

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

**UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ENDÓGENOS CARBOIDRATO E GORDURA
EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR**

Porto Alegre

2018

RAISA VIEIRA BRANCO OZORIO

**UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ENDÓGENOS CARBOIDRATO E GORDURA
EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito final para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADORA: Prof. Dra. Flávia Meyer

Porto Alegre

2018

Ficha catalográfica

Dados para a ficha catalográfica

Autor: Raisa Vieira Branco Ozorio

Título do trabalho*:

UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS CARBOIDRATO E GORDURA ENDÓGENOS EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR

Pós-Graduação:

Mestrado em Ciências do Movimento Humano

Especialização:

- Nutrição Clínica Personalizada com ênfase em adesão dietética e nutrigenômica
- Nutrição Clínica e Esportiva

Graduação: Nutrição

Ano*: 2018

Nº de folhas*: 79

Assuntos (mín. 1, máx. 5)*:

1. Utilização do carboidrato e da gordura endógenos em meninos fisicamente ativos
2. Exercício de pedalada na mesma produção de calor metabólico em duas condições ambientais (termoneutra vs. calor).

* Campos de preenchimento obrigatório.

RAISA VIEIRA BRANCO OZORIO

**UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ENDÓGENOS CARBOIDRATO E GORDURA
EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha

Prof. Dr. Luis Paulo Mascarenhas

Prof. Dr. Paulo Lague Sehl

AGRADECIMENTOS

Às crianças e seus responsáveis que se comprometeram e participaram deste estudo com muito entusiasmo.

Ao PPGCMH, seus docentes e funcionários os quais sempre solícitos e apoiadores da pesquisa.

Aos colegas Juliana Teodoro, Francesco Boeno e em especial Fábio Juner Lanferdini e Gabriela Leites pelos incansáveis ensinamentos, paciência e disponibilidade.

Aos amigos que não só toleraram minha falta de tempo neste período de doação à pesquisa como também me auxiliaram a chegar até aqui, minhas grandes amigas Annia Rossini, Dânia Ozorio e Stephanie Ferreira e Nicole Gomes.

Aos meus pais, Maria Beatriz e Sergio, minha família, minha base, alicerce forte. Grandes apoiadores e incentivadores dos meus sonhos, ensinaram que conhecimento ninguém rouba, sempre me proporcionando o seu melhor. Em especial minha mãe e avó Nedy, pelas orações e zelo.

Ao meu Deus, minha vida, minha eterna gratidão, do processo seletivo, passando pela aprovação até a conclusão deste Mestrado, que foi um caminho longo a ser percorrido. Nada foi fácil, nem tão pouco tranquilo, mas com certeza Ele me fez chegar até aqui.

E finalmente, minha orientadora Professora Dr^a Flávia Meyer, pela oportunidade de fazer parte do seu grupo de pesquisa e poder desfrutar dos seus ensinamentos. Agradeço por toda a dedicação dela em me fazer compreender o mundo da pesquisa e assim sentir parte dele.

RESUMO

Introdução: Durante o exercício, o carboidrato (CHO) e a gordura são as principais fontes de energia para realização de exercícios físicos. Portanto, a oxidação de CHO endógeno parece ser inferior durante o exercício no calor comparado ao ambiente termoneutro em adultos. Entretanto, esses resultados ainda não estão esclarecidos em crianças. **Objetivo:** Comparar a utilização do substrato endógeno em meninos pedalando no calor e na condição termoneutra. **Métodos:** Doze meninos saudáveis com idade de 9 a 12 anos, fisicamente ativos ($VO_{2\text{pico}} \sim 48 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e $\sim 24\%$ de gordura. O protocolo consistiu de duas sessões: uma no calor (38°C e 50% UR) e outra em ambiente termoneutro (21°C e 45% UR). Em cada uma das sessões, os meninos pedalavam 60 minutos (3 fases de 20 min) com repouso de 10 min entre as fases, com carga fixa de $7,0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$. A taxa de gasto de energia metabólica (M, em $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) estimada a partir da média de VO_2 ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$) e a taxa de troca respiratória (RER) medidos durante a pedalada para cálculo de utilização do substrato energético (CHO e gordura). A temperatura retal (T_{re} $^\circ\text{C}$) e de pele (T_{pele} $^\circ\text{C}$), frequência cardíaca (FC), taxa de percepção de subjetiva de esforço (PSE), sensação térmica, e conforto térmico foram avaliados durante o exercício. **Resultados:** O exercício realizado no calor pelos meninos, provocou aumento da utilização de gordura e redução de CHO quando comparado a condição termoneutra ($p < 0,05$). Além disso, o RER foi significativamente maior para termoneutra comparada ao calor ($p < 0,05$). Entretanto, a T_{re} não diferiu entre as condições ($p > 0,05$). Na condição de calor houve aumento significativo da T_{pele} comparada a sessão termoneutra em todas as fases ($p < 0,01$). O volume de suor na condição de calor foi de $540 \pm 330 \text{ ml}$ e na termoneutra $322 \pm 231 \text{ ml}$. Em relação à desidratação não foi observada diferença significativa entre as condições ($p > 0,05$). Na condição de calor, a FC foi maior nas fases 2 e 3 comparado a termoneutra ($p < 0,05$). Quanto as variáveis perceptivas, ocorreu aumento na condição calor comparada a termoneutra para a PSE e sensação térmica ($p < 0,05$), sem alterações para a sede e o conforto térmico ($p > 0,05$). **Conclusão:** A pedalada realizada no calor provocou aumento da utilização de gordura e redução da utilização de CHO, comparado a termoneutra em meninos.

Palavras-chave: exercício, criança, metabolismo.

ABSTRACT

Introduction: During exercise, carbohydrate (CHO) and fat are the main sources of energy for physical exercise. Therefore, the oxidation of endogenous CHO appears to be lower during exercise in the heat compared to thermoneutral environment in adults. However, these results are still unclear in children. **Objective:** To compare the use of the endogenous substrate in boys pedaling in heat and thermoneutral condition. **Methods:** Twelve healthy boys aged 9 to 12 years, ~24% fat and physically active ($VO_{2peak} \sim 48 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). The protocol consisted of two sessions: one in the heat (38°C and 50% RH) and the other in a thermoneutral environment (21°C and 45% RH). In each session, the boys pedaled 60 minutes (3 phases of 20 min) with rest of 10 min between phases, with fixed load of $7.0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$. The metabolic energy expenditure rate (M, in $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) estimated from the mean VO_2 ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) and the respiratory exchange rate (RER) measured during pedaling for calculation of substrate utilization (CHO and FAT). Rectal temperature (T_{re} $^\circ\text{C}$) and skin temperature (T_{skin} $^\circ\text{C}$), heart rate (HR), perceived subjective exertion (PSE), thermal sensation, and thermal comfort were assessed during exercise. **Results:** Exercise performed in the boys' heat caused an increase in FAT utilization and CHO reduction when compared to thermoneutral condition ($p < 0.05$). In addition, the RER was significantly higher for thermoneutral compared to heat ($p < 0.05$). However, T_{re} did not differ between the conditions ($p > 0.05$). In the heat condition there was a significant increase of T_{skin} compared to thermoneutral session in all phases ($p < 0.01$). The sweat volume in the heat condition was $540 \pm 330 \text{ ml}$ and in the thermoneutral $322 \pm 231 \text{ ml}$. Regarding dehydration, no significant difference was observed between the conditions ($p > 0.05$). In the heat condition, HR was higher in phases 2 and 3 compared to thermoneutral ($p < 0.05$). As for the perceptual variables, there was an increase in the heat condition compared to the thermoneutral for the PSE and thermal sensation ($p < 0.05$), without changes to the seat and thermal comfort ($p > 0.05$). **Conclusion:** The pedaling performed in the heat provoked an increase in the use of FAT and reduced the use of CHO, compared to thermoneutral condition in boys.

Keywords: exercise, child, metabolism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Desenho das sessões experimentais.....	39
Figura 2. Taxa de troca respiratória - RER (A), utilização de carboidrato - CHO (B) e utilização de gordura (C) nas condições de calor e termoneutra em cada uma das fases. * diferença significativa entre as condições na respectiva fase ($p < 0,05$).....	44
Figura 3. Contribuição relativa de CHO (A) e gordura (B) normalizado pela condição inicial – 7 min (100%).....	45
Figura 4. Percentual de energia total utilizada nas condições de calor vs. termoneutra. # diferença significativa entre as condições para o consumo percentual de CHO em todas as fases ($p < 0,05$). * diferença significativa entre as condições para o consumo percentual de gordura em todas as fases ($p < 0,05$). Letras iguais representam diferenças significativas entre as fases ($p < 0,05$).	46
Figura 5. Resultados da (A) temperatura retal, (B) temperatura de pele e (C) frequência cardíaca (FC) nas condições de calor e. termoneutra) * diferença significativa entre as condições e momentos ($p < 0,05$). # aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação de calor ($p < 0,05$). † aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação termoneutra ($p < 0,05$).....	48
Figura 6. Resultados de Percepção Subjetiva de Esforço (A), Percepção de Sede (B), Sensação Térmica (C) e Conforto Térmico (D) entre as condições (calor vs. termoneutra) e fases * diferença significativa entre as condições ($p < 0,05$). # aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação de calor ($p < 0,05$).	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas, fisiológicas e nível de atividade física dos meninos que participaram do estudo (média \pm dp).....	36
Tabela 2. Produção de Calor metabólico (Hp) absoluto (W) relativo a ASC ($W \cdot m^{-2}$) e pela massa corporal ($W \cdot kg^{-1}$); Consumo de oxigênio máximo ($\%VO_{2MÁX}$); e Carga externa da bicicleta aplicada na pedalada (W).....	43
Tabela 3. Resultados de massa corporal (MC), coloração da urina, gravidade específica da urina (GEU), volume de suor e % de desidratação durante as condições calor e termoneutra.	49

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E UNIDADES

Δ	Delta
AGL	Ácido graxo livre
ASC	Área de superfície corporal
bpm	Batimentos por minuto
CHO	Carboidrato
CHO_{end}	Carboidrato endógeno
CHO_{exo}	Carboidrato exógeno
CHO_{total}	Carboidrato total
°C	Graus Celsius
CO₂	Dióxido de carbono
DXA	Absorciometria de feixe duplo de raio-X
dp	Desvio padrão
FC	Frequência cardíaca
g	Gramma
GEU	Gravidade específica da urina
Kg	Quilograma
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
min	Minutos
MC	Massa corporal
m²	Metro quadrado
n	Amostra
O₂	Oxigênio
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PFK	Fosfofrutoquinase
RER	Taxa de troca respiratória
rpm	Rotações por minuto
T_{central}	Temperatura central
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
T_{pele}	Temperatura da pele
T_{re}	Temperatura retal
UR	Umidade relativa de ar
VO_{2MÁX}	Consumo máximo de oxigênio
VO_{2pico}	Pico do consumo de oxigênio
W	Watts
ITGBU	Índice de temperatura do globo e bulbo úmido
'	Minuto

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	12
1.1 Questões de Pesquisa	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Termorregulação no Calor	14
2.2 Metabolismo do Carboidrato em Crianças	19
2.3 Metabolismo da Gordura na Criança	21
2.4 Termorregulação e Utilização de Carboidrato e Gordura Durante o Exercício no Calor em Crianças	23
3 REFERÊNCIAS	24
MANUSCRITO ORIGINAL	31
RESUMO	32
INTRODUÇÃO	34
MÉTODOS	35
Participantes	35
Análise Estatística	42
RESULTADOS	42
Produção de Calor	42
Substrato Energético	43
Temperatura Retal, Temperatura de Pele e Frequência Cardíaca	46
Volume de Suor, Coloração e Gravidade Específica da Urina e Percentual de Desidratação	49
Respostas Perceptivas	50
DISCUSSÃO	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICES	61
ANEXOS	69

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é composta pelos seguintes componentes:

1. Introdução: relata os aspectos do tema até então estudados, o problema em questão e seus objetivos, geral e específicos.
2. Revisão da literatura: abrange as principais investigações sobre a utilização de substrato durante o exercício no calor e em temperaturas amenas na população infantil, destacando pré púberes e púberes e fisicamente ativos.
3. Manuscrito original intitulado: “UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ENDÓGENOS CARBOIDRATO E GORDURA EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR” apresenta a descrição do experimento, resultados e discussão dos achados.
4. Considerações finais: principais desfechos desta dissertação.

INTRODUÇÃO

Durante o exercício de intensidade moderada e longa duração, o carboidrato (CHO) e a gordura são os principais substratos utilizados como fonte energética para o movimento tanto na população adulta como na pediátrica. Porém, a utilização relativa de cada um desses nutrientes pode variar de acordo com a idade e de outros fatores individuais assim como de acordo com as condições do exercício e de temperatura ambiente (TIMMONS et al., 2003). O uso de técnicas não invasivas para estudar a utilização dos substratos em crianças e adolescentes aumentou o conhecimento sobre o tema, evitando coleta sanguínea e procedimentos mais invasivos como a biópsia muscular. Entender as respostas metabólicas ao exercício pode auxiliar na prescrição das atividades físicas bem como nas recomendações nutricionais desde a pré-puberdade (RIDDELL et al., 2008).

A atividade glicolítica no exercício prolongado parece se modificar de acordo com a idade e as condições térmicas. A utilização de gordura tem se mostrado proporcionalmente maior em crianças do que em adultos (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000). Por outro lado, Yaspelkis et al. (1993), não encontraram alterações na oxidação de CHO ou mesmo no glicogênio muscular quando comparado o exercício realizado no calor vs. termoneutra. Entretanto, Starkie et al. (1999) sugerem que o exercício realizado em maiores temperaturas pode provocar aumento do consumo de glicogênio muscular. Isto pode estar relacionado com a hipertermia corporal e a redistribuição do fluxo sanguíneo favorecendo os músculos e a pele em detrimento de outros órgãos como o sistema digestivo.

Ao contrário durante o exercício intenso ocorre menor taxa de oxidação de gordura em relação ao CHO. No entanto, o momento do exercício em que a utilização de carboidrato domina como fonte de combustível é consideravelmente maior em crianças do que em adultos, e essas diferenças estreitam durante a puberdade. Durante o exercício prolongado também se espera maior dependência de reservas de gordura e um aumento da depleção de glicogênio quando a disponibilidade de CHO reduz e os ácidos graxos são liberados das reservas de triacilgliceróis no tecido adiposo e muscular (RIDDELL et al., 2008). Com base nos achados de Leites et al. (2016a), a ingestão de CHO poupa a oxidação de substrato endógeno em meninos e homens durante o exercício no calor.

Entretanto, pouco se sabe sobre a utilização de substrato em diferentes condições ambientais e não foram encontrados estudos que tenham realizado esta comparação em crianças. Portanto, o esclarecimento desta questão vai ajudar a compreender a utilização de substratos endógenos em crianças durante a prática de exercícios em ambiente quente, comparado a ambiente termoneutro, o que poderia impactar em adaptações nutricionais de acordo com as condições ambientais.

1.1 Questões de Pesquisa

A utilização do CHO_{end} e da gordura em meninos fisicamente ativos, pré-puberes e puberes, de 9 a 12 anos que se exercitam em uma condição de calor difere de uma condição termoneutra?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Comparar a utilização do carboidrato e gordura endógena em meninos de 9 a 12 anos que pedalarão na mesma produção de calor metabólico em duas condições ambientais (termoneutra vs. calor).

1.2.2 Objetivos Específicos

Comparar as seguintes respostas entre uma condição de calor ambiental e uma outra termoneutra nos meninos que pedalam numa mesma produção de calor metabólico: (1) temperatura retal e de pele; (2) frequência cardíaca; (3) volume de suor; (4) coloração e gravidade específica da urina; e (5) variáveis perceptivas (percepção de subjetiva de esforço, sensação térmica e intensidade da sede).

2. REVISÃO DA LITERATURA

Sob um ângulo da população pediátrica, esta revisão da literatura aborda primeiramente o processo de termorregulação ao exercício no calor. Em seguida, aborda o uso de substratos energéticos durante o exercício com ênfase no metabolismo do CHO e da gordura. Finalmente, possíveis efeitos do exercício no calor

sobre a utilização relativa de substrato (CHO_{end} e gordura endógena) são sumarizados.

2.1 Termorregulação no Calor

O complexo das áreas hipotalâmica anterior e a pré-óptica contém grande número de neurônios sensíveis ao calor. Quando estes centros térmicos detectam que o corpo através do sangue está mais quente são desencadeados mecanismos para diminuir a temperatura corporal (GUYTON; HALL, 2017). Todo calor acumulado precisa ser dissipado, caso contrário, resultará em um aumento na temperatura central e na inibição dos processos enzimáticos celulares sensíveis à temperatura (ROWLAND, 2008).

As enzimas exibem uma temperatura ideal em que são mais ativas. Em geral, uma pequena elevação da temperatura corporal até poderia ser útil para aumentar a atividade da maioria das enzimas durante o exercício; no entanto, a partir de um aumento maior de calor prejudicaria ação enzimática (POWERS et al., 2017).

O aumento da temperatura central provoca uma série de efeitos prejudiciais aumentando a frequência cardíaca, o fluxo sanguíneo para a pele e, também a desidratação mantida por longos períodos pode causar quadros mais severos de doenças principalmente em pessoas vulneráveis. A desidratação é um fator agravante para o aumento da temperatura central, podendo levar, em um caso severo, ao colapso, insolação e morte (PARSONS, 2009).

A primeira defesa autônômica do corpo em relação ao calor é a vasodilatação cutânea. Já a sudorese, mediada por inervação colinérgica pós-ganglionar nas terminações glandulares, é considerada a mais importante. O suor é um ultrafiltrado do plasma e sua composição depende de fatores como a intensidade da sudorese e do estado de hidratação. A eficiência da sudorese é aumentada pela vasodilatação pré-capilar termorreguladora, resposta característica do homem, que é regulada por fatores como a bradicinina e o óxido nítrico. Ela aumenta, em muito, o fluxo sanguíneo cutâneo para facilitar a transferência do calor central para a pele (BRAZ, 2005).

O estresse térmico é determinado pela produção metabólica de calor do corpo, que aumenta com o nível de atividade, no entanto, mesmo em repouso uma pessoa produz cerca de 100 W de calor devido sua capacidade de perder calor para o meio

ambiente de forma que o calor armazenado no corpo não eleve a temperatura corporal a níveis críticos. A roupa restringirá a perda de calor (ou ganho) entre a pele e o meio ambiente, que é determinada pela temperatura do ar, temperatura irradiada, umidade e velocidade do ar (PARSONS, 2009).

As vias para perda de calor corporal são a irradiação, evaporação, convecção e condução. O corpo perde calor pela irradiação de ondas de calor para objetos mais frios nas proximidades. Em descanso, aproximadamente 60% da temperatura corporal é perdida por irradiação num ambiente com cerca de 21°C. Na evaporação ocorre a conversão do suor líquido em vapor, onde em condições extremas, e se combinado com exercício pode-se produzir até 4 litros de suor por hora. Na convecção, a transferência de calor ocorre pelo movimento de um líquido ou gás entre áreas de temperaturas diferentes. Aproximadamente 15% do calor corporal é perdido para o ar por meio da convecção e quanto mais rápido o ar se move, maior a taxa de convecção. Na condução, o calor corporal é transferido a uma substância ou objeto em contato com o corpo (TORTORA, 2000).

A temperatura corporal é resultante do somatório da temperatura da pele, representando aproximadamente 20%, e da temperatura central, avaliada principalmente por medida retal ou esofágica que representa os demais 80% (INBAR et al., 2004). Em pesquisas laboratoriais, a temperatura retal é uma das maneiras mais usadas de se observar o aumento da temperatura central durante o exercício no calor. Ela é aferida através de um termômetro retal inserido no ânus a uma distância de 10-12 cm do esfíncter anal (LEITES et al., 2013; SEHL et al., 2012).

A temperatura central durante o exercício está relacionada à taxa metabólica: quanto maior a taxa, maior o aumento da temperatura. Portanto, o aumento da temperatura pode ser responsável pela aceleração no aumento da temperatura central em condições quentes, em particular a desidratação decorrente da sudorese e da ingestão insuficiente de fluidos. Mesmo um grau moderado de desidratação pode causar um aumento na temperatura central principalmente durante o exercício (ROWLAND, 2008). Cada grau de aumento na temperatura central é responsável por 70-90% do desvio do fluxo sanguíneo para a pele, gerando transpiração (NADEL, 1979).

As respostas ao exercício em temperaturas mais elevadas provocam diferentes alterações em crianças comparado a adultos. Essas alterações podem estar

associadas ao fato de crianças apresentarem menor sudorese, menor razão área de superfície corporal (ASC) por massa corporal, menor débito cardíaco e a aclimatização mais lenta (BAR-OR et al., 1980a; BAR-OR; ROWLAND, 2004; FALK et al., 1992; MEYER et al., 1992).

O estresse do exercício é acentuado pela desidratação, que aumenta a temperatura corporal, prejudica as respostas fisiológicas e o desempenho físico, com riscos para a saúde. Esses efeitos podem ocorrer mesmo que a desidratação seja leve ou moderada, com até 2% de perda do peso corporal, agravando-se à medida que ela se acentua. Com 1 a 2% de desidratação inicia-se o aumento da temperatura corporal em até 0,4°C para cada percentual subsequente de desidratação. Em torno de 3%, há redução importante do desempenho; com 4 a 6% pode ocorrer fadiga térmica; a partir de 6% existe risco de choque térmico, coma e morte (SBME, 2003).

Devido a fatores maturacionais acredita-se que as crianças, comparadas aos adultos, tolerem menos o exercício realizado no calor. Em relação à taxa de sudorese, há evidências de que as crianças têm menores taxas de suor em termos absolutos, corrigindo pela ASC de pele e pelo número de glândulas sudoríparas (FALK, DOTAN, 2008; BAR-OR; ROWLAND, 2004). Crianças não costumam perder um volume de suor acima de 350-400 ml/m² de superfície corporal por hora. Essa taxa de sudorese resulta em uma menor produção de suor por glândula sudorípara ativada pelo calor. A transição do padrão de sudorese infantil para o adulto ocorre no início e meio da puberdade (BAR-OR, WILK, 1996). Isto faz com que os meninos dependam mais da perda de calor por convecção na pele, para manter a estabilidade térmica durante o exercício. Por outro lado, é possível que menor taxa de suor dos meninos reduza o risco de desidratação (ROWLAND, 2008).

Portanto, crianças apresentam maior temperatura corporal que adultos em exercícios realizados no calor. Isto acontece devido ao aumento do VO₂ relativo por unidade de massa ser maior em crianças, comparado à adultos para uma mesma intensidade de exercício. Assim, crianças de seis anos podem gerar de 15 a 20% mais calor metabólico por quilograma de massa corporal, comparados à adolescentes durante a corrida. No entanto, essa diferença é menos significativa durante o ciclismo (BAR-OR, 1980b; INBAR, 2004).

Entretanto, a maior produção de calor metabólico é uma desvantagem para a criança quando o clima é muito quente ou a intensidade é alta. Outras características

podem afetar também as respostas dos indivíduos a realização de exercícios no calor, tais como: idade, características antropométricas, capacidade aeróbica máxima e aclimatização (BAR-OR, 1980b; INBAR, 2004). Um indivíduo com menor ASC pode não se adaptar bem em temperaturas ambiente muito altas, quando ocorrer uma reversão no gradiente de temperatura entre a pele e o ambiente. Segundo Rowland (2008) a capacidade funcional cardíaca pode ser menor em crianças, limitando suas respostas circulatórias ao fluxo vascular cutâneo e à desidratação que limitam o volume sanguíneo central durante o exercício realizado no calor.

Entretanto, poucos estudos compararam variáveis termorregulatórias em crianças pré púberes e púberes, com a mesma produção de calor metabólico em cicloergômetro. Independentemente da idade, tamanho corporal e maturação biológica, no estudo de Leites et al. (2016a) que investigaram os efeitos do calor sobre a respostas termorregulatórias e perceptivas, os resultados demonstraram similaridades nas respostas para crianças e adultos.

Contudo, existem controvérsias relativas à segurança das crianças durante o exercício no calor, sendo assim, sociedades como a (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005) recomendam que a intensidade de atividades que persistam mais de 15 minutos seja reduzida sempre que a umidade relativa (UR), a radiação solar e a temperatura do ar atingir níveis críticos, verificados através do índice da temperatura do globo e bulbo úmido (WBGT).

Além disso, 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 que em adultos (BAR-OR, 1989). Entretanto, 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 (BERGERON et al., 2005).

Em relação as respostas cardiovasculares, as crianças apresentam um menor débito cardíaco, o que denota menor eficiência cardiovascular durante o exercício no calor e prejuízo na termorregulação (BAR-OR et al., 1971; FALK, DOTAN, 2008). Ou seja, a capacidade da criança durante o exercício de transferir o calor corporal central através do fluxo sanguíneo para a periferia pode estar em desvantagem em relação a dos adultos, e sendo que uma maior proporção do débito cardíaco é desviada para

periferia sob estresse térmico. Sendo assim, poderia se esperar que crianças principalmente as pré puberes demonstrassem um maior aumento na temperatura interna em ambientes quentes (DRINKWATER et al., 1977).

As crianças podem também ser propensas à desidratação involuntária, relacionada à ingestão insuficiente de líquidos durante o exercício, mesmo quando dispõem de líquidos (BAR-OR, 1980a). Durante o repouso em condições ambientais normais, o balanço hídrico é mantido entre 0,2 e 0,5% do peso corporal total diário. Sob tais circunstâncias, o conteúdo de água no organismo parece estável, embora, frequentemente, a eliminação de água seja maior que a ingestão. Normalmente para um indivíduo sedentário que vive em uma temperatura ambiental normal, é necessária uma ingestão de 2,5L/dia de líquido, ocorrendo variações no consumo de água devido às diferenças na composição das refeições, na temperatura e na umidade ambiental e à participação ou não do indivíduo em atividades físicas (BIESEK et al., 2010).

As crianças, muitas vezes, não percebem a necessidade da hidratação durante a atividade física (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005). Os sinais associados aos comprometimentos da desidratação incluem tontura, letargia, agitação, irritabilidade, confusão, e câibras musculares (BAR-OR, ROWLAND, 2004). Em média, um litro de suor na criança contém aproximadamente 3 g de cloreto de sódio (NaCl), que é o elemento que predomina na composição do suor. Dentre as recomendações para 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, CHO e sabor (MEYER et al., 1992); e, após o exercício, água, eletrólitos e CHO devem ser repostos. (MEYER, PERRONE, 2004).

Apesar de terem uma menor sudorese (corrigida pela ASC ou pela massa corporal), crianças comparadas aos adultos, em semelhantes esforços e estresse térmico (FALK, 1998), também correm o risco de desidratação. Meyer e Bar-Or, (1994) demonstraram que as crianças têm potencial à desidratação tanto quanto os adultos, se nenhum líquido for ingerido. No entanto, elas frequentemente não sentem necessidade de beber um volume de água o suficiente para repor as perdas de fluidos pelo suor, durante o exercício prolongado (MEYER et al., 1992).

2.2 Metabolismo do Carboidrato em Crianças

O metabolismo é normalmente expresso em termos da velocidade de liberação de calor durante as reações químicas que ocorrem em todas as células do organismo. Grande parte das reações químicas que ocorre na célula tem como objetivo obter energia dos alimentos, tornando-a disponível para os diversos sistemas fisiológicos da célula (GUYTON; HALL, 2017). Os carboidratos são disponibilizados para o organismo através da dieta (exógeno), assim como de reservas endógenas, a maioria armazenada na forma de glicogênio muscular e hepático. Então, a maior quantidade depositada encontra-se nos músculos esqueléticos (MAUGHAN et al., 2000).

O fígado recebe uma mistura de monossacarídeos livres resultantes da digestão de açúcares, oligo e polissacarídeos. Além disso, cerca de dois terços da glicose livre que chega ao fígado são fosforiladas em glicose-6-fosfato pela enzima hexoquinase, o restante passa do fígado para a circulação sistêmica (BIESEK et al., 2010).

Qualquer que seja a forma sob a qual são consumidos, os carboidratos devem ser digeridos em seus respectivos monossacarídeos antes que ocorra a absorção. Esse processo inclui a hidrólise das ligações que unem os monossacarídeos. Uma quantidade limitada da hidrólise dos carboidratos já ocorre na boca e no estômago, mas a maioria ocorre na porção superior do intestino delgado, onde o pH permite uma alta atividade de enzimas específicas secretadas para o interior da luz intestinal (MAUGHAN et al., 2000).

Após sua absorção para o interior das células, a glicose pode ser utilizada imediatamente como fonte de energia, ou pode ser armazenada sob a forma de glicogênio. As células têm a capacidade de armazenar algum glicogênio, mas são as células musculares e hepáticas que armazenam em maior quantidade. A glicogenese refere-se ao processo de formação de glicogênio. Já na glicogenólise, a molécula de glicose em cada ramificação do polímero de glicogênio é clivada pelo processo de fosforilação, catalisado pela enzima fosforilase que é ativada pelos hormônios epinefrina e glucagon mediante a necessidade de energia (GUYTON; HALL, 2017).

O glicogênio muscular é o substrato primário para a glicose via endógena. O glicogênio é o combustível predominante no exercício numa intensidade superior a 50% do $VO_{2máx}$. Quando o exercício é sustentado numa intensidade superior (> 70 a 80% $VO_{2máx}$) o desempenho está relacionado ao conteúdo inicial de glicogênio

muscular, e a fadiga corresponde à sua depleção. Diferenças maturacionais nos estoques de glicogênio poderiam, portanto, influenciar o metabolismo do exercício (ROWLAND, 2008).

Portanto, crianças que possuem limitações no seu metabolismo glicolítico, sendo a enzima fosfofrutoquinase (PFK) indicada como o principal fator limitante para a realização de exercícios. Portanto, a PFK é um fator limitante, pois só ocorre aumento de sua liberação com o avançar da idade cronológica, ou seja, indivíduos pré-púberes apresentam menor atividade desta enzima do que indivíduos pós-púberes (ERIKSSON et al., 1973). Assim, os níveis de glicogênio muscular são influenciados pela maturação biológica e tem sido demonstrado que crianças possuem níveis de glicogênio muscular aproximadamente 50% menor do que os adultos (ERIKSSON et al., 1971).

Sendo assim, segundo Timmons (2007), crianças necessitam de maior dependência de CHO_{exo} , devido a conservação do substrato endógeno estar relacionada com o processo de puberdade e à necessidade de estocar energia para o crescimento. Portanto, suplementar CHO previamente ou durante o exercício pode alterar a quantidade relativa de utilização de substrato e assim melhorar o desempenho do exercício (TIMMONS, 2003). Desta forma, a capacidade glicolítica aumenta com o processo maturacional, enquanto que a função aeróbia celular parece declinar. Dadas essas alterações recíprocas, esperava-se que crianças mais jovens dependessem mais do metabolismo oxidativo dos ácidos graxos, no fornecimento de energia durante o exercício, do que as crianças mais velhas e adultos (ROWLAND, 2008).

Além do mais, o mecanismo de ação para a oxidação de CHO_{end} é inferior durante o exercício em ambientes quentes em comparação com ambientes termoneutros, que pode estar relacionado com o aumento do fluxo sanguíneo para outros órgãos podendo limitar a absorção intestinal e ser influenciado pelas diferenças na temperatura retal (JENTJENS et al., 2006). Entretanto, apesar do CHO ser uma fonte energética importante para a realização de exercícios no calor, a gordura também contribui como combustível na realização destes exercícios, especialmente quando os mesmos são realizados em baixa intensidade (TIMMONS, 2003).

2.3 Metabolismo da Gordura na Criança

As gorduras ou lipídios contêm os mesmos elementos estruturais dos carboidratos. Isto é, o carbono, o hidrogênio e o oxigênio, porém a relação entre hidrogênio e oxigênio é maior. Eles são classificados em simples, compostos e derivados, três classes principais segundo sua estrutura (MAUGAN et al., 2000).

Os lipídios simples, também classificados como gorduras neutras, compostos basicamente pelos triglicerídeos estruturam o tecido adiposo. Os lipídios compostos consistem numa molécula de triglicerídeo combinada com algum outro elemento químico e apresentam cerca de 10% do total de gordura corporal. Os lipídios derivados são formados por lipídios simples e compostos (BIESEK et al., 2010).

Os triglicerídeos são utilizados principalmente para fornecer energia necessária aos diferentes processos metabólicos. Essa função é compartilhada quase que igualmente com os carboidratos. Alguns lipídios, sobretudo o colesterol, os fosfolipídios e os derivados desses compostos, são utilizados em todo o organismo para desempenhar outras funções intracelulares (GUYTON; HALL, 2017).

Os lipídios são a mais abundante fonte de energia para a atividade física. A habilidade de mobilizar e utilizar os lipídios armazenados durante o exercício pode contribuir para o desempenho do atleta. Eles podem ser mobilizados a partir dos lipídios intramusculares, tecido adiposo, lipoproteínas séricas ou lipídios consumidos antes ou durante a atividade física (BIESEK et al., 2010).

As gorduras e os carboidratos são os principais nutrientes que fornecem energia para a contração muscular. Os lipídios são armazenados, sobretudo como triacilglicerol, porém as fibras musculares não podem oxidar o triacilglicerol diretamente, sendo assim deve ser degradado em seus componentes: ácidos graxos e glicerol. Esse processo, denominado lipólise, começa com a remoção hidrolítica de uma molécula de ácido graxo da estrutura do glicerol. Esse passo é catalisado por uma triacilglicerol lipase sensível a hormônios. Uma outra lipase específica para o diacilglicerol remanescente remove outro ácido graxo, e uma outra remove o último ácido graxo do monoacilglicerol (MAUGHAN et al., 2000).

O uso de gorduras durante o exercício envolverá os seguintes passos: redução dos triglicerídeos a ácidos graxos e glicerol, mobilização e transporte dos ácidos graxos livres no interior da célula adiposa, seu transporte do interior da célula adiposa para a corrente sanguínea e posterior transporte para o interior das células

musculares, das quais serão transportados para o interior das mitocôndrias e, por fim, oxidados à energia no ciclo do ácido cítrico - ciclo de Krebs (BIESEK et al., 2010).

A oxidação de CHO e ácidos graxos tem sido discutida a partir da criação da calorimetria indireta no início do século XX quando Krogh e Lindhard (1920) mostraram a contribuição relativa do CHO e dos ácidos graxos durante o exercício através da análise do comportamento da razão de troca respiratória (RER). Essa medida expressa por VCO_2/VO_2 , mensurada pelos gases expiratórios, também denominada de quociente respiratório, que representa a utilização do substrato em diferentes intensidades do limiar respiratório anaeróbico. A proporção é igual a 1,00 quando os CHOs são usados predominantemente, e de 0,70 quando o consumo é predominante de gorduras como fonte energética. (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000). Isto sugere que aumento da intensidade do exercício é acompanhado pelo aumento do RER, supondo um declínio na oxidação de AGL (ácidos graxos livres) e um aumento da oxidação de CHO.

O metabolismo da gordura é importante para o desempenho (JEUKENDRUP; ACHTEN, 2001). De fato, a economia de glicogênio pelo aumento na utilização de AGL é considerado um efeito positivo do treinamento de resistência e os níveis de AGL e do metabolismo da gordura durante o exercício podem ser mais ativos em crianças do que nos adultos. Tradicionalmente, essa dependência maior nas crianças da oxidação dos ácidos graxos tem sido considerada uma resposta padrão por causa da inibição primária da via glicólica nos jovens. (ROWLAND, 2008).

Em termos absolutos, a oxidação de CHO, aumentará proporcionalmente com a intensidade do exercício, ao passo que a taxa de oxidação da gordura aumentará inicialmente, mas diminuirá novamente em altas intensidades de exercício. Muito provavelmente, a oxidação máxima de gordura estará logo abaixo da intensidade em que a taxa de glicólise começa a aumentar acentuadamente. Como a oxidação da gordura é diretamente dependente da taxa de glicólise, a oxidação máxima pode coincidir com o início do acúmulo de lactato no sangue (JEUKENDRUP; ACHTEN, 2001).

Leites et al. (2016a) relatam aumento da oxidação de gordura em um teste realizado em meninos e homens sem a utilização de CHO e uma manutenção da gordura durante o teste com a utilização do CHO. Dumke et al. (2013) mostraram uma redução de 25% na oxidação de gordura durante o experimento que utilizou uma

bebida com CHO quando comparado ao grupo sem CHO. Estudos sugerem que quando há disponibilidade de CHO durante o exercício, a resposta metabólica é alterada, aumentando a dependência dos estoques de gordura quando a disponibilidade de CHO é baixa.

2.4 Termorregulação e Utilização de Carboidrato e Gordura Durante o Exercício no Calor em Crianças

Crianças mostram maior dependência de CHO_{exo} como fonte de energia durante o exercício. Riddell et al. (2000), Timmons et al. (2003) e Chu et al. (2011) demonstraram que a ingestão de CHO durante o exercício prolongado a uma temperatura neutra em meninos reduziu a oxidação de gordura e de CHO_{end}. Enquanto que na ingestão de bebida placebo (sem CHO) aumentava a oxidação da gordura e do CHO_{end} ao longo do tempo. Chu et al. (2011) constataram que a ingestão de CHO durante o exercício causou uma redução de 50% na taxa de oxidação de gordura em crianças obesas.

Leites et al. (2016a) avaliaram a utilização de CHO_{exo} durante o exercício no calor em meninos e homens, onde a supressão na oxidação de gordura corporal total observada nas crianças foi semelhante ao relatado por Timmons et al. (2007). Robinson et al. (1938) sugeriram que uma RER mais baixa durante o exercício em adolescentes mais jovens quando comparado a adolescentes mais velhos era resultado de uma reserva diminuída de CHOs. Evidências sugerem que suplementar CHO antes ou durante o exercício pode alterar a quantidade relativa de utilização do substrato, pois crianças tem uma maior dependência de CHO_{exo} (DUMKE et al., 2013; TIMMONS et al., 2003). Poucos estudos consideram o estado de maturidade como um fator que influencia na taxa de oxidação do CHO_{exo} durante o exercício (LEITES et al., 2016a).

Leites et al. (2016b) compararam meninos e adultos homens pedalando em uma intensidade de exercício com base na produção de calor metabólico por massa corporal e mostraram que, quando a produção de calor metabólico por unidade de massa corporal é igual em meninos e homens não existe desvantagem termorregulatória. Os meninos apesar de possuírem menor massa corporal, massa magra, altura, ASC, idade e diferentes níveis de maturação biológica obtiveram respostas semelhantes a adultos, demonstrando assim que a maior ASC por massa

corporal pode ser a responsável pela diferença termorregulatória entre adultos e crianças, permitindo assim maior dissipação de calor seco da pele para o ambiente, quando a temperatura de pele excede a temperatura ambiente.

Portanto, o reconhecimento dos sinais e sintomas da desidratação é fundamental. Quando leve a moderada, ela se manifesta com fadiga, perda de apetite e sede, pele vermelha, intolerância ao calor, tontura, oligúria e aumento da concentração urinária. Quando grave, ocorre dificuldade para engolir, perda de equilíbrio, a pele se apresenta seca e murcha, olhos afundados e visão fosca, disúria, pele dormente, delírio e espasmos musculares (SBME, 2003). Assim, o balanço adequado de fluidos previne a desidratação, fadiga central, e sustenta as funções cardiovasculares e de termorregulação exigidas durante a prática esportiva (PETRIE et al., 2004). Desta forma, a ingestão de líquidos, independente da presença de CHO, provoca melhoras do desempenho em exercícios aeróbios, especialmente durante a primeira hora de exercícios (SBME, 2003).

Deste modo, o estresse por elevadas temperaturas em comparação com o ambiente termoneutro, reduz a taxa de oxidação de carboidrato total (exógeno e endógeno) e isso pode ser devido a uma menor capacidade de absorção de CHO pelo intestino em virtude de uma redução do fluxo sanguíneo intestinal (JEUKENDRUP et al., 1999).

3 REFERÊNCIAS

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Committee on Sports Medicine and Fitness Promotion of Healthy weight control practices in young athletes. **Pediatrics**, v. 116, p. 1557-64, 2005.

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**, Washington, v. 30, p. 219-23, 1971.

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

BAR-OR, O, *et al.* Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys. **Journal of Applied Physiology Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v. 48, p. 104-8, 1980b.

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. Indianápolis: Benchmark Press, p. 335-67, 1989.

BAR-OR, O.; WILK, B. Water and electrolyte replenishment in the exercising child. **International Journal of Sport Nutrition**, v. 6, p. 93-9, 1996.

BAR-OR, O.; ROWLAND, T. W. **Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application**. Champaign: Human Kinetics, 2004.

BIESEK, S.; AZEM, L.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no Esporte**. São Paulo: Manole, 2010.

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, n. 8, p. 1421-30, 2005.

BOISSEAU, N, DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Medicine**, v. 30, p. 405–22, 2000.

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

BOISSEUAU, N.; DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Medicine**, v. 30, p. 405-22, 2000.

CHU, L. et al. Carbohydrate intake reduces fat oxidation during exercise in obese boys. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n.12, p. 3135-41, 2011.

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. 1046-53, 1977.

DUMKE, C. L. Skeletal muscle metabolic gene response to carbohydrate feeding during exercise in the heat. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, p. 40, 2013.

ERIKSSON, B. O.; KARLSSON, J.; SALTIN, B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. **Acta Paediatric Scandinavica Supplement**, v. 217, p. 154-7, 1971.

ERIKSSON, B. O.; GOLLNICK, P. D.; SALTIN, B. Muscle Metabolism and Enzyme Activities after Training in Boys 11–13 Years Old. **Acta Physiologica**, v. 87, n. 4, p. 485-497, 1973.

ERIKSSON, B. O. Muscle metabolism in children—a review. **Acta Paediatric Scandinavica Supplement**, v. 283, p. 20–8, 1980.

FALK, B.; BAR-OR, O.; MACDOUGALL, J. D. Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, p. 688-94, 1992.

FALK, B. Effects of thermal stress during rest and exercise in the pediatric population. **Sports Medicine**. v. 25, p. 221-40, 1998.

FALK, B.; DOTAN, R. Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. **Journal of Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 33, p. 420-7, 2008.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

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

JENTJENS, R. L.; WAGENMAKERS, A. J.; JEUKENDRUP, A. E. Heat stress increases muscle glycogen use but reduces the oxidation of ingested carbohydrates during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 4, p. 1562-72, 2002.

JENTJENS, R. L. et al. Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 807-16, 2006.

JEUKENDRUP, A. E.; WAGENMAKERS, A. J. M.; STEGEN, J. H. C. H.; GIJSEN, A. P.; BROUNS, F.; SARIS, W. H. M. Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. **American Journal of Physiology and Endocrinology and Metabolism**, v. 276, n. 4-1, p. E672 - 83, 1999.

JEUKENDRUP A. E., ACHTEN J. Fatmax: A new concept to optimise fat oxidation during exercise? **European Journal of Sport Science**, v. 1, p. 1-5, 2001.

KROGH A, LINDHARD J., The relative value of fat and carbohydrate as sources of muscular energy. **Biochemical Journal**, v. 14, p. 290-363, 1920.

LEITES, G. T. et al. Responses of obese and lean girls exercising under heat and thermoneutral conditions. **Journal of Pediatrics**, v. 162, n. 5, p. 1054-60, 2013.

LEITES, G.T. et al. Energy substrate utilization with and without exogenous carbohydrate intake in boys and men exercising in the heat. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 5, p. 1127–34, 2016a.

LEITES, G. T. et al. Thermoregulation in boys and men exercising at the same heat production per unit body mass. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1411-9, 2016b.

MAUGHAN, R. J.; GLEESON, G.; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

MEYER, F. et al. 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. et al. Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration. **International Journal of Sports Nutrition**, v. 4, n. 1, p. 22-35, 1994.

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

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.

NADEL, E. R. Control of sweating rate while exercising in the heat. **Medicine and Science in Sports**, v. 11, n. 1, p. 31–5, 1979.

PARSONS, K. Maintaining health, comfort and productivity in heat waves. **Global Health Action**, v. 2, p. 39-45, 2009.

PETRIE, H. J.; STOVER, E. A.; HORSWILL, C. A. Nutritional concerns for the child and adolescent competitor. **Nutrition**, v. 20, n. 7, p. 620-31, 2004.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 9ed. Barueri, Manole, 2017.

RIDDELL, M. C. et al. Substrate utilization in boys during exercise with [13C]-glucose ingestion. **European Journal of Applied Physiology**, v. 83, p. 441-448, 2000.

RIDDELL, M. C. et al. The endocrine response and substrate utilization during exercise in children and adolescents. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, p. 725-733, 2008.

ROBINSON, S. Experimental studies of physical fitness in relation to age. **Arbeitsphysiologie**, v. 10, n. 3, p. 251–323, 1938.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. São Paulo: Manole, 2008.

SEHL, P. et al. Responses of obese and non-obese boys cycling in the heat. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 06, p. 497–501, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de

ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 2, p. 43-56, 2003.

STTARKIE, R. L.; HARGREAVES, M.; LAMBERT, D. L.; PROIETTO, J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of temperature on muscle metabolism during submaximal exercise in humans. **Experimental Physiology**, v. 84, p. 775-84, 1999.

TIMMONS, B. W.; BAR-OR, O.; RIDDELL, M. C. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, p. 278-84, 2003.

TIMMONS, B. W.; BAR-OR, O.; RIDDELL, M. C. Influence of age and pubertal status on substrate utilization during exercise with and without carbohydrate intake in healthy boys. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 3, p. 416-425, 2007.

TORTORA, G. J. **Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

YASPELKIS III, B. B.; SCROOP, G. C.; WILMORE, K. M.; IVY, J. L. Carbohydrate metabolism during exercise in hot and thermoneutral environments. **International Journal of Sports Medicine**, v. 14, n.1, p. 13-9, 1993.

MANUSCRITO ORIGINAL

Este capítulo aborda o experimento, sob a forma de um manuscrito original expandido (intitulado abaixo), que será submetido a um periódico científico para publicação.

UTILIZAÇÃO DOS SUBSTRATOS ENDÓGENOS CARBOIDRATO E GORDURA EM MENINOS DURANTE PEDALADA NA TERMONEUTRA E CALOR

USE OF CARBOHYDRATE AND FAT ENDOGENOUS SUBSTRATES IN BOYS
DURING PEDALING AT THERMONEUTRAL AND HEAT CONDITIONS

RESUMO

Introdução: O carboidrato (CHO) e a gordura são os principais substratos energéticos para realização de exercícios físicos em adultos. Entretanto, esses resultados ainda não estão esclarecidos em crianças. **Objetivo:** Comparar a utilização de CHO e gordura em meninos que pedalaram no calor e na condição termoneutra. **Métodos:** Doze meninos saudáveis com idade de 9 a 12 anos, fisicamente ativos ($VO_{2\text{pico}} \sim 48 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e $\sim 24\%$ de gordura e estágios de maturação pré-púbere e púbere. O protocolo de avaliação, consistiu de duas sessões: uma no calor (38°C e 50% UR) e outra em ambiente termoneutro (21°C e 45% UR). Em cada uma das sessões, os meninos pedalavam 60 minutos (3 fases de 20 min) com repouso de 10 min entre as fases, com carga fixa de $7,0 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$. A taxa de gasto de energia metabólica (M, em $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) foi estimada a partir da média de VO_2 ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) e a taxa de troca respiratória (RER) foi medida durante a pedalada para cálculo de utilização do substrato energético (CHO e gordura). A temperatura retal (T_{re} $^\circ\text{C}$), temperatura de pele (T_{pele} $^\circ\text{C}$), frequência cardíaca (FC), taxa de percepção de subjetiva de esforço (PSE), sensação térmica, e conforto térmico foram avaliados durante o exercício. **Resultados:** O exercício realizado no calor pelos meninos, provocou aumento da utilização de gordura e redução de CHO quando comparado a condição termoneutra ($p < 0,05$). Além disso, o RER foi significativamente maior para termoneutra comparada ao calor ($p < 0,05$). Entretanto, a T_{re} não diferiu entre as condições ($p > 0,05$). Na condição de calor houve aumento significativo da T_{pele} comparada a sessão termoneutra em todas as fases ($p < 0,01$). O volume de suor na condição de calor foi de $540 \pm 330 \text{ ml}$ e na termoneutra $322 \pm 231 \text{ ml}$. Em relação à desidratação não foi observada diferença significativa entre as condições ($p > 0,05$). Na condição de calor, a FC foi maior nas fases 2 e 3 comparado a termoneutra ($p < 0,05$). Quanto as variáveis perceptivas, ocorreu aumento na condição calor comparada a termoneutra para a PSE e sensação térmica ($p < 0,05$), sem alterações para a sede e o conforto térmico ($p > 0,05$). **Conclusão:** A pedalada realizada no calor provocou aumento da utilização de gordura e redução da utilização de CHO, comparado a condição termoneutra em meninos.

Palavras-chave: exercício, criança, metabolismo.

ABSTRACT

Introduction: Carbohydrate (CHO) and fat are the main energy substrates for performing physical exercises in adults. However, these results are still unclear in children. **Objective:** To compare the use of CHO and FAT in boys who pedaled in heat and in thermoneutral condition. **Methods:** Twelve healthy boys aged 9 to 12 years, physically active ($VO_{2peak} \sim 48 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), $\sim 24\%$ fat and maturity stages pre-puberal and puberal. The evaluation protocol consisted of two sessions: one in the heat (38°C and 50% RH) and the other in a thermoneutral environment (21°C and 45% RH). In each session, the boys pedaled 60 minutes (3 phases of 20 min) with rest of 10 min between phases, with fixed workload at $7.0 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. The metabolic energy expenditure rate (M , in $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) was estimated from the mean VO_2 ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) and the respiratory exchange rate (RER) was measured during pedaling for use calculation of the energy substrate (CHO and FAT). Rectal temperature (T_{re} $^\circ\text{C}$), skin temperature (T_{skin} $^\circ\text{C}$), heart rate (HR), subjective perceived exertion (PSE), thermal sensation, and thermal comfort were assessed during exercise. **Results:** Exercise performed in the boys' heat caused an increase in FAT utilization and CHO reduction when compared to the thermoneutral condition ($p < 0.05$). In addition, the RER was significantly higher for thermoneutral compared to heat ($p < 0.05$). However, T_{re} did not differ between the conditions ($p > 0.05$). In the heat condition there was a significant increase of T_{skin} compared to thermoneutral session in all phases ($p < 0.01$). The sweat volume in the heat condition was $540 \pm 330 \text{ ml}$ and in the thermoneutral $322 \pm 231 \text{ ml}$. Regarding dehydration, no significant difference was observed between the conditions ($p > 0.05$). In the heat condition, HR was higher in phases 2 and 3 compared to thermoneutral ($p < 0.05$). As for the perceptual variables, there was an increase in the heat condition compared to the thermoneutral for the PSE and thermal sensation ($p < 0.05$), without changes to the seat and thermal comfort ($p > 0.05$). **Conclusion:** The pedaling performed in the heat induce an increase in the use of FAT and reduced the use of CHO, compared to thermoneutral condition in boys.

Keywords: exercise, child, metabolism.

INTRODUÇÃO

Os CHOs e as gorduras são os principais substratos utilizados como fonte energética para a realização de exercício (TIMMONS, 2003). Entretanto, crianças possuem limitações no metabolismo glicolítico, sendo que a enzima fosfofrutoquinase (PFK) é indicada como o principal limitante. Entretanto, com o avançar da idade cronológica a PFK é aumentada, sugerindo assim, que a influência da maturação biológica sobre a função da PFK (ERIKSSON et al., 1973). Outro fator limitante para a realização de exercícios por crianças é a menor disponibilidade de glicogênio muscular comparado a adultos (ERIKSSON et al., 1971).

Além disso, exercícios realizados em temperaturas elevadas afetam mais crianças que adultos. Características físicas e fisiológicas desta população, tais como menor sudorese, menor ASC, menor massa corporal, menor débito cardíaco e a aclimatização mais lenta (BAR-OR et al. 1980; BAR-OR; ROWLAND, 2004; FALK et al., 1992; MEYER et al. 1992) afetam o desempenho de crianças comparado a adultos. Portanto, o menor débito cardíaco pode afetar a eficiência cardiovascular durante o exercício no calor afetando o transporte de calor central para a pele (BAR-OR et al., 1971; FALK, DOTAN, 2008). Assim sendo, devido a fatores maturacionais, crianças, comparadas aos adultos, toleram menos o exercício realizado no calor. Por outro lado, à taxa de sudorese, crianças têm menores taxas de suor (FALK, DOTAN, 2008; BAR-OR; ROWLAND, 2004).

Segundo Timmons et al. (2007), crianças apresentam maior dependência de CHO_{exo} e conservação do substrato endógeno, que pode estar relacionado com o crescimento durante o processo de puberdade. Desta forma, os autores sugerem que suplementar CHO previamente ou mesmo durante o exercício pode alterar a quantidade relativa de utilização de substrato (TIMMONS et al., 2003).

Além do mais, Leites et al. (2016a) descrevem que ocorre aumento da oxidação de gordura em meninos e homens durante o exercício sem suplementação. Entretanto, quando o exercício é realizado com a ingestão de CHO, ocorre redução de 25% na oxidação de gordura (DUMKE et al., 2013). Sendo assim, acredita-se que no geral esses estudos sugerem que quando há disponibilidade de CHO durante o exercício a resposta metabólica é alterada, aumentando a dependência dos estoques de gordura quando a disponibilidade de CHO é baixa.

Entretanto, pouco se sabe sobre a utilização de substrato em diferentes condições ambientais e não foram encontrados estudos que tenham realizado esta comparação em crianças. Portanto, o esclarecimento desta questão vai ajudar a compreender a utilização de substratos endógenos em crianças durante a prática de exercícios em ambiente quente, comparado a ambiente termoneutro, o que poderia impactar em adaptações nutricionais de acordo com as condições ambientais.

O objetivo deste estudo foi comparar a utilização do carboidrato e gordura endógena em meninos de 9 a 12 anos que pedalam em uma mesma produção de calor metabólico mas numa situação de calor ambiental e numa outra termoneutra, comparando as respostas fisiológicas (temperatura retal e de pele, frequência cardíaca, volume de suor, coloração e gravidade específica da urina) e perceptivas (percepção de subjetiva de esforço, sensação térmica e intensidade da sede) em meninos pedalando na condição de calor e termoneutra.

MÉTODOS

Este estudo, de caráter descritivo e comparativo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com o Parecer nº 2008157 (ANEXO A).

Participantes

Participaram deste estudo 12 meninos que foram recrutados de um centro esportivo (APÊNDICE A), bem como por meio de cartazes informativos na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS (APÊNDICE B) e anúncios em redes sociais. O tamanho da amostra foi calculado para 80% poder estatístico e um nível de significância 5% baseado na utilização de substrato em meninos durante o exercício na condição termoneutra (TIMMONS et al., 2003) vs. calor (LEITES et al., 2016a).

Os pais ou responsáveis e os meninos foram informados e esclarecidos sobre todos procedimentos do estudo e assinaram o termo de consentimento (APÊNDICE C) e assentimento (APÊNDICE D), após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob o número

2672564. Os meninos eram saudáveis (APÊNDICE E) e fisicamente ativos (ANEXO B) com idade entre 9 e 12 anos e estágios de maturação sexual pré-púbere e púbere (TANNER, 1962; ANEXO C) e as demais características estão mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas, fisiológicas e nível de atividade física dos meninos que participaram do estudo (média \pm dp).

Características	Meninos (n = 12)
Idade (anos)	10,8 \pm 1,7
Estágios de Maturação	2,0 \pm 0,7
I	n = 3
II	n = 6
III	n = 3
Massa corporal (kg)	39,6 \pm 9,6
Estatura (cm)	146,2 \pm 8,8
ASC(m ²)	1,3 \pm 0,2
ASC/massa corporal (m ² ·kg ⁻¹)	0,033 \pm 0,003
Nível de atividade física (PAQ-C)	3,3 \pm 0,9
Sedentários (meninos)	n = 3
Ativos (meninos)	n = 9
Composição Corporal – DXA	
% gordura	24,0 \pm 5,1
Massa muscular (kg)	26,9 \pm 6,0
Teste Máximo	
VO _{2pico} (ml·min ⁻¹)	1784 \pm 215
VO _{2pico} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	48,0 \pm 7,0
FC _{Máx} (bpm)	185 \pm 9
Carga _{Máx} (watts)	129,2 \pm 23,4

%; percentual; ASC: área de superfície corporal; VO_{2pico}: consumo máximo de oxigênio; FC_{Máx}: frequência cardíaca máxima.

Desenho do estudo e procedimentos: O estudo consistiu em uma avaliação preliminar, e duas sessões experimentais onde a única diferença foi a condição ambiental (calor vs. termoneutra). As coletas de dados foram realizadas de maio a setembro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Os meninos estavam saudáveis conforme questionário médico, apresentavam percentual de tecido adiposo $24,0 \pm 5,1\%$, conforme absorciometria de feixe duplo de raios-X (DXA, GE Healthcare, Lunar Prodigy Advance Bone Desitometry, Cincinnati, EUA), e não estavam ingerindo qualquer medicamento no período da participação no estudo.

Sessão preliminar: Esta sessão objetivou a avaliação de características físicas e fisiológicas, assim como esclarecer as recomendações para as próximas duas sessões experimentais. Foram aplicados questionários para avaliação geral de saúde (APÊNDICE C), e de Atividade Física para Crianças e Adolescentes (PAQ-C) (ANEXO B), sendo o valor médio ≥ 3 classificado como ativo e < 3 sedentário (CROCKER et al., 1997).

A estatura foi mensurada com um estadiômetro (SECA, 1,00cm, São Paulo, Brasil), a massa corporal por meio de uma balança (G-TECH modelo BALGLA 3C, 5g, São Paulo, Brasil) e o percentual de tecido adiposo foi mensurado com o DXA (GE Healthcare, Lunar Prodigy Advance Bone Desitometry, Cincinnati, EUA). A ASC foi calculada a partir das medidas de estatura e massa corporal (DUBOIS; DUBOIS, 1916) e a maturação biológica foi auto-avaliada (MATSUDO; MATSUDO, 1994) segundo os critérios de Tanner (1962).

A potência aeróbia máxima foi mensurada a partir de um protocolo de carga progressiva McMaster (BAR-OR; ROWLAND, 2004), para determinação da carga e do $VO_{2\text{pico}}$. O protocolo de carga progressiva foi realizado em um cicloergômetro (Ergo Fit, modelo 167, Toledo, Espanha), iniciando com carga de 25 W e graduais incrementos de 25 W a cada 2 minutos, mantendo a cadência entre 60 e 80 rpm até a exaustão (BAR-OR; ROWLAND, 2004). Durante o protocolo de carga progressiva foi mensurado o consumo máximo de oxigênio, o qual foi considerado o pico como o maior valor de VO_2 atingido no final do último estágio do teste máximo. O teste foi considerado máximo quando dois dos critérios a seguir foram atingidos: taxa de troca respiratória (RER) $> 1,0$; platô no VO_2 ; solicitação do menino para

suspender o teste; cadência de pedalada ≤ 50 rpm, mesmo quando encorajado pelo investigador; frequência cardíaca $208 - (0,7 \times \text{idade})$; 95% da predita para a idade, percepção subjetiva de esforço (PSE) > 19 (BORG, 1970). As medidas dos gases expiratórios foram obtidas através do método Breath by Breath (Quark CPET, Cosmed, Roma, Itália).

Ao termino da sessão preliminar foram dadas as recomendações de hidratação e alimentação para que todos os meninos iniciassem as próximas sessões experimentais com a mesma condição nutricional. Quanto ao protocolo de hidratação foi prescrito que os meninos ingerissem $12 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$ de água além da ingestão habitual. Este volume foi dividido entre o período da manhã e noite. No turno anterior as sessões experimentais os participantes ingeriram $6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1}$ de água além da ingestão habitual (LEITES et al., 2016a). Quanto a recomendação nutricional, uma refeição padronizada foi fornecida para ser consumida nas 3-4 horas que antecediam o exercício, além de ser orientado aos participantes evitar qualquer atividade física intensa nas 24h anteriores as sessões experimentais. Essa refeição consistiu em porções individualizadas de um composto de aipim e carne seca da marca FeelJoy, achocolatado (Nescau), aveia (Quark) e leite em pó (Ninho). Cada refeição foi individualmente calculada com o valor de 40% do total de energia diária de cada participante, sendo distribuído entre 50% de CHO, 30% de proteínas e 20% de gordura para que cada menino ingeriu a quantidade adequada conforme cálculo nutricional (LEITES et al., 2016a).

Sessões experimentais: Os meninos realizaram as duas sessões experimentais na carga de trabalho que teve por objetivo atingir a produção de calor metabólico que corresponde a $\sim 7 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, correspondente a uma condição aeróbia de exercício (LEITES et al., 2016b). A única diferença entre as sessões foi: ambiente quente (38°C e 50% UR) outra em ambiente termoneutro (21°C e 45% UR) adaptado de Dougherty et al. (2009) and Sehl et al. (2012).

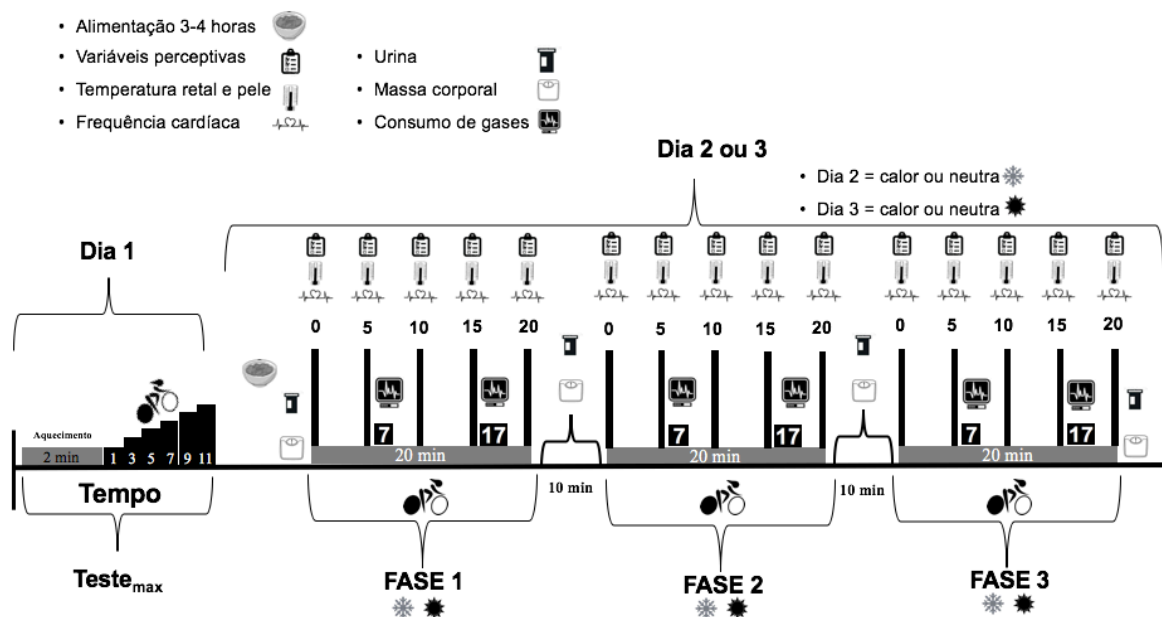


Figura 1. Desenho das sessões experimentais.

Pré exercício: Os participantes receberam instruções padronizadas sobre como responder as seguintes avaliações perceptivas:

- 1) Percepção subjetiva de esforço (BORG; DAHLSTROM, 1962);
- 2) Sensação térmica (ARENS et al., 2006);
- 3) Intensidade de sede (MARESH et al., 2001).
- 4) Escala de conforto térmico (ARENS et al., 2006).

O termômetro retal (Physitemp Instruments, RET-1, Clifton, EUA) flexível e com cobertura descartável foi inserido cerca de 10-12 cm além do esfíncter anal (LEE et al., 2010; MEYER et al., 1992; HAYMES et al., 1975; HAYMES et al., 1974), com o auxílio dos responsáveis para o registro da temperatura central. Além disso a temperatura da pele foi mensurada por meio da utilização de um termômetro de pele (Physitemp Instruments, SST-1, Clifton, EUA). A frequência cardíaca foi mensurada com frequencímetro (Polar modelo S610, Polar Electronic, Kempele, Finland).

Durante o exercício: Ao entrarem na câmara ambiental (Russells, Holanda, 3,63 m x 2,39 m x 3,81 m, 1°C e 1% UR), os participantes foram orientados a permanecer sentados durante 5 minutos antes de iniciarem o protocolo de exercício que consistiu

em 60 minutos de pedalada no cicloergômetro divididos em 3 fases de 20 min/cada, adotando a cadência de 60-80 rpm, e descanso de 10 min entre cada fase, em uma produção de calor metabólico fixa ($W \cdot kg^{-1}$), conforme descrito em Leites et al. (2016a). Para certificar a intensidade de exercício desejada e realizar os cálculos de utilização de substrato, o VO_2 e VCO_2 foram medidos de 7-10 e de 17-20 min em cada fases de pedalada.

A cada 5 minutos do protocolo de pedalada foram mensurados a temperatura retal, temperatura de pele, frequência cardíaca, percepção de subjetiva esforço (BORG, 1970), sensação térmica (ARENS et al., 2006) e intensidade de sede (MARESH et al., 2001). O participante foi orientado a solicitar em qualquer momento a finalização do teste e por questões de segurança, o exercício foi interrompido caso ocorresse o primeiro critério ou dois dos seguintes eventos simultaneamente:

- 1) Temperatura retal $> 39^\circ C$ (HAYMES et al., 1974; HAYMES et al., 1975; MEYER et al., 1992),
- 2) FC ≥ 200 bpm,
- 3) Taxa de percepção de subjetiva de esforço > 19 ,
- 4) Sintomas de exaustão por calor (náuseas, desorientação, dor de cabeça e tonturas) e/ou uma incapacidade de manter uma cadência de pedalada de 60 a 80 rpm.

Após o exercício: Após cada sessão os meninos foram induzidos a urinar, e a massa corporal foi mensurada novamente. A mudança de massa corporal entre o pré e o pós exercício foi utilizada como indicador de desidratação, que foi calculado a partir da equação 1 e 2:

$$\text{Volume de Suor (ml)} = MC_{Inicial} / MC_{Final}$$

Equação 1. Volume de suor. MC: Massa corporal

$$\text{Percentual de Desidratação} = MC_{Final} * 100 / MC_{Inicial}$$

Equação 2. Percentual de desidratação. MC: Massa corporal

A taxa de metabólica de energia dispendida (M, em $W \cdot m^{-2}$) foi estimada utilizando a média de VO_2 ($l \cdot min^{-1}$) e a taxa de troca respiratória (RER) mensurada durante os testes experimentais e calculada de acordo com NISHI (1981), a partir da equação 3:

$$M = VO_2 * \frac{\left[\left(\frac{RER - 0.7}{0.5} \right) * ec \right] + \left[\left(\frac{1.0 - RER}{0.5} \right) \right] * ef}{60 * BSA} * 1000$$

Equação 3. Taxa metabólica de energia dispendida (M). RER: Taxa de troca respiratória; *ec*: equivalente calórico por litro de oxigênio para a oxidação de CHO (21.13 kJ); *ef*: oxidação da gordura (19.62 kJ); BSA: Área de superfície corporal

Hp (em $W \cdot m^{-2}$) foi calculado como a diferença entre M e a taxa de trabalho externa (W) a partir da equação 4:

$$Hp = M - W$$

Equação 4. Produção de calor metabólico (*Hp*). M: Taxa metabólica de energia dispendida; W: Watts

As taxas de oxidação de CHO e gordura (Fat) foram calculadas de acordo com as equações 4 e 5 (PERRONNET; MASSICOTE, 1991):

$$CHO (g \cdot min^{-1}) = 4.59 \cdot VCO_2(l \cdot min^{-1}) - 3.23 \cdot VO_2(l \cdot min^{-1})$$

Equação 4. Consumo de carboidrato (CHO). VCO_2 : Consumo de gás carbônico; VO_2 : Consumo de oxigênio.

$$FAT (g \cdot min^{-1}) = - 1.70 \cdot VCO_2(l \cdot min^{-1}) + 1.69 \cdot VO_2(l \cdot min^{-1})$$

Equação 5. Consumo de gordura (FAT). VCO_2 : Consumo de gás carbônico; VO_2 : Consumo de oxigênio.

A energia fornecida pela oxidação CHO e gordura foi calculada através dos seus potenciais de energia (3,87 e 9,75 kcal/g, respectivamente). Além disso, o RER foi utilizado como uma estimativa da utilização do substrato no decorrer do exercício.

Análise Estatística

Os resultados foram descritos como a média \pm desvio padrão foi utilizado para a apresentação dos resultados deste estudo para todas as variáveis. Os testes de Shapiro-Wilk, Levene e Mauchly foram utilizados para verificar a normalidade, homogeneidade e a esfericidade dos dados, respectivamente. A análise de variância Anova para medidas repetidas de dois fatores foi utilizada na comparação entre as condições (calor vs. termoneutra) e ao longo do tempo para as variáveis: utilização do substrato (carboidrato e gordura), temperatura retal, temperatura de pele, frequência cardíaca, coloração e gravidade específica da urina e respostas perceptivas (percepção de subjetiva esforço, sensação térmica e intensidade da sede). O teste de *post-hoc* de Bonferroni foi utilizado para identificar as diferenças. O teste t para amostras dependentes foi utilizado para comparação das variáveis volume de suor e percentual de desidratação entre as condições (calor vs. termoneutra). Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SPSS versão 20.0 e foi considerado nível de significância ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

Produção de Calor

A tabela 2 apresenta a produção de calor metabólico nas condições de calor e termoneutra em cada uma das fases. Não foram encontradas diferenças significativas entre as condições ($p = 0,99$) ou mesmo entre as fases em cada condição ($p = 0,07$). Resultados similares foram encontrados para ao calor metabólico por ASC (kg/m^2) e calor metabólico por massa corporal (W/kg), onde também não foram encontradas diferenças significativas entre as condições ambientais e entre as fases ($p > 0,05$). Também não foram encontradas diferenças no $\% \text{VO}_{2\text{MÁX}}$ assim como na a carga de trabalho externa entre as condições e entre as fases ($p > 0,05$).

Tabela 2. Produção de Calor metabólico (Hp) absoluto (W) relativo a ASC ($W \cdot m^{-2}$) e pela massa corporal ($W \cdot kg^{-1}$); Consumo de oxigênio máximo ($\%VO_{2MÁX}$); e Carga externa da bicicleta aplicada na pedalada (W).

Fases	Calor			Termoneutra		
	1	2	3	1	2	3
Hp (W)	260,7	285,4	273,5	267,6	282,9	270,4
	± 37,6	± 96,5	± 35,3	± 35,7	± 92,1	± 43,5
Hp ($W \cdot m^{-2}$)	206,9	221,3	218,0	211,5	219,8	213,7
	± 25,5	± 52,2	± 31,5	± 24,1	± 50,7	± 25,1
Hp ($W \cdot kg^{-1}$)	7,0	7,2	7,2	7,0	7,1	7,0
	± 1,1	± 1,4	± 1,6	± 1,2	± 1,4	± 1,2
$\% VO_{2MÁX}$	57,6	60,1	60,2	56,7	57,1	57,6
	± 10,8	± 15,1	± 14,5	± 9,2	± 7,7	± 9,5
Carga de Trabalho (W)	52,9	50,8	48,8	52,9	52,9	52,5
	± 10,5	± 13,1	± 13,8	± 10,5	± 10,8	± 11,4

Não foram observadas diferenças significativas entre as condições e entre as fases; $p > 0,05$.

Substrato Energético

A figura 2 (A) demonstra que na condição de calor os valores de RER são menores em todas as fases quando comparado à condição termoneutra ($p < 0,05$). Entretanto, não foram observadas alterações do RER em nenhuma das condições ao longo do tempo ($p > 0,05$). Na figura 2 (B) a utilização de CHO na condição de calor foi menor ($p < 0,05$) em todas as fases, quando comparado com a condição termoneutra. Além disso, na comparação da utilização de CHO entre as fases foi encontrada redução da fase 1 comparada a fase 3 para a condição termoneutra ($p < 0,05$). Na figura 2 (C) a utilização de gordura na condição de calor foi maior comparado a termoneutra em todas as fases ($p < 0,05$). Além disso, em ambas as condições houve aumento da utilização de gordura na fase 3 quando comparado a fase 1 ($p < 0,05$).

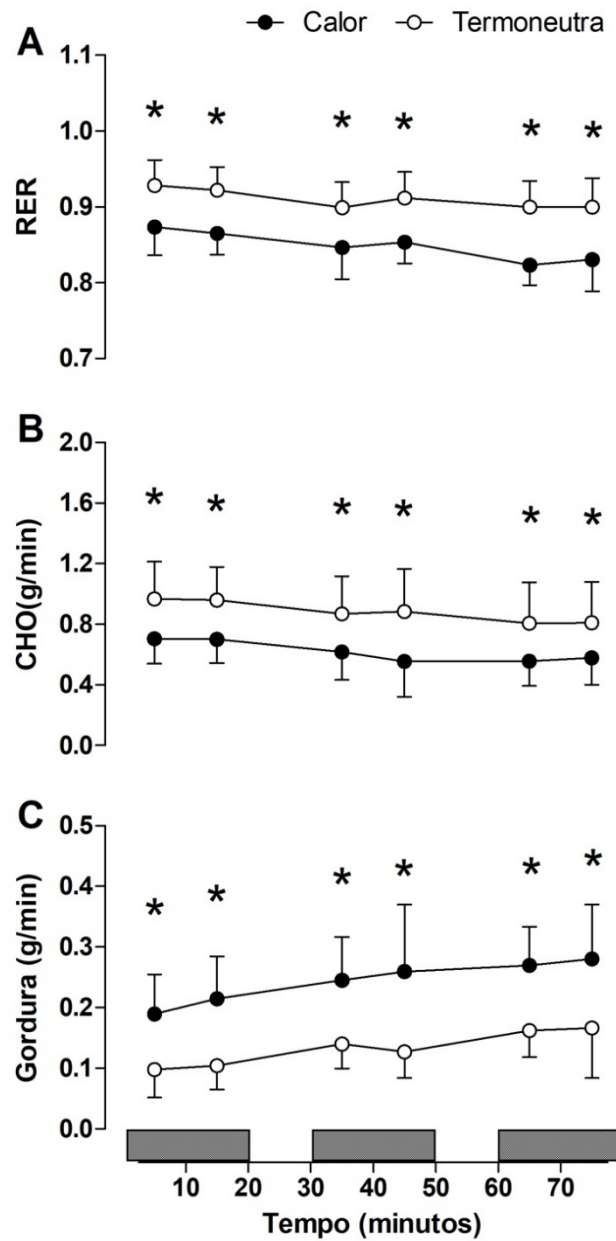


Figura 2. Taxa de troca respiratória - RER (A), utilização de carboidrato - CHO (B) e utilização de gordura (C) nas condições de calor e termoneutra em cada uma das fases. * diferença significativa entre as condições na respectiva fase ($p < 0,05$).

A figura 3 (A) apresenta o comportamento do consumo de CHO até a fase 3 em relação ao valor inicial em cada uma das condições (calor e termoneutra). Não foram observadas diferenças significativas entre as condições ($p > 0,05$) e as fases (p

> 0,05). Igualmente, para o consumo da gordura (figura 3 (B)) não foram observadas diferenças significativas entre as condições ($p > 0,05$) e ao longo do tempo ($p > 0,05$).

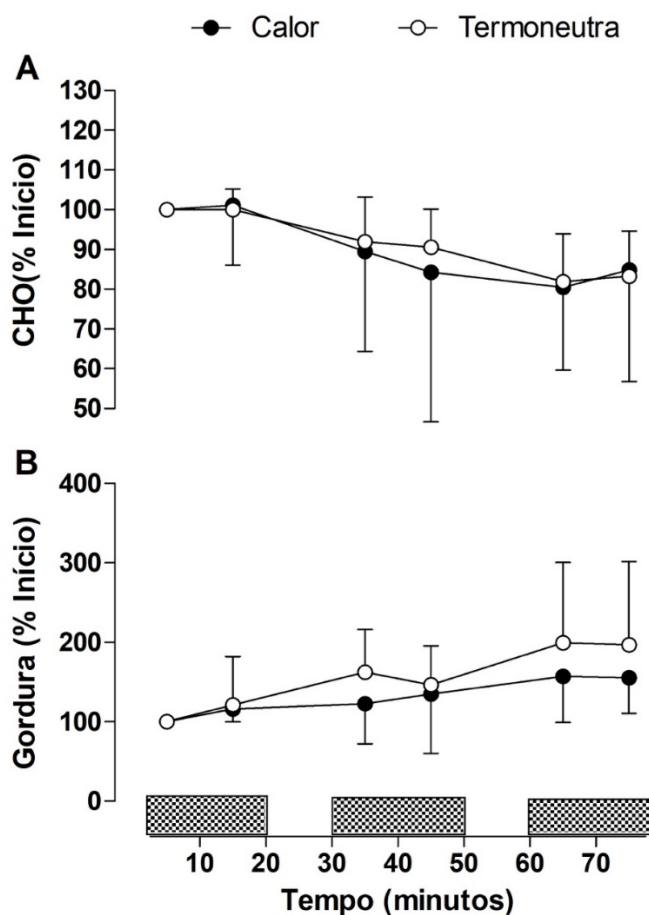


Figura 3. Contribuição relativa de CHO (A) e gordura (B) normalizado pela condição inicial – 7 min (100%).

A figura 4 apresenta a comparação em percentual de energia total (CHO e gordura) entre as condições calor e termoneutra, onde a condição calor apresentou maior consumo de gordura ($p < 0,05$) e menor consumo de CHO comparado a termoneutra ($p < 0,05$) em todas as fases.

Além do mais na condição de calor houve redução da utilização de CHO na fase 3 comparada a fase 1 ($p = 0,03$). Entretanto, na mesma condição houve aumento da utilização de gordura na fase 3 comparada a fase 1 ($p = 0,03$).

Resultados semelhantes foram encontrados para a condição termoneutra. Na condição termoneutra houve redução da utilização de CHO na fase 3 comparada a fase 1 ($p < 0,01$). Entretanto, houve aumento da utilização de gordura na fase 3 comparada a fase 1 ($p < 0,01$).

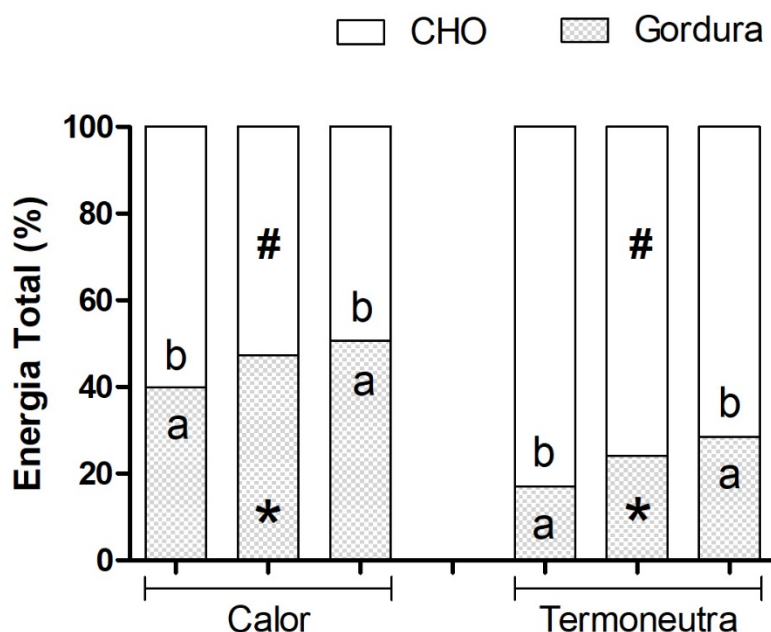


Figura 4. Percentual de energia total utilizada nas condições de calor vs. termoneutra. # diferença significativa entre as condições para o consumo percentual de CHO em todas as fases ($p < 0,05$). * diferença significativa entre as condições para o consumo percentual de gordura em todas as fases ($p < 0,05$). Letras iguais representam diferenças significativas entre as fases ($p < 0,05$).

Temperatura Retal, Temperatura de Pele e Frequência Cardíaca

A figura 5 (A) apresenta o resultado da T_{re} nas condições de calor e termoneutra mostrando que não houve diferenças significativas entre as condições ($p > 0,05$). Entretanto, na sessão no calor a T_{re} aumentou na fase 1 (20' maior do que os minutos que o antecedem; $p < 0,05$) assim como na fase 2 (0' – 15': $p < 0,05$; sem alterações do 15' – 20': $p > 0,05$) e na fase 3 (0' – 10': $p < 0,05$; 10' – 20': $p < 0,05$). Porém, na condição termoneutra houve aumento da T_{re} apenas na fase 1 (0' – 5': $p < 0,05$; 5' – 15': $p < 0,01$; 15' – 20': $p < 0,05$) e não nas demais fases 2 e 3 ($p > 0,05$).

A figura 5 (B) mostra que no calor a T_{pele} aumentou significativamente comparado a condição termoneutra em todas as fases ($p < 0,01$). No calor, também foi observado o aumento da T_{pele} na fase 1 ($0' - 10'$: $p < 0,01$; $10' - 20'$: $p > 0,05$) e na fase 2 ($0' - 10'$: $p < 0,05$; $10' - 20'$: $p > 0,05$), mas não na fase 3 ($p > 0,05$). Na condição termoneutra o aumento significativo da T_{pele} ocorreu apenas na fase 1 ($0' - 10'$: $p < 0,05$; $10' - 20'$: $p < 0,05$), e não nas fases 2 e 3 ($p > 0,05$).

A figura 5 (C) mostra que os meninos iniciaram a pedalada (repouso) numa FC similar ($p > 0,05$) nas duas condições e, a partir do início da fase 1 a FC ficou maior no calor do que na condição termoneutra nas fases 2 ($p < 0,05$) e 3 ($p < 0,01$). Durante a pedalada no calor houve aumento da FC na fase 1 ($0' - 10'$: $p < 0,01$; $10' - 20'$: $p > 0,05$); na fase 2 ($0' - 10'$: $p < 0,01$; $10' - 20'$: $p > 0,05$); e na fase 3 ($0' - 5'$: $p < 0,01$; $5' - 20'$: $p > 0,05$). Ao decorrer da pedalada na condição termoneutra houve aumento da FC na fase 1 ($0' - 5'$: $p < 0,01$; $5' - 20'$: $p < 0,05$); na fase 2 ($0' - 5'$: $p < 0,01$; $5' - 20'$: $p > 0,05$); e na fase 3 ($0' - 10'$: $p < 0,05$; $10' - 20'$: $p > 0,05$).

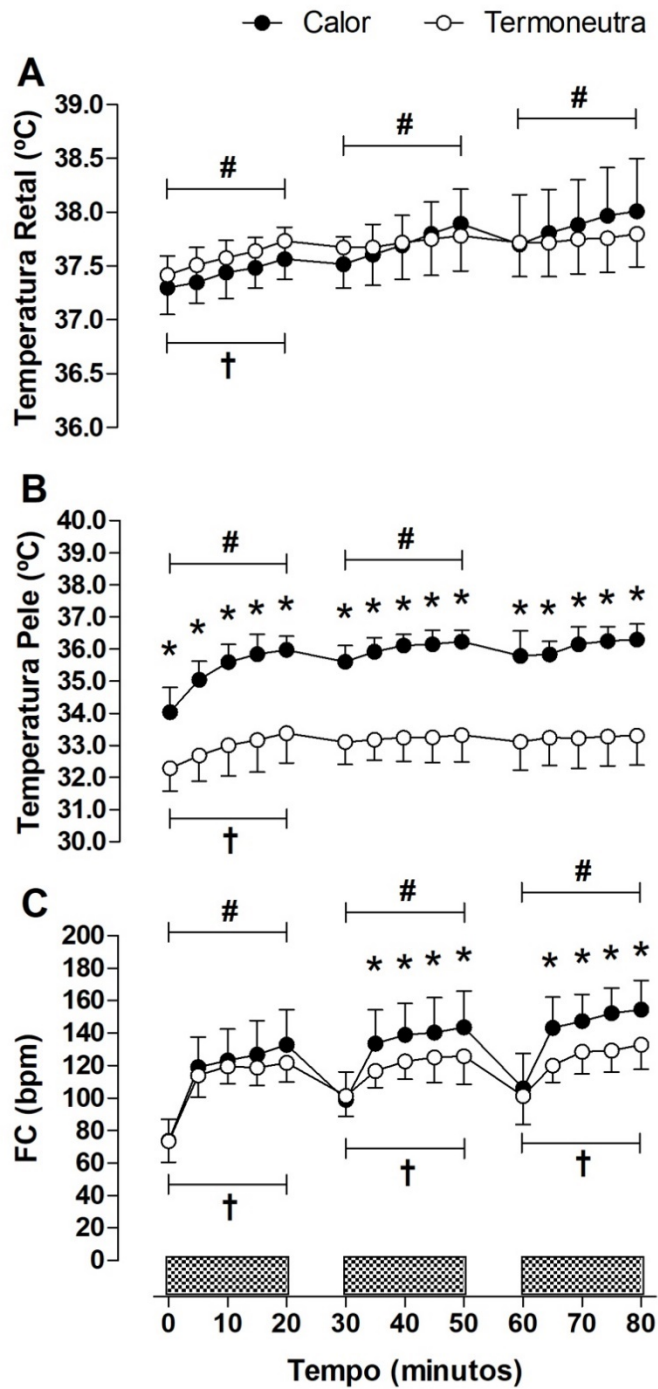


Figura 5. Resultados da (A) temperatura retal, (B) temperatura de pele e (C) frequência cardíaca (FC) nas condições de calor e. termoneutra) * diferença significativa entre as condições e momentos ($p < 0,05$). # aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação de calor ($p < 0,05$). † aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação termoneutra ($p < 0,05$).

Volume de Suor, Coloração e Gravidade Específica da Urina e Percentual de Desidratação

A tabela 3 apresenta os resultados de mudança (redução) da massa corporal nú (MC) nas duas condições de exercício no calor ($p < 0,01$) e termoneutra ($p < 0,01$). Entretanto, na condição de calor houve uma maior redução da $MC_{Nú}$ quando comparada a condição termoneutra ($p < 0,01$). Não foram verificadas diferenças significativas na coloração da urina entre as condições de exercício ($p > 0,05$), apesar de na termoneutra ter ocorrido redução no valor após a pedalada ($p < 0,01$) o que não ocorreu no calor ($p > 0,05$). Quanto a gravidade específica de urina (GEU), não foram observadas diferenças significativas entre as condições e após a pedalada ($p > 0,05$). Em relação ao volume de suor e % de desidratação também não foram observadas diferenças significativas entre as condições ($p > 0,05$).

Tabela 3. Resultados de massa corporal (MC), coloração da urina, gravidade específica da urina (GEU), volume de suor e % de desidratação durante as condições calor e termoneutra.

	Calor			Termoneutra		
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p
MC (kg)	39,19 ± 8,86	38,65 ± 8,69*	< 0,01	39,67 ± 8,85	39,34 ± 8,84*	< 0,01
Coloração da Urina	3,75 ± 1,06	2,94 ± 1,16	0,13	3,64 ± 1,07	2,67 ± 1,21	< 0,01
GEU	1.019 ± 0.006	1.022 ± 0.006	0,28	1.022 ± 0.009	1.024 ± 0.008	0,28
	Calor			Termoneutra		
Volume de Suor (ml)	542 ± 330			322 ± 231		0,09
Desidratação %	1,36 ± 0,63			0,84 ± 0,55		0,06

* diferença significativa entre as condições ($p < 0,05$) e entre momentos (pré vs. pós).

Respostas Perceptivas

A figura 6 (A) demonstra que os resultados de PSE na condição de calor são maiores nas fases 1 e 3 em relação a termoneutra ($p < 0,05$). Na fase 2 não foram observadas diferenças significativas entre as condições ($p > 0,05$). Na comparação entre as fases não foram observadas diferenças significativas para ambas as condições ($p > 0,05$).

A figura 6 (B) mostra que não foram observadas diferenças significativas entre as condições de calor e termoneutra na percepção da sede ($p > 0,05$) assim como ao longo do tempo entre as fases para ambas as condições ($p > 0,05$).

A sensação térmica na figura 6 (C) não apresentou diferenças significativas entre as condições na fase 1 ($p > 0,05$). Entretanto, foi observada maior sensação térmica para a condição de calor durante as fases 2 (40' e 50': $p < 0,05$) e 3 (70' e 80': $p < 0,01$), comparada a termoneutra. Ao longo do tempo na condição de calor não foram observadas diferenças significativas nas fases 1 e 2 ($p > 0,05$). Contudo, na fase 3 houve aumento significativo da sensação térmica (60', 70' e 80'; $p < 0,01$). Na condição termoneutra não foram observadas diferenças significativas entre as fases ($p > 0,05$).

No conforto térmico da figura 6 (D) foi observado diferença significativa entre as condições somente em um momento na fase 1. Houve um maior desconforto térmico no 20' do calor comparado a situação termoneutra ($p < 0,05$). Entretanto nas demais comparações entre as condições e entre fases ($p > 0,05$) não foram observadas diferenças significativas.

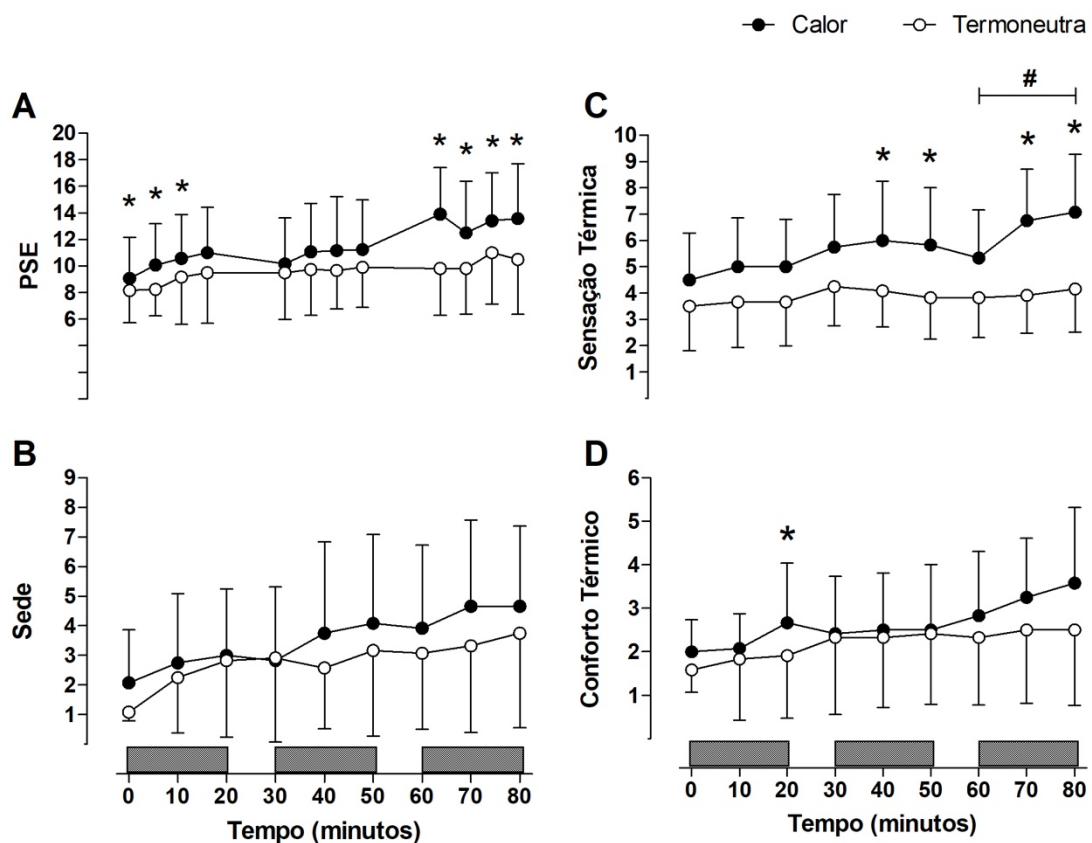


Figura 6. Resultados de Percepção Subjetiva de Esforço (A), Percepção de Sede (B), Sensação Térmica (C) e Conforto Térmico (D) entre as condições (calor vs. termoneutra) e fases * diferença significativa entre as condições ($p < 0,05$). # aumento significativo em relação ao início da respectiva fase em situação de calor ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Este foi o primeiro estudo de nosso conhecimento que comparou a utilização de substrato (CHO e gordura) entre uma situação de calor e outra termoneutra em meninos enquanto pedalavam (3 fases de 20 minutos) em uma fixa produção de calor metabólico. Os principais resultados demonstraram que: (1) Houve aumento da utilização de gordura e redução da utilização de carboidrato durante o exercício realizado no calor, comparado ao exercício realizado na condição termoneutra em meninos; (2) O RER foi maior na condição de termoneutra comparada a situação calor, desde o início da pedalada (7 min); (3) As médias da T_{re} foram similares entre as situações para um mesmo momento, apesar do diferente comportamento durante as pedaladas: no calor houve aumento significativo da T_{re} em todas as fases enquanto

que na condição termoneutra apenas na primeira fase. (4) No calor, a T_{pele} foi sempre maior em comparação a termoneutra, e ao longo do tempo a T_{pele} aumentou para a condição calor nas fases 1 e 2, enquanto que na termoneutra somente a fase 1; (5) ambas as condições provocaram aumento da FC ao longo das pedaladas porém no calor, a FC foi maior nas fases 2 e 3 comparado a termoneutra; (6) O volume de suor e o percentual de desidratação não foram estatisticamente diferentes entre as condições; (7) Apenas no calor ocorreu aumento na PSE e na sensação térmica, enquanto que não houve diferenças entre as situações ou nas mudanças ao longo das pedaladas para a percepção de sede e no conforto térmico.

Conforme a meta do protocolo de exercício do presente estudo, os meninos atingiram satisfatoriamente similares produção de calor metabólico ($7 \text{ kg}\cdot\text{W}^{-1}$) nas condições calor e termoneutra. Para este protocolo, optou-se pelo exercício em cicloergômetro o que também resultou em similar intensidade de esforço que foi em torno de 57 a 60% do $\text{Vo}_{2\text{pico}}$ e carga externa em torno de 50 W representando uma intensidade leve a moderada.

Entre outros fatores controlados no presente estudo foram as recomendações da dieta, hidratação e exercício para os dias das sessões experimentais, assim como o estado de aclimatização ao calor. Cada um dos meninos recebeu uma refeição padronizada calculada individualmente assim como as orientações quanto a ingestão hídrica além de não realizar exercícios no dia e no dia anterior as sessões experimentais. Para garantir similar aclimatização todas as sessões de avaliação foram realizadas durante o inverno. Logo, com os estes fatores controlados garantiram quem os meninos iniciassem cada sessão em similares condições metabólicas e fisiológicas.

Muito fatores podem afetar a taxa de oxidação de substratos durante o exercício como a ingestão de alimentos através da dieta, a concentração de glicogênio muscular, a duração e intensidade do exercício e possivelmente condição ambiental (JENTJENTS et al., 2002). No presente estudo apesar do controle prévio dessas variáveis, a condição termoneutra provocou maior utilização de CHO desde o início da fase 1 ($0,96$ vs. $0,70 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente), enquanto que na condição calor houve maior utilização de gordura desde o início da fase 1 ($0,19$ vs. $0,10 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente) comparada a termoneutra; Figura 2.

Além disso, ao longo de ambos os protocolos de pedalada houve redução do consumo de CHO e aumento do consumo de gordura (Figura 4).

A comparação dos resultados do presente com os existentes na literatura fica limitada, já que os estudos foram na população adulta e muitas vezes usando a ingestão de CHO. De qualquer maneira, os resultados em adultos têm se mostrado inconsistentes. Yaspelkis et al. (1993) não encontraram alterações na oxidação de CHO ou mesmo no glicogênio muscular em ciclistas adultos quando comparado o exercício realizado no calor vs. termoneutra. Além disso, Starkie et al. (1999) sugerem que exercícios a 70% do $VO_{2\text{pico}}$ realizados em temperatura elevada (músculo aquecido em $\pm 50^{\circ}\text{C}$) poderia provocar aumento do consumo de glicogênio muscular, entretanto no presente estudo as temperaturas para as condições termoneutra e calor foram bem inferiores a esta (21 e 38°C , respectivamente).

Em contrapartida, em adultos Jentjens et al. (2006) que investigaram o efeito da utilização de CHO e gordura durante o exercício no calor, os autores não encontraram diferenças significativas entre as condições. No entanto, é importante ressaltar que os participantes deste estudo ingeriram CHO durante o exercício. Entretanto, no presente estudo uma justificativa para a maior utilização de CHO na condição termoneutra, pode estar relacionado ao maior valor de RER nesta condição, quando comparado a condição calor (Figura 2). Outra hipótese para a utilização de CHO na condição de calor ter sido menor em cada uma das fases quando comparada com a respectiva fase da condição termoneutra, pode estar relacionada a temperatura central, o qual não diferiu entre as condições.

Conforme esperado, a T_{re} aumentou em cada uma das fases na situação de calor, diferente da situação termoneutra que somente aumentou nos primeiros 20 min da primeira fase. Esta resposta reflete o risco do aumento da temperatura corporal quando o exercício é realizado em elevadas temperaturas, o que talvez possa ter sido agravado pela dificuldade no mecanismo termoregulatório para liberação de calor corporal na situação do calor (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2011). A T_{pele} se manteve mais alta no calor comparada a termoneutra, sendo que em temperaturas mais altas o mecanismo mais eficaz seja a perda de calor por evaporação de suor.

Em relação a sudorese, apesar de ter sido 40% maior na situação de calor não atingiu uma média estatisticamente significativa maior que a termoneutra. Os valores

de volume de sudorese demonstraram uma grande variabilidade individual conforme descrito na literatura (MEYER et al., 2012). Por exemplo, no calor a sudorese variou entre 74 a 333 ml.

Alguns estudos avaliaram variáveis perceptivas durante o exercício no calor tanto em meninos (SEHL et al., 2012; LEITES et al., 2016b) como em meninas (LEITES et al., 2013). No presente estudo a sensação térmica foi maior na sessão de calor comparada com a termoneutra, principalmente a partir da metade da segunda fase de exercício. No calor foi observada uma maior PSE comparada a termoneutra desde de o início do protocolo. Além disso, destaca-se que ao final a terceira fase é onde ocorre outro aumento na PSE que pode estar relacionado com o aumento da FC, da T_{re} e T_{pele} . Essas diferenças nas respostas fisiológicas podem estar relacionadas especialmente a maior sensação térmica durante a condição de calor, comparado a termoneutra. Por outro lado, a intensidade de sede e o conforto com a temperatura foram similares em ambas as condições térmicas, com exceção do minuto 20 de pedalada onde os meninos relataram um maior desconforto com a temperatura no calor.

Algumas limitações podem ser consideradas para o presente estudo, tais como (1) A ordem da sessões (calor vs. termoneutra), que não foram randomizadas ou seja os meninos realizaram sempre primeiro a sessão no calor; (2) apesar do cálculo amostral ter sido realizado, o tamanho da amostra pode ter sido insuficiente para a comparação entre as condições; (3) O gasto energético (ou calorimetria indireta) poderia ter sido realizado na condição de repouso antes do início das pedaladas, isto ajudaria a elucidar possíveis diferenças entre as condições e auxiliar para a realização da normalização dos dados pelo seu repouso. Portanto, a partir destes resultados, sugere-se a realização de mais estudos envolvendo o efeito da utilização de substratos energéticos em diferentes condições ambientais na população pediátrica. Sendo assim, o esclarecimento destas questões é importante para construção de recomendações nutricionais durante o exercício em diferentes condições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstraram que em meninos pré-púberes e púberes, o exercício no calor provocou aumento na utilização da utilização de

gordura e redução da utilização de CHO quando comparado a condição termoneutra. Em relação as variáveis fisiológicas, não houve diferenças na T_{re} entre as condições, porém no calor a T_{pele} foi maior comparada a termoneutra. Além do mais, no calor, a FC foi maior que a termoneutra, e ambas as condições aumentaram a FC ao longo do tempo de pedalada.

Algumas alterações foram encontradas entre as condições para as variáveis perceptivas. A PSE na condição de calor é maior nas fases 1 e 3 em relação a termoneutra. Foi observada maior sensação térmica para a condição de calor durante as fases 2 e 3, comparada a termoneutra. Contudo, na fase 3 houve aumento significativo da sensação térmica. Em relação ao conforto térmico foi observado apenas uma diferença significativa entre as condições calor vs. termoneutra somente em um instante de tempo da fase 1.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Policy statement – climatic heat stress and exercising children and adolescents. **Pediatrics**, v. 128, n. 3, p. e741-47, 2011.

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. et al. Urinary indices of hydration status. **International Journal of Sport Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 265-79, 1994.

BAR-OR, O.; HERPHARD, R.J.; ALLEN, C.L. Cardiac output of 10 to 13 year-old boys and girls during submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 30, p. 219-23, 1971.

BAR-OR, O. et al. Voluntary hypohydration in 10- to 12-year-old boys. **Journal of Applied Physiology Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v. 48, p. 104-8, 1980b.

BORG, G.; DAHLSTROM, H. The reliability and validity of a physical work test. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 55, p. 353–61, 1962.

BAR-OR, O.; ROWLAND, T. W. **Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application**. Champaign: Human Kinetics, 2004.

BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian Journal Rehabilitation**, v. 2, n. 2, p. 92-8, 1970.

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.1344-49, 1997.

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, p. 279-289, 2009.

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.

DUMKE, C. L. Skeletal muscle metabolic gene response to carbohydrate feeding during exercise in the heat. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, p. 40, 2013.

ERIKSSON, B. O.; J. Karlsson; B. Saltin. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. **Acta Paediatric Scandinavica Supplement**, v. 217, p. 154-7, 1971.

ERIKSSON, B. O.; GOLLNICK, P. D.; SALTIN, B. Muscle Metabolism and Enzyme Activities after Training in Boys 11–13 Years Old. **Acta Physiologica**, v. 87, n. 4, p. 485-497, 1973.

FALK, B.; BAR-OR, O.; MACDOUGALL, J. D. Thermoregulatory responses of pre-, mid-, and late-pubertal boys to exercise in dry heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, p. 688-94, 1992.

FALK, B. Effects of thermal stress during rest and exercise in the pediatric population. **Sports Medicine**. v. 25, p. 221-40, 1998.

FALK, B.; DOTAN, R. Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. **Journal of Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 33, p. 420-7, 2008.

HAYMES, E. M. *et al.* Heat tolerance of exercising lean and heavy prepubertal girls. **Journal of Applied Physiology**, v. 36, n. 5, p. 566-71, 1974.

HAYMES, E. M.; 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.

JENTJENS, R. L.; WAGENMAKERS, A. J.; JEUKENDRUP, A. E. Heat stress increases muscle glycogen use but reduces the oxidation of ingested carbohydrates during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 4, p. 1562-72, 2002.

JENTJENS, R. L. et al. Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 807-16, 2006.

LEE, J. Y. et al. Differences in rectal temperatures measured at depths of 4–19 cm from the anal sphincter during exercise and rest. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 73-80, 2010.

LEITES, G. T. et al. Responses of obese and lean girls exercising under heat and thermoneutral conditions. **Journal of Pediatrics**, v. 162, n. 5, p. 1054-60, 2013.

LEITES, G.T. et al. Energy substrate utilization with and without exogenous carbohydrate intake in boys and men exercising in the heat. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 5, p. 1127–34, 2016a.

LEITES, G. T. et al. Thermoregulation in boys and men exercising at the same heat production per unit body mass. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 7, p. 1411-9, 2016b.

MARESH, C. M. et al. Perceptual responses in the heat after brief intravenous versus oral rehydration. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, p.1039-45, 2001.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. **American Journal of Human Biology**, v. 6, n. 4, p. 451-5, 1994.

MEYER, F. et al. 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.; VOLTERMAN, K. A.; TIMMONS, B. W.; WILK, B. Fluid balance and dehydration in the young athlete: assessment considerations and effects on health and performance. **American Journal of Lifestyle Medicine**, v. 6, p. 489-501, 2012.

NATIONAL ATHLETIC TRAINER'S ASSOCIATION. Position statement: Fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n. 2, p. 212-24, 2000.

NEUFER, P. D.; YOUNG, A. J.; SAWKA, M. N. Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. **European Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 4, p. 433-9, 1989.

NISHI, Y. Measurement of thermal balance of man. **Studies in Environmental Science**, v. 10, p. 29-39, 1981.

PERRONNET, F.; MASSICOTE, D. Table of nonprotein respiratory quotient: an update. **Canadian Journal of Sport Sciences**, v. 16, p. 23-9, 1991.

ROWLAND, T. W. **Fisiologia do exercício na criança**. São Paulo: Manole, 2008.

ROWLAND, T. W. Fluid replacement requirements for chil athletes. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 279-88, 2011.

SEHL, P. et al. Responses of obese and non-obese boys cycling in the heat. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 6, p. 497–501, 2012.

STTARKIE, R. L.; HARGREAVES, M.; LAMBERT, D. L.; PROIETTO, J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of temperature on muscle metabolism during submaximal exercise in humans. **Experimental Physiology**, v. 84, p. 775-84, 1999.

TANNER, J. M. **Growth at adolescence**. 2ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1962.

TIMMONS, B. W.; BAR-OR, O.; RIDDELL, M. C. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, p. 278-84, 2003.

TIMMONS, B. W.; BAR-OR, O.; RIDDELL, M. C. Influence of age and pubertal status on substrate utilization during exercise with and without carbohydrate intake in healthy boys. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 3, p. 416-25, 2007.

YASPELKIS III, B. B.; SCROOP, G. C.; WILMORE, K. M.; IVY, J. L. Carbohydrate metabolism during exercise in hot and thermoneutral environments. **International Journal of Sports Medicine**, v. 14, n. 1, p. 13-9, 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Documento de anuência do centro esportivo



Documento de anuência do centro esportivo

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DE REALIZAÇÃO DE PESQUISA COM ALUNOS

Declaro para os devidos fins, que autorizo a participação dos alunos vinculados ao **Clube Esporte clube Cruzeiro** para a realização da pesquisa intitulada "Utilização de carboidrato e gordura em meninos durante o exercício na condição termoneutra e no calor" sob a orientação da professora FLÁVIA MEYER no Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS.

Pesquisadora: Raísa Ozório, Mestranda no PPGCMH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LABORATÓRIO DE PESQUISA DO EXERCÍCIO – ESEF/UFRGS

Rua Felizardo, nº 750 – Jardim Botânico – Porto Alegre / RS

Raísa Ozório (51) 99275-2244 E-mail: fitkidsufrgs@yahoo.com


Maurício Duarte Rocha
Coordenador do ESEF
E.C. Cruzeiro

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis legais e participação em pesquisa

Título: Utilização de carboidrato e gordura em meninos durante o exercício na condição termoneutra e no calor

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Local de realização do estudo: Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX)

Número total de participantes para realização do estudo: 12 meninos de 9 a 12 anos.

Seu dependente está sendo convidado a participar de um estudo sobre a utilização de energia durante o exercício em uma temperatura agradável e no calor para conhecermos as respostas de meninos que se exercitam em temperaturas mais elevadas.

O objetivo desta pesquisa é entender o funcionamento do corpo de um menino entre 9 e 12 anos quando se exercita no calor e observar o consumo de carboidrato ou gordura como fonte de energia para o movimento. Acreditamos que com o aumento da temperatura ambiente o tipo de energia consumida pode mudar e através de uma máscara com gases colocada na frente do rosto do participante vamos observar se existe alteração na utilização de energia necessária para realização do exercício ou não.

Se você e seu dependente aceitarem participar deste estudo ele deverá comparecer três dias ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) localizado na Escola de Educação Física da UFRGS.

No primeiro dia será aplicado um questionário sobre a saúde do menino e prática de atividade física. Serão feitas medidas de peso, altura e a quantidade de gordura corporal será medida através de um exame de Raio-x, exame onde a criança permanece deitada em uma máquina por aproximadamente 5 minutos onde é emitido um Raio-X, utilizado para avaliar a quantidade de gordura e massa muscular no corpo. Avaliaremos também o estágio de desenvolvimento de maturidade do corpo. Nesse dia será realizado um teste em bicicleta estacionária (que não se locomove) para avaliar a resistência do menino ao exercício prolongado, onde será medida a respiração através de uma máscara de gases que será posicionada no rosto do menino. Este teste de exercício (chamado um "teste VO_{2max} ") dura entre 8 a 12 minutos. O tempo de duração desta sessão será de aproximadamente 1h30 minutos.

Durante a segunda e a terceira visita, os meninos realizarão um protocolo idêntico, com exceção da temperatura ambiente na nossa sala especial. Um dia será realizado o teste em uma temperatura simulando um dia quente de verão e outra em um dia fresco. Antes de pedalar, o menino deve urinar e será pesado. Um termômetro especial, para obter o valor da temperatura interna durante o exercício, será utilizado.

A medida será feita com um fio flexível, protegido com cobertura de plástico descartável, lubrificado e não doloroso, inserido de 10 até 12 centímetros além do ânus será utilizado durante todo o teste. Sendo a melhor maneira de controlar os

possíveis riscos relacionados à temperatura que o menino possa apresentar quando se exercita no calor. Após a pedalada o menino vai urinar para ser pesado novamente.

Um descanso de 10 minutos ocorrerá entre um teste e outro e o tempo total de exercício é de 80 minutos. Não poderá ingerir líquido durante o exercício, sendo assim, alguns sintomas da desidratação como cansaço, intolerância ao calor, diminuição e coloração mais escura da urina são esperados. A disponibilidade de tempo para cada uma destas sessões idênticas é de aproximadamente 3 horas.

Em todas as visitas os responsáveis poderão acompanhar os procedimentos da pesquisa. Os potenciais riscos para a realização do estudo são fadiga, dor e efeitos relacionados ao calor como náusea, tontura, desconforto abdominal, dores de cabeça e incapacidade de persistir na realização do exercício. É possível que ocorra um cansaço, que é normal após a prática da atividade física intensa.

Os benefícios estão relacionados aos resultados obtidos, como capacidade respiratória e quantidade de músculo e gordura corporal. Não prometemos benefícios individuais, porém ao final do estudo entregaremos laudos com os resultados obtidos.

Os voluntários serão acompanhados e terão assistência durante os procedimentos por uma equipe treinada, responsável pelo estudo. Todas as informações provenientes desta pesquisa terão caráter confidencial e serão mantidos os anonimatos dos participantes.

Os participantes poderão, em qualquer momento, recusar-se a participar ou abandonar a pesquisa, mesmo após a assinatura deste termo de consentimento.

Os participantes não terão despesas financeiras durante a participação deste estudo.

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

Eu, _____ e meu filho (a) _____ fomos informados (as) dos objetivos acima especificados e da justificativa desta pesquisa, de forma clara e detalhada. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Fui informado (a) também que meu filho (a) poderá ser retirado 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 Raisa Ozorio que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial.

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

Assinatura do responsável pelo participante na pesquisa

Assinatura da pesquisadora

Em caso de dúvidas entre em contato com a pesquisadora Raisa Ozorio pelo telefone (51) 99275-2244

Porto Alegre, _____ de _____ de 2018.

Mestranda: Nutricionista Raisa Ozorio; telefone (51) 99275-2244

Orientadora: Dra Flávia Meyer; telefone (51) 99971-5135.

Comitê de Ética e Pesquisa- UFRGS; telefone (51) 3308-3629

APÊNDICE D - Termo de assentimento livre e esclarecido

Pesquisa: Utilização de substrato em meninos durante o exercício na condição termoneutra e no calor.

Estamos fazendo um estudo de pesquisa sobre quais são os tipos de energia (carboidratos ou gordura) que o corpo usa durante um exercício numa temperatura agradável e no calor.

Quando você faz exercícios em dia quente, seu corpo suar e perde água. Queremos ver se a energia utilizada durante o exercício numa temperatura agradável é a mesma utilizada em um exercício no calor.

Estamos convidando você para participar deste estudo por ser saudável, ativo e com idade entre 9 e 12 anos.

Se você decidir que gostaria de fazer parte deste estudo vamos nos encontrar três vezes para fazer alguns testes.

- 1) No primeiro dia, você terá seu peso e altura medidos e também será convidado a pedalar em uma bicicleta especial, que não se move, para ver como está o seu desempenho.
- 2) No segundo dia, você irá pedalar na mesma bicicleta em uma temperatura agradável ou em nossa sala especial que imita ser um dia muito quente de verão.
- 3) Na terceira visita será exatamente igual à segunda, mas se no segundo dia você pedalou em uma temperatura imitando um dia muito quente vai pedalar como num dia de temperatura agradável, ou ao contrário, se você pedalou como em um dia fresquinho vai pedalar como em um dia quente de verão.

Vamos observar o seu coração batendo e quanto de ar você está respirando enquanto se exercita. Você usará termômetros especiais para ver o que acontece com a temperatura no seu corpo tanto no calor, como no fresquinho.

Um dos termômetros é um fio muito fino e flexível que você vai ter que colocar no seu bumbum e o outro vai ser colado na sua pele. Você não sentirá nenhuma dor ao colocar os termômetros, outras crianças já fizeram este teste e se saíram muito bem.

Vamos coletar uma amostra de xixi antes e depois de fazer o exercício.

Você não vai se machucar se você estiver neste estudo. Na pedalada você pode se sentir um pouco cansado, mas será como jogar bola em um dia quente de verão ou em um dia fresquinho.

Pode acontecer durante o exercício de você ficar muito cansado, com um pouco de dor no músculo e sentir enjoo, tontura, desconforto na barriga, dor de cabeça e não conseguir mais realizar do exercício.

Com esse estudo você vai conhecer a sua capacidade de respiração e quantidade de músculo e gordura que tem no corpo.

Você não é obrigado a participar deste estudo. Se você decidir que não quer estar no estudo depois de começar, também pode desistir, a escolha é sua.

Nós estamos conversando sobre o estudo com seus pais e você deve conversar com eles também.

Através da sua participação vamos aprender como as crianças usam sua energia durante o exercício em um dia muito quente e em outro dia fresquinho. Quando terminarmos este estudo escreveremos um relatório sobre o que foi aprendido.

Se você tiver dúvidas, pode perguntar há qualquer momento ou pedir a sua mãe ou seu pai para entrar em contato comigo.

Assentimento:

Se você decidir que deseja estar neste estudo, coloque seu nome. Se decidir que não quer estar no estudo, mesmo que já tenha começado precisa somente avisar a pesquisadora Raisa (51 99275-2244) que não quer mais participar do estudo.

Eu, _____ (coloque seu nome) gostaria de estar neste estudo de pesquisa. Data do consentimento: _____

Pesquisadora: Raisa Ozorio, Mestranda no PPGCMH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Assinatura e Data

APÊNDICE E - Questionário de saúde

Identificação nº: _____

1. A criança apresenta alguma doença?

 Sim Não Qual? _____

2. A Criança utiliza algum medicamento?

 Sim Não Qual? _____

3. A criança já realizou alguma cirurgia?

 Sim Não Qual? _____

4. A criança sente algum desconforto ao realizar qualquer tipo de atividade física (dores, mal-estar, tonturas, enjôos)?

 Sim Não Qual? _____

5. Alguma vez o seu médico ou algum profissional disse que você não deveria praticar exercícios físicos?

 Sim Não

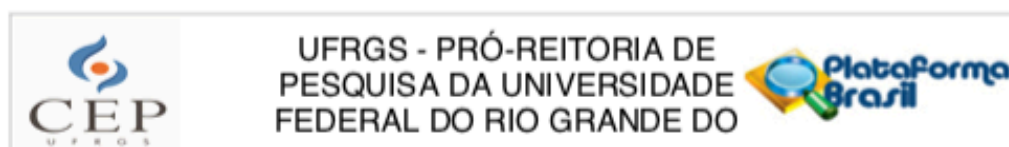
Declaro a veracidade das informações acima.

Ass.: _____

Data: _____

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Utilização de carboidrato e gordura em meninos durante o exercício na condição termoneutra e no calor

Pesquisador: Flavia Meyer

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82036118.2.0000.5347

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.672.564

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa associado a uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano que retorna para nova avaliação deste CEP, após solicitação de adequação.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivos Gerais

Comparar a utilização do carboidrato e gordura endógena entre uma condição de calor ambiental e uma outra termoneutra em meninos de 9 a 12 anos que pedalam numa mesma produção de calor metabólico.

Objetivos Específicos

Comparar as respostas fisiológicas (temperatura retal e de pele, frequência cardíaca, volume de suor, coloração e gravidade específica da urina) e perceptivas (percepção de esforço, sensação térmica e intensidade da sede) em meninos pedalando na condição de calor e termoneutra.

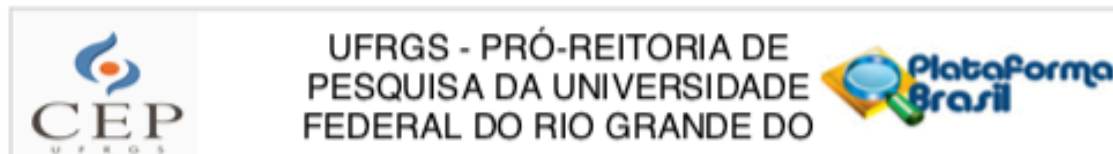
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os "Riscos e Benefícios" estão adequadamente apresentados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um projeto que visa avaliar a utilização do substrato endógeno em meninos pedalando no calor e na condição termoneutra. Serão avaliados 15 meninos entre 9 e 12 anos, número obtido

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 2.672.564

através de cálculo amostral. Serão conduzidas três sessões: uma preliminar e duas experimentais. Na sessão preliminar, com duração prevista de 1h30min, será feita uma avaliação de características físicas e fisiológicas, bem como esclarecimentos e recomendações para as próximas duas sessões experimentais. As duas sessões experimentais serão idênticas, com a diferença da temperatura de execução do protocolo: em uma o exercício será realizado em ambiente quente (38°C e 50% UR) e na outra em ambiente termoneuro (21°C e 45% UR). O protocolo de exercício consiste em 80 minutos de pedalada divididos em episódios de 4 x 20 min, na cadência entre 60-80 rpm, com um descanso de 10 minutos entre as séries. Serão mensurados, durante as sessões de pedalada, a temperatura retal, a frequência cardíaca e a taxa de percepção de esforço (Borg), também serão anotadas a sensação térmica e a intensidade de sede. Havia sido solicitado esclarecimentos sobre o cálculo amostral, informações sobre a forma de contato com os participantes, inclusão de critério para interrupção dos exercícios, adequação do cronograma e da ficha de avaliação, bem como adequação do TCLE. Os autores atenderam as solicitações.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto, adequada.
 Orçamento, adequado.
 Cronograma, adequado.
 Ficha de avaliação, adequada.
 Projeto completo, adequado.
 Texto convidando para participação na pesquisa, adequado
 Termo de consentimento, adequado.
 Termo de assentimento, adequado.
 Autorização de instituições participantes, adequado
 Cartaz de divulgação, adequado.

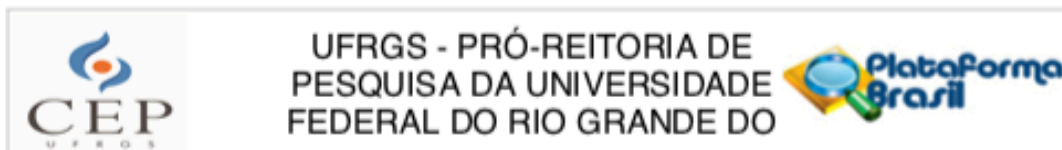
Recomendações:

Não há recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atendidas as solicitações, o projeto encontra-se em condições de ser aprovado.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** efica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 2.672.564

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1058018.pdf	24/04/2018 14:18:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	detalhado.pdf	23/04/2018 20:30:15	Flavia Meyer	Aceito
Brochura Pesquisa	Brochura.pdf	23/04/2018 20:28:27	Flavia Meyer	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	23/04/2018 20:22:50	Flavia Meyer	Aceito
Outros	cartaz.pdf	23/04/2018 15:33:56	Flavia Meyer	Aceito
Outros	Efeitos_ad.pdf	23/04/2018 15:29:13	Flavia Meyer	Aceito
Outros	anuencia.pdf	23/04/2018 15:27:03	Flavia Meyer	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	inadequacoes.pdf	23/04/2018 15:21:37	Flavia Meyer	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	23/04/2018 15:17:51	Flavia Meyer	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	13/01/2018 13:10:47	Flavia Meyer	Aceito
Parecer Anterior	Compesq.pdf	21/12/2017 18:40:46	Flavia Meyer	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	LAPEX.pdf	21/12/2017 17:52:42	Flavia Meyer	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

ANEXO B - Questionário de atividade física PAQ-C

Identificação nº: _____

Questionário sobre atividade física regular – PAC-C

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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atividade no parque ou playground	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caminhada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andar de bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Correr ou trotar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ginástica aeróbica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Natação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andar de skate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Futebol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Voleibol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Basquete	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
“Queimado”	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros (liste no espaço)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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

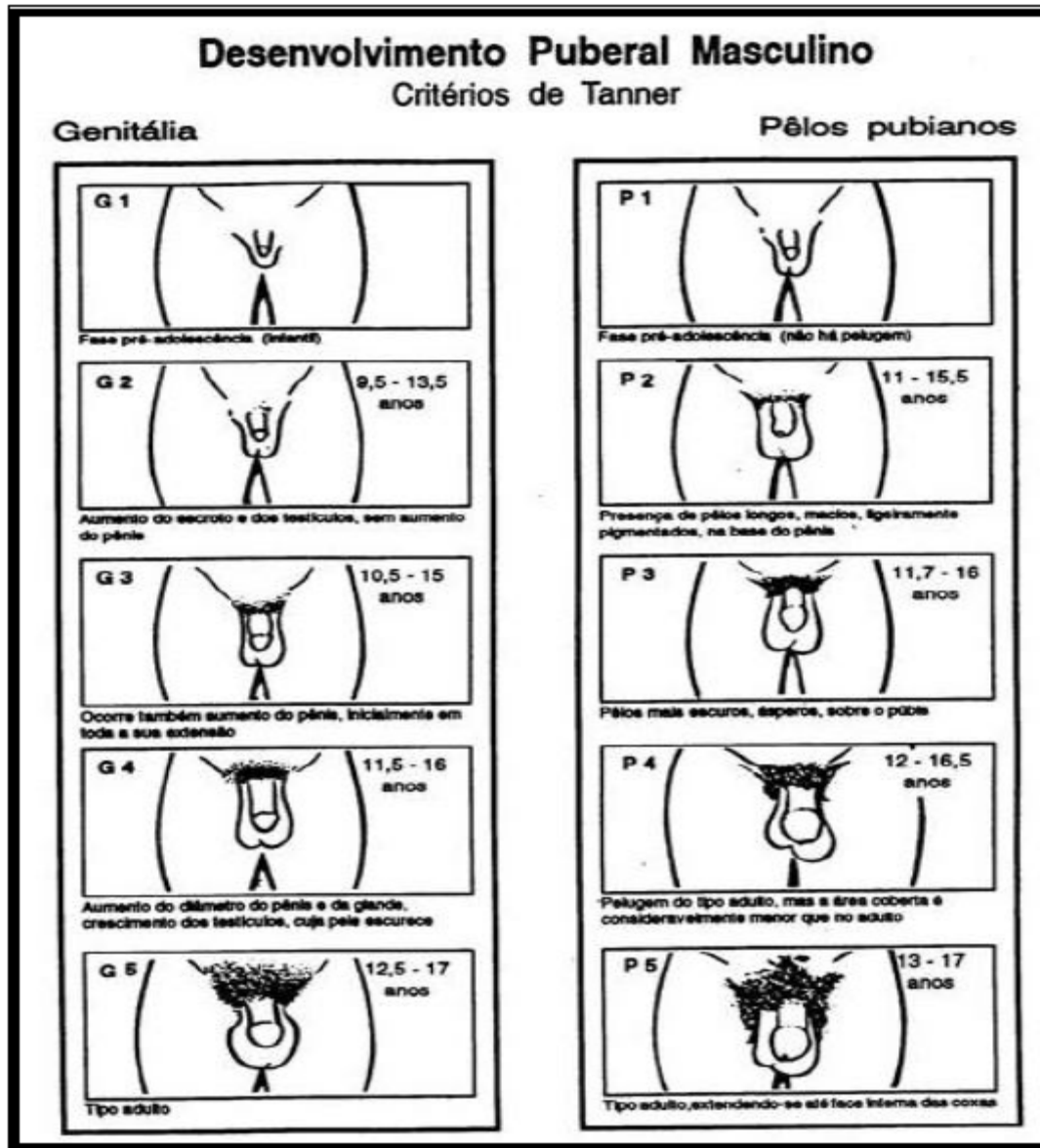
7. NO ÚLTIMO FINAL DE SEMANA quantas vezes você praticou algum esporte, dança, ou jogos em que você foi muito ativo?

- 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.

ANEXO C – Desenvolvimento puberal masculino de Tanner (1962)

Identificação nº: _____



ANEXO D – Escala de percepção subjetiva de esforço (BORG, 1970)

6

7 Muito fácil

8

9 Fácil

10

11 Relativamente fácil

12

13 Ligeiramente cansativo

14

15 Cansativo

16

17 Muito cansativo

18

19 Exhaustivo

20

ANEXO E – Sensação térmica (ARENS et al., 2006)

Por favor, avalie a sensação térmica

1 – Muito frio

2 – Frio

3 – Fresco

4 – Ligeiramente fresco

5 – Neutro

6 – Ligeiramente morno

7 – Morno

8 – Quente

9 – Muito quente

ANEXO F – Escala de sede (MARESH et al., 2000)

Por favor, avalie sua sede

1 – Sem sede alguma

2 – Sem sede

3 – Quase sem sede

4 – Pouca sede

5 – Sede moderada

6 – Sede considerável

7 – Sede

8 – Muita sede

9 – Muita, muita sede

ANEXO G – Escala de conforto térmico (ARENS et al., 2006)

Por favor, avalie o conforto térmico

1 – Muito confortável

2 – Confortável

3 – Apenas confortável

4 – Apenas desconfortável

5 – Desconfortável

6 – Muito desconfortável

ANEXO H – Escala de coloração da urina de Armstrong (ARMSTRONG, 1994).

