. 3, 2005.

BUGGY, D.J.; CROSSLEY, A.W. A. *Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanesthetic*. **British Journal of Anaesthesia**. v. 84, p. 615-628, 2008.

CASA, D.J.; YEARGIN, S.W.; DECHER, N.R.; MCCAFFREY, M.; JAMES, C.T. *Incidence and degree of dehydration and attitudes regarding hydration in adolescents at summer camp*. **Medicine in Science and Sports in Exercise**. v. 37, p. 463, 2005.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, NATIONAL CENTER FOR HEALTH STATISTICS. **CDC growth charts: United States**. 2000. Disponível on line: <http://www.cdc.gov/growthcharts/>. Acessado em: nove de agosto de 2010.

COLE, T.J.; BELLIZZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. *Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey.* **BMJ.** v. 6, p. 320-326, 2000.

COOPER, T.E.; TREZEK, G.J. *Correlation of thermal properties of some human tissue with water content.* **Aerospace Medicine.** v. 4, p. 24-27, 1971.

COSTA, RF; CINTRA, I.P.; FISBERG, M. *Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da cidade de Santos, SP.* **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia.** v. 50, n. 1, p. 60-67, 2006.

D'ANCI, K.E.; CONSTANT, F.; ROSENBERG, I.H. *Hydration and cognitive function in children.* **Nutrition Review.** v. 64, p. 457-64, 2006.

DAVIES, C.T.M. *Thermal responses to exercise in children.* **Ergonomics.** v. 24, p. 55-61, 1981.

DILL, D.; HORVATH, S.M.; BEAUTMONT, W.; GEHLSSEN, G.; BURRUS, K. *Sweat chlorides in desert walk.* **Journal of Applied Physiology.** v. 23, p. 756:51, 1967.

DISCIGIL, G.; TEKIN, N.; SOYLEMEZ, A. *Obesity in Turkish children and adolescents: prevalence and non-nutritional correlates in an urban sample.* **Child: Care Health Development.** v. 35, n. 2, p. 153-8, 2009.

DOUGHERTY, K.A., BAKER, L.B., CHOW, M., KENNEY, W.L. *Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boy's basketball skills.* **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 38, p. 1650-58, 2006.

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

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

DRINKWATER, B.L.; KEPPRAT, I.C.; DENTON, J.E.; CRIST, J.L.; HORVETH, S.M. *Response of prepubertal girls and college woman to work in the heat.* **Journal Applied Physiology.** v. 43, p. 1046-1053, 1977.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. *Clinical calorimetry: a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known.* **Archive International Medical.** v. 17, p. 863-71, 1916.

DUBOIS, E.F. *Basal metabolism in health and disease.* **Lea & Pebiger, Philadelphia,** 1936.

ESTABROOKS, P.A.; FISHER, E.B.; HAYMAN, L.L. *What is Needed to Reverse the Trends in Childhood Obesity? A Call to Action.* **Annals Behavior Medicine.** v. 36, p. 209–216, 2008.

FALK, B. *Effects of thermal stress during rest and exercise in the pediatric population.* **Sports Medicine.** v. 25, p. 221-240, 1998.

FALK, B.; BAR-OR, O.; CALVERT, R.; MACDOUGALL, J.D. *Sweat gland response to exercise in the heat among pré-, mid-, and late pubertal boys.* **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 24, p. 313-319, 1992.

FALK, B.; DOTAN, R. *Children's thermoregulation during exercise in the heat- a revisit.* **Journal of Applied Physiology, Nutrition and Metabolism.** v. 33, p. 420-427, 2008.

LEE, J.Y.; WAKABAYASHI, H.; WIJAYANTO, T.; TOCHIHARA, Y. *Differences in rectal temperatures measured at depths of 4–19 cm from the anal sphincter during exercise and rest.* **European Journal Applied Physiology.** v. 109, p. 73–8, 2010.

FERNANDES, A.C.; MELLO, M.T.; TUFIK, S.; CASTRO, P.M.; FISBERG, M. *Influência do treinamento aeróbico e anaeróbico na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* v. 10, p. 152-64, 2004.

GARRET, W.E.; KIRKENDALL, D.T. *A Ciência do Exercício e Dos Esportes.* Ed Artmed, 2000.

GATELY PJ, et al. *Comparison of body composition methods in overweight and obese children. Journal of Applied Physiology.* v. 95, p. 2039–2046, 2003.

GIUGLIANO R, MELO ALP. *Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. Jornal de Pediatria.* v. 80, n. 2; p.129- 34, 2004.

GODEK, S.F.; GODEK, J.J.; BARTOLOZZI, A.R. *Hydration status in football players during consecutive days of twice-a-day preseason practices. American Journal of Sports Medicine.* v. 33, p. 843-51, 2005.

GUYTON, A.C. *Body temperature, temperature regulation and fever. In: GUYTON, A.C.; HALL, J.E. – Textbook of Medical Physiology.* 9º ed. Philadelphia: WB Saunders, p. 911-922, 1996.

HAVENITH, G. *Heat balance when wearing protective clothing. The Annals of Occupation Hygiene.* v. 43, n. 5, p. 289-96, 1999.

HAYMES, E.M.; BUSKIRK,E.R.; HODGSON, J.L.; LUNDEGREN, H.M.; NICHOLAS, W.C. *Heat tolerance of exercising lean and heavy prepubertal girls. Journal of Applied Physiology.* v. 36, n. 5, p. 566-571, 1974.

HAYMES, E.M.; MC CORMICK, R.J.; BURSIRK, E. *Heat tolerance of exercising lean and heavy prepubertal boys. Journal of Applied Physiology.* v. 39, n. 5, p. 457-61, 1975.

HENKIN, S.D.; MEYER, F. *Sweat electrolyte concentration of swimmers, runners and non-athletes*. **Medicine and Science in Sports in Exercise**. v. 39, p. 277, 2007.

IBGE. *Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil*. [online]. Disponível http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1699&id_pagina=1, 2009.

INBAR, O.; DOTAN, R.; BAR-OR, O.; GUTIN, B. Conditioning versus exercise in heat as method for acclimatizing 8-10-year old boys to dry heat. **Journal of Applied Physiology**. v. 50, p. 406-411, 1981.

INBAR, O; MORRIS, N; EPSTAIN, Y; GASS, G. *Comparision of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, Young adults and older males*. **Experimental Physiology**. v. 89, p. 691-700, 2004.

JACKSON, E.A.; EAGLE, T.; LEIDAL, A.; GURM, R.; et al. Childhood obesity: A comparison of health habits of middle-school students from two communities. **Clinical Epidemiology**. v. 1, p. 133–139, 2009.

JEANNIE, S.; DONOHUE, M.; et al. *Pediatricians' weight assessment and obesity management practices*. **BMC Pediatrics**. V. 9, p.19, 2009.

JEBB, A.S.; MOORE, M.S. *Contribution of a sedentary lifestyle and inactivity to the etiology of owerweight and obesity: current evidence and research issues*. **Medicine and Science in Sports Exercise**. v. 31, n. 11, p. 534-541, 1999.

LANDSBERG, L.; YOUNG, J.B.; LEONARD, W.R.; LINSENMEIER, R.A.; TUREK, F.W. *Do the obese have lower body temperature? A new look at a forgotten in energy balance*. **Transaction of the American Clinical and Climatological Association**. v. 120, p. 287-295, 2009.

LAZZOLI, J.K.; NÓBREGA, A.C.L.; CARVALHO, T.; OLIVEIRA, M.A.B.; TEIXEIRA, J.A.C.; LEITÃO, M.B.; LEITE, N.; MEYER, F.; et al. *Atividade física e saúde na infância e adolescência*. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**. v. 4, n. 4, 1998.

LBERG J, et al. *Comparison of methods to assess change in children's body composition*. **American Journal Clinical Nutrition**. v. 80; p. 64-69, 2004.

LEE, J.Y.; WAKABAYASHI, H.; WIJAYANTO, T.; TOCHIHARA, Y. *Differences in rectal temperatures measured at depths of 4–19 cm from the anal sphincter during exercise and rest*. **European Journal Applied Physiology**. V. 109, p. 73-8, 2010.

LOHMAN, T.G.; HOUTKOOPEL, L.; GOING, S.B. *Body fat measurement goes high-tech: Not all are created equal*. **Health Fitness Journal**. v. 7, p. 30-35, 1987.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, F.A.; MARTORELL, A. *Anthropometric standartization reference manual*. Ed. Abridged, 1991.

MALVESTITI LF, SAPIENZA MT, MARONE MMS, LEWIN S. *Proteção radiológica e controle em sistema DXA*. In: Anijar JR. **Densitometria óssea na prática Médica**. 2003.

MATSUDO, V.K.R., et al. *Construindo saúde por meio da atividade física em escolares*. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 11, p. 111-18, 2003.

MAUGHAN, R.; SHIFFERES, S. *Exercise in the heat: challenges and oportunites*. **Journal of Sports Science**. v. 22, p. 917-27, 2004.

MCARDLE, W.; KATCH, F.E.; KATCH, V. *Fisiologia do Exercício*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003.

MCLELAAN, T.M. *The importance of aerobic fitness in determination of tolerance to uncompensable heat stress*. **Comparative Biochemical and Physiology**. v. 128, p. 691-700, 2001.

MELLO, E.D.; LUFT, V.C.; MEYER, F. *Obesidade infantil: como podemos ser eficazes?* **Jornal de Pediatria**. v. 80, n. 3, p. 173-182, 2004b.

MELLO, E.D.; LUFT, V.; MEYER, F. *Atendimento ambulatorial individualizado versus programa de educação em grupo: qual oferece mais mudança de hábitos alimentares e de atividade física em crianças obesas?* **Jornal de Pediatria**. v. 80, p. 468-474, 2004a.

MEYER, F. & PERRONE, C. A. *Hidratação pós-exercício: Recomendações e fundamentação teórica*. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 12, n. 2, p. 87-90, 2004.

MEYER, F.; BAR'OR, O.; MACDOUGALL, D.; HEIGENHAUSER, G.J. *Sweat loss during exercises in heat: effects of gender and maturation*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 24, p. 776:81, 1992.

MEYER, F.; BAR-OR, O. *Fluid and electrolyte loss during exercise*. **Sports Medicine**. v. 18, n. 1, p. 5-9, 1994.

MEYER, F.; BAR-OR, O.; SALBERG, A.; PASSE, D. *Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration*. **International Journal of Sports Nutrition**. v. 4, p. 22-35, 1994.

MEYER, F.; BAR-OR, O.; WILK, B. *Children's perceptual responses to ingesting drinks of different composition during and following exercise in the heat*. **International Journal of Sports Nutrition**. v. 5, p. 13-24, 1995a.

MEYER, F.; et.al.; *Effect of drink composition on electrolyte balance termoregulation and performance of children exercising in the heat*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 27, n. 6, p. 882-887, 1995b.

MEYER, F.; LAITANO, O.; BAR-OR, O.; MCDUGALL, D.; HEIGENHAUSER, G.J.F. *Effect of age and gender on sweat lactate and concentration during exercise in the heat.* **Brazilian Journal of Medical and Biological Research.** v. 40, p. 135-43, 2007a.

MEYER, F.; O'CONNOR, H.; SHIRREFS, S. *Nutrition for young athlete.* **Journal of Sports Science.** v. 25, n. 1, p. 72-83, 2007b.

MURRAY, R.; EICHNER, E.R. *Hyponatremia of exercise.* **Current Sports Medicine Reports.** v. 3, p. 117-18, 2004.

MUST, A., DALLAL, G.E., DIETZ, W.H. *Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold.* **American Journal Clinical Nutrition.** v. 53, p. 839-46, 1991.

NATIONAL ATHLETIC TRAINER'S ASSOCIATION (NATA). *Position Statement: Fluid replacement for athletes.* **Journal of Athletic Training.** v. 35, n. 2, p. 212-224, 2000.

NOGUEIRA, R.C. *Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares entre sete e 10 anos de idade da Rede Municipal de Porto Alegre-RS.* Dissertação de mestrado em Ciência do Movimento Humano UFRGS.

PATEL, D.R.; TORRES, A.D.; GREYDANUS, D.E. *Kidneys and Sports.* **Adolescent Medicine Clinics.** v. 16, p. 111-19, 2005.

PATTERSON, M.J.; GALLOWAY, S.D.R.; NIMMO, M.A. *Variations in regional sweat composition in normal humans males.* **Experimental Physiology.** v. 85, n. 6, p. 869-875, 2000.

PERRONE, C.A.; LAITANO, O.; MARTINS, J.; KRAUSE, M.; MEYER, F. *Fluid and electrolyte balance of elite female canoeing athletes during a training session.* **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 39, p. 277, 2007.

- POCHI EE. *Occupational and other fatality rates*. **Community Health (Bristol)**. v. 6, n. 1, p. 2-13, 1974.
- PRENTICE, A.M.; BLACK, A.E.; COWARD, W.A.; et al. *High levels of energy expenditure in obese woman*. **British Medical Journal (Clinical Research Edition)**. v. 292, p. 983-987, 1986.
- REILLY, J. *Physical activity, sedentary econd r and energy balance in the preschool child: opportunities for early obesity prevention*. **Proceedings of the Nutrition Society**. v. 67, p. 317-325, 2008.
- RIVERA-BROWN, A.M.; GUTIERREZ, J.C.; GUTIERREZ, R.; FRONTERA, W.R.; BAR-OR, O. *Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys*. **Journal Applied Physiology**. v. 86, p. 78-84, 1999.
- RIVERA-BROWN, A.M.; RAMÍREZ-MARRERO, F.A.; WILK, B.; BAR-OR, O. *Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls in a hot and humid climate*. **European Journal Applied Physiology**. v. 103, p. 109-16, 2008.
- RIVERA-BROWN, A.M.; ROWLAND, T.W.; VANN, A.; et al. *Exercise Tolerance in Hot and Humid Climate in Heta-Acclimatized Girls and Woman*. **International Journal of Sports Medicine**. v. 27, p. 943-950, 2006.
- ROWLAND, T.W. *Fisiologia do Exercício na Criança*. Segunda edição. Editora Manole, 2008.
- SATO & SATO. *Nonisotonicity of simian eccrine primary sweat induced in vitro*. **American Jornal of Physiology**. P. 1099-1105, 1987
- SATO, K. *The physiology, pharmacology, and biochemistry of eccrine sweat gland*. **Physiolog biochementry and Pharmacology**. v. 79, p. 51-93, 1977.

SAVASTANO, D.M.; GORBACH, A.M.; EDEN, H.S.; BRADY, S.M.; REYNOLDS, J.C.; YANOVSKI. *Adiposity and human regional body temperature*. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 90, p. 1124-31, 2009.

SAWKA, M.N. *Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 24, p. 657-60, 1992.

SCHNEIDER, P., MEYER, F. *O papel do exercício físico na composição corporal e na taxa metabólica basal de meninos adolescentes obesos*. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 15, p. 101-7, 2007.

SESSLER, D.I. *Temperature monitoring*. In: Miller RD – *Anesthesia*. New York: Churchill Livingstone, shivering. **British Journal Anaesthesia**. v. 84, p. 615-628, 2000.

SESSLER, D.I.; MCGUIRE, J.; SESSLER, A.M. *Perioperative thermal insulation*. **Anesthesiology**. v. 74, p. 875-879, 1991.

SHIBASAKI, M.Y.; INOUE, Y.; KONDO, N.; IWATA, A. *Thermoregulatory responses of prepubertal boys and Young men to moderate exercise*. **European Journal of Applied Physiology**. v. 75, p. 212-218, 1997.

STEWART, L. REILLY, J.J.; ADRIENNE, R.; HUGHES, A.R. *Evidence-Based Behavioral Treatment of Obesity in Children and Adolescents*. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**. v. 18, n. 1, p. 189-198, 2009.

STYNE, D.M. *Childhood and adolescent obesity*. Prevalence and significance. **Pediatric Clinical of North America**. v. 48, p. 823-53, 2001.

SUÑÉ, F.R.; DIAS-DA-COSTA, J.S.; OLINTO, M.T.A.; PATTUSSI, MP. *Prevalência e fatores associados para sobrepeso e obesidade em escolares de uma cidade no Sul do Brasil*. **Caderno de Saúde Pública**. v. 23, n. 6, p. 1361-1371, 2007.

SWINBURN B, SHELLY, A. *Effects of TV time and other sedentary pursuits. International Journal of Obesity.* v. 32, p. 132–S136, 2008.

TANNER, J.M. *Growth at adolescence.* 2^a edição. Blackwell, 1962.

TESTOLIN CG, et al. *Dual-energy X-ray absorptiometry: analysis of pediatric fat estimate errors due to tissue hydration effects. Journal of Applied Physiology.* v. 89, p. 2365–2372, 2000.

VROMAN, N.B., BUSKIRK, E.R., HODGSON, J.L. *Cardiac output and skin flow in lean and obese individuals during exercise in the heat. Journal of Applied Physiology.* v. 55, n. 1, 69-74, 1983.

WAGNER JA. ROBISON S, TZANKOFF P, MARINO RP. *Heat tolerance and acclimatization to work in heat in relation to age. Journal of Applied Physiology.* v. 33, p. 616-622, 1972.

WILK, B.; BAR'OR, O. *Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydratin in boys exercising in the heat. Journal of Applied Physiology.* v. 80, p. 1112-1117, 1996.

WILK, B.; RIVERA-BROWN, A.M.; BAR-OR, O. *Voluntary drinking and hydration in non-acclimatized girls exercising in the heat. European Journal Applied Physiology.* v. 101, p. 727-34, 2007.

WILLIAM, E.; GARRET, J.R.; DONALD, T.; KIRKENDALL; et al. *A ciência do exercício e dos esportes*. Artmed, 1ª edição, 2003.

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

YOUNG AJ, SAWKA MN, EPSTEIN Y, DECRISTOFANO B, PADOLF KB. *Cooling different body surfaces during upper and lower body exercise*. **Journal Applied Physiology**. v. 63, n. 3, p. 1218-23, 1987.

3. MANUSCRITO ORIGINAL

**Respostas termorregulatórias de meninas pré-púberes magras e obesas
que pedalam em condição termoneutra e de calor**

Thermoregulatory responses of lean and obese girls during cycling in neutral
condition and heat

RESUMO

Objetivo: Comparar as respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas pré-púberes magras e obesas durante e após uma sessão de exercício, de similar intensidade relativa, em condição ambiental termoneutra e de calor. **Métodos:** Vinte e sete meninas ativas e aclimatizadas, alocadas nos grupos magras e obesas conforme a adiposidade ($\leq 25\%$ para as magras e $\geq 30\%$ para as obesas) medida pelo DXA, participaram do estudo. Elas pedalarão (carga de 55% do $VO_{2\text{pico}}$) e recuperaram (sentadas) por 30 minutos numa condição termoneutra e outra de calor, com água disponível para ser ingerida à vontade. A temperatura retal (T_{re}), frequência cardíaca (FC), taxa de percepção de esforço (TPE), sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade foram avaliados periodicamente. A sudorese foi avaliada, e durante o exercício no calor foi coletada uma amostra de suor para análise da concentração de eletrólitos (Na^+ , Cl^- e K^+). **Resultados:** A T_{re} inicial foi maior nas obesas nas duas sessões (no calor $37,5 \pm 0,3$ vs. $37,3 \pm 0,3$ °C, e na termoneutra $37,6 \pm 0,3$ vs. $37,3 \pm 0,2$ °C; $p = 0,03$) e se manteve durante o exercício; e a magnitude do aumento foi maior nas magras, sendo que no calor a T_{re} final ultrapassou a das obesas ($37,8 \pm 0,2$ vs. $38,0 \pm 0,2$ °C; $p = 0,04$). As magras relataram diminuição do conforto térmico ($p = 0,009$) e aumento da irritação ($p = 0,02$) no decorrer do exercício. A FC, respostas perceptivas de TPE e sensação térmica foram semelhantes entre os grupos, assim como as respostas de sudorese. Observou-se maior concentração de Na^+ no suor nas obesas ($78,7 \pm 47,5$ vs. $50,5 \pm 12,1$ mEq l^{-1} ; $p = 0,04$). **Conclusão:** Meninas obesas apresentaram maior T_{re} inicial, e as magras apresentaram uma maior magnitude de aumento na T_{re} , principalmente no calor, acompanhada de maior desconforto térmico e irritabilidade.

Palavras-chave: exercício, obesidade, pediatria, termorregulação, sudorese.

ABSTRACT

Aim: To compare the thermoregulatory responses and perceptual between lean and obese pre-pubertal girls during and after an exercise session, at similar relative effort intensity in the thermoneutral environmental and heat. **Methods:** Twenty-seven active and acclimatized girls, placed in groups lean and obese according to fat percentage ($\leq 25\%$ for lean and $\geq 30\%$ for the obese) measured by DXA, participated in this study. They cycled (charge 55% of VO_{2peak}) and recovered (seated) for 30 minutes in a thermoneutral condition and in the heat, with hydration *ad libitum*. Rectal temperature (T_{re}), heart rate (HR), rate of perceived exertion (RPE), thermal sensation, thermal comfort and irritability were assessed periodically. Sweating was evaluated, and during exercise in the heat a sample sweat was collected to electrolytes concentration (Na^+ , Cl^- and K^+) analysis. **Results:** The initial T_{re} was higher in obese in both sessions (in the heat 37.5 ± 0.3 vs 37.3 ± 0.3 °C and in thermoneutral 37.6 ± 0.3 vs. 37.3 ± 0.2 °C, $p = 0.03$) and was maintained during exercise, and magnitude of the increase was greater in lean, mainly in the heat when the final T_{re} surpassed the obese (37.8 ± 0.2 vs. 38.0 ± 0.2 °C, $p = 0.04$). The thermal comfort has decreased ($p = 0.009$) and irritation has increased ($p = 0.02$) in the lean during the exercise. HR, sweating responses and perceptual responses of TPE and thermal sensation were similar between groups. A higher concentration of Na^+ was observed in obese sweat (78.7 ± 47.5 vs 50.5 ± 12.1 mEq l^{-1} , $p = 0.04$). **Conclusion:** Initial T_{re} were higher in obese group, and lean had a greater magnitude of increase in T_{re} , especially during exercise in the heat, accompanied by thermal discomfort and irritability increased.

Keywords: exercise, obesity, pediatrics, body temperature regulation, sweating.

INTRODUÇÃO

Crianças são habitualmente ativas e, com frequência, realizam exercícios e atividades recreacionais ao ar livre, principalmente nos dias quentes do verão. O calor pode prejudicar o desempenho, conforto subjetivo, tolerância ao exercício, além de ser preocupante para a saúde, ocasionando câimbras, síncope, exaustão térmica e insolação (BAR-OR & ROWLAND, 2004; AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2000; DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009). Além disso, parece que crianças obesas, comparadas com as magras, apresentam desvantagens físicas, fisiológicas e subjetivas ao se exercitarem no calor (HAYMES et al., 1974; DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010; SEHL, 2010; MARTINS, 2009). Essas diferenças merecem ser elucidadas, já que a prescrição de exercício físico aeróbio para o manejo da obesidade pediátrica deve ser eficiente e segura para a promoção da saúde (ACMS, 2007; COLE et al., 2000; JEANNIE et al., 2009).

Dentre as características físicas e fisiológicas, as crianças magras parecem apresentar vantagens na perda de calor para o ambiente, relacionada à convecção (exceto em ambientes muito quentes), devido à maior razão entre sua área de superfície corporal (ASC) pela massa corporal (MC). Essa diferença é importante para a homeostase térmica, pois uma criança menor gera maior calor por massa corporal durante o exercício (ROWLAND, 2008). Além disso, a sudorese e consequente evaporação parecem ser menos eficazes em meninos púberes obesos em comparação aos magros (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010; SEHL, 2010), relacionadas à menor potência aeróbia, influenciada pelo menor nível de atividade física (BAR-OR & ROWLAND, 2004), além da menor aclimatização ao calor (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010). No entanto, ao avaliar

crianças pré-púberes, essa diferença não foi observada (HAYMES et al., 1974/1975; MARTINS, 2009).

Os obesos podem ser prejudicados nas respostas termorregulatórias durante o exercício no calor, apresentando maior temperatura central (T_{central}) (HAYMES et al., 1974), e uma das possíveis explicações é a menor condutância da gordura subcutânea, devido ao calor específico ser cerca da metade do calor específico da massa livre de gordura (1,63 vs 3,35 $\text{Kj.Kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$) (COOPER & TREEZEK, 1971; SAVASTAVO et al., 2009). Entretanto, quando meninas magras vs sobrepesadas (HAYMES et al., 1974) ou mulheres magras vs obesas (BAR-OR, LUNDERGREN & BUSKIRK, 1969) realizaram exercício no calor, com similar intensidade absoluta de esforço, foi observado um maior aumento da T_{central} nas magras. Estudos realizados com meninos púberes (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010; SEHL, 2010), com intensidade relativizada pelo $\text{VO}_{2\text{pico}}$, observaram similar T_{central} entre magros e obesos, apesar das respostas da sensação subjetiva de calor e percepção de esforço apresentarem-se superiores nos obesos.

As meninas possuem na sua composição corporal maior quantidade de gordura subcutânea do que os meninos para serem classificadas como obesas (LOHMAN, 1991), e a prevalência de obesidade em meninas pré-púberes encontra-se elevada no Brasil (IBGE, 2009), onde predomina o clima quente. Entretanto, pouca atenção tem sido dada a essa população, existindo escassez de informações relacionadas às respostas termorregulatórias em meninas pré-púberes durante o exercício no calor (HAYMES et al., 1974; DRINKWATER et al., 1977; RIVERA-BROWN et al., 2006/2008). Adicionalmente, existem poucos estudos que avaliaram a temperatura retal, resposta da sudorese, concentração de eletrólitos do suor e

hidratação em crianças obesas (HAYMES et al., 1975; DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010; SEHL, 2010; MARTINS, 2009).

O objetivo deste estudo foi comparar as respostas termorregulatórias e perceptivas de meninas pré-púberes magras e obesas durante e após um protocolo de exercício, de similar intensidade relativa em condição ambiental termoneutra e de calor.

MÉTODOS

Sujeitos: Um total de 27 meninas pré-púberes, 14 magras e 13 obesas, com idade entre sete e 11 anos, participaram deste estudo. O critério utilizado para a caracterização dos grupos foi o de adiposidade, sendo o percentual de gordura $\leq 25\%$ para as magras e $\geq 30\%$ para as obesas (LOHMAN et al., 1991). As meninas eram fisicamente ativas, sem diagnóstico de qualquer doença crônica (exceto obesidade) e não faziam uso de medicamentos que afetassem as respostas cardiovasculares ou termorregulatórias. As características físicas dos grupos encontram-se na Tabela 1, abaixo.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob protocolo 19624, e as participantes e os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

Características	Magras (n= 14)	Obesas (n=13)	P
Idade (anos)	9,1±1,3	9,4±1,1	0,282
Massa corporal (Kg)	25,4±4,6	40,6±8,8	<0,001
Estatura (cm)	131,5±8,7	134,4±5,9	0,165
Massa gorda (Kg)	4,2±1,9	16,6±6	<0,001
% de gordura	16,6±6,7	41,3±7	<0,001
MMT (Kg)	20,1±2,9	22,7±3,0	0,019
MMP (Kg)	6,6±1,2	7,7±1,2	0,012
% massa muscular	79,9±5,0	56,9±6,2	<0,001
ASC (m ²)	1,0±0,12	1,2±1,14	<0,001
ASC/MC (m ² .Kg ⁻¹)	0,038±0,002	0,030±0,003	<0,001
VO _{2pico} (ml.min ⁻¹)	1120±360	1450±270	0,03
VO _{2pico} (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	44,9±8,5	36,0±8,5	0,004
VO _{2pico} (ml..kg ⁻¹ MMT.min ⁻¹)	60±10	70±10	0,07
VO _{2pico} (ml..kg ⁻¹ MMP.min ⁻¹)	184±34	192±33	0,28
FC _{Max} (bpm)	184±14	188±10	0,227
Carga _{Max} (watts)	86,7±16	88,5±13	0,37
RER _{Max}	1,1±0,1	1,1±0,1	0,389
Nível de AF (PAQ-C)	3,4±0,6	3,2±0,4	0,07

Tabela 1: Características físicas e de nível de atividade física das meninas por grupo.

MC: massa corporal; ASC: área de superfície corporal; VO_{2pico}: potência aeróbia de pico; MM: massa muscular; MMP: massa muscular pernas; FC_{Max}: frequência cardíaca máxima, Carga_{Max}: carga máxima no teste de VO_{2pico}; RER: taxa de troca respiratória máxima atingida no teste de VO_{2pico}; AF: atividade física; p: teste t independente. Valores expressos em média ± dp.

Desenho do estudo e procedimentos: O estudo consistiu de uma avaliação preliminar e duas sessões experimentais. Todos os procedimentos foram realizados de Janeiro a Abril, meses predominantemente quentes (28-42° C e 40-95%UR) no

sul do Brasil, assumindo, assim, que as meninas se encontravam em similares condições de aclimatização ao calor.

Avaliação preliminar: Foi realizada uma avaliação geral de saúde, aplicado o Questionário de Atividade Física para Crianças e Adolescentes (PAQ-C) (ANEXO 1), sendo o valor médio ≥ 3 classificado com ativo e < 3 sedentário (CROCKER et al., 1997). Também foi confirmado o estágio 1 de maturação biológica (pré-púbere), observando a região mamária e pêlos pubianos, conforme Tanner (1962) (ANEXO 2). A estatura (estadiômetro da marca Urano PS 180, resolução 0,01 m) e massa corporal (balança G-TECH, modelo BALGLA3C, 0,05kg), com o mínimo de roupa (*shorts, top* e pés descalços), foram aferidas, e a ASC foi determinada de acordo com a equação de Dubois & Dubois (1916).

O teste de potência aeróbia para determinação do consumo de oxigênio de pico ($VO_{2\text{pico}}$) foi realizado em cicloergômetro (Ergo Fit 167, resolução cinco watts) utilizando o protocolo McMaster (BAR-OR, 2004). O teste progressivo iniciava com 25W e os incrementos eram de 25W a cada dois minutos, mantendo a cadência entre 60 e 80 rpm. Todas as meninas eram verbalmente encorajadas a realizar o melhor desempenho durante o teste máximo. O VO_2 foi obtido por calorimetria indireta em equipamento de circuito aberto (analisador de O_2 e CO_2 Medgraphics modelo CPX/D, método *breath by breath*). O pico foi considerado o maior valor de VO_2 , e o teste encerrava ao atingir dois dos cinco seguintes critérios: solicitação para suspensão, impossibilidade de manter uma cadência de pedalada superior a 60 rpm, $FC > 200$ bpm, taxa de percepção de esforço (TPE) > 19 (ANEXO 3) e taxa de troca respiratória (RER) > 1.0 (DEKERLE et al., 2003; MIDGLEY et al., 2007). Devido ao aumento da temperatura central estar relacionada com o gasto energético e esse ser

diretamente proporcional à massa muscular envolvida no exercício, optou-se por normalizar o $VO_{2\text{pico}}$ pela massa muscular de membros inferiores (BAKER et al., 2006), evitando os efeitos de confusão da massa adiposa e da massa corporal total sobre os dados de $VO_{2\text{pico}}$ (DENCKER et al., 2010). A aplicação da massa muscular de membro inferior baseia-se no fato de que em situações de exercício de intensidade máxima, 90% fluxo sanguíneo e do VO_2 são direcionados para ressíntese de ATP durante o processo de contração muscular (WIESEL et al., 2005).

A composição corporal foi determinada, em uma visita separada numa clínica de radiologia especializada, por absorciometria de feixe duplo de raios-X (DXA) (Lunar *GE Pencil Bin*, programa pediátrico SmartScan, versão 4.7c), e as meninas foram alocadas nos grupos conforme a adiposidade.

As meninas foram orientadas a não realizarem atividade física extenuante nas 24 horas anteriores às sessões experimentais e não modificarem os hábitos alimentares durante o intervalo entre as sessões.

Sessões experimentais: O desenho do protocolo das duas sessões experimentais era idêntico conforme a Figura 1, abaixo, com exceção da condição ambiental (calor ou termoneutra), cuja ordem foi randomizada através de sorteio.

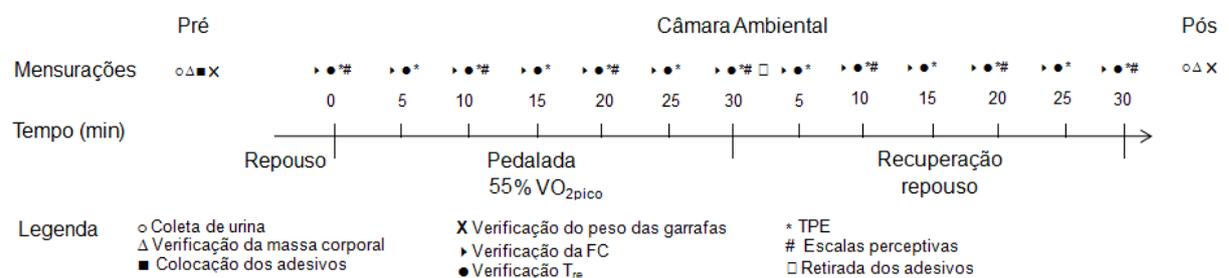


Figura 1: Desenho das sessões experimentais.

As sessões ocorreram pela manhã, e as meninas faziam o desjejum padronizado que incluía duas porções de pão branco, uma porção de geleia e 400 ml de líquidos (suco de fruta e leite com achocolatado).

Antes do exercício: Foi realizada uma coleta de urina para verificar o estado de hidratação pré-exercício, utilizando a gravidade específica (GEU) (NATA, 2000) (Refratômetro Atago, URC-Ne, Japão, resolução 1.000 a 1.050 densidade) e a coloração (ARMSTRONG et al., 1994) (ANEXO 4).

A massa corporal foi mensurada com as meninas vestindo *shorts* e *top*, sem meias e calçados. Utilizou-se um monitor de FC (Polar, S610, Polar Electro Ou, Finland, resolução 1bpm) e, para a medida da temperatura retal (T_{re}), utilizada como estimativa para a temperatura central, um termômetro (RET-1 physitemp) flexível e com cobertura descartável foi inserido 10 centímetros além do esfíncter anal.

Para a obtenção de suor, adesivos com gazes absorventes (3M Tegaderm+pad, ref 3582) foram fixados (PATTERSON, GALLOWAY e NIMNO, 2000) sobre a região da escápula no hemicorpo direito (espinha da escápula, aproximadamente cinco cm lateral à vértebra). Antes da fixação dos adesivos, era feita a limpeza da pele com água deionizada e secagem com gaze esterilizada.

Foram revisadas e esclarecidas as escalas de três avaliações perceptivas: escala de sensação térmica (ANEXO 5), de conforto térmico (ARENS et al., 2006) (ANEXO 6) e de irritabilidade (adaptada de GREEN, SHAEFFER & GILMORE, 1993) (ANEXO 7). A escala categórica de sensação térmica era com 9 pontos, guiada pelas palavras: muito frio (1), frio (2), ligeiramente fresco (3), fresco (4), neutro (5), ligeiramente morno (6), morno (7), quente (8), muito quente (9). A escala de conforto térmico com 6 pontos: muito confortável (1), confortável (2), apenas confortável (3),

apenas desconfortável (4), desconfortável (5) e muito desconfortável (6); e a escala de irritabilidade com 5 pontos: nada perceptível (1), fraca (2), moderada (3), forte (4) e muito forte (5).

Exercício e recuperação: As meninas se exercitaram e se recuperaram na respectiva condição ambiental, dentro de uma câmara ambiental (Russells, Holanda, resolução 1°C, 1% de umidade relativa (UR); 3,63m de largura x 2,39 m de altura x 3,81 m de profundidade). Após entrada na câmara, elas permaneciam em repouso durante o período de cinco minutos, em seguida elas pedalavam (Ergo Fit 167, Espanha) durante 30 minutos, com carga (watts) correspondente a 55% do $VO_{2\text{pico}}$, mantendo a cadência entre 60 a 80 rpm. Durante o exercício, o VO_2 foi mensurado para certificar a intensidade, durante três minutos, partindo do minuto 15.

Durante os procedimentos, água em temperatura refrigerada (cerca de 15°C) ficou disponível para ser ingerida *ad libitum* e a orientação fornecida foi: “Ficará disponível uma bebida, ao seu alcance, para que possa beber quando quiser. Entendido?”. O volume de líquido ingerido foi registrado através da diferença do peso (Ohaus Compact Scale CS2000) das garrafas antes e depois da sessão de exercício, e no final da recuperação.

A cada cinco minutos durante a pedalada, foi verificada a T_{re} , a FC e a TPE, além da sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade nos minutos zero, 10, 20 e 30. Os critérios para interrupção do exercício foram a junção de dois desses eventos: $T_{re} > 39^\circ\text{C}$, $FC \geq 200$ bpm, $TPE > 19$, relato de exaustão térmica (como náusea, desorientação, dores de cabeça, tonturas) e incapacidade de manter a frequência de pedalada entre 60 e 80 rpm (FALK, 1998; MEYER et al., 1994, 1995a, 1995b, 2007a).

Ao final dos 30 minutos, os adesivos foram removidos e o suor armazenado para posterior análise dos eletrólitos (Na^+ , Cl^- e K^+) (AVL modelo 9180, Roche, resolução $0,1 \text{ mEq l}^{-1}$), realizada em duplicata.

Após urinar e secar o corpo, a massa corporal foi aferida para calcular o volume de suor (diferença entre a massa corporal antes e depois da pedalada, corrigido pelo volume de água ingerida durante o exercício), e este foi corrigido pela ASC.

Ao final da pedalada, as meninas permaneceram em repouso (sentadas) por 30 minutos. Nesse período, a água ficou à disposição para ser ingerida *ad libitum*. A FC e a T_{re} foram monitoradas e registradas a cada cinco minutos, e a sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade foram avaliadas nos minutos zero, dez, 20 e 30 da recuperação. Ao final, após as meninas urinarem, foi mensurada a massa corporal.

Análise Estatística Para verificar a normalidade dos dados, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk; para a homogeneidade da variância dos dados, foi aplicado o teste de Levene. Para dados paramétricos realizou-se ANOVA *two-way*, para comparação intergrupos ao longo do tempo; o teste t de *Student*, para amostras independentes foi aplicado para comparação intergrupo e para comparação intragrupos realizou-se ANOVA, para as medidas repetidas de um fator, acrescentada de um post hoc de Bonferroni. Para os dados não-paramétricos, foi feita a transformação desses em bases logarítmicas e utilizada estatística paramétrica. O nível de significância adotado foi 5%, e as análises foram realizadas no programa estatístico Statistical Package for the Social Science (SPSS), versão 18.0.

RESULTADOS

Compareceram ao laboratório 44 meninas, 27 participantes do estudo, dez exclusões (nove por critério de estágio puberal e uma por percentual de gordura) e sete perdas (uma por aceitação, quatro desistências após a avaliação preliminar e duas após a primeira sessão experimental).

Condições ambientais: As condições ambientais das sessões experimentais encontram-se na Tabela 2, abaixo. Não foram encontradas diferenças na temperatura, umidade relativa, calor úmido e seco entre os grupos, indicando que as magras e obesas foram expostas a similares condições térmicas.

	T (°C)		UR(%)		Calor úmido		Calor seco	
	<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>	
Calor								
Obesas	35,2±0,8	0,27	37,9±2,9	0,27	23,8±2,5	0,14	31,9±2,6	0,25
Magras	35,2±0,9		38,4±3,9		24,9±2,8		32,4±1,0	
Neutra								
Obesas	23,9±0,9	0,36	50,0±5,6	0,44	17,1±1,2	0,23	21,6±1,0	0,33
Magras	23,9±1,1		50,0±8,4		17,5±1,3		21,77±1,3	

Tabela 2: Condições ambientais nas sessões experimentais.

T= temperatura; UR=umidade relativa; *p*: teste t independente. Valores expressos em média ± dp.

Estado de Hidratação: Na sessão de calor, a coloração e GEU pré-exercício foram similares entre os grupos, sendo 3,0 ± 1,6 e 1.016 ± 0.07 nas magras e 3,4 ± 1,3 e 1.019 ± 0.07 nas obesas; o mesmo ocorreu na termoneutra, com 2,8 ± 1,1 e 1.016 ±

0.07 nas magras e $3,4 \pm 1,0$ e $1.020 \pm 0,07$ nas obesas, indicando que as meninas apresentavam-se com desidratação leve antes e mantendo-se após ao exercício.

Intensidade do exercício: Durante as sessões de pedalada, o percentual de VO_2 relativo ao $VO_{2\text{pico}}$ e a carga (W) foram similares entre os grupos, mostrando que as magras e as obesas pedalarão em similar intensidade relativa. No calor, com valores de $54,2 \pm 3,2\%$ e $36,4 \pm 9,3W$ nas magras e $53,5 \pm 3,9\%$ e $37,8 \pm 9,7W$ nas obesas; e na termoneutra, $54,4 \pm 2,8\%$ e $37,0 \pm 9,2W$ nas magras e $53,7 \pm 3,8\%$ e $36,5 \pm 10,3W$ nas obesas.

Respostas termorregulatórias: O comportamento da FC e T_{re} por grupo e condição ambiental no exercício e recuperação é mostrado na Figura 2.

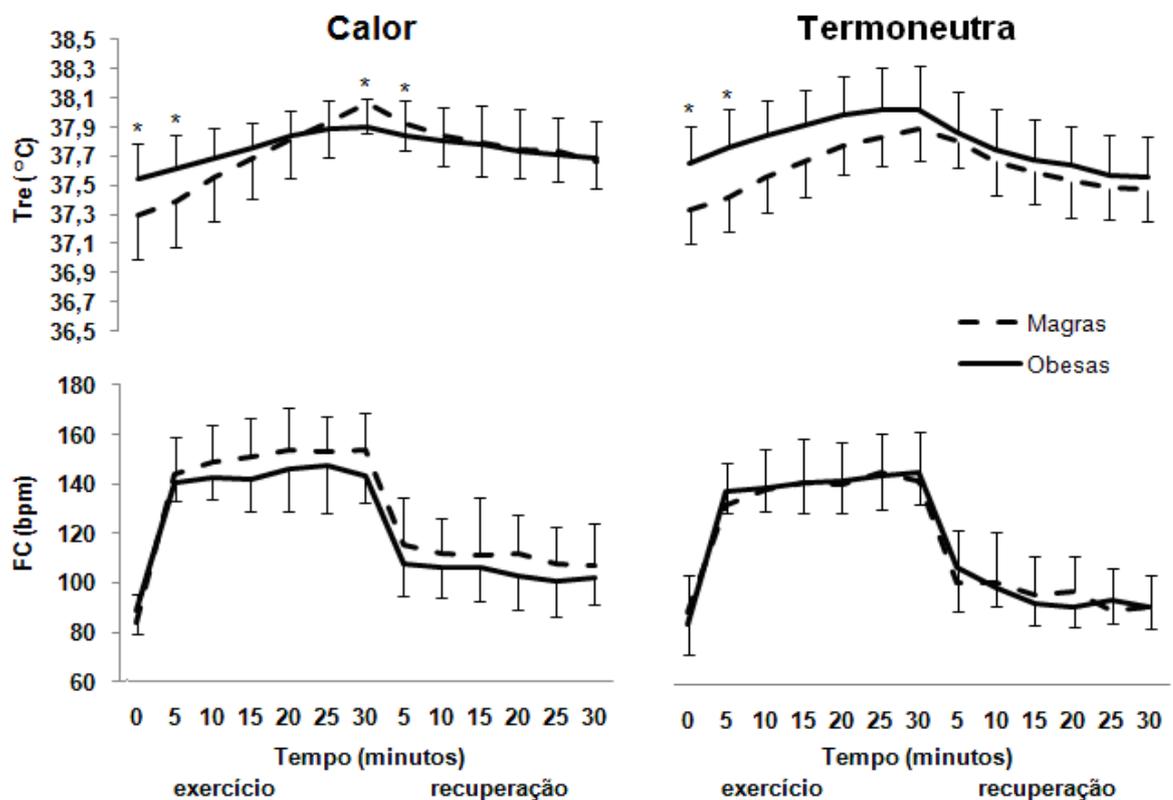


Figura 2: Temperatura retal (T_{re}) e frequência cardíaca (FC) durante a pedalada e recuperação nas duas condições ambientais (média \pm dp). * $p < 0,05$ no teste t independente.

O aumento da FC durante a pedalada foi similar nos grupos, assim como a redução durante a recuperação. Não houve interações entre o grupo e o tempo no calor ($F_{(6,19)} = 1,146$; $p = 0,37$; Poder = 0,34 no exercício e $F_{(6,19)} = 0,69$; $p = 0,66$; Poder = 0,21 na recuperação) e na termoneutra ($F_{(6,19)} = 1,40$; $p = 0,27$; Poder = 0,41 no exercício e $F_{(6,16)} = 1,91$; $p = 0,14$; Poder = 0,53 na recuperação). A FC foi similar entre os grupos em todos os momentos.

As obesas iniciaram a pedalada com uma T_{re} superior ao das magras nas duas condições térmicas. O aumento da T_{re} durante o exercício ocorreu em ambos os grupos, no entanto a magnitude do aumento foi maior nas magras, principalmente no calor, quando se observou que a T_{re} aos 30 minutos ultrapassou o das obesas, como indicado pela interação entre o grupo e o tempo no calor ($F_{(6,19)} = 7,0$; $p < 0,001$; Poder = 0,99) e na termoneutra ($F_{(6,19)} = 3,7$; $p = 0,013$; Poder = 0,873).

Durante a recuperação, não houve interação entre o grupo e o tempo na T_{re} no calor ($F_{(6,17)} = 1,7$; $p = 0,16$; Poder = 0,51) e na termoneutra ($F_{(6,17)} = 1,7$; $p = 0,19$; Poder = 0,48). O decréscimo da T_{re} foi semelhante nas duas condições, sendo que o grupo das magras no calor permaneceu com uma maior T_{re} até o quinto minuto.

Respostas perceptivas: A Figura 3, abaixo, apresenta a TPE durante o exercício. A TPE não apresentou interação entre grupo e tempo nas condições ambientais termoneutra ($F_{(6,19)} = 1,27$; $p = 0,31$; Poder = 0,38) e de calor ($F_{(6,20)} = 0,68$; $p = 0,66$; Poder = 0,21), e não foram encontradas diferenças significativas intergrupos em ambas as condições.

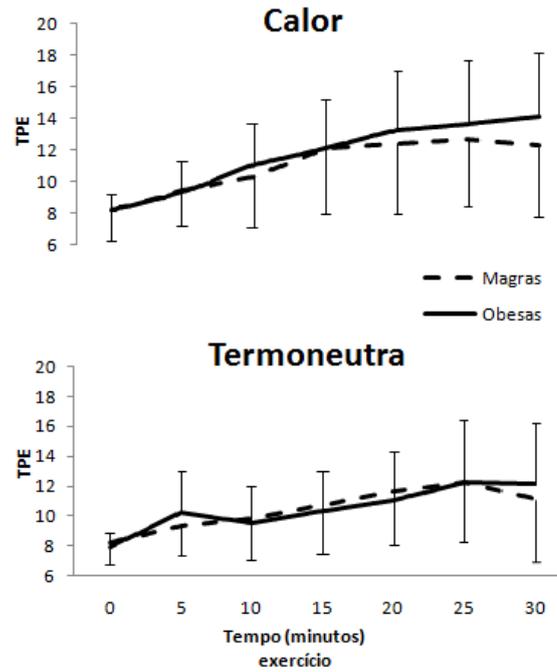


Figura 3: Taxa de percepção de esforço (TPE) durante os 30 minutos de pedalada (média \pm dp).

A Figura 4, abaixo, apresenta o resultado da sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade durante a pedalada e recuperação em ambas as condições ambientais.

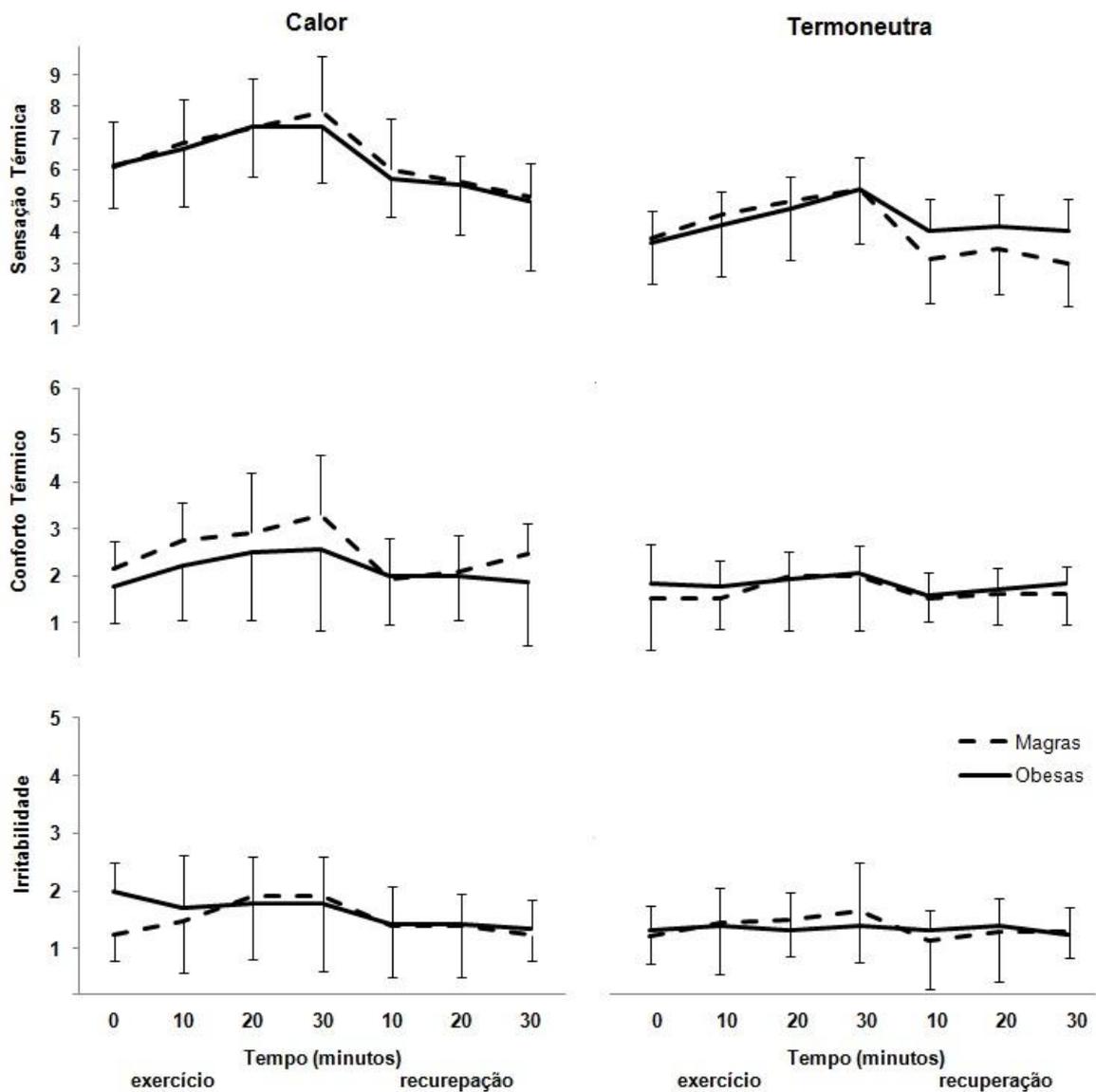


Figura 4: Sensação térmica, conforto térmico e irritabilidade durante a pedalada e recuperação (média \pm desvio-padrão).

A sensação térmica foi semelhante nas meninas magras e obesas nas duas condições térmicas, aumentando a sensação de calor ao decorrer da pedalada e diminuindo na recuperação. Não foram encontradas interações entre grupo e tempo na sensação térmica no calor ($F_{(3,23)} = 1,69$; $p = 0,19$; Poder = 0,38 no exercício e $F_{(3,23)} = 0,62$; $p = 0,61$; Poder = 0,16 na recuperação) e na termoneutra ($F_{(3,23)} = 0,85$;

$p = 0,96$; Poder = 0,06 no exercício e $F_{(3,23)} = 0,52$; $p = 0,67$; Poder = 0,14 na recuperação).

Durante a sessão no calor, as magras diminuíram o conforto térmico durante a pedalada ($p=0,009$) e aumentaram no repouso ($p=0,043$). Não foram encontradas interações entre grupo e tempo no conforto térmico no calor ($F_{(3,23)} = 0,31$; $p = 0,82$; Poder = 0,10 no exercício e $F_{(3,23)} = 1,03$; $p = 0,4$; Poder = 0,24 na recuperação) e na termoneutra ($F_{(3,23)} = 1,11$; $p = 0,27$; Poder = 0,26 no exercício e $F_{(3,23)} = 1,35$; $p = 0,29$; Poder = 0,31 na recuperação). As magras também mostraram aumento da irritabilidade no decorrer da pedalada ($p = 0,02$). Não houve interação entre grupo e tempo na irritabilidade no calor ($F_{(3,23)} = 0,66$; $p = 0,58$; Poder = 0,17 no exercício e $F_{(3,23)} = 0,88$; $p = 0,46$; Poder = 0,21 na recuperação) e na termoneutra ($F_{(3,23)} = 0,08$; $p = 0,97$; Poder = 0,06 no exercício e $F_{(3,23)} = 0,85$; $p = 0,48$; Poder = 0,2 na recuperação).

Volume e eletrólitos do suor e balanço hídrico: O volume de suor absoluto e relativizado pela ASC para os 30 minutos de pedalada foram similares entre as magras e obesas nas condições de calor e termoneutra. Em relação à ingestão e balanço hídrico, também não foram observadas diferenças entre os grupos. A concentração de Na^+ no suor decorrente da pedalada de 30 minutos no calor foi maior nas obesas, enquanto as de $[\text{Cl}^-]$ e $[\text{K}^+]$ foram similares entre os grupos, como apresentado na Tabela 3, abaixo.

CA	Grupo (n)	Volume de suor		Ingestão	BH	Concentração de eletrólitos		
		ml	ml.m ⁻²			ml	MI	mEq.l ⁻¹
						Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺
C	Obesas (13)	258±153	120±145	90±77	-80±88	78,7±47,5	52,7±39,5	7,0±1,9
	Magras (14)	170±124	167±119	88±109	-172±69	50,5±12,1	31,7±12,2	6,7±2,4
	<i>p</i>	0,11	0,32	0,82	0,18	0,04	0,07	0,37
TN	Obesas (13)	108±85	72±20	51±80	-146±215	NA	NA	NA
	Magras (14)	197±186	200±196	35±39	-77±87	NA	NA	NA
	<i>p</i>	0,14	0,06	0,61	0,28			

Tabela 3: Volume de suor, ingestão de água e balanço hídrico durante exercício no calor e em condição termoneutra

CA: Condição ambiental; C: Calor; TN: termoneutra; BH: balanço hídrico; NA: não avaliado; *p*: teste *t* independente. Valores expressos em média ± dp.

DISCUSSÃO

Este foi o primeiro estudo, de nosso conhecimento, que comparou as respostas termorregulatórias e perceptivas entre meninas pré-púberes magras e obesas no exercício, na condição de calor e termoneutra. Os principais resultados demonstraram que as obesas apresentaram: (1) T_{re} inicial maior, mas a magnitude de aumento não foi tão grande quanto nas magras, sendo que no calor a T_{re} final foi inferior ao das magras; (2) FC e respostas perceptivas de TPE e sensação térmica semelhantes as magras; (3) respostas de conforto térmico e irritabilidade sem variações significativas, enquanto as magras diminuíram o conforto térmico no calor e aumentaram a irritabilidade durante o exercício em ambas condições térmicas; (4) similar volume de sudorese e ingestão hídrica; (5) maior $[Na^+]$ no suor no calor.

As meninas obesas apresentaram maior valor de $VO_{2\text{pico}}$ absoluto ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$), menor $VO_{2\text{pico}}$ relativo à massa corporal total ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e similar quando normalizados pela massa muscular total ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1\text{MMT}}\cdot\text{min}^{-1}$) e de pernas ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1\text{MMP}}\cdot\text{min}^{-1}$), corroborando com estudos prévios (GORAN et al., 2000; MARINOV & KOSTIANEV, 2003; EKELUND et al., 2004; RESALAND et al., 2009; DENCKER et al., 2010). Optou-se normalizar pela massa muscular para evitar os efeitos de confusão da massa adiposa e da massa corporal total sobre o $VO_{2\text{pico}}$ (DENCKER et al., 2010). Para evitar que a maior massa corporal total dos obesos influenciasse na intensidade do exercício e, respectivamente, na produção de calor (FALK, 1998), as meninas pedalarão em cicloergômetro e essa correção ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1\text{MMP}}\cdot\text{min}^{-1}$) também foi utilizada para relativizar a intensidade do exercício durante a sessão experimental de pedalada.

Estudos que avaliaram as respostas termorregulatórias em meninas pré-púberes são poucos (HAYMES et al., 1974; DRINKWATER et al., 1977; RIVERA-BROWN et al., 2006). Não foi observado diferença na T_{re} entre meninas pré-púberes e mulheres durante caminhadas de 50 minutos em diferentes condições ambientais. No entanto, nas condições quente e muito quente, as meninas foram menos tolerantes ao exercício. RIVERA-BROWN et al. (2006) verificaram a tolerância ao exercício no calor de meninas pré-púberes e mulheres, numa sessão no cicloergômetro a 60% $VO_{2\text{Max}}$ até a fadiga, e não foram encontradas diferenças na variação de T_{re} e tolerância ao exercício entre os grupos. Esses estudos indicam que no sexo feminino as respostas maturacionais e de ASC não parecem afetar diferentemente a T_{re} , apesar de poderem influenciar as respostas de tolerância ao exercício.

Estudos mostram que meninas que vivem em países tropicais são naturalmente aclimatizadas (RIVERA-BROWN et al., 1999 e 2006). No presente estudo, assumimos similares condições de aclimatização ao calor nas meninas magras e obesas, e foi observado maior T_{re} inicial nas meninas obesas, corroborando com resultado encontrados em meninos obesos e magros aclimatados (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009), sugerindo que os obesos durante o repouso apresentam maior temperatura central.

O presente estudo verificou maior T_{re} no grupo das magras ao final do protocolo de exercício no calor, similar ao encontrado ao comparar meninas magras vs sobrepesadas (HAYMES et al., 1974) e mulheres magras vs obesas (BAR-OR, LUNDEGREEN & BURKIRK, 1969). Na sessão de pedalada na condição termoneutra, não foram encontradas diferenças na T_{re} final entre magras e obesas, corroborando com o observado por Haymes et al. (1974) entre magras vs sobrepesadas. Ainda, o comportamento da T_{re} durante a pedalada foi de aumento em ambas condições ambientais, com maior magnitude nas magras. O aumento menos acentuado pode estar relacionado à validade da estimativa da temperatura central em obesas através da mensuração pelo termômetro retal, e sugere-se um maior número de investigações para verificação desse parâmetro nessa população. Em meninos, os estudos comparando as respostas de $T_{central}$ (com mensuração retal e por sensor intragástrico) em magros vs obesos durante o exercício no calor contradizem os resultados do presente estudo, mostrando maior T_{re} final nos obesos (HAYMES et al., 1975) ou similar entre os grupos (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009; SEHL, 2010).

O aumento da FC foi semelhante entre os grupos durante o exercício, concordando com o estudo em meninas pré-púberes magras vs sobrepesadas (HAYMES et al., 1974) e em meninos púberes magros vs obesos (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009; SEHL, 2010). Diferentemente, em meninos pré-púberes, os obesos apresentaram maior FC do que os magros durante o exercício no calor (HAYMES et al., 1975). Este resultado encontra-se em consonância ao esperado, devido à similaridade entre a potência aeróbia, o nível de atividade física e a intensidade relativa aos quais os grupos realizaram os protocolos.

A TPE e a sensação térmica aumentaram semelhantemente nos grupos e condições térmicas durante a pedalada, diferente ao encontrado em meninos púberes, em que os obesos apresentaram maior TPE durante o exercício no calor (DOUGHERTY, CHOW & KENNEY, 2009/2010; SEHL, 2010). A TPE refletiu a similaridade das respostas frequência cardíaca em ambos os grupos e o aumento da percepção do esforço durante a pedalada. A sensação térmica também aumentou proporcionalmente as respostas da T_{re} . Ainda, as diferenças no comportamento das respostas fisiológicas, principalmente no calor, refletiram nas respostas de conforto térmico e irritabilidade nas meninas magras durante a pedalada no calor. Poucos estudos avaliaram a resposta de sensação térmica durante o exercício e recuperação. Dougherty, Chow & Kenney (2009) avaliaram essa resposta em meninos púberes durante pedalada no calor, observando maior desconforto nos obesos, corroborando Sehl (2010) encontrou resultado similar na mesma população.

A desidratação e o consumo insuficiente de líquidos para compensar as perdas pelo suor podem acelerar o aumento da temperatura, mesmo com grau moderado de déficit de fluidos (SAWKA, 1992). A gordura apresenta menor quantidade de água do que a maioria dos outros tecidos; assim, os obesos possuem

uma menor quantidade relativa de água por massa corporal e podem apresentar certo grau de desidratação, que representa para o obeso um maior déficit relativo de água corporal total (BAR-OR & ROWLAND, 2004; COOPER & TREZEK, 1971). Não foram estabelecidas diferenças entre o grau de desidratação (<1%) e a ingestão hídrica entre os grupos.

O volume de suor das meninas magras e obesas na pedalada de 30 minutos de exercício foi similar, mesmo com a correção pela ASC, que foi de 16,6% maior nas magras, e apresentou resultados semelhantes a estudos realizados com pré-púberes magros e obesos/sobrepesados (HAYMES et al., 1974/1975). Nesse sentido, a resposta da sudorese não parece ser explicativa para as diferenças nas respostas fisiológicas e subjetivas entre as meninas magras e obesas.

No presente estudo, foi encontrada diferença na concentração do eletrólito Na^+ no suor das magras e obesas, enquanto as $[\text{Cl}^-]$ e $[\text{K}^+]$ foram similares entre os grupos. Quando comparados a valores para meninas pré-púberes aclimatizadas ao calor (MEYER et al., 1992), os valores para $[\text{Na}^+]$ apresentam-se 26% menor nas magras e 14% maior nas obesas; os de $[\text{Cl}^-]$ nas meninas deste estudo apresentam-se 20% menor; e $[\text{K}^+]$ 200% maior.

Crianças pré-púberes dependem de maior fluxo sanguíneo cutâneo para transferência de calor por convecção para a pele (ROWLAND, 2008), e os obesos podem ter menor fluxo sanguíneo para a periferia durante o exercício no calor (VROMAN et al., 1983), podendo prejudicar a convecção do calor central pelo sangue até a periferia e com variações na temperatura de pele (BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Como limitação desse estudo, considera-se a avaliação do fluxo sanguíneo periférico e temperatura de pele que não foram realizadas. Assim se sugere mais estudos envolvendo as respostas termorregulatórias na população obesa em diferentes estágios maturacionais e sexo, além da utilização do termômetro retal para essa população, avaliação do fluxo sanguíneo periférico e temperatura de pele, podendo auxiliar no esclarecimento dos resultados do presente estudo.

Este estudo apresentou diferentes respostas de T_{re} de meninas magras e obesas, com a T_{re} inicial maior nas obesas e com maior amplitude de aumento nas magras durante o protocolo de exercício contínuo de 30 minutos nas condições térmicas avaliadas, principalmente no calor que a T_{re} ultrapassa a das obesas. Concomitantemente, as magras apresentaram menor conforto térmico no calor e maior irritabilidade. No entanto, o comportamento da FC, respostas perceptivas de TPE e sensação térmica foram similares entre os grupos, assim como as respostas de sudorese e ingestão hídrica.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. *Climatic heat stress and the exercise child and adolescent*. **Pediatrics**, v. 106, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM Fitness Book*, 3rd Edition, Champaign, Il: Human Kinetics Publishers, 2003.

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, p. 53–59, 2006.

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; CASTELLANI, J.W.; BERGERON, M.F.; KENEFICK, R.W., LAGASSE, K.E., RIEBE, D. *Urinary indices of hydration status. International Journal Sport Nutrition.* V. 4, n. 3, p. 265-279, 1994.

BAR-OR, O.; LUNDEGREN, H.M.; BUSKIRK, E.R. *Heat tolerance of exercising obese and lean women. Journal of Applied Physiology.* v. 26, n. 4, 403-409, 1969.

BAR-OR, O.; ROWLAND, T.W. *Pediatric exercise medicine.* From: **Physiologic principles to health-care application.** Human Kinetics, 2004.

BAKER, J.S.; DAVIES, B. *Quantification of active muscle mass during experimental exercise. Journal Applied Physiology.* v. 101, n. 5, p. 1534; author reply 5, 2006.

COOPER, T.E.; TREZEK, G.J. *Correlation of thermal properties of some human tissue with water content. Aerospace Medicine.* v. 4, p. 24-27, 1971.

CROCKER, P. R.; BAILEY, D. A.; FAULKNER, R. A.; KOWALSKI, K. C. & McGRATH, R. *Measuring general levels of physical activity: Preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. Medicine and Science in Sports and Exercise.* v. 29, p.1344-1349, 1997.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHAR, J.; PELAYO, P. *Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power.* **European Journal Applied Physiology.** v. 3, n. 4, p. 281-8, 2003.

DENCKER, M.; BUGGE, A.; HERMANSEN, B.; FROBERG, K.; ANDERSEN, L.B. *Aerobic fitness in prepubertal children according to level of body fat.* **Acta Pædiatrica.** v. 99, p. 1854–1860, 2010.

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

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, 2009.

DRINKWATER, B.L.; KEPPRAT, I.C.; DENTON, J.E.; CRIST, J.L.; HORVETH, S.M. *Response of prepubertal girls and college woman to work in the heat.* **Journal Applied Physiology.** v. 43, p. 1046-1053, 1977.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. *Clinical calorimetry: a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known.* **Archive International Medical.** v. 17, p. 863-71, 1916.

EKELUND, U.; FRANKS, P.W.; WAREHAM, N.J.; AMAN, J. *Oxygen uptakes adjusted for body composition in normal-weight and obese adolescents.* **Obesity Research.** v. 12, p. 513–520, 2004.

FALK, B. *Effects of thermal stress during rest and exercise in the pediatric population.* **Sports Medicine.** v. 25, p. 221-240, 1998.

FALK, B.; BAR-OR, O.; CALVERT, R.; MACDOUGALL, J.D. *Sweat gland response to exercise in the heat among pré-, mid-, and late pubertal boys.* **Medicine & Science in Sports & Exercise.** v. 24, p. 313-319, 1992.

GODEK, S.F.; GODEK, J.J.; BARTOLOZZI, A.R. *Hydration status in college football players during consecutive days of twice-a-day preseason practices.* **American Journal of Sports Medicine.** v. 33, p. 843-51, 2005.

GORAN, M.; FIELDS, D.A.; HUNTER, G.R.; HERD, S.L.; WEINSIER, R.L. *Total body fat does not influence maximal aerobic capacity.* **International journal of obesity and related metabolic disorders.** v. 24, p. 841–848, 2000.

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.

HAYMES, E.M.; BUSKIRK, E.R.; HODGSON, J.L.; LUNDEGREN, H.M.; NICHOLAS, W.C. *Heat tolerance of exercising lean and heavy prepubertal girls*. **Journal of Applied Physiology**. v. 36, n. 5, p. 566-571, 1974.

HAYMES, E.M.; MC CORMICK, R.J.; BURSIRK, E. *Heat tolerance of exercising lean and heavy prepubertal boys*. **Journal of Applied Physiology**. v. 39, n. 5, p. 457-61, 1975.

IBGE. *Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil*. [online]. Disponível http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1699&id_pagina=1, 2009.

JEANNIE, S.; DONOHUE, M. et al. *Pediatricians' weight assessment and obesity management practices*. **BMC Pediatrics**. v. 9, p.19, 2009.

LOHMAN, T.G.; HOUTKOOPEL, L.; GOING, S.B. *Body fat measurement goes high-tech: Not all are created equal*. **Health Fitness Journal**. v. 7, p. 30-35, 1987.

MARTINS, J. *Sudorese, balanço hidro-eletrolítico e tolerância ao exercício no calor em meninos pré-púberes obesos*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, 2010.

MEYER, F.; BAR-OR, O.; SALBERG, A.; PASSE, D. *Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration*. **International Journal of Sports Nutrition**. v. 4, p. 22-35, 1994.

MEYER, F.; BAR-OR, O.; WILK, B. *Children's perceptual responses to ingesting drinks of different composition during and following exercise in the heat*. **International Journal of Sports Nutrition**. v. 5, p. 13-24, 1995a.

MEYER, F. et.al. *Effect of drink composition on electrolyte balance termoregulation and performance of children exercising in the heat*. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 27, n. 6, p. 882-887, 1995b.

MEYER, F.; LAITANO, O.; BR-OR, O.; MCDOUGALL, D.; HEIGENHAUSER, G.J.F. *Effect of age and gender on sweat lactate and ammonia concentration during exercise in the heat*. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**. v. 40, p. 135-43, 2007a.

MEYER, F.; O'CONNOR, H.; SHIRREFS, S. *Nutrition for young athlete*. **Journal of Sports Science**. v. 25, n. 1, p. 72-83, 2007b.

MIDGLEY, A.W.; MCNAUGHTON, L.R.; POLMAN R.; MARCHANT, D. *Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research*. **Sports Medicine**. v. 37, n. 12, p. 1019-28, 2007.

NATA. NATIONAL ATHLETIC TRAINER'S ASSOCIATION. *Position Statement: Fluid replacement for athletes*. **Journal of Athletic Training**. v. 35, n. 2, p. 212-224, 2000.

PATTERSON, M.J.; GALLOWAY, S.D.R.; NIMMO, M.A. *Variations in regional sweat composition in normal human males*. **Experimental Physiology**. v. 85, n. 6, p. 869-875, 2000.

PRENTICE, A.M.; BLACK, A.E.; COWARD, W.A. et al. *High levels of energy expenditure in obese woman*. **British Medical Journal (Clinical Research Edition)**. v. 292, p.983-987, 1986.

RESALAND, G.K.; MAMEN, A.; ANDERSSEN, S.A.; ANDERSEN; L.B. *Cardiorespiratory fitness and body mass index values in 9-year-old rural Norwegian children*. **Acta Paediatrica**. v. 98, p. 687–692, 2009.

RIVERA-BROWN, A.M.; GUTIERREZ, J.C.; GUTIERREZ, R.; FRONTERA, W.R.; BAR-OR, O. *Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys*. **Journal Applied Physiology**. v. 86, p. 78-84, 1999.

RIVERA-BROWN, A.M.; RAMÍREZ-MARRERO, F.A.; WILK, B.; BAR-OR, O. *Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls in a hot and humid climate*. **European Journal Applied Physiology**. v. 103, p. 109-16, 2008.

RIVERA-BROWN, A.M.; ROWLAND, T.W.; VANN, A. et al. *Exercise Tolerance in Hot and Humid Climate in Heat-Acclimatized Girls and Woman*. **International Journal of Sports Medicine**. v. 27, p. 943-950, 2006.

ROWLAND, T.W. *Fisiologia do Exercício na Criança*. Segunda edição. Editora Manole, 2008.

SAVASTANO, D.M.; GORBACH, A.M.; EDEN, H.S.; BRADY, S.M.; REYNOLDS, J.C.; YANOVSKI. *Adiposity and human regional body temperature*. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 90, p. 1124-31, 2009.

SAWKA, M.N. *Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 24, p. 657-60, 1992.

SEHL, P. *Respostas termorregulatórias de meninos púberes obesos e não-obesos durante pedalada no calor*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, 2010.

SESSLER, D.I. *Temperature monitoring*. In: Miller RD – *Anesthesia*. New York: Churchill Livingstone, Shivering. **British Journal Anaesthesia**. v. 84, p. 615-628, 2000.

TANNER, J.M. *Growth at adolescence*. Second edition. Blackwell, 1962.

VROMAN, N.B.; BUSKIRK, E.R.; HODGSON, J.L. *Cardiac output and skin flow in lean and obese individuals during exercise in the heat.* **Journal of Applied Physiology.** v. 55, n. 1, p. 69-74, 1983.

WEIBEL, E.R.; HOPPELER, H. *Exercise-induced maximal metabolic rate scales with muscle aerobic capacity.* **The Journal of Experimental Biology.**v. 208, n. 9, p. 1635-44, 2005.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, os principais resultados desse estudo foram que:

- 1) as meninas obesas apresentaram T_{re} inicial maior em ambas as condições avaliadas, sugerindo que essas apresentam maior temperatura central em repouso;
- 2) a magnitude do aumento da T_{re} durante o protocolo de 30 minutos de pedalada com carga de 55% do $VO_{2\text{pico}}$ foi maior nas magras, principalmente no calor, quando a T_{re} final das magras ultrapassou a das obesas;
- 3) o comportamento da T_{re} durante a recuperação em ambas condições ambientais foi similar entre os grupos;
- 4) as respostas de FC e perceptivas de TPE e sensação térmica foram semelhantes entre magras e obesas durante todo protocolo experimental;
- 5) as magras mostraram-se menos confortáveis e mais irritadas durante o exercício em ambas as condições térmicas, mostrando que essas respostas perceptivas parecem acompanhar as respostas da T_{re} ;
- 6) os grupos apresentaram similar volume de sudorese e ingestão hídrica; e
- 7) as obesas apresentam maior $[Na^+]$ no suor no calor e similares $[Cl^-]$ e $[K^+]$.

Sugerimos que futuros estudos investiguem, no intuito elucidar as respostas termorregulatórias fisiológicas e perceptivas de crianças obesas, os métodos de mensuração de temperatura central, outras modalidades de exercícios, fluxo sanguíneo periférico e temperatura de pele durante o exercício.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido

Sua dependente está sendo convidada a participar de um estudo para conhecer as respostas sobre suor e temperatura de meninas 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 realizará uma avaliação em uma clínica especializada em exames de imagem. No primeiro dia, será aplicado um questionário sobre a saúde, alimentação e a prática de atividade física da menina. Serão verificados peso, com o uso de uma balança, e altura, com uso de um estadiômetro. Também será realizada uma breve avaliação de saúde na qual será medida a frequência cardíaca, a pressão arterial e será verificado o estágio de maturação sexual da criança através da visualização da região do peito e da existência de pelos na região genital, procedimentos realizados por um pesquisador do sexo feminino. Nesse dia, será realizado um teste em bicicleta para avaliar o desempenho da menina para exercícios prolongados, e será colocada uma máscara que mede a quantidade de oxigênio consumido. Essa máscara usada será esterilizada a cada uso, não oferecendo risco.

O segundo dia será em uma clínica especializada em exames de imagem corporal para avaliar a quantidade de gordura no corpo. A quantidade de gordura corporal será medida através de Absorciometria de Feixe Duplo de Raio-X (DXA), exame que utiliza um Raio-X. Essa quantidade de Raio-X não oferece riscos para a saúde, sendo a mesma a que os indivíduos estão expostos ao viajar ao equivalente

a 5 quilômetros de carro.

No terceiro e quarto dia, a menina irá pedalar, durante 30 minutos, em um dos dias em uma sala em temperatura neutra (22°, 55-60% umidade relativa) e outro, no calor (35°C, 40-45% umidade relativa), com ordem definida através de um sorteio. Os procedimentos desses dias serão realizados por pesquisadora do sexo feminino. Antes de pedalar no terceiro e quarto dia, a menina, após esvaziar a bexiga, será pesada. Logo após, serão colocados, nas costas, na coxa, no peito e no antebraço, adesivos com gazes absorventes para coletar amostras do suor, que serão retirados ao terminar o exercício. Um termômetro, para obter o valor da temperatura interna durante o exercício, será utilizado. A medida será feita com um termometro flexível, protegido com cobertura descartável, lubrificado e não traumático, inserido 10 centímetros além do ânus, utilizado durante todo o protocolo. Sendo esta a melhor maneira de controlar possíveis riscos relacionados à temperatura que a menina possa apresentar quando se exercita no calor. Após o exercício, a menina vai urinar para ser pesada novamente. Após um descanso de 10 minutos, realizará outro teste na bicicleta para verificar por quanto tempo consegue manter a pedalada. Durante a pedalada será interrompido o teste caso de a menina referir alguma queixa como: taxa de percepção de esforço de 19, que significa exaustão; mal estar; cansaço; desorientação; dores de cabeça; tonturas; dores ou alguma das medidas biológicas como a frequência cardíaca acima de 200 batimentos por minuto; temperatura ultrapassar o esperado para sua segurança (acima de 39°C). No entanto, com protocolo proposto não se espera algum desses sintomas.

Em todas as visitas, os responsáveis poderão acompanhar os procedimentos da pesquisa.

Os protocolos do estudo não apresentam risco de dano duradouro. É possível que ocorra um cansaço e dor muscular no dia ou nos dias seguintes após o exercício, o que é normal após a prática de atividade física.

As voluntárias serão acompanhadas e terão assistência durante todo o tempo dos procedimentos por uma equipe treinada, a qual é responsável pelo estudo.

A disponibilidade de tempo para estes experimentos é de, aproximadamente, 1 hora na primeira e na segunda visita, e de 1 hora e 30 minutos na terceira e na quarta visita.

Todas as informações provenientes desta pesquisa terão caráter confidencial e será mantido o anonimato das participantes.

As participantes poderão, a qualquer momento, recusar-se a participar ou abandonar a pesquisa, mesmo após a assinatura deste termo de consentimento. As participantes não terão despesas financeiras para a participação neste 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
informadas(os) sobre os 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 ser retirada 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 profissional Gabriela Tomedi Leites 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 do pesquisador responsável.

Assinatura do responsável pelo participante na pesquisa

Assinatura da participante da pesquisa

Assinatura do investigador

Em caso de dúvidas, entre em contato com a pesquisadora Gabriela Leites pelo telefone (51) 81780799.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2010.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Meyer, tel: (51) 99715135

Comitê de Ética e Pesquisa – UFRGS, tel: (51) 33083629

ANEXOS

ANEXO 1 - Avaliação da atividade física PAC-C

Questionário sobre atividade física regular – PAQ-C

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: M ___ F ___
 Data: _____

Gostaria de saber que tipos de atividade física você praticou NOS ÚLTIMOS SETE DIAS (nessa última semana). Essas atividades incluem esporte e dança que façam você suar ou que façam você sentir suas pernas cansadas, ou ainda jogos (tais como pique), saltos, corrida e outros, que façam você se sentir ofegante.

LEMBRE-SE:

A. Não existe certo ou errado - **este questionário não é um teste.**

B. Por favor responda a todas as questões de forma sincera e precisa - **é muito importante para o resultado.**

1. ATIVIDADE FÍSICA

Você fez alguma das seguintes atividades nos ÚLTIMOS 7 DIAS (na semana passada)? Se sim, quantas vezes?

**** Marque apenas um X por atividade ****

	Nenhuma	1-2	3-4	5-6	7 vezes ou mais
Saltos	<input type="checkbox"/>				
Atividade no parque ou playground	<input type="checkbox"/>				
Pique	<input type="checkbox"/>				
Caminhada	<input type="checkbox"/>				
Andar de bicicleta	<input type="checkbox"/>				
Correr ou trotar	<input type="checkbox"/>				
Ginástica aeróbica	<input type="checkbox"/>				
Natação	<input type="checkbox"/>				
Dança	<input type="checkbox"/>				
Andar de skate	<input type="checkbox"/>				
Futebol	<input type="checkbox"/>				
Voleibol	<input type="checkbox"/>				
Basquete	<input type="checkbox"/>				
“Queimado”	<input type="checkbox"/>				
Outros (liste no espaço)	<input type="checkbox"/>				
_____	<input type="checkbox"/>				
_____	<input type="checkbox"/>				

2. Nos últimos 7 dias, durante as aulas de Educação Física, o quanto você foi ativo (jogou intensamente, correu, saltou e arremessou)?

Eu não faço as aulas	<input type="checkbox"/>	
Raramente	<input type="checkbox"/>	marque
Algumas vezes	<input type="checkbox"/>	apenas
Freqüentemente	<input type="checkbox"/>	uma
Sempre	<input type="checkbox"/>	

3. Nos últimos 7 dias, o que você fez na maior parte do RECREIO?

- Ficou sentado (conversando, lendo, ou fazendo trabalho de casa)
- Ficou em pé, parado ou andou marque
- Correu ou jogou um pouco apenas
- Correu ou jogou um bocado uma
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo opção

4. Nos últimos 7 dias, o que você fez normalmente durante o horário do almoço (além de almoçar)?

- Ficou sentado (conversando, lendo, ou fazendo trabalho de casa)
- Ficou em pé, parado ou andou marque
- Correu ou jogou um pouco apenas
- Correu ou jogou um bocado uma
- Correu ou jogou intensamente a maior parte do tempo opção

5. Nos últimos 7 dias, quantos dias da semana você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo, LOGO DEPOIS DA ESCOLA?

- Nenhum dia
- 1 vez na semana passada marque
- 2 ou 3 vezes na semana passada apenas
- 4 vezes na semana passada uma
- 5 vezes na semana passada opção

6. Nos últimos 7 dias, quantas vezes você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo, A NOITE?

- Nenhum dia
- 1 vez na semana passada marque
- 2-3 vezes na semana passada apenas
- 4-5 vezes na semana passada uma
- 6-7 vezes na semana passada opção

7. NO ÚLTIMO FINAL DE SEMANA quantas vezes você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo?

- Nenhum dia
- 1 vez marque
- 2-3 vezes apenas
- 4-5 vezes uma
- 6 ou mais vezes opção

8. Em média quantas horas você assiste televisão por dia? _____ horas.

9. Qual das opções abaixo melhor representa você nos últimos 7 dias?

**** Leia TODAS AS 5 afirmativas antes de decidir qual é a melhor opção****

- A) Todo ou quase todo o meu tempo livre eu utilizei fazendo coisas que envolvem pouco esforço físico (assistir TV, fazer trabalho de casa, jogar videogames)
- B) Eu pratiquei alguma atividade física (1-2 vezes na última semana) durante o meu tempo livre (ex. Praticou esporte, correu, nadou, andou de bicicleta, fez ginástica aeróbica)
- C) Eu pratiquei atividade física no meu tempo livre (3-4 vezes na semana passada) **marque apenas uma opção**
- D) Eu geralmente pratiquei atividade física no meu tempo livre (5-6 vezes na semana passada)
- E) Eu pratiquei atividade física regularmente no meu tempo livre na semana passada (7 ou mais vezes)

10. Comparando você com outras pessoas do mesma idade e sexo, como você se considera?

- Muito mais em forma
- Mais em forma **marque apenas uma opção**
- Igualmente em forma
- Menos em forma
- Completamente fora de forma

11. Você teve alguma problema de saúde na semana passada que impediu que você fosse normalmente ativo?

- Sim
- Não

Se sim, o que impediu você de ser normalmente ativo? _____

12. Comparando você com outras pessoas da mesma idade e sexo, como você se classifica em função da sua atividade física nos últimos 7 dias?

- A) Eu fui muito menos ativo que os outros
- B) Eu fui um pouco menos ativo que os outros **marque apenas uma opção**
- C) Eu fui igualmente ativo
- D) Eu fui um pouco mais ativo que os outros
- E) Eu fui muito mais ativo que os outros

13. Marque a frequência em que você praticou atividade física (esporte, jogos, dança ou outra atividade física) na semana passada.

	Nenhuma vez	Algumas vezes	Poucas vezes	Diversas vezes	Muitas vezes
Segunda	<input type="checkbox"/>				
Terça	<input type="checkbox"/>				
Quarta	<input type="checkbox"/>				
Quinta	<input type="checkbox"/>				
Sexta	<input type="checkbox"/>				
Sábado	<input type="checkbox"/>				
Domingo	<input type="checkbox"/>				

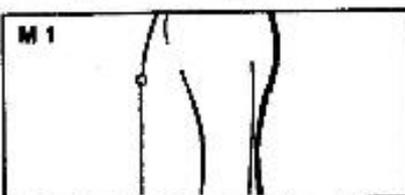
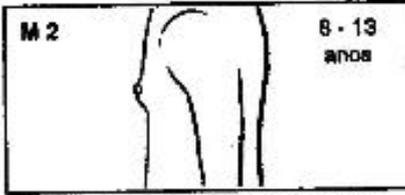
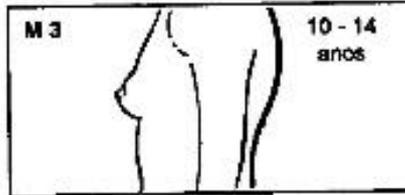
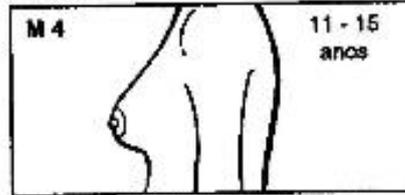
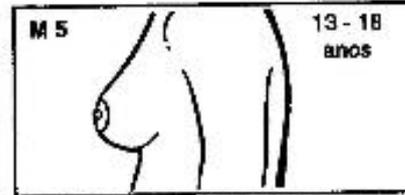
ANEXO 2 – Desenvolvimento Puberal Feminino (Tanner, 1982)

Desenvolvimento Puberal Feminino

Critérios de Tanner

Mamas

Pêlos pubianos

M 1	
Fase pré-adolescência: (elevação das papilas)	
M 2	 8 - 13 anos
Mamas em fase de botão (elevação da mama e aréola como pequeno montículo)	
M 3	 10 - 14 anos
Maior aumento da mama, sem separação dos contornos	
M 4	 11 - 15 anos
Projeção da aréola e das papilas para formar montículo secundário por cima da mama	
M 5	 13 - 18 anos
Fase adulta, com saliência somente das papilas	

11a
5m
↑
M
E
N
A
R
C
A
↓
15a
6m

P 1	
Fase pré-adolescência: (não há pelagem)	
P 2	 9 - 14 anos
Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados, ao longo dos grandes lábios	
P 3	 10 - 14,5 anos
Pêlos mais escuros, ásperos, sobre o púbis	
P 4	 11 - 15 anos
Pelagem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto	
P 5	 12 - 16,5 anos
Pelagem tipo adulto, cobrindo todo o púbis e a virilha	

ANEXO 3 – Escala de percepção de esforço (escala de Borg)

6

7 Muito fácil

8

9 Fácil

10

11 Relativamente fácil

12

13 Ligeiramente cansativo

14

15 Cansativo

16

17 Muito Cansativo

18

19 Exaustivo

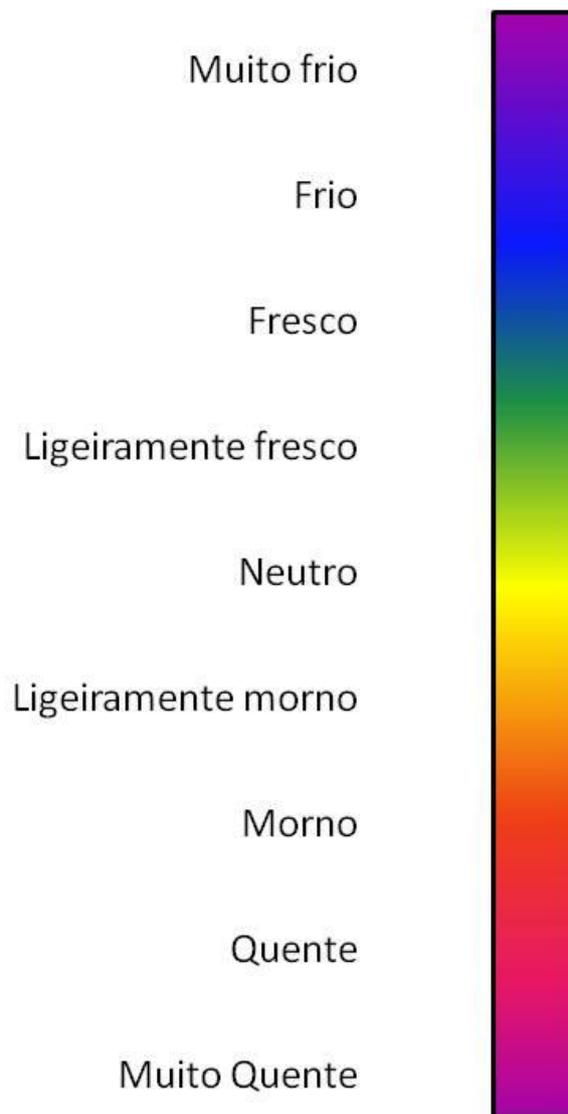
20

ANEXO 4 – Tabela de Coloração de Armstrong

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

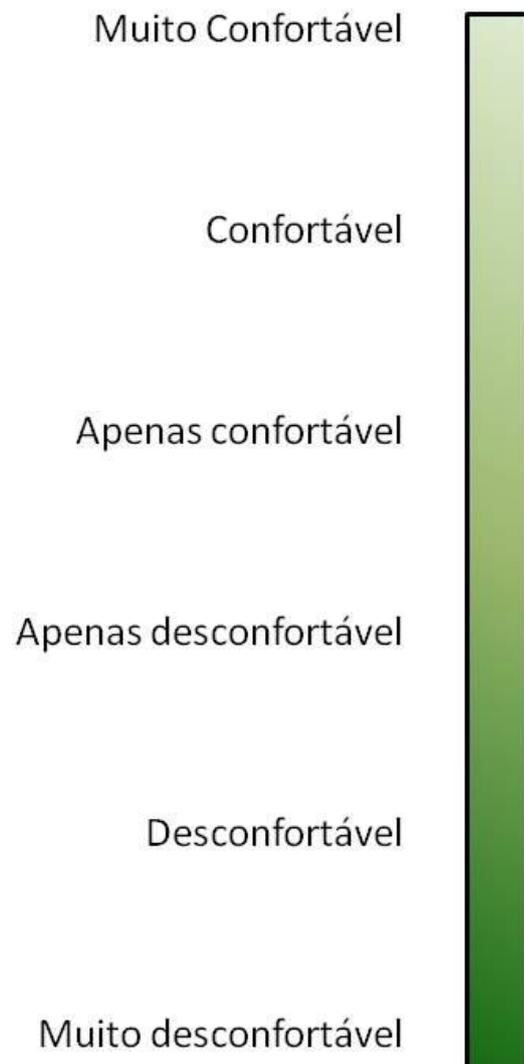
ANEXO 5 – Escala de Sensação Térmica

Por favor, avalie sua sensação térmica



ANEXO 6 – Escala de Conforto Térmico

Por favor, avalie seu conforto térmico



ANEXO 7 – Escala de Irritabilidade

Por favor, avalie sua irritabilidade

