

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO**

**ESTRESSE TÉRMICO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE JIU-
JITSU BRASILEIRO SUBMETIDOS A LUTAS SIMULADAS EM AMBIENTE
QUENTE**

DIOGO VIEIRA PEREIRA

**SÃO LUÍS
2019**

DIOGO VIEIRA PEREIRA

**ESTRESSE TÉRMICO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE JIU-
JITSU BRASILEIRO SUBMETIDOS A LUTAS SIMULADAS EM AMBIENTE
QUENTE**

Defesa de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento Humano.

Linha de Pesquisa: Atividade Física relacionada a Saúde Humana.

Orientador: Prof Dr. Christiano Eduardo Veneroso

Co-Orientador: Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes

**SÃO LUÍS
2019**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Diogo Vieira.

Estresse térmico e respostas fisiológicas em atletas de jiu-jitsu brasileiro submetidos a lutas simuladas em ambiente quente / Diogo Vieira Pereira. - 2019.

80 f.

Coorientador(a): Dr. Thiago Teixeira Mendes.

Orientador(a): Dr. Christiano Eduardo Veneroso.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física -,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Desempenho físico. 2. Desidratação. 3. Estresse fisiológico. 4. Jiu-jitsu. 5. Temperatura corporal. I. Mendes, Dr. Thiago Teixeira. II. Veneroso, Dr. Christiano Eduardo. III. Título.

DIOGO VIEIRA PEREIRA

**ESTRESSE TÉRMICO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE JIU-
JITSU BRASILEIRO SUBMETIDOS A LUTAS SIMULADAS EM AMBIENTE
QUENTE**

Defesa de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

Prof. Dr. Christiano Eduardo Veneroso (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes (Co-Orientador)

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Rafael Silva Valle de Almeida (Examinador – Externo)

Confederação Brasileira de Levantamento de Pesos

Prof. Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido (Examinador – Interno)

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Mario Norberto Sevilio de Oliveira Junior (Examinador – Interno)

Universidade Federal do Maranhão

**SÃO LUÍS
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mostrar o caminho a seguir e colocar neste pessoas maravilhosas que vieram a contribuir fortemente para concretização desse sonho.

Ao meu núcleo familiar: minha mãe Mary de Fátima Vieira Pereira pelo companheirismo e grande força que me deu em diversos momentos, principalmente na educação e suporte ao meu filho; ao meu pai Hélio Barrozo Pereira pelo apoio e grande suporte em diversos momentos; ao meu irmão Samyr Vieira Pereira que sempre que necessário me auxiliou e apoiou; e ao meu filho Gabriel Samyr Almeida Vieira Pereira por ter sido paciente nas minhas ausências e manteve-se autônomo nos seus compromissos escolares.

Ao meu orientador Prof. Dr. Christiano Eduardo Veneroso, por me apoiar através de orientações, conversas, grande sabedoria e inspirar-me a ser um excelente profissional.

Aos meus amigos de turma do mestrado pelo companheirismo e suporte em diversos momentos, principalmente aos meus amigos Jefferson Fernando Coelho Rodrigues Júnior e Alyson Felipe Costa Sena pelas horas de estudos juntos e apoio fraternal.

Aos alunos de iniciação científica que destinaram uma parte do tempo para me ajudar durante as coletas e ao mestrando Wladimir Bolani pela força motriz essencial pra fazer a logística e prática das coletas acontecerem, além de ser um catalisador de mudanças admirável.

A todos os voluntários por aceitarem participar, sendo de suma importância para o bom andamento e realização desta pesquisa.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Maranhão (FAPEMA) por financiar os custos deste projeto, permitindo dessa forma dedicação integral a esse trabalho.

“Um objetivo na vida é a única fortuna valiosa que se encontra; não se deve procurá-lo em terras estranhas, mas dentro do coração.”

Robert Louis Stevenson

RESUMO

Objetivo: Avaliar as respostas termorregulatórias e fisiológicas durante e após lutas simuladas de jiu-jitsu brasileiro em ambiente quente. **Materiais e Métodos:** Para tanto um estudo descritivo, observacional, foi conduzido com atletas experientes de jiu-jitsu brasileiro adultos do sexo masculino que competem regularmente em competições regionais e nacionais. A amostra foi do tipo não probabilística por conveniência com doze praticantes de 28 ± 3 anos, massa corporal de $84,0 \pm 10,0$ kg, estatura de $173,0 \pm 6,0$ cm, índice de massa corporal de $27,6 \pm 3,7$ Kg/m², % gordura de $13,5 \pm 4,9$, com frequência semanal de treinamento mínima de três dias e uma hora e meia de duração. Os combates ocorreram em ambiente coberto, durante o período noturno, com temperatura ambiente (TA) de $29,3 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar (URA) de $75,9 \pm 1,1\%$. Os dados de frequência cardíaca, lactato e temperatura interna e de pele foram coletados antes de iniciar as lutas simuladas (basal), imediatamente após o término de cada luta e antes do início da próxima luta. Os dados estão apresentados em forma de média, desvio padrão da média, valores mínimos e máximos. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para testar a normalidade dos dados e a homocedasticidade pelo teste de Brown-Forsythe. Comparações do momento basal, durante e pós-protocolo utilizou-se ANOVA *one-way* e post hoc de *Student-Newman-Keuls Method*, quando necessário. Foi adotado um $P < 0,05$. **Resultados:** Os participantes completaram a primeira, segunda, terceira e quarta luta simulada com frequência cardíaca de $169,0 \pm 8,0$, $169,0 \pm 11,0$, $166,0 \pm 10,0$ e $160,0 \pm 13,0$ bpm, respectivamente, e lactato $10,4 \pm 3,9$, $10,4 \pm 4,1$, $9,5 \pm 3,2$ e $9,9 \pm 4,0$ mmol/l, respectivamente. A temperatura interna aumentou ($P < 0,001$) de $36,9 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (repouso) para $38,1 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ na primeira luta, apresentando em seguida um comportamento estável até o final da quarta luta. Além disso, a temperatura média da cabeça ($34,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) e da pele ($34,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$) permaneceram estáveis durante todo protocolo. Não houve variação na força de preensão manual. Ao término do protocolo, os participantes apresentaram uma taxa de desidratação de $1,6\% \pm 0,9\%$ com um valor de sudorese total de $2,2 \pm 0,6$ litros. A densidade específica da urina pré e pós protocolo foi $1010,5 \pm 6,8$ g/mL e $1019,0 \pm 10,5$ g/mL, respectivamente. **Conclusão:** Os mecanismos termorreguladores foram suficientes para manter o controle térmico durante as lutas simuladas de JJB. Como a evaporação do suor é o principal mecanismo de regulação térmica em ambientes quentes, levou os atletas à significativa desidratação, que provavelmente interferiu na intensidade dos esforços durante os combates, conseqüentemente, interferindo na produção de lactato, na frequência cardíaca e na força de preensão manual. Para melhorar o desempenho nas lutas, é importante que os atletas de JJB primem por iniciar as atividades em estado euhidratado e adotem estratégias de rehidratação mais eficientes durante e após os treinamentos.

Palavras-chave: Jiu-jitsu; estresse fisiológico; desempenho físico; desidratação; temperatura corporal.

ABSTRACT

Objective: This study aims to evaluate the thermoregulatory and physiological responses during and after simulated Brazilian jiu-jitsu fights in extreme environmental.

Materials and Methods: For this purpose, a descriptive and observational study was carried out with experienced male Brazilian jiu-jitsu adults who compete regularly in regional and national competitions. The sampling was non-probabilistic for convenience with twelve athletes at the age 28 ± 3 years, body mass 84.0 ± 10.0 kg, height 173.0 ± 6.0 cm, body mass index 27.6 ± 3.7 Kg/ m², bodyfat % 13.5 ± 4.9 , with a weekly training frequency of at least three days and duration one and a half hours. The fights took place in a covered environment during the night, with ambient temperature (AT) of $29.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and relative humidity in air (RH) of $75.9 \pm 1.1\%$. Heart rate, lactate, and internal and skin temperature data were collected prior to commencing the simulated fights (baseline), immediately after the end of each fight and prior to the start of the next fight. Data are presented as average, standard deviation of the mean, minimum and maximum values. The Shapiro-Wilk test was used to test the normality of the data and the Brown-Forsythe test was used for homoscedasticity. One-way ANOVA test was used for comparing the baseline, during and post-protocol and post-hoc Student-Newman-Keuls Method, when necessary. A $P < 0.05$ was adopted.

Results: Participants completed the first, second, third and fourth simulated fights with a heart rate of 169 ± 8 , 169 ± 11 , 166 ± 10 and 160 ± 13 bpm respectively and lactate 10.4 ± 3.9 , 10.4 ± 4.1 , 9.5 ± 3.2 and 9.9 ± 4.0 mmol / l respectively. The internal temperature increased ($P < 0.001$) from $36.9 \pm 0.8^\circ\text{C}$ (rest) to $38.1 \pm 0.6^\circ\text{C}$ in the first fight, and then showing stable behavior up to the end of the fourth fight. In addition, the average temperature of the head ($34.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$) and skin ($34.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$) was stable throughout the protocol. There was no variance in the handgrip strength. At the end of the protocol, participants had a dehydration rate of $1.6\% \pm 0.9\%$ with a total sweating value of 2.2 ± 0.6 liters. Pre- and post-protocol urine specific density was $1010,50 \pm 6,88$ g / mL and 1019.00 ± 10.50 g / mL, respectively. **Conclusion:** The thermoregulatory mechanisms were enough to maintain thermal control during simulated Brazilian Jiu-Jitsu fights. Since evaporation of sweat is the main mechanism of thermal regulation in hot environments, it led athletes to significant dehydration, which probably interfered with the intensity of the efforts during the combats, consequently interfering with lactate production, heart rate and hand grip strength. To improve fighting performance, it is important for JJB athletes to strive to start their activities in a hydrated state and to adopt more efficient rehydration strategies during and after training.

Key words: Brazilian jiu-jitsu; physiological stress; physical performance; dehydration; body temperature.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Cálculo da área de superfície corporal.	42
Equação 2- Cálculo da temperatura média da cabeça	43
Equação 3- Cálculo da temperatura média da pele.....	43
Equação 4- Cálculo da taxa de percentual de desidratação.....	45
Equação 5- Equação para cálculo da taxa do percentual de perda de peso.....	46
Equação 6- Cálculo da taxa de sudorese total	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios, desvio padrão, valores mínimos e máximos da amostra.....	40
Tabela 2- Respostas dos parâmetros de hidratação antes e após o protocolo de lutas simuladas.....	54
Tabela 3- Estado de desidratação após um protocolo de lutas simuladas.....	55
Tabela 4- Temperatura ambiente e Umidade Relativa do Ar (URA).....	55

LISTA DE GRÁFICOS E FIGURA

Figura 1 – Desenho de estudo experimental.....	41
Gráfico 1 – Frequência cardíaca ao longo do protocolo	49
Gráfico 2 – Lactato ao longo do protocolo.....	50
Gráfico 3 – Valores de preensão manual da mão direita e esquerda.....	51
Gráfico 4 – Temperatura interna ao longo do protocolo.....	52
Gráfico 5 – Temperatura média da cabeça ao longo do protocolo	53
Gráfico 6 – Temperatura média da pele ao longo do protocolo	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Grau Celsius

ANOVA – Análise de variância

ASC – Área de superfície corporal

DP – Desvio padrão

FC – Frequência cardíaca

GEU – Gravidade específica da urina

JJB – Jiu-jitsu brasileiro

IEF – Índice de estresse fisiológico

IMC – Índice de massa corporal

Kgf – Quilogramama força

Mmol – Milimol

s - Segundo

t – Tempo

T_{amb} – Temperatura ambiente

T_{braço} – Temperatura do braço

T_{cabeça} – Temperatura média da cabeça

T_{central} – Temperatura central

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

T_{coxa} – Temperatura da coxa

T_{queixo} – Temperatura do queixo

T_{peito} – Temperatura do peito

T_{pele} – Temperatura média da pele

T_{seca} – Temperatura seca

T_{testa} – Temperatura da testa

T_{topo} – Temperatura do topo da cabeça

Túmida – Temperatura úmida

URA – Umidade relativa do ar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 HIPÓTESE.....	18
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
4.1 JIU-JITSU BRASILEIRO.....	19
4.2 CAPACIDADES FÍSICAS	21
4.2.1 Força	21
4.2.2 Agilidade.....	24
4.2.3 Flexibilidade	24
4.3 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS.....	25
4.3.1 Frequência cardíaca	25
4.3.2 Lactato	27
4.4 TEMPERATURA, ESTRESSE TÉRMICO E JIU-JITSU.....	31
4.4.1 Temperatura	31
4.4.2 Estresse térmico	32
4.4.3 Estresse térmico e jiu-jitsu brasileiro	37
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
5.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	39
5.2 TIPO DE PESQUISA.....	39
5.3 AMOSTRA.....	39
5.3.1 Características da amostra	40
5.4 DESENHO DO ESTUDO	40
5.5 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS	42
5.5.1 Composição corporal	42
5.5.2 Bioimpedância	42
5.5.3 Coleta da temperatura	43
5.5.3.1 Temperatura da pele.....	43
5.5.3.2 Temperatura interna	43

5.5.4 Coleta de amostras biológicas de sangue	44
5.5.5 Frequência cardíaca	45
5.5.6 Avaliação do estado de hidratação	45
5.5.7 Variáveis ambientais	46
5.5.8 Preensão Manual	46
6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	48
7 RESULTADOS	49
7.1 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E FÍSICA.....	49
7.1.1 Frequência cardíaca	49
7.1.2 Lactato	50
7.1.3 Preensão manual	51
7.2 VARIÁVEIS TERMORREGULATÓRIAS	52
7.2.1 Temperatura interna	52
7.2.2 Temperatura média da cabeça e temperatura média da pele	53
7.3 VARIÁVEIS DE HIDRATAÇÃO E DE DESIDRATAÇÃO	54
7.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS	55
7.4.1 Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (URA em %).....	55
8 DISCUSSÃO	56
9 CONCLUSÃO.....	60
10 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	61
REFERENCIAS	62
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	77
ANEXO A – Tabela de índices de estado de hidratação.....	80

1 INTRODUÇÃO

O jiu-jitsu brasileiro (JJB) é um esporte que se originou de adaptações de técnicas do jiu-jitsu tradicional japonês, usado pelos samurais para defender a pátria e seus senhores feudais (ANDREATO e colaboradores, 2010) sendo essas adaptações ocorridas por volta de 1920 (GRACIE e GRACIE, 2000). O JJB ganhou popularidade crescente nos Estados Unidos desde que apareceu no primeiro *Ultimate Fighting Championship* em 1993. Após o sucesso do JJB neste evento de artes marciais mistas, o número de praticantes vem aumentando constantemente, sendo que aumentou significativamente entre 2006 e 2017, 109% (BRASIL, 2018).

Em 1996 ocorreu o primeiro campeonato brasileiro organizado pela Confederação Brasileira de Jiu-Jitsu (CBJJ) e o primeiro mundial organizado pela *International Brazilian Jiu-Jitsu Federation* (IBJJF), sendo que neste mesmo ano ocorreram quatro competições e aumentou significativamente até 2018 com 157 competições nacionais e internacionais (CBJJ, 2019). O campeonato brasileiro de 2019, organizado pela IBJJF/CBJJ, distribuiu um total de R\$ 150 mil aos campeões e vices de cada divisão e teve a participação de 7.589 atletas, um aumento de 9,6% no número de participantes comparado com a edição de 2018 (EXTRA, 2019).

Devido ao aumento no número de eventos e competitividade, atletas e treinadores veem buscando melhorar o desempenho nas competições e compreender melhor as respostas fisiológicas desta modalidade (HYNENEN e colaboradores, 2006). Vários esportes de combate como judô (FRANCHINI e colaboradores, 2011), wrestling (YOON, 2002), boxe amador (CHAABÈNE e colaboradores, 2015), taekwondo (BRIDGE e colaboradores, 2014) e karate (CHAABÈNE e colaboradores, 2012) têm utilizado indicadores indiretos fisiológicos, tais como: concentração de lactato, frequência cardíaca e comportamento de capacidades físicas para verificar as demandas físicas e fisiológicas durante os treinamentos e lutas (ANDREATO e colaboradores, 2013; DEL VECCHIO e colaboradores, 2007; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005a). Essas informações são essenciais para um melhor controle de carga de treinamento e evitar o overtraining que é definido como um desequilíbrio entre estresse e recuperação ou uma carga de estresse excessiva com pouco tempo de recuperação (SAMULSKI, MENZEL e PRADO, 2013). O estresse pode ser proveniente do próprio

treinamento e de fatores extratreinamento (LEHMANN e colaboradores 1993) como treinamentos monótonos, viagens desgastantes exigidas por patrocinadores, conflitos familiares, medo de falhar, desejo descontrolado de vencer, entre outros (SAMULSKI, MENZEL e PRADO, 2013).

Especificamente no JJB, recentes estudos têm procurado compreender a modalidade em situação real (ANDREATO e colaboradores, 2013), em simulações de combates únicos (ANDREATO e colaboradores, 2012b; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005; SILVA e colaboradores, 2013), em simulações de dois combates (COSWIG, NEVES e DEL VECCHIO, 2013a) e analisando a estrutura temporal dos combates (ANDREATO e colaboradores, 2013; DEL VECCHIO e colaboradores, 2007).

O JJB é considerado uma modalidade de alta intensidade (JONES e LEDFOR, 2012; SILVA e colaboradores, 2013; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005) em que altos valores de frequência cardíaca são encontrados, 172 ± 10 bpm (28 \pm 4 anos) (ANDREATO e colaboradores, 2015), e lactato, $14,2 \pm 5,9$ mmol·L⁻¹ (PEREIRA e colaboradores, 2011), são encontrados durante e após as lutas, sendo que a proporção de esforço-pausa (10:1) (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) é bem superior a outras modalidades de luta, como o wrestling (NILSSON e colaboradores, 2002) e judô (CASTERLANAS e PLANAS, 1997) apresentam uma média de esforço-pausa de 2:1.

Um fator que pode influenciar o desempenho físico no JJB é o possível estresse térmico ambiental provocado pelo contato com o oponente e a vestimenta (kimono) utilizada no JJB (RIVERA-BROWN e FÉLIX-DÁVILA, 2011). O estresse térmico ocorre quando os mecanismos de dissipação de calor não são suficientes para manter o equilíbrio térmico. O estresse térmico provoca um desequilíbrio transitório ou persistente entre o calor ganho e o calor perdido para o meio ambiente, resultando no armazenamento de calor corporal. O ganho de calor surge como um subproduto do metabolismo celular e/ou exposição a temperaturas externas maiores que a superfície do corpo (CRAMER e JAY, 2016).

O estresse térmico gerado concomitantemente com a alta intensidade exigida durante as lutas de JJB provoca um acúmulo no lactato sanguíneo e conseqüentemente aumento da acidez, resultando no efeito Bohr. O efeito Bohr se

caracteriza por qualquer aumento da acidez do plasma e na temperatura que resulta no aumento da dissociação da oxi-hemoglobina (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). O aumento da acidez do plasma induzido pelo exercício é chamado de acidose metabólica (ROBERGS, GHIASVAND e PARKER, 2004) e resulta na inibição das reações da glicólise, interferindo diretamente no acoplamento excitação-contração do músculo (FUCHS, REDDY e BRIGGS, 1970; NAKAMURA e SCHWARTZ, 1972).

Estudos mostram que humanos quando submetidos a condições de estresse térmico apresentam dificuldade na realização de atividades devido as alterações fisiológicas (NIELSEN e NYBO, 2003; TUCKER e NOAKES, 2009) como redução do volume hídrico (RIBEIRO e LIBERALI, 2010), aumento das concentrações de lactato (MARINS, 1996) e menor captação de oxigênio (MACIEL, 2011), reduzindo o tempo de trabalho (CHEUNG e SLEIVER 2004; FLOURIS e SCHLADER, 2015), além de antecipar a fadiga (LORENZO e colaboradores, 2010), pois o corpo enfrenta duas demandas cardiovasculares competitivas: os músculos precisam de sangue arterial para suportar o metabolismo energético e o sangue arterial também é necessário para conduzir calor metabólico para periferia para o resfriamento da pele, sendo que esse sangue não consegue fornecer oxigênio aos músculos estriados esqueléticos ativos (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

O estresse térmico ambiental e metabólico resulta em desidratação, que tem efeitos fisiológicos e psicofísicos generalizados, isolados e suplementares aos efeitos do calor (AKERMAN e colaboradores, 2016)

No entanto, o conhecimento acerca das características do JJB ainda é pouco investigado quando se trata do comportamento fisiológico dos atletas em combates em ambientes quentes e frios. Por esse motivo, o presente estudo visa analisar o estresse térmico e alterações de variáveis fisiológicas em lutas simuladas de JJB em ambiente quente.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as respostas termorregulatórias e fisiológicas durante e após lutas simuladas de jiu-jitsu brasileiro em ambiente quente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a variação de temperatura interna e de pele no decorrer das lutas simuladas e após.
- Avaliar marcadores de desempenho como frequência cardíaca, lactato e prensão manual.
- Analisar o nível de desidratação antes e após lutas simuladas.

3 HIPÓTESE

Os marcadores fisiológicos são influenciados pelo estresse térmico produzidos pelas lutas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 JIU-JITSU BRASILEIRO

O jiu-jitsu brasileiro (JJB) é um esporte que se originou de adaptações de técnicas do jiu-jitsu tradicional japonês, usado pelos samurais para defender a pátria e seus senhores feudais (ANDREATO e colaboradores, 2010) sendo essas adaptações ocorridas por volta de 1920 (GRACIE e GRACIE, 2000). O JJB ganhou popularidade crescente nos Estados Unidos desde que apareceu no primeiro Ultimate Fighting Championship em 1993. Após o sucesso do JJB neste evento de artes marciais mistas, o número de praticantes vem aumentando constantemente, sendo que aumentou significativamente entre 2006 e 2017, um aumento de 109% (BRASIL, 2018).

Em 1996 ocorreu o primeiro campeonato brasileiro organizado pela Confederação Brasileira de Jiu-Jitsu (CBJJ) e o primeiro mundial organizado pela International Brazilian Jiu-Jitsu Federation (IBJJF), sendo que neste mesmo ano ocorreram quatro competições e aumentou significativamente até 2018 com 157 competições nacionais e internacionais (CBJJ, 2019). O campeonato brasileiro de 2019, organizado pela IBJJF/CBJJ, distribuiu um total de R\$ 150 mil aos campeões e vices de cada divisão e teve a participação de 7.589 atletas, um aumento de 9,6% no número de participantes comparado com a edição de 2018 (EXTRA, 2019).

Jiu-jitsu brasileiro (JJB) é um esporte de combate de agarrar, mais chamado como *grappling*, que tem como característica central a intermitência (ANDREATO e colaboradores, 2015), ou seja, tem ações de alta, média e baixa intensidade intercaladas durante as lutas, requerendo um alto nível de condicionamento físico para suportar em ótimo nível de performance ao longo de toda a luta (ANDREATO e colaboradores, 2017).

O JJB, em seu modelo esportivo, categoriza seus atletas de acordo com a idade, gênero, massa corporal e graduação. Quanto à massa corporal, reporta-se que o esporte é constituído por nove categorias de peso, nas quais estão inclusas o peso do quimono, mais a categoria denominada absoluto, a qual engloba atletas de quaisquer categorias de peso. Porém, embora a nomenclatura seja a mesma, o limite superior de peso é diferenciado no que se refere ao gênero e idade. Quanto à graduação, a categoria adulta possui sete graduações possíveis: faixa branca, azul,

roxa, marrom, preta, vermelha e branca, e faixa vermelha. Por sua vez, o tempo de luta é definido pela graduação, gênero e idade.

Em relação as lutas, um atleta de JJB tem que realizar em média duas a cinco lutas para se tornar campeão nas principais competições da modalidade (CBJJ, 2019). O tempo médio de cada luta é dez minutos nas categorias avançadas, por exemplo para competidores da faixa preta. Embora a luta comece em pé, a maior parte do combate ocorre no solo (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007). Em análise de 33 lutas realizadas na Copa do Mundo de jiu-jitsu de 2005, obteve-se a proporção de tempo médio de luta em pé de 25,4 segundos, luta em solo de 145,7 segundos e tempo de recuperação de 13,1 segundos. Somando os componentes de luta em pé e luta no solo, atinge-se uma proporção de 170 segundos de luta por 13 segundos de recuperação, indicando que necessitam de alta força isométrica e componente aeróbico para manutenção do combate (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007).

Um dos princípios do JJB é utilizar golpes que constituem alavancas mecânicas e, nesse sentido, possibilitam que um indivíduo com menor força muscular consiga vencer um adversário mais forte, porém com menor habilidade nas execuções das técnicas (FRANCHINI e colaboradores, 2005). Os atletas buscam imobilizar e finalizar a luta a partir das articulações (punho, cotovelo, joelho e tornozelo), técnicas de estrangulamento e pressão (ANDREATO e colaboradores, 2016). As decisões da luta são emitidas nas seguintes formas: desistência, interrupção, desclassificação, perda dos sentidos, contagem do placar decisão do árbitro ou sorteio, segundo a *International Brazilian Jiu-Jitsu Federation* (IBJJF, 2018).

Devido ao aumento no número de eventos e competitividade, atletas e treinadores veem buscando melhorar o desempenho nas competições e compreender melhor as respostas fisiológicas desta modalidade (HYNYNEN e colaboradores, 2006). Vários esportes de combate como judô (FRANCHINI e colaboradores, 2011), wrestling (YOON, 2002), boxe amador (CHAABÈNE e colaboradores, 2015), taekwondo (BRIDGE e colaboradores, 2014) e karate (CHAABÈNE e colaboradores, 2012) têm utilizado indicadores indiretos fisiológicos, tais como: concentração de lactato, frequência cardíaca e comportamento de capacidades físicas para verificar as demandas físicas e fisiológicas durante os treinamentos e lutas (ANDREATO e colaboradores, 2013; DEL VECCHIO e colaboradores, 2007; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005a).

4.2 CAPACIDADES FÍSICAS

O JJB é considerado uma modalidade de alta intensidade (JONES e LEDFOR, 2012; SILVA e colaboradores, 2013; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005) em que altos valores de frequência cardíaca são encontrados, 172 ± 10 bpm (28 \pm 4 anos) (ANDREATO e colaboradores, 2015), e lactato com nível de concentração de $14,2 \pm 5,9$ mmol·L⁻¹ (PEREIRA e colaboradores, 2011), durante e após as lutas, sendo que a proporção de esforço-pausa (10:1) (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) é bem superior a outras modalidades de luta, como o Wrestling (NILSSON e colaboradores, 2002) e judô (CASTERLANAS e PLANAS, 1997) que apresentam uma média de esforço-pausa de 2:1.

Além disso o JJB engloba diversas capacidades físicas tais como força, flexibilidade, agilidade e resistência. De fato, em modalidades esportivas de combate de domínio, como o JJB, a capacidade de força se encontra presente nas suas diversas formas. A resistência de força isométrica ganha evidência devido ao fato da modalidade ser de extremo contato, assim como de grande exigência para efetuar imobilizações, manutenção de pegada e finalizações (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007).

A força muscular, que é usado para ataque e defesa, resistência muscular para manter o controle sobre o kimono do adversário (vestuário específico para treinamento e luta) mantendo o domínio do adversário, aplicar técnicas e manter posições, a agilidade para mudanças rápidas de posição, ajustes técnicos para ajustar posições, esquivar e/ou atacar o oponente, tomar vantagem de momentos oportunos para a aplicação de raspagens e projeções, e a flexibilidade que é muito relevante para o JJB, especialmente a de tronco e isquiotibiais que são requeridos para movimentos específicos (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) e que colabora em situações de ataque ou defesa (ANDREATO e colaboradores, 2011; ANDREATO e colaboradores, 2016).

4.2.1 Força

A força (F) é entendida na física como o produto da massa (m) pela aceleração (a). Porém, enquanto manifestação do desempenho humano, a força não pode ser adequadamente descrita pela segunda lei de Newton ($F=m.a$) (MARTIN e

colaboradores., 2008). Para melhor emprego da capacidade força, utiliza-se o conceito de Platonov (2004, p.298) que a define como “a capacidade de superar ou opor-se a uma resistência por meio da atividade muscular”. A capacidade motora força apresenta duas formas de manifestação, a força rápida e a resistência de força (SAMULSKI, MENZEL e PRADO, 2013). A força rápida é “a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso possível no tempo disponível” (GULLINCH e SCHMIDTBLEICHER, 1999). A resistência de força é a “capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior somatório de impulsos possível sob condições metabólicas predominantemente anaeróbias e de fadiga” (FRICK, 1993). Para melhor esclarecimento desses dois termos, é necessário conceituar impulso. Para Kassat (1993) impulso pode ser entendido como a atuação de uma força (F) em um determinado tempo (t) ou como produto da massa (m) pela alteração da sua velocidade (Δv) ($I = F.t = m. \Delta v$). O impulso se apresenta como a referência mais adequada para a descrição e análise das situações em que a força deve ser produzida rapidamente, pois considera o registro do tempo e da força aplicada nesse tempo. Já a capacidade de resistir à fadiga está associada com a redução do rendimento registrada entre o início e o final de uma tarefa motora (SAMULSKI, MENZEL e PRADO, 2013). Um exemplo de desempenho de resistência de força seria realizar um esforço repetido contra uma determinada resistência (BLOOMFIELD et al., 1994). Sendo a força de preensão manual um exemplo tanto de força rápida como de resistência de força isométrica no JJB.

No JJB, a força de preensão manual é a mais requerida, pois os lutadores necessitam realizar preensão do kimono para aplicar as técnicas, sendo que Franchini e colaboradores (2005) realizaram um estudo com atletas de JJB que lutaram durante dez minutos e as medidas eram colhidas a cada dois minutos, interrompendo a luta no máximo durante 30 segundos. Eles perceberam que a força de preensão manual ($58,8 \pm 11,7$ kgf) teve um decréscimo significativo de 20%. Este mesmo estudo apresentou valores ligeiramente superiores a outro estudo ($54,2 \pm 6,7$ kgf mão direita e $51,4 \pm 6,1$ kgf mão esquerda) (FRANCHINI, TAKITO e PEREIRA, 2003) que apresentou uma redução não significativa (12%) após a luta simulada de cinco minutos.

Andreato e colaboradores (2013) encontraram significativa redução na análise da preensão manual após aplicação de protocolo (preensão manual direita

antes: $45,9 \pm 10,3$ kgf, depois: $40,1 \pm 9,5$ kgf; preensão manual esquerda antes: $44,2 \pm 11,1$ kgf, depois: $37,0 \pm 10,2$ kgf). Este dado levou os autores a indicar que a força máxima isométrica de preensão manual não é uma característica importante para lutadores de JJB (FRANCHINI, TAKITO e PEREIRA, 2003; ANDREATO e colaboradores, 2011; DEL VECCHIO e colaboradores, 2007), mas são capazes de manter uma porcentagem alta da força isométrica máxima até o fim do combate (FRANCHINI, TAKITO e PEREIRA, 2003) com uma média de declínio de 11% da mão direita e 16% da mão esquerda.

Andreato e colaboradores (2013) encontraram uma proporção de esforço-pausa durante combate de JJB de 8:1 (esforço: 117 s (65-150 s), pausa: 20 ± 14 s), enquanto Del Vecchio e colaboradores (2007) encontraram uma proporção de 10:1 (em média 170 s de luta para 13 s de recuperação), ambas significativamente altas comparadas com outras modalidades de luta como o judô (CASTANERLAS e PLANAS, 1997) e Wrestling (NILSSON e colaboradores, 2002) que têm a proporção esforço-pausa de 2:1. O período de esforço foi considerado o início do combate até o momento do comando de pausa. O período de pausa foi considerado o tempo entre a pausa e a retomada do combate (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007).

O período de esforço foi classificado de duas formas: alta intensidade (AI), caracterizado por períodos com ações nas quais o lutador tenta avançar, progredir ou evoluir com claro vigor físico, força muscular ou potência; baixa intensidade (BI) com movimentos lentos, com um baixo nível aparente de força e potência, considerando que as ações táticas para avançar não são necessariamente realizadas em alta intensidade (ANDREATO e colaboradores, 2015b). A proporção AI:BI após uma única luta é aproximadamente de 1:6 (ANDREATO e colaboradores, 2013) e após quatro combates sucessivos a proporção fica entre 1:8 e 1:13 (ANDREATO e colaboradores, 2015b). Coswig e colaboradores (2018) encontraram a maior proporção AI:BI, que foi de 1:3,5.

Essa alta proporção de esforço-pausa pode levar alterações fisiológicas que podem afetar o desempenho e recuperação dos atletas de JJB. Vários estudos realizados com modalidades esportivas de combate de domínio (*grappling*) têm utilizado indicadores indiretos fisiológicos, tais como, concentração de lactato e frequência cardíaca (ANDREATO e colaboradores, 2013; DEL VECCHIO e colaboradores, 2007; FRANCHINI e colaboradores, 2005a).

Dada esta dinâmica dos combates, os atletas são obrigados a possuir um alto nível de aptidão física. A respeito disso, para uma organização e prescrição de treinamento com maior especificidade, é essencial conhecer as características físicas e fisiológicas dos atletas do esporte. Outros esportes de combate como judô (FRANCHINI e colaboradores, 2011), wrestling (YOON, 2002), boxe amador (CHAABÈNE e colaboradores, 2015), taekwondo (BRIDGE e colaboradores, 2014) e karate (CHAABÈNE e colaboradores, 2012) tiveram estas características muito bem descrito na literatura. Uma análise das características dos atletas de JJB pode melhorar o conhecimento dos treinadores e melhorar a performance, no que diz respeito às condições físicas e fisiológicas.

4.2.2 Agilidade

Agilidade é uma propriedade motora que permite o indivíduo mudar rapidamente de direção e/ou posição do corpo no espaço (SHEPPARD e YOUNG, 2006). Já segundo Guedes (2006), agilidade é a capacidade de realizar movimentos de curta duração em alta intensidade com mudanças de direção e/ou mudanças no centro de gravidade do corpo, com aceleração e desaceleração. Em esportes de combate a agilidade é uma expressão das habilidades coordenativas do atleta, que são a base da aceleração, da velocidade máxima e das aptidões multidirecionais sendo as habilidades e capacidades necessárias para alterar, de modo explosivo, a velocidade ou a maneira de se movimentar (BAECHLE e EARLE, 2010), usada nas lutas de JJB para mudanças rápidas de posição e ajustes técnicos nas projeções (arremessar o adversário ao chão), raspagens (inverter uma posição em que o adversário está de joelhos ou erguido pojetando-o para o chão) e finalizações do adversário (através de aplicação de chaves nas articulações ou estrangulamentos).

4.2.3 Flexibilidade

Flexibilidade é a máxima amplitude articular e representa o maior comprimento muscular (GAJDOSIK, 2001) e é relevante para o JJB, especialmente a de tronco e isquiotibiais que são requeridos para movimentos específicos (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) e que colabora em situações de ataque ou defesa (ANDREATO e colaboradores, 2011; ANDREATO e colaboradores, 2016). No estudo

de Andreato e colaboradores (2011), atletas de JJB ($25,8 \pm 3,3$ anos, faixa marrom e preta) apresentaram valores médios de flexibilidade no teste de sentar e alcançar (35 ± 8 cm) de acordo com a CSTF (CANADIAN, 1986), mas acima da média à excelente de acordo com estudo de Ribeiro e colaboradores (2010). Pertence e colaboradores (2009), avaliando atletas de jiu-jitsu através do mesmo teste, encontraram uma média de 33,53 cm. Dependendo do posicionamento da luta em que os atletas se encontram, a flexibilidade é bastante solicitada em diversas articulações, sendo que a articulação do quadril é a mais solicitada, pois quando um atleta encontra-se aplicando uma raspagem, ele realiza neste gesto uma flexão de quadril com uma extensão de joelhos simultâneas, provocando assim um encurtamento do reto da coxa em ambas as extremidades (RASCH 1991; KAPANDJI, 1990).

4.3 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

4.3.1 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca é aumentada durante o exercício em virtude de um feedback humoral proveniente dos metabólitos liberados e lançados na circulação pelos músculos ativos que contribuem para a aceleração da frequência cardíaca durante uma atividade física (METTAUER, 2000).

No início e durante o esforço de intensidade baixa a moderada, a frequência cardíaca aumenta por inibição da estimulação parassimpática, em grande parte por meio da ativação do comando central. A frequência cardíaca da atividade vigorosa aumenta por inibição parassimpática adicional e ativação direta nos nervos cardioaceleradores simpáticos. A magnitude da aceleração da frequência cardíaca está relacionada diretamente com a intensidade e a duração da atividade (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

Os sinais nervosos gerados pelo músculo ativo fornecem retroalimentação periférica para a ativação dos centros de controle cardiovasculares no tronco encefálico que iniciam os aumentos e os ajustes na frequência cardíaca e na pressão sanguínea por intermédio da ativação simpática e da supressão parassimpática. Esses órgãos mecanorreceptores musculares, que são sensíveis ao estriamento ou à pressão, incluem sensores de metabólitos musculares chamados de quimiorreceptores e fornecem ao comando central (córtex cerebral) uma avaliação contínua do estado

mecânico e químico do músculo ativo. Aumentos progressivos na intensidade do exercício também aumentam progressivamente a ativação do reflexo pressor do exercício (MITCHELL e RAVEN, 1994).

A frequência cardíaca (FC) é uma das maneiras mais populares de monitoramento da intensidade do exercício, porém sob algumas situações como: estado de hidratação, duração do exercício, altitude, medicamentos e outros a FC pode sofrer alterações (DEL VECCHIO, HIRATA e FRANCHINI, 2011).

No estudo de Franchini, Oliveira e Bezerra (2005) percebeu que a frequência cardíaca aumentou progressivamente, sendo que os valores da frequência cardíaca do oitavo ao décimo minuto eram superiores ao do segundo minuto de combate. Neste mesmo estudo a frequência cardíaca média durante o combate foi de 166 ± 8 bpm (homens, 25 ± 3 anos, faixas pretas com tempo de experiência 6 ± 2 anos), indicando moderada solicitação do sistema cardiovascular, sendo que em outro estudo a frequência cardíaca chegou a 170 ± 6 bpm após uma luta de dez minutos e a 172 ± 10 (homens, 28 ± 4 anos, faixa marrom e preta com tempo de experiência 11 ± 4 anos) bpm após a segunda luta de igual período, com descanso de vinte minutos entre as lutas (ANDREATO e colaboradores, 2015), indicando que a média durante toda a luta é alta. Já Franchini, Takito e Pereira (2003) perceberam que em uma luta de cinco minutos, a frequência cardíaca era menor no primeiro minuto (148 ± 15 bpm) em relação ao terceiro (162 ± 17 bpm), quarto (157 ± 15 bpm) e quinto (166 ± 6 bpm) minutos, sendo que os atletas apresentavam $3,5 \pm 2,1$ anos de prática de jiu-jitsu (homens, $24,5 \pm 5,8$ anos).

No estudo de Andreato e colaboradores (2015) com atletas (28 ± 4 anos) experientes de JJB (11 ± 4 anos de prática, faixa marrom e preta) que realizaram quatro lutas de dez minutos com vinte minutos de intervalo entre as lutas, foi encontrado pré combate um, dois, três e quatro os valores de 73 ± 13 , 100 ± 12 , 100 ± 10 e 100 ± 16 bpm respectivamente, e pós combate um, dois, três e quatro os valores de 169 ± 6 , 172 ± 10 , 162 ± 16 e 164 ± 14 bpm respectivamente. Além disso, as frequências cardíacas medidas durante as lutas simuladas são semelhantes à frequência cardíaca relatada anteriormente em uma simulação de 7 minutos ($n = 12$, $27,1 \pm 2,7$ anos, FC após aquecimento de dez minutos: 122 ± 25 bpm; FC após luta simulada: 165 ± 17 bpm) (ANDREATO e colaboradores, 2012a), sugerindo estresse cardiovascular moderado durante os combates.

Durante o repouso a pele recebe aproximadamente 5% dos 5 l de sangue bombeados pelo coração a cada minuto. Já durante uma atividade física em um ambiente quente e úmido, até 20% do fluxo sanguíneo total são desviados para a superfície corporal com uma única e importante finalidade de dissipar o calor (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016), reduzindo, assim, a quantidade total de água no organismo pela sudorese.

A desidratação reduz o volume plasmático total, aumentando a frequência cardíaca submáxima e reduzindo o débito cardíaco máximo. Além disso, alterações no fluxo sanguíneo devido a perda hídrica podem diminuir a entrega de nutrientes para a musculatura ativa e diminuir a remoção de metabólitos, alterando o metabolismo celular (GONZÁLEZ-ALONSO, CRANDALL e JOHNSON, 2008).

4.3.2 Lactato

Existem três sistemas energéticos básicos nas células musculares que proveem ATP: sistema fosfagênio, glicólise e sistema oxidativo (HOUSH, HOUSH e DEVRIES, 2006; POORTMANS, 1994). O sistema fosfagênio e a primeira fase da glicólise são mecanismos anaeróbios que ocorrem no sarcoplasma de uma célula muscular. A cadeia de transporte de elétrons e o restante do sistema oxidativo são mecanismos aeróbios.

Todos os três sistemas de energia estão ativos em qualquer momento, porém, a magnitude da contribuição de cada um deles para o desempenho total depende principalmente da intensidade da atividade e, de forma secundária, da duração (DUDLEY e MURRAY, 1982; HOUSH, HOUSH e DEVRIES, 2006).

O sistema fosfagênio está ativo no início de todos os exercícios, independente da intensidade, fornecendo ATP principalmente em atividades de alta intensidade e curta duração (GASTIN, 2001; GRASSI, 2005). Consiste na hidrólise do ATP e na quebra de outra molécula fosfatada de alta energia denominada creatina fosfato (CP). Devido ao estoque de CP ser relativamente baixo, o sistema fosfagênio não consegue ser o principal fornecedor de energia para atividades contínuas de longa duração (CERRETELLI, RENNIE e PENDERGAST, 1980), sendo que durante o exercício máximo existe ATP suficiente para realizar cerca de 2 segundos de contração e ATP-PC suficiente para realizar cerca de 5 a 6 segundos de exercícios

de alta intensidade (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

O sistema seguinte para ressíntese de ATP é a glicólise, que é a quebra de carboidratos, tanto o glicogênio armazenado no músculo como a glicose distribuída pelo sangue (BROOKS, FAHEY e BALDWIN, 2005; HOUSH, HOUSH e DEVRIES, 2006). A velocidade de ressíntese de ATP não é tão rápida quanto no sistema fosfagênio, mas a capacidade de produção é superior devido ao suprimento de glicogênio e glicose ser maior.

Como resultado final da glicólise, o piruvato pode prosseguir sendo convertido em lactato ou ser lançado para o interior da mitocôndria. Quando convertido em lactato, a ressíntese de ATP ocorre em uma frequência mais rápida, mas com duração limitada, processo chamado de glicólise anaeróbia (ou glicólise rápida). Na mitocôndria a frequência de ressíntese de ATP é mais lenta.

Em um exercício intenso, a energia para fosforilar o ADP provém principalmente do glicogênio muscular, degradado através da glicólise anaeróbia, o que resulta na formação de ácido láctico (GREENHAFF et al., 1993). Quando o ácido láctico forma-se no músculo, este é dissociado, sendo que o íon H^+ é tamponado e, juntamente com o íon La^- difunde-se rapidamente para o sangue, e a seguir, é transportado a partir do local do metabolismo energético para fibras musculares adjacentes, fígado e coração (CHEETHAM et al., 1986). O lactato é o produto da utilização de glicose como fonte de energia, molécula que irá ser metabolizada mais rápida, reduzindo a capacidade de ressíntese de energia (ARMSTRONG e colaboradores, 1998).

Sabe-se que o acúmulo de H^+ , como resultado da formação do lactato, reduz o pH intracelular, inibe as reações da glicólise e interfere diretamente no acoplamento excitação-contração do músculo, possivelmente pela inibição da ligação do cálcio com a troponina ou pela interferência na reciclagem das pontes cruzadas (FUCHS, REDDY e BRIGGS, 1970; NAKAMURA e SCHWARTZ, 1972).

Estudos relatam que a taxa máxima de produção de lactato para as fibras musculares do Tipo II é de $0,5 \text{ mmol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (MAINWOOD e RENAUD, 1985), sendo a alta taxa de produção de lactato possível reflexo de uma alta concentração ou atividade de enzimas glicolíticas (OPIE e NEWSHOLME, 1967). A fadiga completa pode ocorrer em concentrações sanguíneas entre 20 e 25 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (MAINWOOD e RENAUD, 1985). Entretanto, um estudo registrou concentrações de lactato

sanguíneo maiores que 30 mmol.l^{-1} após múltiplos estágios de exercício dinâmico (HERMANSEN e STENVOLD, 1972).

As concentrações de lactato sanguíneo refletem a sua produção e depuração, que significa um retorno à homeostase, portanto, uma capacidade de recuperação do indivíduo. O lactato pode ser depurado pela oxidação dentro da fibra muscular na qual foi produzido, ser transportado no sangue para outras fibras musculares para ser oxidado (MAZZEO e colaboradores, 1986) ou transportado para o fígado, onde será convertido em glicose.

O acúmulo de lactato sanguíneo é maior em exercício intermitente de alta intensidade do que em exercícios contínuos de menor intensidade (HERMANSEN e STENVOLD, 1972). Atividades como treinamento de força têm uma alta geração de potência e requerem uma taxa rápida de suprimento de energia, quase inteiramente com a energia suprida pelo sistema fosfagênio. Atividades de alta intensidade e curta duração contam com os sistemas energéticos fosfagênio e glicolítico. À medida que a intensidade diminui e a duração aumenta, a ênfase se altera gradualmente para glicólise lenta e sistema energético oxidativo (BROOKS, FAHEY e BALDWIN, 2005).

As reservas celulares de ATP devem ser ressintetizadas continuamente, em um ritmo rápido, para que o exercício extenuante possa continuar além de um curto período. Em um exercício intenso, a energia para fosforilar o ADP provém principalmente do glicogênio muscular, degradado através da glicólise anaeróbia, o que resulta na formação de ácido láctico (GREENHAFF, HULTMAN e HARRIS, 1993). A ativação do sistema glicolítico ocorre quase que instantaneamente no início do exercício. Nos exercícios de alta intensidade, os estoques de glicogênio muscular são quebrados com rapidez com uma taxa respectivamente alta de formação de ácido láctico (MAUGHAN, GLEESON e GREENHAFF, 2000).

O ácido láctico, portanto, deve ser encarado como um produto metabólico, resultante de uma fonte valiosa de energia química (glicólise anaeróbia) que pode ser utilizada durante ambos períodos no exercício intenso. DI PRAMPERO (1981) tem discutido que o acúmulo de lactato dentro do corpo durante um exercício curto é quantitativamente relacionado com o nível de ácido láctico muscular produzido durante o exercício vários minutos após o exercício. Quando essas hipóteses se encontram, o lactato máximo é considerado por fornecer uma medida quantitativa confiável da capacidade láctica.

Pessoas quando submetidas à atividade física em elevadas temperaturas apresentam maiores concentrações de lactato de forma mais precoce quando comparadas a mesma atividade em ambiente frio (MARINS, 1996), apresentando uma relação inversamente proporcional com o desempenho físico, reduzindo a intensidade relativa do exercício (CHEUVRONT e colaboradores, 2010), o $VO_{2\text{máx}}$ (TYKA e colaboradores, 2009), aumentando o estresse cardiovascular (BARROS e colaboradores, 2013), conforme o aumento da temperatura.

No calor a perda hídrica é maior e leva à desidratação. Apesar de haver indicação que existe maior concentração de lactato com a desidratação (ACSM, 2007), a grande maioria dos estudos demonstram que a desidratação não altera (ARMSTRONG, COSTILL e FINK, 1985; BIGARD e colaboradores, 2001; WATSON e colaboradores, 2005; OÖPIK e colaboradores, 1996) ou diminui o lactato pós-exercício (BELOW e colaboradores, 1995). Acredita-se que em muitos casos, a redução na produção de lactato é atribuída a menor intensidade ou duração do exercício com desidratação ao invés de um efeito fisiológico da desidratação sobre a produção, efluxo ou consumo de lactato (SALTIN, 1964). Por outro lado, a redução na produção de lactato pode ocorrer de maneira secundária às reduções nos estoques de glicogênio induzidos pela desidratação e não porque a desidratação afeta o metabolismo de carboidratos.

Alterações bioquímicas apresentam relação com o lactato sanguíneo, que ocorre devido uma redução na captação de oxigênio, percebido principalmente em atividades de alta intensidade (MACIEL, 2011).

O JJB é uma modalidade de alta intensidade (JONES e LEDFOR, 2012; SILVA e colaboradores, 2013; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005), sendo que dois minutos após uma luta os atletas chegam a alcançar uma concentração de lactato de $10,2 \pm 2,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (nível médio em repouso de $2,24 \pm 0,32 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e após dez minutos o nível de concentração fica $9,28 \pm 2,32 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007). Em estudo que objetivou observar a cinética de remoção de lactato sanguíneo, perceberam que os atletas chegam à $14,2 \pm 5,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ após uma luta de sete minutos (PEREIRA e colaboradores, 2011), denotando a predominância da via anaeróbia láctica (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) nos momentos decisivos, corroborando com Coswig, Neves e Del Vecchio (2013) que encontraram um aumento das dosagens de lactato sanguíneo de $1,2 \pm 0,1$ (em jejum

de 12 horas) para $12,3 \pm 0,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ após duas lutas simuladas de dez minutos com intervalo de dez minutos.

Outro estudo de Franchini, Oliveira e Bezerra (2005) percebeu valores similares, sendo que os atletas começaram o combate com valor de lactato basal em $2,1 \pm 0,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, subiu para $9,5 \pm 2,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ um minuto após a luta e apresentava valores de $8,0 \pm 2,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ três minutos após o início da luta. Este estudo levou os pesquisadores a indicar razoável solicitação da via glicolítica, corroborando com Andreato e colaboradores (2013) que encontraram em lutadores de JJB antes de quatro combates $4,4$ ($4,0 - 4,6$) $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (nível de concentração após aquecimento) e depois $10,1$ ($8,0 - 11,3$) $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato.

Já no estudo de Andreato e colaboradores (2015) com atletas experientes de JJB (11 ± 4 anos de prática, faixa marrom e preta) que realizaram quatro lutas de dez minutos com vinte minutos de intervalo entre as lutas, foi encontrado pré combate um, dois, três e quatro os valores de $1,7 \pm 0,5$ (valor de repouso), $4,9 \pm 1,4$, $5,2 \pm 1,5$ e $3,8 \pm 1,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente, e pós combate um, dois, três e quatro os valores de $9,3 \pm 2,5$, $9,9 \pm 2,1$, $7,3 \pm 2,2$ e $7,6 \pm 1,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente, sugerindo uma diminuição na ativação da via glicolítica durante as lutas simuladas. Essa diminuição da atividade glicolítica em lutas sucessivas é plausível, pois o sistema glicolítico tem capacidade limitada de contribuir para o suprimento de energia durante esforços de alta intensidade (GASTIN, 2001).

4.4 TEMPERATURA, ESTRESSE TÉRMICO E JIU-JITSU

4.4.1 Temperatura

O ser humano é homeotérmico e consegue manter sua temperatura interna praticamente constante e isso só acontece devido à ação do sistema nervoso central, que regula a temperatura do corpo ao integrar os impulsos térmicos provenientes de quase todos os tecidos do organismo (BRAZ, 2005). A manutenção da normotermia nos animais homeotermos, como o homem, é feita pela termorregulação.

A termorregulação é considerada o conjunto dos sistemas responsáveis pela regulação da temperatura corporal, tendo como função o equilíbrio entre a produção (termogênese) e a dissipação (termodispersão) do calor central, para manter a temperatura corporal interna em aproximadamente $36,5^{\circ}\text{C}$. O calor metabólico é

gerado pela musculatura, de acordo com a intensidade e a duração da atividade muscular. Aproximadamente 75 a 80% da energia química usada para contração muscular são convertidos em calor. Assim, a função do sistema termorregulatório durante o exercício é a dissipação desse calor, a qual depende da capacidade de transferência do calor central do corpo para a pele (INOUE, KUWAHARA e ARAKI, 2004.).

A regulação da temperatura corporal é feita pela parte anterior do hipotálamo, na área pré-ótica, e envolve intrincados mecanismos de vários sistemas do organismo a partir de transferências químicas e físicas de calor, a saber: controle fisiológico (neurológico) e o comportamental; equilíbrio entre produção e perda de calor; sistema isolador do corpo; regulação térmica da pele; secreção das glândulas sudoríparas; aclimatação; receptores termossensíveis e sensibilidade térmica; sistema vasomotor. Estes mecanismos sofrem influência de: idade, exercícios que podem aumentar a temperatura corporal de 0,5° a 2°C e atividade muscular; hormônios; ambiente (temperatura, iluminação, energia solar, umidade relativa do ar); sexo; emoção; alimentos, líquidos, fumo; sono; doenças; natureza da febre (remitente, intermitente, recorrente ou séptica); medicamentos (antitérmicos, antiinflamatórios e antiinfeciosos principalmente); postura corporal, pois as temperaturas esofageana, sublingual e retal são mais elevadas com o indivíduo de pé e mais baixas com a posição supina; "stress" e ritmo circadiano individual (LAGANÁ, FARO e ARAÚJO, 1992).

4.4.2 Estresse térmico

A temperatura corporal se eleva quando a produção de calor no corpo é maior e mais rápida que a sua dissipação, resultando em um acúmulo de calor, o inverso ocorre quando a perda de calor é maior que a produção de calor, resultando na diminuição da temperatura corporal. O controle da temperatura interna apesar de ser central, sofre influência de órgãos periféricos como a pele e de fatores externos como a temperatura do ar, umidade relativa do ar, nível de condicionamento físico e exercício físico (MORA-RODRIGUEZ, 2012).

A temperatura central média normal, em geral, é considerada entre 36,5 e 37°C, quando medida por via oral e, aproximadamente, 0,6°C mais alta, quando

medida por via retal (GUYTON e HALL, 2011). O exercício físico eleva a temperatura corporal e quando o calor é excessivo, a temperatura pode variar entre 38,3 a 40°C (GUYTON e HALL, 2011).

A hipertermia, estado em que a temperatura interna ultrapassa os 38,5°C (PÉRIARD e colaboradores, 2014), é um dos fatores que contribuem para a antecipação da fadiga (WALTERS e colaboradores, 2000; NYBO, 2010), podendo ser potencializado quando realizado em ambientes quentes (MARINO, LAMBERT e NOAKES, 2005).

Um estudo realizado por Fuller, Carter e Mitchell (1998) com ratos demonstraram que, independente dos valores iniciais da temperatura central, os ratos interromperam o exercício com valores próximos a 40°C, podendo este ser um valor de temperatura crítica para continuidade da atividade.

Visando um equilíbrio térmico, o corpo humano vive em constante troca de calor com o ambiente, seja para o ganho ou para a dissipação de calor (MELO-MARINS e colaboradores, 2017; KENNY e colaboradores, 2018). O estresse térmico é função de seis fatores independentes: produção de calor metabólico, radiação térmica, temperatura e umidade do ar, movimentação do ar sobre a superfície do corpo e vestimenta (BROTHERHOOD, 2008).

A produção de calor pelo organismo durante atividade física, que refere-se à taxa de energia livre liberada do catabolismo de carboidratos, gorduras e aminoácidos para reabastecer o trifosfato de adenosina (ATP) para atividades celulares, como biossíntese, transporte e contrações musculares (AKERMAN e colaboradores, 2016), apresenta uma relação direta com a intensidade, porém o mecanismo de dissipação de calor modifica de acordo com a temperatura.

Os ambientes podem ser classificados em frio, neutro e quente. Os ambientes considerados frios são caracterizados por condições que levam ao estresse pelo frio, possuem temperaturas abaixo de 20,9°C, seres humanos quando não aclimatados possuem maiores chances de hipotermia ($T_{\text{interna}} < 35^{\circ}\text{C}$), aumentam o grau de agitação das moléculas, além de reduzir a concentração e conseqüentemente a probabilidade de erros (GRANDJEAN e KROEMER, 1997; WYON, 2001).

Os ambientes termoneutros promovem aos indivíduos em repouso a manutenção da temperatura interna com baixa requisição dos mecanismos

termorregulatórios, com temperaturas ambientes variando de 21°C a 24°C e entre 50 e 75% de umidade relativa do ar (HAYMES e WELLS, 1986). Os ambientes quentes oferecem condições que levam ao estresse pelo calor e possuem temperatura ambiente acima de 24°C.

Vale ressaltar que a sensação e resposta a cada ambiente é individual variando de pessoa a pessoa (HAYME e WELLS, 1986; DE CASTRO PINTO e RODRIGUES, 2001; CHARLOT, FAURE e ANTOINE-JONVILLE, 2017).

A termorregulação ocorre devido ao corpo contar com vários mecanismos de dissipação de calor para o ambiente (COSTA e colaboradores, 2012). Dentre os mecanismos de manutenção da temperatura corporal temos a condução, a convecção, a evaporação e a radiação (MELO-MARINS e colaboradores, 2017), responsáveis por levar o sangue resfriado da pele para o músculo em trabalho (RICHMOND e colaboradores, 2015).

O calor conduzido entre os tecidos e órgãos internos até a superfície da pele para resfriamento é um exemplo de condução (Neves & Reis, 2014; Ribeiro, 2018). Sendo necessários o contato físico entre dois corpos, a energia é transmitida das moléculas de maior temperatura e grau de agitação para as de menor temperatura e grau de agitação (GARCIA e colaboradores, 2017). A troca de calor por condução envolve a transferência direta do calor de uma molécula para outra através de um líquido, sólido ou gás (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Em torno de 3% de calor é perdido por condução direta a partir da superfície corporal para objetos sólidos, mas uma parte considerável, aproximadamente 15%, é pedida pela condução para o ar (GUYTON e HALL, 2011).

A convecção ocorre quando a superfície da pele transfere calor para o ar circundante (GARCIA e colaboradores, 2017). Convecção é a remoção do calor do corpo pela convecção de correntes aéreas, onde o calor primeiramente é conduzido para o ar e depois removido pela convecção das correntes de ar. Aproximadamente a perda total de calor ocorre pela condução para o ar e depois, pela convecção do ar para longe do corpo (GUYTON e HALL, 2011).

A evaporação é o fenômeno no qual átomos ou moléculas no estado líquido ganham energia suficiente para passar ao estado gasoso. Acima de 33°C de temperatura ambiente, a evaporação do suor é a única forma de eliminação de calor capaz de garantir a estabilidade da temperatura da pele, permitindo a estabilização

da temperatura interna (GUYTON, 1976). A superfície do corpo contém cerca de 2 a 4 milhões de glândulas sudoríparas. Durante o estresse induzido pelo calor, essas glândulas écrinas – controladas por fibras nervosas simpáticas colinérgicas – secretam solução salina hipotônica (0,2 a 0,4% de NaCl). A evaporação do suor da pele exerce um efeito de resfriamento (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Quanto maior a taxa de evaporação do suor, mais o corpo é resfriado. Dois fatores determinam a taxa de evaporação do suor: a umidade relativa do ar e a ventilação (MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007).

A perda de calor por meio da radiação se dá na forma de raios de calor infravermelhos, tipo de onda eletromagnéticas (GUYTON e HALL, 2011). A radiação é definida como forma de emissão de energia por onda ou partículas que se dá na forma de raios infravermelhos (GARCIA e colaboradores, 2017). As ondas infravermelhas são a principal fonte de radiação durante exposição ao meio ambiente. A incidência da radiação determina se o corpo ganhará ou não energia térmica. O corpo humano irradia os raios de calor em todas as direções. Os raios de calor também são irradiados pelas paredes e por outros objetos na sala, na direção do corpo. Se a temperatura do corpo é maior do que a temperatura do ambiente, maior quantidade de calor é irradiado pelo corpo do que a que é irradiada para o corpo (GUYTON e HALL, 2011).

Em ambientes frios, predomina a perda de calor por meio da convecção e radiação. Já em ambientes termoneutro e quente, a perda de calor acontece predominantemente pela evaporação (NIELSEN, 1938). Quando exposto a ambientes quentes (temperatura $\geq 24,0^{\circ}\text{C}$), a diferença entre a temperatura da pele e a do ar é reduzida, com isso a dissipação de calor por convecção e irradiação é prejudicada, com o corpo passando a ganhar calor do ambiente (MOYEN e colaboradores, 2014). Além da temperatura, a umidade relativa do ar (URA) é outro fator ambiental determinante na perda de calor, isso porque o resfriamento corporal é prejudicado devido à capacidade reduzida de dissipação do calor pela evaporação do suor (MELO-MARINS e colaboradores, 2017).

Quanto menor a URA, maior a taxa evaporativa do suor. A capacidade do ar de conter mais vapor do que já contém tende a ser nula quanto mais a URA se aproxima de 100%, reduzindo ao mínimo a taxa de evaporação do suor e levando ao máximo o desconforto término no caso de a temperatura ambiente se aproximar ou

superar a do corpo humano (MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007).

Os receptores para calor têm descargas de impulsos a temperaturas entre 45°-50°C e são inervados por fibras desmielinizadas C (GAYTON, 1996). Em relação ao calor, a primeira defesa autonômica é a vasodilatação cutânea. Já a sudorese, mediada por inervação colinérgica pós-ganglionar nas terminações glandulares, é considerada a mais importante. Em situação máxima, o adulto produz mais de 0,5 L/h de suor, principalmente o atleta bem treinado (BRAZ, 2005).

Cada grama de suor que se evapora absorve 584 calorias. Conseqüentemente, a sudorese pode dissipar facilmente o calor especialmente se o ambiente estiver seco. 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 sistema de dissipação de calor tem como principal objetivo evitar o superaquecimento produzido no organismo por órgãos profundos e nos músculos durante o exercício. Esse calor quando produzido é transferido dos órgãos internos e dos músculos para a pele, onde será dissipado no ambiente. A dissipação de calor é determinada pela velocidade de condução do calor das regiões profundas até a pele e da velocidade de transferência entre a pele e o ambiente. Essa dissipação é crucial durante atividades físicas em ambientes quentes (GUYTON e HALL, 2011; MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

Dentro do corpo humano o sangue proveniente dos órgãos internos, necessitando ser resfriado para que possa manter a temperatura interna próxima a níveis normais se expande fluindo para a superfície corporal, a parte que antes estava aquecida é resfriada na pele devido a remoção do calor por convecção, sendo necessário para isso que a pele apresente menor temperatura que o sangue. Em seguida o sangue retorna mais frio e denso perfundindo a região hipotalâmica anterior pré-óptica, região que contém um grande número de neurônios sensíveis ao calor e ao frio, em seguida sendo utilizado para a irrigação de órgãos e sistemas mais profundos como o músculo (GUYTON e HALL, 2011).

Quando os mecanismos de dissipação de calor não são suficientes, ocorre o estresse térmico. O estresse térmico é resultado de fatores exógenos como o frio ou

calor excessivo, levando a diversas reações do organismo como alerta ou adaptação podendo durar dias ou até meses. É definido como situação que exige do organismo um esforço significativo para manutenção da temperatura interna (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Estudos mostram que humanos quando submetidos a essas condições apresentam dificuldade na realização de atividades (NIELSEN e NYBO 2003; TUCKER e NOAKES, 2009), reduzindo o tempo de trabalho (CHEUNG e SLEIVER 2004; FLOURIS e SCHLADER, 2015), além de antecipar a fadiga (LORENZO e colaboradores, 2010).

4.4.3 Estresse térmico e jiu-jitsu brasileiro

A atividade física induz a um aumento significativo na temperatura corporal (interna e superficial), o que acarreta um aumento da circulação e excreção de suor que é constituído por água e eletrólitos, e caso não haja reposição de líquidos e eletrólitos após o exercício, ocorrerá desidratação fazendo com que o organismo apresente um risco maior de perda de força, câimbras e hipertermia, com prejuízo no desempenho (SAWKA, 2007).

Em lutadores, a demanda hídrica durante treinamentos pode ser superior às demais modalidades desportivas, uma vez que neste tipo de modalidade, a vestimenta utilizada pelos atletas muitas vezes dificulta a evaporação do suor (BRITO e MARINS, 2005).

Além disso, os uniformes utilizados em muitas das modalidades de luta contribuem para o acúmulo de calor corporal, o que resulta no aumento da temperatura corpórea. Neste sentido merecem atenção especial os lutadores de JJB, pois a vestimenta (quimonos) utilizada nesta modalidade impõe elevado estresse térmico aos atletas. Os quimonos desta modalidade são feitos de algodão trançado. Para adultos o uniforme pesa em média três quilos, isto quando estão secos, à medida que o atleta se desidrata durante um treinamento os uniformes tendem a pesar cada vez mais.

Adicionado ao estresse térmico imposto pela vestimenta, o ambiente também contribui para o aumento das necessidades de reposição hídrica durante os treinamentos de lutas. Os locais de treinamentos são fechados e muitos não dispõem de equipamento de refrigeração, fazendo com que a troca de calor corporal durante o treino seja dificultada (BRITO e MARINS, 2005) alterando a respostas fisiológicas

como a frequência cardíaca e o acúmulo de lactato (LORENZO e colaboradores, 2010).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Res. 466/2012) envolvendo pesquisas com seres humanos sendo parte do projeto de Pesquisa **“Análise dos parâmetros de hidratação, termorregulação, hemodinâmicos e metabólicos de praticantes de atividade física sob estresse térmico elevado”** que foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal do Maranhão e aprovado sob protocolo nº1.548.709 e CAEE 51908115.6.0000.5087 em 17/05/2016. Todos os participantes foram previamente esclarecidos quanto aos procedimentos aos quais seriam submetidos durante o estudo e solicitados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), em presença do pesquisador principal.

Foram expostos os possíveis riscos e benefícios da pesquisa, deixando claro que todos teriam o livre arbítrio de participar ou não da pesquisa, ou em abandonar a mesma em qualquer momento.

5.2 TIPO DE PESQUISA

O estudo caracteriza-se como observacional, transversal descritivo (THOMAS, NELSON e STEPHEN, 2009). Foi empregado o método indutivo que segundo Pereira (1998) é um método que se baseia na experiência a fim de interpretar e chegar a uma conclusão.

5.3 AMOSTRA

A amostra foi composta por 12 atletas do sexo masculino (11 faixa preta e 01 faixa marrom) que competem a nível regional, nacional e internacional, residentes em São Luís, Maranhão. Os sujeitos foram escolhidos por conveniência e formalizaram sua participação nesta pesquisa mediante seu consentimento, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os critérios de inclusão dos voluntários foram: indivíduos do sexo masculino, praticantes de jiu-jitsu brasileiro a pelo menos seis anos, graduados faixa marrom ou preta, treinassem no mínimo três vezes por semana, participassem regularmente de competições oficiais, com idade entre 18 e 35 anos, que não possuíssem limitações físicas para a prática de qualquer exercício físico, bem como problemas autorrelatados de saúde que pudessem interferir nas análises que foram realizadas.

5.3.1 Características da amostra

Os dados apresentados na tabela 1 são referentes às características dos 12 atletas participantes da pesquisa.

Tabela 1- Valores médios, desvio padrão, valores mínimos e máximos da amostra.

	Média ± DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	28,0 ± 3,0	24,0	33,0
Tempo de prática (anos)	12,9 ± 3,5	9,0	20,0
Massa corporal pré (kg)	84,4 ± 10,2	64,5	111,0
Estatura (cm)	173,2 ± 5,7	165,0	183,0
IMC (kg/m²)	27,6 ± 3,7	22,4	37,5
ASC (m²)	1,9 ± 0,1	1,7	2,2
% Massa gorda	13,5 ± 4,9	7,9	27,4

Legenda: DP: desvio padrão, IMC: índice de massa corporal, ASC: área de superfície corporal.

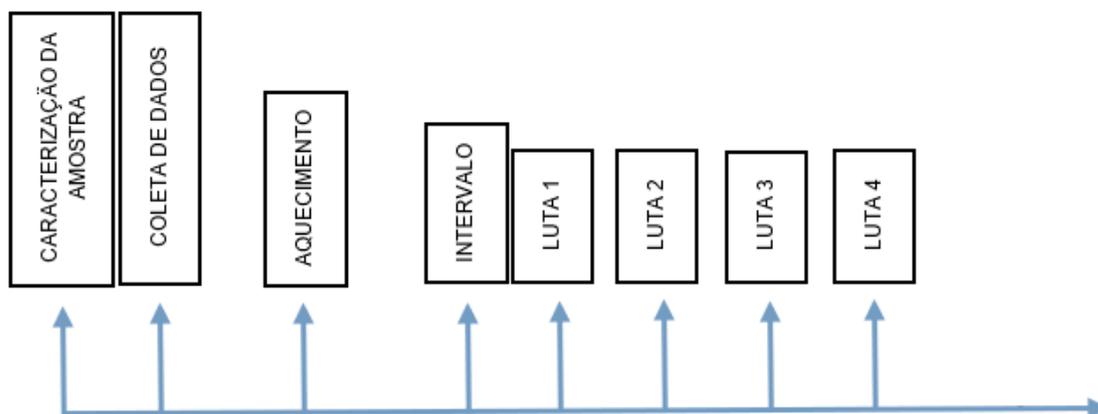
5.4 DESENHO DO ESTUDO

O procedimento iniciou às 19:00 com a coleta de urina para verificação do estado de hidratação dos atletas. Se, de acordo com a escala de GEU (anexo A), estivessem desidratados, passariam a ingerir água (300 ml) a cada 30 minutos. Seguindo para a caracterização da amostra (idade, estatura, peso e bioimpedância) somente depois que estivessem hidratados.

O local onde aconteceu as lutas simuladas era *indoor* e com amplas janelas que favorecerem a entrada e circulação de ar no ambiente.

Após a caracterização, eram coletados os valores da temperatura interna, temperatura da pele, frequência cardíaca, lactato e força de preensão manual, que serviram como dados da pré-luta 1, basal. Seguiu-se com aquecimento não padronizado de quinze minutos, um intervalo de cinco minutos de repouso e iniciou-se com as lutas simuladas. As lutas foram organizadas por proximidade de peso e de equipes diferentes. As duplas permaneceram durante todas as lutas. Cada luta teve um tempo de dez minutos de duração, com dez minutos de intervalo entre as lutas. Imediatamente após o término de cada luta eram coletadas a temperatura interna, temperatura da pele, frequência cardíaca, lactado e força de preensão manual. A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram coletadas a cada trinta minutos.

Figura 1- Desenho de estudo experimental



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019. Caracterização da amostra (idade, estatura, GEU, peso e bioimpedância) e coleta de dados (temperatura interna, temperatura da pele, frequência cardíaca, lactado e força de prensão manual) foram realizadas após cinco minutos de repouso. Logo após, um aquecimento de quinze minutos seguido por cinco minutos de descanso e iniciou-se as lutas que tinham dez minutos de duração com dez minutos de intervalo. No intervalo entre as lutas, imediatamente após, foram realizadas coletas de dados (temperatura interna, temperatura da pele, frequência cardíaca, lactado e força de prensão manual). Ocorreu uma última coleta quinze minutos após a quarta luta.

5.5 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

5.5.1 Composição corporal

Para a análise da composição corporal foram registrados a massa corporal, estatura, índice de massa corporal, bioimpedância e área de superfície corporal. A massa corporal foi mensurada utilizando uma balança digital (Welmy, modelo W300, Brasil) com precisão de 0,02 gramas e capacidade de 150 kg.

A estatura foi mensurada por meio de um estadiometro portátil (acoplado a balança) com escala de medida em 0,1 cm, com o voluntário orientado a manter-se em posição ortostática com a face voltada para frente, membros superiores ao longo do corpo e mãos em posição supina (voltadas para frente) com os dedos estendidos, apontando para baixo, com os pés paralelos, próximos um do outro e com os dedos apontados para frente, estando em posição anatômica adequada (plano de Frankfurt). Além disso, foi realizada o cálculo do índice de massa corporal (IMC), pela fórmula peso (kg)/altura(m²) (CHARRO e colaboradores, 2010).

A partir dos dados de peso e estatura corporal, a área de superfície corporal (ASC) dos voluntários foi calculada utilizando a equação de (DU BOIS e DU BOIS, 1989).

$$ASC (m^2) = (0,007184 \times (Altura_{(cm)}^{0,725}) \times (Peso_{(kg)})^{0,425}$$

Equação 1- Cálculo da área de superfície corporal

5.5.2 Bioimpedância

Análise de bioimpedância é um método seguro, prático e não invasivo para mensurar a resposta elétrica de baixa corrente que passa pelo organismo vivo. Usado para monitorar parâmetros biológicos, particularmente para avaliar nível de hidratação, nutricional e prognóstico de doenças crônicas (LUKASKI e PICCOLI, 2012). Os dados obtidos por meio de bioimpedância, como resistência (R) é inversamente ao volume de fluido, reactância (Xc) que mensura a integridade da membrana celular e função, e o ângulo de fase (PA) que é um indicador global de saúde e nutrição (LUKASKI e PICCOLI, 2012), foram utilizados para saber a composição corporal.

Para a obtenção dos dados os voluntários ficaram em decúbito dorsal e os eletrodos foram colocados em seu membro superior esquerdo e membro inferior

esquerdo por meio de adesivos que ficarão em contato com a pele. O modelo utilizado foi o BIODYNAMICS MODELO 450 (Seattle, Washington, USA).

Durante o funcionamento trabalha com uma corrente elétrica de baixa intensidade (800 A) e frequência fixa (50 kHz) pelo corpo do indivíduo. Tem precisão de: 0,1% na Resistência, 0,2% na Reactância e 0,2% no Ângulo de Fase.

5.5.3 Coleta da temperatura

5.5.3.1 Temperatura da pele

A T_{pele} foi mensurada por meio de um termômetro infravermelho (FLUKE, 566) com mira LASER, a uma distância de 20 cm, regulada por uma régua anexada ao termômetro. Os locais de medida da T_{pele} foram: T_{topo} (ponto central da cabeça), T_{testa} (3cm acima da sobrancelha, porção lateral) e T_{queixo} (parte central) serviram pra tirar a média da temperatura da pele; T_{peito} (3cm ao lado do mamilo), $T_{braço}$ (na porção medial do braço, parte lateral) e T_{coxa} (região anterior da coxa, porção medial) serviram pra tirar a temperatura média da cabeça, sendo que todas as medidas foram padronizadas, marcadas por um pincel para quadro branco (PILOT 2 mm) e coletadas ao lado direito do avaliado. As mensurações ocorreram dois minutos antes do início das lutas simuladas e imediatamente após o término de cada luta.

O cálculo da temperatura média da cabeça foi realizado a partir da equação de Nybo, Secher e Nielsen (2002), e a temperatura média do topo da cabeça foi calculada através da equação de (ROBERTS e colaboradores, 1977).

$$T_{cabeça} = (T_{testa} + T_{topo} + T_{queixo}) / 3$$

Equação 2- Cálculo da temperatura média da cabeça.

$$T_{pele} = (T_{peito} \times 0,43) + (T_{braço} \times 0,25) + (T_{coxa} \times 0,32).$$

Equação 3- Cálculo da temperatura média da pele.

5.5.3.2 Temperatura interna

A temperatura corporal interna foi monitorada durante todo o experimento através do sistema telemétrico (CorTemp® HQ Inc, Florida, USA). Que são pílulas que transmitem ondas de rádio de baixa frequência que varia em comprimento de onda dependendo da temperatura. Esta onda de rádio é recebida e convertida em formato digital por um gravador de dados (CorTemp® HQ Inc, Florida, USA). Cada pílula foi devidamente calibrada antes da ingestão (procedimento em que a cápsula é acionada e aproximada do leitor de temperatura CorTemp sem fio que converte o sinal em formato digital automaticamente) e é certificada pelo fabricante. As cápsulas possuem 10,9 mm e transmitem ondas de rádio de baixa frequência variando o comprimento de onda dependendo da temperatura (BATCHELDER e colaboradores, 2010; FERNANDES e colaboradores, 2012).

Todos os procedimentos seguiram as recomendações proposta por Byrne e Lim (2007) que ainda destacam a validade deste tipo de equipamento para o registro da temperatura corporal interna. O sensor CorTemp tem precisão de $\pm 0,1$ ° C, é aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) e registrado como um dispositivo de uso único.

Devido à sensibilidade da cápsula e a variações de temperatura no trato gastrointestinal as cápsulas foram entregues um dia antes das lutas simuladas, além disso, os voluntários foram instruídos a ingerir a cápsula após o almoço, por volta das 12:00, para que desce tempo da cápsula chegar ao trato intestinal (tempo aproximado de 7 e 8 horas) antes do início das lutas simuladas.

5.5.4 Coleta de amostras biológicas de sangue

As amostras sanguíneas foram coletadas por meio de punção na polpa digital dos sujeitos após ser realizada limpeza do local com álcool etílico a 70%, utilizando-se um lancetador com regulagem e microlancetas descartáveis. Foi coletado uma gota de sangue que foi colocada no centro da zona de teste da fita reativa para análise da concentração de lactato. O analisador de lactato portátil e utiliza química seca na análise do lactato contido no sangue com Accutrend Plus Roche. Avalia concentração de lactato no intervalo de 0,8-21,7 mmol·L⁻¹ (valor sanguíneo); 0,7-26 mmol·L⁻¹ (valor plasmático). Funciona com máxima precisão em ambientes com a umidade relativa entre 10-85% e temperatura entre 15-35° C. Fornecendo os valores com tempo médio de 60 segundos.

5.5.5 Frequência cardíaca

A FC dos lutadores foi registrada durante as lutas simuladas com o sistema Team Pod@ Heart Monitor (Firstbeat, Finlândia), que funciona pela interação do sensor, colocado junto ao peito do atleta, antes do início dos treinos e competições ajustados com o auxílio de uma tira elástica, e receptor de telemetria em tempo real conectado diretamente ao software Firstbeat SPORTS Individual®. O aparelho permite o registro da FC durante uma atividade sem a utilização de um monitor de pulso, por oferecer risco à integridade do atleta e de seus companheiros.

A FC começou a ser registrada quinze segundos após o contato com a pele sendo necessário um comando no software para que os dados de FC sejam gravados. Os transmissores foram retirados logo após o final das lutas simuladas, higienizados e tão logo quanto possível os dados transferidos para o computador.

Os transmissores registram a FC durante toda atividade sem interrupções. Encerrando essa medição dez segundos após perderem o contato com a pele, porém a gravação dos dados só se encerrava com o comando realizado no software. A FC de todos os atletas foi monitorada ao mesmo tempo durante as lutas simuladas, considerando como leitura válida as que apresentassem no mínimo 85% de leitura de cada sessão considerando assim uma margem de erro.

5.5.6 Avaliação do estado de hidratação

A desidratação dos participantes foi mensurada por meio do percentual de desidratação e perda corporal, taxa de sudorese total e quantidade de água ingerida. Todos os voluntários foram pesados antes e após as lutas apenas de trajes mínimos, sunga ou shorts. Entre os intervalos de descanso de dez minutos, os participantes puderam hidratar-se *ad libitum*.

Para determinar o % de desidratação foi utilizado a equação utilizada por (MOTTA e QUINTÃO, 2016).

$$\% \text{desidratação: } (\text{peso inicial} - \text{peso final}) * 100 / \text{peso final}$$

Equação 4- Cálculo da taxa do percentual de desidratação.

O % de perda corporal foi calculado pela diferença entre a massa corporal antes e após as lutas simuladas, sendo essa diferença corrigida pela quantidade de água consumida.

$$\% \text{perda de peso: } (\Delta - \text{água consumida} / \text{peso inicial}) * 100$$

Equação 5- Equação para cálculo da taxa do percentual de perda de peso.

A taxa de sudorese total foi calculada pela diferença na massa corporal, relativizada pela área de superfície corporal e dividida pelo tempo do exercício. Os voluntários foram devidamente secos com papéis toalha e a sudorese foi corrigida pela ingestão de água ocorrida durante as lutas.

$$\% \text{perda de peso: } (\Delta - \text{água consumida}) / (\text{ASC} / \text{TM})$$

Equação 6- Cálculo da taxa de sudorese total.

Legenda: ASC – área de superfície corporal, TM – tempo em minutos.

5.5.7 Variáveis ambientais

A temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram monitorados pelo psicrômetro Extech HT30 Heat Stress WBGT Meter, modelo Model HT30 (FLIR Comercial Systems Inc, Nashua, NH).

A temperatura ambiente foi mensurada com acurácia de $\pm 1^\circ\text{C}$ e a URA com acurácia de $\pm 3\%$ a cada 30 minutos. Todas as avaliações seguiram as recomendações do fabricante para assegurar a confiabilidade das medidas.

5.5.8 Preensão Manual

Para avaliação a preensão manual foi usado o dinamômetro Jamar hidráulico (SAMMONS PRESTON, INC. Bollingbrook, IL). Sua avaliação é feita através de 2 escalas – quilograma força (Máximo de 90 Kg) ou Pound force (Máximo de 200 *pounds*). Em estrutura metálica de fácil manuseio e formato anatômico. Pegador com ajuste fácil em 5 posições para acomodar qualquer tamanho de mãos durante a avaliação.

O instrumento possui duas alças paralelas, uma fixa e outra móvel que pode ser ajustada de acordo com o tamanho da mão em cinco posições diferentes. Contém um sistema hidráulico fechado que mede a quantidade de força produzida por uma contração isométrica aplicada sobre as alças e a força de preensão da mão é registrada em quilogramas ou libras.

Foi utilizada a média de três medidas (MATHIOWETZ e colaboradores, 1984) com intervalos de descanso de 15 segundos entre elas (TROSSMAN e LI, 1989). Sendo que os voluntários fizeram a coleta da preensão manual em pé, com os braços em 90 graus e antes de iniciar as lutas (repouso) e imediatamente após o término de cada luta.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados estão apresentados em forma de média, desvio padrão da média, valores mínimos e máximos. A normalidade dos dados foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade (variância) pelo teste de Brown-Forsythe. Comparações das medidas antes e durante o protocolo de lutas simuladas foram feitas por meio do teste ANOVA one-way com medidas repetidas e post hoc de Student-Newman-Keuls Method, quando necessário. Para todos os testes foi utilizado o nível de significância estatística valor de $P < 0,05$. Todas as análises foram realizadas no Software Sigma Plot 11.0.

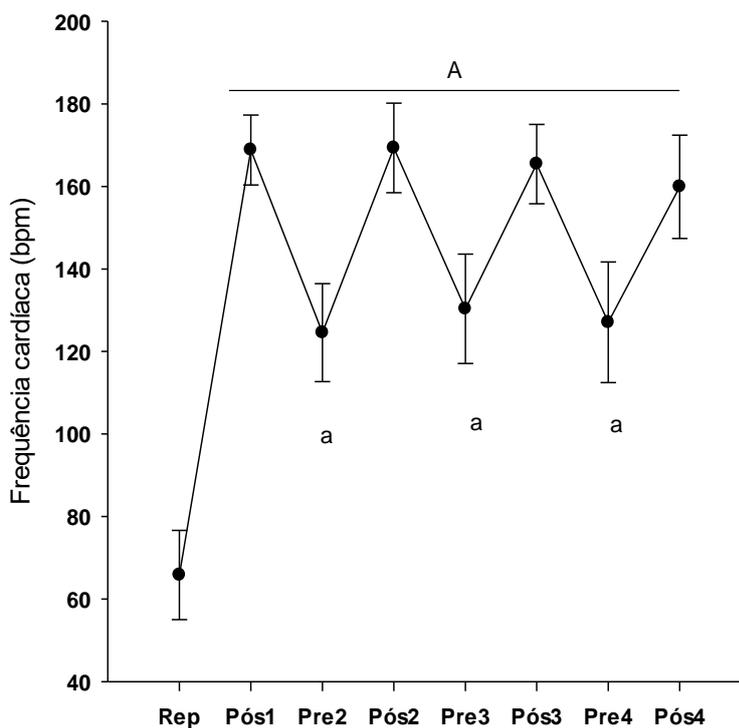
7 RESULTADOS

7.1 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E FÍSICA

7.1.1 Frequência cardíaca

Os participantes completaram a primeira, segunda, terceira e quarta luta simulada com frequência cardíaca (FC) de 169 ± 8 , 169 ± 11 , 166 ± 10 e 160 ± 13 bpm respectivamente. O gráfico 1 mostra que os dados da FC pós luta nos quatro momentos foram significativamente diferentes da FC cardíaca basal, pré luta 1 (primeiro ponto à esquerda no gráfico), com $P < 0,001$. Os dados da FC pré luta 2, 3 e 4 foram significativamente diferentes da FC cardíaca basal ($P < 0,001$). Todos os momentos pré e pós das lutas simuladas foram significativamente diferentes ($P < 0,001$).

Gráfico 1- Frequência cardíaca ao longo do protocolo

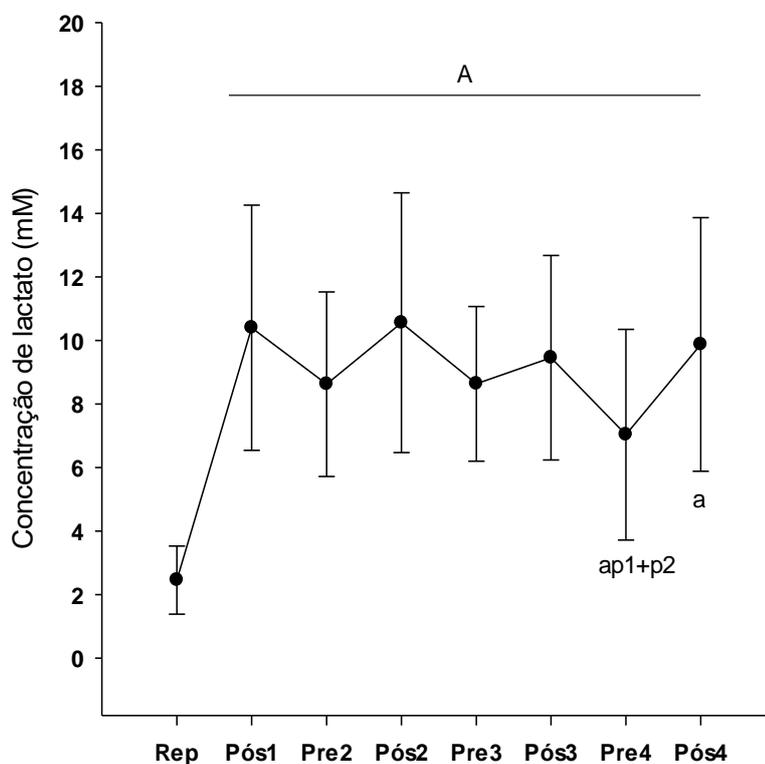


A linha 'A' representa todos os pontos de valores pós-luta que são significativamente diferentes dos pontos 'a' ($P < 0,001$) e repouso (primeiro ponto à esquerda).

7.1.2 Lactato

Os participantes completaram a primeira, segunda, terceira e quarta luta simulada com nível de lactato $10,4 \pm 3,9$, $10,6 \pm 4,1$, $9,5 \pm 3,2$ e $9,9 \pm 4,0$ mmol·L⁻¹ respectivamente. O gráfico 2 apresenta os dados do lactato e que todos os momentos pós luta foram significativamente diferentes ($P < 0,001$) do momento basal, pré luta 1 (primeiro ponto à esquerda). Os dados pré luta 2, 3 e 4, como os dados pós luta 1, 2, 3 e 4 foram significativamente diferentes do momento basal ($P < 0,001$). O único momento pré e pós luta significativamente diferente ($P < 0,04$) foi a luta 4.

Gráfico 2- Lactato ao longo do protocolo

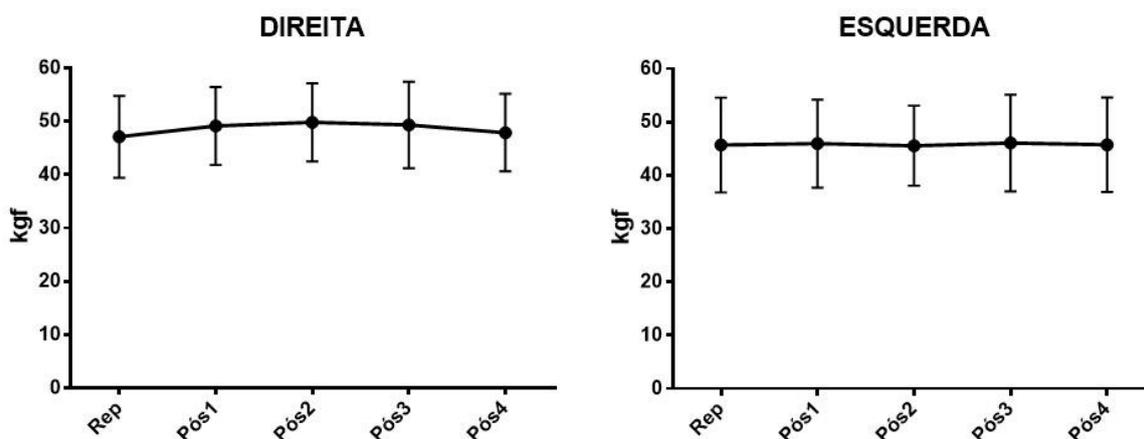


A linha 'A' representa que todos os pontos de valores pós-luta são significativamente diferentes do ponto 'a' e repouso (primeiro ponto à esquerda) ($P < 0,001$). Sendo que o ponto 'ap1+ap2' é significativamente diferente dos valores de repouso ($P < 0,001$), pós-luta 1 ($P = 0,007$), pós-luta 2 ($P = 0,040$) e pós-luta 4 ($P = 0,040$).

7.1.3 Preensão manual

Não foram encontradas diferenças significativas durante as lutas simuladas na preensão manual da mão direita ($P = 0,89$), da mão esquerda ($P > 0,99$) e na comparação entre as mãos ($F = 0,1113$; $P = 0,97$). O gráfico 6 apresenta os valores da preensão manual em quilograma-força (kgf) da mão direita e esquerda.

Gráfico 3 – Valores de preensão manual da mão direita e esquerda



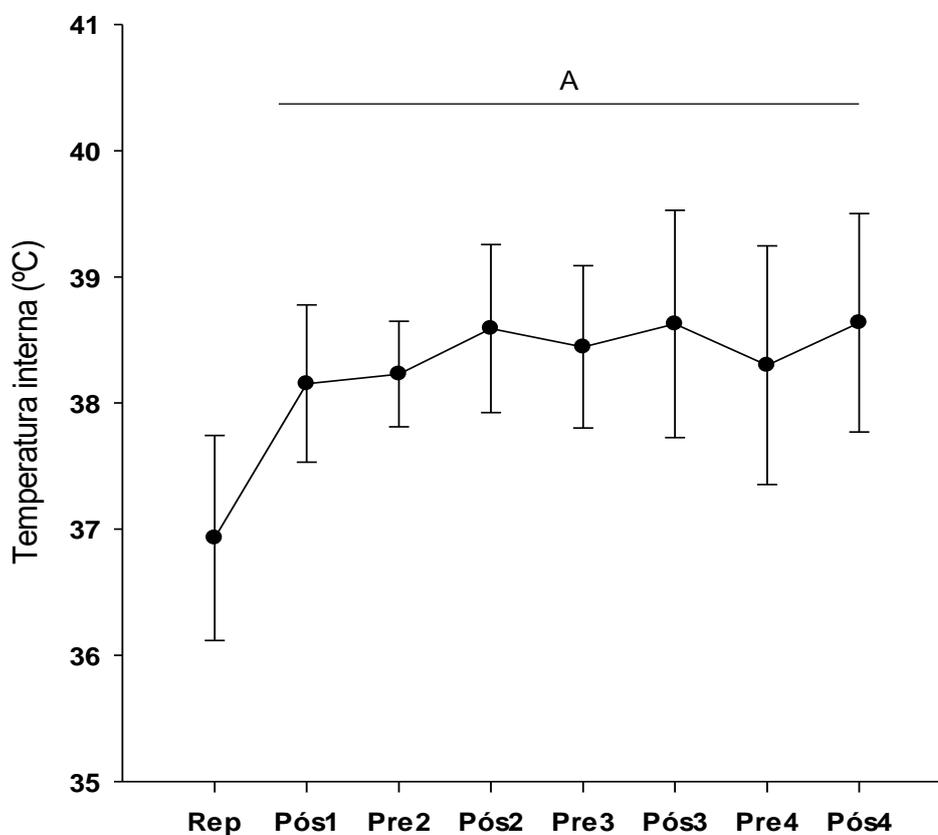
Não foi encontrada diferença significativa entre os momentos.

7.2 VARIÁVEIS TERMORREGULATÓRIAS

7.2.1 Temperatura interna

A temperatura interna não aumentou significativamente na primeira luta (de $36,9 \pm 0,8$ para $38,1 \pm 0,6$ °C), apresentando em seguida um comportamento estável até o final da quarta luta. Conforme apresentado pelo gráfico 3, todos os momentos pré e pós luta foram significativamente diferentes ($P < 0,001$) do momento basal, pré luta 1 (primeiro ponto à esquerda no gráfico).

Gráfico 4- Temperatura interna ao longo do protocolo

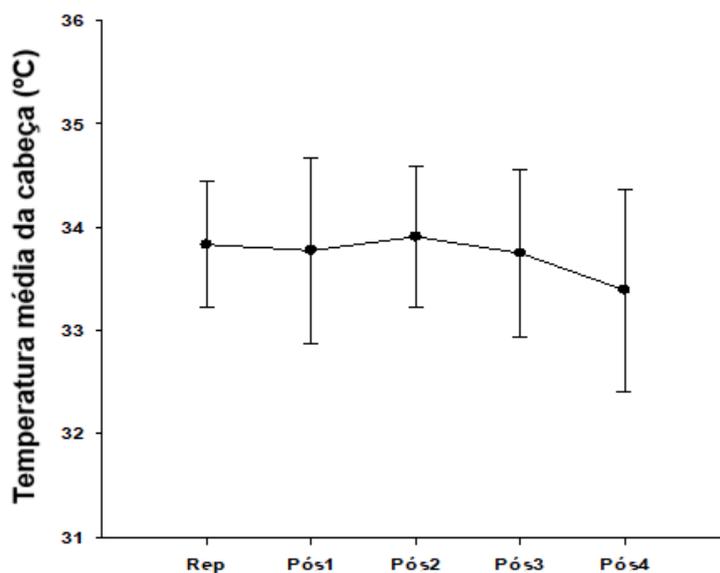


A linha 'A' significa que todos os pontos são significativamente diferentes do repouso (primeiro ponto à esquerda) ($P < 0,001$).

7.2.2 Temperatura média da cabeça e temperatura média da pele

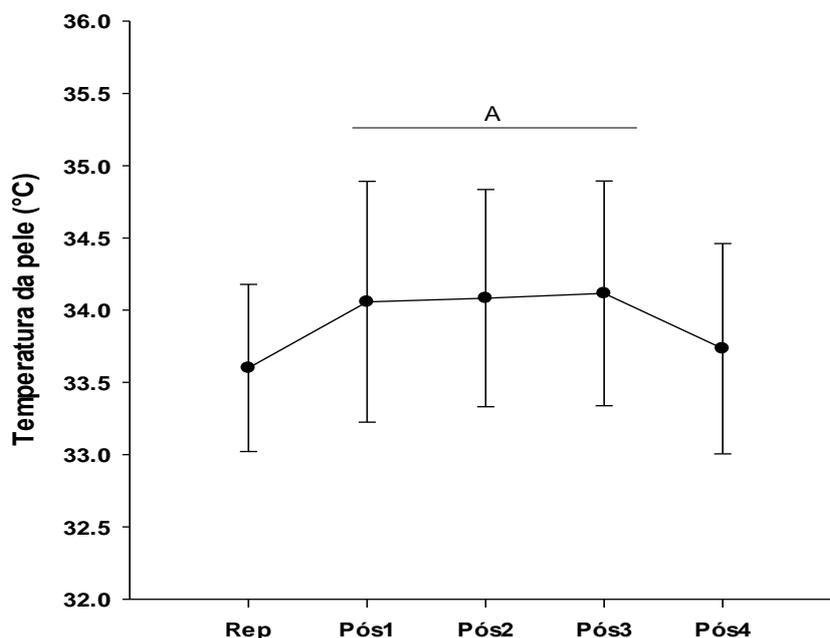
Não foi encontrada diferença significativa na temperatura média da cabeça ($34 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), que ficou estável durante todas as lutas simuladas. A temperatura da cabeça (gráfico 4) e a da pele (gráfico 5) apresentaram a mesma média e desvio padrão durante os momentos pré e pós luta 1, pós luta 2 e pós luta 3 ($34 \pm 1^\circ\text{C}$). Sendo que no momento pós luta 4, a temperatura média da cabeça ficou $33 \pm 1^\circ\text{C}$ e a média da temperatura da pele ficou $34 \pm 1^\circ\text{C}$. Foi encontrada diferença significativa ($P < 0,001$) na temperatura média da pele nos momentos pós luta 1, 2 e 3 comparadas com o momento pré luta 1 (temperatura basal).

Gráfico 5- Temperatura média da cabeça ao longo do protocolo



Não foi encontrada diferença significativa entre os momentos.

Gráfico 6- Temperatura média da pele ao longo do protocolo



A linha 'A' significa que os valores pós-luta 1, 2 e 3 são significativamente diferentes do pré-luta 1 (reposo) ($P < 0,001$).

7.3 VARIÁVEIS DE HIDRATAÇÃO E DE DESIDRATAÇÃO

Os atletas foram orientados a ingerir água ao longo do dia que foi aplicado o protocolo, sendo que deveriam ingerir 300 ml de água uma hora e trinta minutos (ARMSTRONG e colaboradores, 1995) antes de iniciar o protocolo. Entre os intervalos de descanso de dez minutos, os participantes puderam hidratar-se *ad libitum*.

Tabela 2- Respostas dos parâmetros de hidratação antes e após o protocolo de lutas simuladas

	Pré	Pós	Δ
Massa corporal (kg)	84,4 \pm 10,2	83,2 \pm 10,0	1,3 \pm 0,6
GEU (g.mL⁻¹)	1010,5 \pm 6,9	1019,0 \pm 10,5	8,5 \pm 8,9

Legenda: GEU: Gravidade específica da urina.

De acordo com a tabela 2, os atletas começaram o protocolo em estado eu hidratado e terminaram as lutas simuladas em estado de desidratação significativa à grave.

Tabela 3- Estado de desidratação após um protocolo de lutas simuladas.

	Média	Min	Máx
% Desidratação	1,6 ± 0,9	-0,1	3,3
% Perda corporal	1,3 ± 0,6	-0,1	2,1
Taxa de sudorese total (L)	2,2 ± 0,6	0,9	3,2
Água consumida (ml)	952,3 ± 380,5	322	1500

7.4 VARIÁVEIS AMBIENTAIS

7.4.1 Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (URA em %)

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram medidas a cada quinze minutos, sendo que a variação não ultrapassou 0.5°C no desvio padrão.

Tabela 4 – Temperatura ambiente e Umidade Relativa do Ar (URA)

	Temp. Amb. (°C)	URA (%)
COMBATE 1	29,7	74,7
COMBATE 2	29,1	76,2
COMBATE 3	29,7	75,4
COMBATE 4	29,6	75,1
COMBATE 5	29,1	76,6
COMBATE 6	28,5	77,6
MÉDIA	29,3	75,9
DESVIO PADRÃO	0,5	1,1

Não foi encontrada diferença significativa entre os momentos

8 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas termorregulatórias e fisiológicas durante e após lutas simuladas de jiu-jitsu brasileiro. Os dados encontrados da temperatura interna dos participantes deste estudo indicam um aumento esperado da temperatura após o início de esforço físico, de $36,9 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (repouso) para $38,1 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ na primeira luta, apresentando em seguida um comportamento estável até o final da quarta luta. Esse aumento da temperatura após o início da atividade física é esperado devido a produção de calor aumentar com a intensidade do exercício, sendo que a quantidade de calor produzido em qualquer intensidade absoluta irá variar com a eficiência mecânica ou a economia de movimento (AKERMAN e colaboradores, 2016).

Devido a estabilidade dos valores da temperatura ao longo do protocolo, há indicação que os mecanismos de troca de calor foram suficientes para manter o controle térmico ao longo das lutas (COSTA e colaboradores, 2012). Sendo que as temperaturas médias da cabeça e da pele apresentaram o mesmo comportamento. Sugerindo também aclimatação dos participantes ao ambiente quente, que também não apresentou variação ao longo do protocolo.

Os mecanismos de troca de calor, a termorregulação, acionados pelo estresse térmico ambiental e metabólico resulta em desidratação (AKERMAN e colaboradores, 2016), que pode variar de mínima à grave. Os atletas apresentaram desidratação mínima à significativa quando considerados os valores da porcentagem de perda de peso quanto na GEU, indicando que a reposição hídrica ao longo das lutas simuladas não foi suficiente para manter os atletas na linha de normalidade (CASA, 2000), embora todos tenham começado as lutas em estado euhidratado.

O calor produzido gerou estresse térmico, mas foi compensado pelos mecanismos termorregulatórios, principalmente a evaporação, pois os valores de sudorese total foram altos ($2,2 \pm 0,6$ litros), onde cada litro de água evaporado extrai 580 kcal do corpo para o ambiente (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Os atletas não trocaram os kimonos durante as lutas simuladas. Essa ação facilita a troca de calor, pois a evaporação ocorre também com a roupa molhada, facilitando a transferência de calor para a roupa úmida e da roupa para o ambiente com maior eficiência. Outro fator que contribuiu para a dissipação do calor foi que os atletas, durante o período de descanso, mantiveram os kimonos abertos, facilitando o fluxo de

ar por convecção, que desloca o ar umedecido a partir da superfície da pele para o ambiente.

Durante as lutas é comum a utilização de técnicas e preensões no kimono, fazendo com que, no decorrer da lutas, o kimono fique aberto e facilite a dissipação do calor pelo efeito chaminé (a roupa folgada conduz para longe do corpo as camadas de ar aprisionadas junto ao corpo) e pelo efeito fole (os movimentos corporais intensos aumentam a ventilação das camadas de ar que conservam o calor corporal) que diminuem a eficácia do isolamento térmico produzido pela roupa e facilitam a troca de calor (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016).

Muitos efeitos do estresse térmico e da hipohidratação são mediados, pelo menos em parte, pelo aumento da temperatura dos tecidos e da tensão cardiovascular (CASA, 1999; MONTAIN, 1992; SAWKA, 1992). Essa tensão cardiovascular se reflete pelo aumento da FC. A FC encontrada neste estudo (169 ± 8 , 169 ± 11 , 166 ± 10 e 160 ± 13 bpm, respectivamente após primeira, segunda, terceira e quarta luta simulada) corrobora os dados de Andreato e colaboradores (2015) que realizou estudo similar (pós combate um, dois, três e quatro os valores de 169 ± 6 , 172 ± 10 , 162 ± 16 e 164 ± 14 bpm respectivamente), reforçando com os achados de Franchini, Oliveira e Bezerra (2005), onde o autor indica que lutas de JJB apresentam moderada solicitação do sistema cardiovascular, indicando que a média da FC durante toda a luta é alta.

A desidratação pela transpiração deixa um volume menor de fluido corporal, portanto, mais concentrado, incluindo o plasma sanguíneo, isto é, uma hipohidratação hipovolémica hiperosmótica (AKERMAN e colaboradores, 2016). Alterações no fluxo sanguíneo devido a perda hídrica podem diminuir a entrega de nutrientes para a musculatura ativa e diminuir a remoção de metabólitos, alterando o metabolismo celular (GONZÁLEZ-ALONSO, CRANDALL e JOHNSON, 2008) como o lactato.

Os níveis de concentração de lactato sérico dos atletas neste estudo ($10,4 \pm 3,9$, $10,6 \pm 4,1$, $9,5 \pm 3,2$ e $9,9 \pm 4,0$ mmol·L⁻¹, respectivamente após primeira, segunda, terceira e quarta luta simulada) corroboram os dados encontrados por Andreato e colaboradores (2015) (pós combate um, dois, três e quatro os valores de $9,3 \pm 2,5$, $9,9 \pm 2,1$, $7,3 \pm 2,2$ e $7,6 \pm 1,9$ mmol·L⁻¹ respectivamente) e Coswig, Neves e Del Vecchio (2013) ($11,6 \pm 1,7$ e $11,6 \pm 2,1$ mmol·L⁻¹ após a primeira e segunda luta

simulada, respectivamente) denotando a predominância da via anaeróbica láctica (DEL VECCHIO e colaboradores, 2007) durante as lutas nos momentos decisivos e que o JJB é uma modalidade de alta intensidade (JONES; LEDFOR, 2012; SILVA e colaboradores, 2013; FRANCHINI, OLIVEIRA e BEZERRA, 2005).

Os níveis de concentração de lactato encontrados por Franchini, Oliveira e Bezerra (2005) são similares aos níveis de concentração no momento pós luta 3 e 4 deste estudo, sendo que este autor indicou que há razoável solicitação da via glicolítica em lutas de JJB. Os dados encontrados por Andreato e colaboradores (2015), sugerem uma diminuição na ativação da via glicolítica durante lutas sucessivas, pois a capacidade desse sistema para contribuir para o suplemento de energia durante esforços de alta intensidade é limitado. O que uma grande produção de lactato pode nos indicar é uma determinada magnitude da capacidade de produção de ATP via metabolismo anaeróbico láctico.

Mesmo com a predominância da via aeróbica nas lutas de JJB (JULIO e colaboradores, 2017) devido ao tempo de combate durar até 10 minutos nas categorias faixa preta, infere-se que existe uma grande demanda do sistema fosfagênio devido à curta duração das ações de alta intensidade que são determinantes nos momentos de passagem de guarda, finalização e projeções. A duração das ações de alta intensidade é entre 2 e 4 s, enquanto os esforços de baixa intensidade duram entre 27 e 30 s, apresentando uma proporção de AI:BI de 1:8 à 1:13 no decorrer de quatro lutas sucessivas com intervalo de 20 min (ANDREATO e colaboradores, 2015b). Coswig e colaboradores (2018) encontraram uma proporção de AI:BI de 1:3,5 durante a análise de lutas simuladas com duração de 10 minutos (os atletas lutavam uma única vez).

A quantidade de energia é pequena no sistema ATP-PC, que tem capacidade limitada, suficiente para realizar cerca de 5 a 6 segundos de exercícios de alta intensidade (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2016). Como há uma diminuição da carga energética no início da contração (declínio momentâneo do ATP e aumento do ADP (adenosina difosfato) e do AMP (adenosina monofosfato) acelera-se tanto a ressíntese anaeróbia quanto a oxidativa do ATP, acarretando num aumento da taxa de suprimento de energia de acordo com a demanda aumentada.

A formação de lactato ocorre para que a via glicolítica continue funcionando com eficiência, uma vez que esta reação re-oxida a coenzima NAD⁺ (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004). Já a remoção do lactato para o sangue, pode nos indicar uma capacidade de regulação de pH intramuscular (JUEL, 2008). O transporte de lactato para o sangue leva consigo um H⁺, e este processo acaba contribuindo para a manutenção do pH intracelular (JUEL, NIELSEN e BANGSBO, 2000; JUEL, 2001; JUEL e colaboradores, 2004; JUEL, 2008).

Com relação aos valores de preensão manual, este estudo encontrou valores superiores (preensão manual direita antes: 47 ± 8 kgf, pós combate um, dois, três e quatro: 49 ± 7 , 50 ± 7 , 49 ± 8 e 48 ± 7 kgf; preensão manual esquerda antes: 46 ± 9 kgf, pós combate um, dois, três e quatro: 46 ± 8 , 46 ± 8 , 46 ± 9 e 46 ± 9 kgf) ao encontrado por Andreato e colaboradores (2013) (preensão manual direita antes: $45,9 \pm 10,3$ kgf, depois: $40,1 \pm 9,5$ kgf; preensão manual esquerda antes: $44,2 \pm 11,1$ kgf, depois: $37,0 \pm 10,2$ kgf), mas inferiores quando comparados com outro estudo ($54,2 \pm 6,7$ kgf mão direita e $51,4 \pm 6,1$ kgf mão esquerda em repouso), mas com valores similares quando comparado com a média durante a luta (mão direita: $47,3 \pm 6,7$ kgf; mão esquerda: $45,3 \pm 7,7$ kgf) (FRANCHINI, TAKITO e PEREIRA, 2003). Corroborando ambos os estudos com relação a capacidade dos atletas de manterem uma porcentagem alta de força isométrica máxima até o final do combate, apesar de atletas desidratados poderem mostrar capacidade de trabalho e força reduzidas (SCHOFFSTALL, 2001), indicando que as lutas simuladas, apesar de terem sido intensas, não geraram diminuição da força de preensão manual.

Como é consenso que a desidratação pode reduzir a força, a potência e endurance de alta intensidade (JUDELSON e colaboradores, 2007; RODRIGUES e colaboradores, 2014), provável que a manutenção da força ao longo das lutas seja uma estratégia em que os lutadores preservam energia para os momentos mais decisivos da luta.

9 CONCLUSÃO

Os mecanismos termorreguladores foram suficientes para manter o controle térmico durante as lutas simuladas de JJB em ambiente quente apesar da vestimenta utilizada durante as lutas ser grossa e pesada. Mesmo sendo um esporte de contato constante, exigir períodos de esforço de alta intensidade e o nível de desidratação ter sido de mínima à significativa, os mecanismos fisiológicos não foram alterados, indicando que a prática dessa modalidade em ambientes quentes é segura.

O principal mecanismo de dissipação de calor em ambientes quentes é a evaporação do suor, que levou os atletas à significativa desidratação. Esse nível de desidratação não interferiu nos valores de frequência cardíaca, nos níveis de concentração de lactato e na força de preensão manual. As diferenças nos valores dos níveis de concentração de lactato e frequência cardíaca podem ser justificados também pela variação técnica e tática dos lutadores onde os esforços de alta intensidade e curta duração são característicos da modalidade.

Devido a preensão manual não apresentar altos valores e nenhuma variação significativa durante as lutas, mesmo após significativa perda hídrica, provável que os atletas utilizam de estratégias durante as lutas para preservar a força de preensão manual, pois é decisiva em diversos movimentos específicos que determinam pontuação. Para melhorar o desempenho durante as lutas, o ideal é que os atletas enfatizem treinos isométricos para fortalecimento do antebraço.

A principal variável observada neste estudo foi a significativa perda hídrica durante as lutas. Para melhorar o desempenho nas lutas, é importante que os atletas de JJB primem por iniciar as atividades em estado euhidratado e adotarem estratégias de rehidratação mais eficientes durante e após os treinamentos, sendo que a ingestão de líquidos contendo carboidratos e eletrólitos é indicada para atividades em ambientes quentes. Como no calor a perda hídrica é maior e a taxa de esvaziamento gástrico é menor, a concentração de carboidrato na água deve ser baixo (de 2 à 3%) e conter pequena quantidade de sódio, que provoca melhor absorção de glicose no intestino.

10 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Não foi utilizada a análise de desempenho pelo “*time motion analysis*” que poderia refletir o desempenho técnico e tático dos atletas durante as lutas para quantificar a proporção esforço-pausa e AI:BI, assim como o número de atletas para realizarem as lutas simuladas foi restrito.

REFERENCIAS

AKERMAN, A. P.; TIPTON, M.; MINSON, C. T.; COTTER, J. D. Heat stress and dehydration in adapting for performance: good, bad, both, or neither? *Temperature (Austin)*, v. 3. Núm. 3. p. 412–436. 2016.

ANDREATO, L. V.; SILVA, A. D. C.; GOMES, T. L. M.; ESTEVES, J. V. D. C.; ANDREATO, T. V. A história do brasileiro jiu-jitsu. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. Vol. 14. Núm. 142. 2010. Disponível em: www.efdeportes.com/efd142/ahistoria-do-brazilian-jiu-jitsu.htm. Acesso em: 15 maio 2010.

ANDREATO, L. V.; MORAES, S. M. F.; GOMES, T.; ESTEVES, J. V. C.; ANDREATO, T.; FRANCHINI, E. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian JiuJitsu athletes. *Sci. Sport*. Vol. 6. p. 329-37. 2011.

ANDREATO, L. V.; MORAES, S. M. F.; ESTEVES, J. V. C.; PEREIRA, R. R. A.; GOMES, T. L. M.; ANDREATO, T. V.; FRANCHINI, E. Physiological responses and rate of perceived exertion in Brazilian jiu-jitsu athletes. *Kinesiology*. Vol. 44. p. 173–181. 2012a.

ANDREATO, L. V.; FRANCHINI, E.; MORAES, S. M. F.; ESTEVES, J. V. C.; PASTÓRIO, J. J.; ANDREATO, T. V.; GOMES, T. L. M.; VIEIRA, J. L. P. Morphological profile of Brazilian Jiu-Jitsu elite athletes. *Rev. Bras. Med. Esporte*. Vol. 18. Núm. 1. p. 46–50. 2012b.

ANDREATO, L. V.; FRANCHINI, E.; MORAES, S. M. F.; PASTÓRIO, J. J.; SILVA, D. F.; ESTEVES, J. V.; BRANCO, B. H.; ROMERO, P. V.; MACHADO, F. A. Physiological and Technical-tactical Analysis in Brazilian Jiu-jitsu Competition. *Asian J. Sports Med*. Vol. 4. Núm. 2. p. 137-143. June 2013.

ANDREATO, L. V.; JULIO, U. F.; PANISSA, V. L.; ESTEVES, J. V.; HARDT, F.; de MORAES, S. M.; de SOUSA, C. O.; FRANCHINI, E. Brazilian jiu-jitsu simulated competition part I: metabolic, hormonal, cellular damage and heart rate responses. *J. Res. Cond*. Vol. 29. Núm. 9. p. 2538-49. Set. 2015.

ANDREATO, L. V.; SANTOS, J. F.; ESTEVES, J. V.; PANISSA, V. L.; JULIO, U. F.; FRANCHINI, E. Physiological, Nutritional and Performance Profiles of Brazilian Jiu-Jitsu Athletes. *J. Human Kinet*. Vol. 53. p. 261-271. 2016.

ANDREATO, L. V.; LARA, F. J. D.; ANDRADE, A.; BRANCO, B. H. M. Physical and Physiological Profiles of Brazilian jiu-jitsu athletes: a systematic review. *Sports Med. Open*. Vol. 3. Núm. 1. p. 9. 2017.

APHC. Heat stress control and heat casualty management. Army Public Health Center. Quartel General do Exército e Força Aérea dos USA, Washington, DC: Air Force Pamphlet. 2003.

- ARMSTRONG, L.E. Performance in extreme environments. Champaign: Human Kinetics. 2000.
- ARMSTRONG, L.E.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 17. p. 456–461. 1985.
- ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M.; CASTELLANI, J. W.; BERGERON, M. F.; KENEFICK, R. W.; LAGASSE, K. E.; RIEBE, D. Urinary indices of hydration status. *Int. J Sport Nutr.* Vol. 4. p. 265–279. 1994.
- ARMSTRONG, L.E.; CASA, D.J.; MILLARD-STAFFORD, M.; MORAN, D.S.; PYNE, S.W.; ROBERTS, W.O. American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (39). p. 556–572. 2007.
- ARMSTRONG, L.E.; EPSTEIN, Y.; GREENLEAF, J.E.; HAYMES, E.M.; HUBBARD, R.W.; ROBERTS, W.O.; THOMPSON, P.D. American College of Sports Medicine position stand. Heat and cold illnesses during distance running. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (28) 12. i-x. 1995.
- BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. Fundamentos do treinamento de força e do condicionamento. NSCA. 3ª edição. Barueri-SP. Manole. 2010.
- BARBAS, I.; FATOUROS, I.G.; DOUROUDOS, I.I.; CHATZINIKOLAOU, U.M.; MICHAILIDIS, Y.; DRAGANIDIS, D.; JAMURTAS, A.Z.; NIKOLAIDIS, M.G.; PAROTSIDIS, C.; THEODOROU, A.A.; KATRABASAS, I.; MARGONIS, K.; PAPANOTIRIOU, I.; TAXILDARIS, K. Physiological and performance adaptations of elite Greco-Roman wrestlers during a one-day tournament. *Eur. J. Appl. Physiol.* Vol. 11. Núm. 7. p. 1421-36. 2011.
- BASSETT, J. D.; NAGLE, F.J.; MOOKERJEE, S.; DARR, K.C.; Ng, A.V.; VOSS, S.G.; NAPP, J.P. Thermoregulatory responses to skin wetting during prolonged treadmill running. *Med. Sci. sports. Exerc.* Vol. 19. Núm. 1. p. 28-32. 1987.
- BATCHELDER, B.C.; KRAUSE, B.A.; SEEGMILLER, J.G.; STARKEY, C.A. Gastrointestinal temperature increases and hypohydration exists after collegiate men's ice hockey participation. *J. Strength Cond. Res.* Vol. 24. Núm. 1. p. 68-73. 2010.
- BELOW, P.R.; MORA-RODRÍGUEZ, R.; GONZÁLEZ-ALONSO J.; COYLE, E.F. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 200-210.
- BERGERON, M. Heat cramps: Fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J. Sci. Med. Sport.* Vol. 6. p. 19–27. 2003.
- BERNARD, T.E. Heat stress and protective clothing: an emerging approach from the United States. *Ann. Occp. Hyg.* Vol. 43. p. 321-7. 1999.

BILLAT, V.; DEMARLE, A.; PAIVA, M.; KORALSZTEIN, J.P. Effect of Training on the Physiological Factors of Performance in Elite Marathon Runners. *Int. J. Sports Med.* Vol. 23. p. 336-341. 2002.

BIGARD, A.X.; SANCHEZ, H.; CLAVEYROLAS, G.; MARTIN, S. THIMONIER, B.; ARNAUD, M.J. Effects of dehydration and rehydration on EMG changes during fatiguing contractions. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 1694-1700.

BLOOMFIELD, J.; ACKLAND, T.R.; ELLIOTT, B.C. *Applied anatomy and biomechanics in sport.* London: Blackwell Scientific Publications. 1994.

BOGERD, C.P.; VELT, K.B.; ANNAHEIM, S.; BONGERS, C.C.W.G.; EIJSVOGELS, T.M.H.; DAANEN, H.A.M. Comparison of two telemetric intestinal temperature devices with rectal temperature during exercise. *Physiol. Meas.* Vol. 39. Núm. 3. p. 03NT01. 2018.

BOUCHAMA, A.; DEHBI, M.; CHAVES-CARBALLO, E. Cooling and hemodynamic management in heatstroke: practical recommendations. *Crit. Care.* Vol. 11. p. R54. 2007.

BRANCO, B.H.M.; FUKUDA, D.H.; ANDREATO, L.V.; SANTOS, J.F.; ESTEVES, J.V.; FRANCHINI, E. The effects of hyperbaric oxygen therapy on post-training recovery in jiu-jitsu athletes. *PLoS One.* Vol. 11. Núm. 3. p. e0150517. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2017: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico.* Brasília, 2018.

BRASIL, B.; CHIVIACOWSKY, S.; DEL VECCHIO, F.B.; ALBERTON, C.L. Comparação do equilíbrio dinâmico entre praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu com diferentes níveis de experiência. *Rev Bras Educ Fís Esporte.* São Paulo. 2015. Out-Dez; 29(4):535-41.

BRAZ, J.R.C. Fisiologia da termorregulação normal. *Revista Neurociências.* Vol. 13. Núm. 3. (supl-versão eletrônica) – jul/set. 2005.

BRIDGE, C.A.; CHAABENE, H.; SANTOS, J.; PIETER, W. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Med.* Vol. 44. Núm. 6. p. 713–33. 2014.

BROTHERHOOD, J.R. Heat stress and strain in exercise and sport. *J Sci Med Sport.* Vol. 11. p. 6-19. 2008.

BROOKS, G.A.; FAHEY, T.D.; BALDWIN, K.M. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Application.* 4^o Edição. New York: McGraw-Hill. 2005.

BUDGETT, R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *Br. J. Sports Med.* Vol. 32. p.107-110. 1998.

BUGGY, D.J.; CROSSLEY, A.W.A. Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanesthetic shivering. *Br J Anaesth* 2000. 84: 615-628.

BUONO, M.J.; BALL, K.D.; KOLKHORST, F.W. Sodium ion concentration vs, sweat rate relationship in humans. *J Appl Physiol*. Vol. 103. Núm. 3. p. 990-994. 2007.

BYRNE, C.; LIM, C.L. The ingestible telemetric body core temperature sensor: a review of validity and exercise applications. *Br J Sports Med*. Vol. 41. p. 126–133. 2007.

CAMARGO, M.G.; FURLAN, M.M.D.P. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperature. *Rev Saúde Pesq*. Vol. 4. Núm. 2. p. 278-288. maio/ago. 2011.

Canadian Standardized Test of Fitness (CSTF) Operations manual. 3^o edição. Fitness and Amateur Sport. Ottawa: Minister of State. 1986.

CASA, D.J. Exercise in the heat I, Fundamentals of thermal physiology, performance implications, and dehydration. *J Athl Train*. Vol. 34. p. 246-52. 1999.

CASA, D.J.; ARMSTRONG, L.E.; HILLMAN, S.K.; MONTAIN, S.J.; REIFF, R.V.; RICH, B.S.; ROBERTS, W.O.; JENNIFER, A.; STONE, J.A. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid, *J. Athl. Train*. Vol. 35. Núm. 2. p. 212-224. 2000.

CASTANERLAS, J.L.; PLANAS, A. Estudio de la estructura temporal del combate de judo, *Apunts: Educ Física Deportes*. Vol. 1. p. 32-39. 1997.

CASTANERLAS, J.L.; SOLÉ, J. El entrenamiento de la resistencia en los deportes de lucha con agarre: una propuesta integradora. *Apunts: Educ Física Deportes*. Vol. 1. Núm. 47. p. 81–6. 1997.

CBJJ. Consultado em 16 de outubro de 2019. Disponível em: <https://cbjj.com.br/>

CERRETELLI, P.; RENNIE, D.; PENDERGAST, D. Kinetics of metabolic transients during exercise. *Int J Sports Med* 55:178-180. 1980.

CHAABÈNE, H.; FRANCHINI, E.; HACHANA, Y.; MKAOUER, B. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med*. Vol. 42. Núm. 10. p. 829–43. 2012.

CHAABÈNE, H.; TABBEN, H.; MKAOUER, B.; FRANCHINI, E.; NEGRA, Y.; HAMMAMI, H.; AMARA, S.; CHAABÈNE, R.B.; HACHANA, Y. Amateur boxing: physical and physiological attributes. *Sports Med*. Vol. 45. Vol. 3. p. 337–52. 2015.

CHARLOT, K.; FAURE, C.; ANTOINE-JONVILLE, S. Influence of hot and cold environments on the regulation of energy balance following a single exercise session: a mini-review. *Nutrients*. Vol. 9. Núm. 6. p. 592. 2017.

CHARRO, M.A. Manual de avaliação física. São Paulo: Phorte. 2010.

CHEUNG, S.S.; SLEIVERT, G.G. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. *Exerc sport sci. Rev*. Vol. 32. Núm. 3. p. 100-106. 2004.

CHEUVRONT, S.N.; KENEFICK, R.W.; MONTAIN, S.J.; SAWKA, M.N. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *J. Appl. Physiol.* Vol. 109. p. 1989-1995. 2010.

CHEETHAM, M.E., BOOBIS, L.H., BROOKS, S.; WILLIAMS, C. Human muscle metabolism during sprint running. *J. Appl. Physiol.* 61:54-60. 1986.

COSTA, H.A.C.; MARQUES, R.F.; MAIA, E.C.; CASTRO FILHA, J.G.L.; NUNES, L.A.M.; OLIVEIRA JUNIOR, M.N.S. Efeito do estresse térmico sobre o estado de hidratação de jovens durante a prática de voleibol. *RBPFEEX- Ver. Bras. Presc. Fisiol. Exerc.* Vol. 6. Núm. 33. p. 291-96. 2012.

COSWIG, V.S.; NEVES, A.H.S.; DEL VECCHIO, F.B. Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas a lutas de jiu-jitsu brasileiro. *Ver. Bras. Ciên. Mov.* Vol. 21. Núm. 2. p. 19-30. 2013.

COSWIG, V.S.; GENTIL, P.; BUENO, J.C.A.; FOLLMER, B.; MARQUES, V.A.; DEL VECCHIO, F.B. Physical fitness predicts technical-tactical and time-motion profile in simulated Judo and Brazilian Jiu-Jitsu matches. *PeerJ* 6:e4851. DOI10.7717/peerj.4851. 2018.

CRAIG, F.N.; CUMMINGS, E.G. Dehydration and muscular work. *J Appl Physiol* 1966;21:670.

CRAMER, M.N.; JAY, O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. *Auton. Neurosci.* Vol. 196. p. 3-13. 2016.

DA INVENÇÃO, D.P.; ANDRADE, L.E.; GOMES, L.P.S.; NASCIMENTO, M.V. Estado de hidratação em atletas de Futebol americano: uma análise pré e pós-treino, *RBNE-Ver. Bras. Nutr. Esport.* Vol. 12. Núm. 69. p. 68-75. 2018.

DE CASTRO, P.K.M.; RODRIGUES, L.O.C. Efeitos da temperatura da água ingerida sobre a fadiga durante o exercício em ambiente termoneutro. *Rev. Paul. Educ. Fís. São Paulo.* Vol. 15. Núm. 1. p. 45-54. 2001.

DEL VECCHIO, F.; HIRATA, S.M.; FRANCHINI, E. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Percep. Mot. Skills.* Vol. 112. Núm. 2. p. 639-48. 2011.

DEL VECCHIO, F.; BIANCHI, S.; HIRATA, S.M.; CHACON-MIKAHI, M.P.T. Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jujitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e Percepção.* Vol.10. p. 263-81. 2007.

DETANICO, D.; DELLAGRANA, R.A.; ATHAYDE, M.S.S.; KONS, R.L.; GÓES, A. Effect of a Brazilian Jiu-Jitsu-simulated tournament on strength parameters and perceptual responses. *Sports Biomechanics.* July 2016.

DIAZ-LARA, F.J.; COSO, J.D.; GARCIA, J.M.G.; ABIAN-VICEN, J. Analysis of physiological determinants during an international Brazilian jiu-jitsu competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 489–500. 2015.

DIAZ-LARA, F.J.; GARCIA, J.M.G.; MONTEIRO, L.F.; ABIAN-VICEN, J. Body composition, isometric hand grip and explosive strength leg — Similarities and differences between novices and experts in an international competition of Brazilian Jiu Jitsu. *Archives of Budo*. Vol. 10. p.2011–2017. 2014.

DI PRAMPERO, P.E. Energetic of muscular exercise. *Rev. Physi. Biochem. Pharmac.* 89:144-222. 1981.

DU BOIS, D.; DU BOIS, E.F. A fórmula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Nutrition*. Vol. 5. Núm. 5. p. 303. 1989.

DUDLEY, G.A.; MURRAY, T.F. Energy for sport. *NSCA J* 3(3):14-15. 1982.

EXTRA. Consultado em 16 de outubro de 2019. Disponível em: <https://extra.globo.com/esporte/mma/r-150-mil-distribuidos-aos-campeoes-mais-de-7500-atletas-inscritos-brasileiro-de-jiu-jitsu-2019-bate-records-23663454.html>

FERNANDES, A.A.; PRÍMOLA-GOMES, T.N.; AMORIM, P.R.S.; QUINTANA, M.S. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia por radiação infravermelha: uma revisão sistemática. *Ver. Andal. Med. Deporte*. Vol. 5. p.113-7. 2012.

FERREIRA, M.E.R.; CEDRAZ, M.C.; CAMPOS, A.L.P.; MELO, F.T. Avaliação da desidratação de corredores de rua de Feira de Santana-BA. *Ver. Bras. Nutr. Esport*. Vol. 11. Núm. 68. p. 1004-1018. 2017.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; PEREIRA, J.N. Frecuencia cardíaca e força de prensão manual durante a luta de jiu-jitsu. *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 9. Núm. 65. Octubre. 2003.

FRANCHINI, E.; OLIVEIRA, R.S.F.; BEZERRA, P.L. Concentração de lactato sanguíneo, frecuencia cardíaca e força de preensão manual durante um combate de jiu-jitsu. *Corpoconsciência*. Santo André. Vol. 9. Núm. L. p. 35-44. jan/jun. 2005.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F.B.; MATSUSHIGUE, K.A.; ARTIOLI, G.G. Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Med*. Vol. 41. Núm. 2. p. 147–66. 2011.

FRICK, U. *Krafttaudauerverhalten im Dehnungs-Verkuerzungs-Zyklus*. Koeln: Sport und Buch Strauss. 388 p. 1993.

FUCHS, F.; REDDY, Y.; BRIGGS, FN. The interaction of cations with calcium binding site of troponin. *Biochim Biophys Acta* 221:407-409. 1970.

FULLER, A.; CARTER, R.N.; MITCHELL, D. Brain and abdominal temperatures at fatigue in rats exercising in the heat. *J. Appl. Physiol.* Vol. 84. Núm. 3. p. 877-883. 1998.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* Vol. 31. p. 725–741. 2001.

GAJDOSIK, R.L. Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin Biomech.* 2005;20:973-83.

GARCIA, R.L.; AMARAL, R.A.; ZABADAL, J.R.S.; PIBERNAT, C.C.; COSTA, F.J.D.; SCHIMITZ, A. Resfriamento de um cilindro de aço: estudo experimental da convecção e radiação do calor. *Revista brasileira de ensino de física [recurso eletrônico]*. Vol. 39. Núm. 4 (2017) e4501-1-e4501-8. 2017.

GONZÁLEZ-ALONSO, J.; CRANDALL, C.G.; JOHNSON, J.M. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. *J Physiol.* 2008; 586: 45-53.

GRACIE, R.; GRACIE, C. *Brazilian Jiu-Jitsu: theory and technique*. With kid Peligro. Montpellier. Vermon: Invisible Cities Press; 2000.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K.H.E. *Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics*. CRC press. 1997.

GRASSI, B. Delayed metabolic activation of oxidative phosphorylation in skeletal muscle at exercise onset. *Med Sci Sports Exerc* 37(9):1567-1573. 2005.

GREENHAFF, P.L.; HULTMAN, E.; HARRIS, R.C. Carbohydrate metabolism. *Med. Sports Sci. Bases.* Vol. 38. p. 89-136. 1993.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. *Manual prático para avaliação em Educação Física*. Barueri. São Paulo. Manole. 2006.

GULLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. Struktur der Kraftfähigkeiten und Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 7:223-34. 1999.

GUYTON, A.C. *Textbook of Medical Physiology*. 5^o Edição. Philadelphia: W.B. Saunders. 1976.

GYTON, A.C. Body temperature, temperature regulation and fever. In: Gyton AC, Hall JE - *Textbook of Medical Physiology*. 9^o edição. Philadelphia: WB Saunders, 1996. 911-922.

HAYMES, E.M.; WELLS, C.L. *Environment and Human Performance*, Illinois: Human Kinetics Publishers. 1986.

HERMANSEN, L.; STENVOLD, I. Production and removal of lactate in man. *Acta Physiol Scand* 86:191-201. 1972.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. *Sensors*. Vol. 10. Núm. 5. p. 4700-15. 2010.

HYNYNEN, E.; UUSITALO, U.M.; KONTTINEN, N.; RUSKO, H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Med.Sci. Sports Exerc.* Vol. 38. p. 313-17. 2006.

HOUSH, T.J.; HOUSH, D.J.; DEVRIES, H.A. *Applied Exercise and Sport Physiology*. 2º Edição. Scottsdale. AZ: Holcomb Hathaway. 2006.

INOUE, Y.; KUWAHARA, T.; ARAKI, T.J. Maturation - and aging-related changes in heat loss effector function. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*. Vol. 23. p. 289-94. 2004.

INTERNATIONAL BRAZILIAN JIU-JITSU FEDERATION (IBJJF). Rule Book: general competition, Competition format manual, November, 2018, Disponível em: https://ibjjf.com/wp-content/uploads/2019/02/IBJJF_Rules_Book_v5,2_en-US.pdf, Acesso em: 9 abr. 2019.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.* Vol. 40. p. 497-504. 1978.

JONES, N.B.; LEDFORD, E. Strength and conditioning for Brazilian Jiu-jitsu. *Strength Cond J.* Vol. 34. Núm. 2. P. 60-69. 2012.

JUDELSON, D.A.; MARESH, C.M.; ANDERSON, J.M.; ARMSTRONG, L.E.; CASA, D.J.; KRAEMER, W.J.; VOLEK, J.S. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Med.* Vol. 37. p. 907–921. 2007.

JULIO, U.F.; PANISSA, V.L.G.; ESTEVES, J.V.; CURY, R.L.; AGOSTINHO, M.F.; FRANCHINI, E. Energy system contributions to simulated judo matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12(5):676–683. 2017.

KASSAT, G. *Biomechanik fuer Nicht-biomechaniker: Alltaegliche bewegungstechnisch-sportpraktische Aspekte*. Bielefeld: Fitness-Contur Verlag; 1993.

KAPANDJI, I. A. *Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana: membro inferior*. São Paulo: Manole. 1990.

KENNY, G.P.; WILSON, T.E.; FLOURIS, A.D.; FUJII, N. Heat exhaustion, *Hand, Clin, Neurol.* Vol. 57. p. 505–529. 2018.

KING, R.F.G.J.; COOKE, C.; CARROLL, S.; O'HARA, J. Estimating change in hydration status from change in body mass: considerations regarding metabolic water and glycogen storage. *J. Sports Sci.* Vol. 26. p. 1361-3. 2008.

KRAEMER, W.J.; FRY, A. C.; RUBIN, M.R.; TRIPLETT-MCBRIDE, T.; GORDON, S. E.; KOZIRIS, L.P.; LYNCH, J.M.; VOLEK, J.S.; MEUFFELS, D.E.; NEWTON, R.U.; FLECK, S.J. Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 33. p. 1367-78. 2001.

KIRBY, C.R.; CONVERTINO, V.A. Plasma aldosterona e concentrações de sódio no suor após o exercício e aclimação ao calor. *J. Appl. Physiol.* Vol. 61. Núm. 3. p. 967-970. 1986.

LATZKA, W.A.; MONTAIN, S.J. Water and electrolyte requirements for exercise. *Clin.Sports Med.* Vol. 18. p. 513–524. 1999.

LAGANÁ, M.T.C.; FARO, A.C.M.; ARAÚJO, T.L. A problemática da temperatura corporal, enquanto um procedimento de enfermagem: conceitos e mecanismos reguladores. *Rev. Esc. Enf. USP.* Vol. 26. Núm. 2. p. 173-86. Ago. 1992.

LEHMANN, M.; FOSTER, C.; KEUL, J. Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1993;25:854-61.

LEMIRE, B.; GAGNON, D.; JAY, O.; DORMAN, G.; DUCHARME, M. B.; KENNY, G. P. Influence of adiposity on cooling efficiency in hyperthermic individuals. *Eur. J. Appl. Physiol.* Vol. 104. p. 67-74. 2008.

LORENZO, S.; HALLIWILL, J.R.; SAWKA, M.N.; MINSON, C.T. Heat acclimation improves exercise performance. *J. Appl. Physiol.* Vol. 109. Núm. 4. p. 1140-1147. 2010.

LUKASKI, H.C.; PICCOLI, A. Bioelectrical impedance vector analysis for assessment of hydration in physiological states and clinical conditions *Handbook of Anthropometry ed V Preedy (London: Springer) pp 287–315.* 2012.

MACIEL, T.S. *Análise dos Níveis de Concentração do Lactato em Relação à Fadiga Muscular: Revisão da Literatura, São José dos Campos/SP: Ed UVP.* 2011.

MAINWOOD, G. RENAUD, J. The effect of acid-base on fatigue of skeletal muscle. *Can J Physiol Pharmacol* 63:403-416. 1985.

MAZZEO, R.S.; BROOKS, G.A.; SCHOELLER, D.A.; BUDINGER, T.F. Disposal of blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise. *J Appl Physiol* 60(10):232-241. 1986.

MARINO, F.E.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. *J. Appl. Physiol.* Vol. 96. Núm. 1. p. 124-130. 2004.

MARINO, F.E.; MBAMBO, Z.; KORTEKAAS, E.; WILSON, G.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Influence of ambient temperature on plasma ammonia and lactate accumulation during prolonged submaximal and self-paced running. *Eur. J. Appl. Physiol.* Vol. 86. p. 71 – 78. 2001.

MARINS, J.C.B. Exercício Físico e calor-implicações fisiológicas e procedimentos de hidratação. Ver. Bras. Ativ. Fís. Saúde. Vol. 1. Núm. 3. p. 26-38. 1996.

MARQUES JUNIOR, N.K. Altas temperaturas, Movimento & Percepção. Vol. 9. Núm. 12. p. 6-17. 2008.

MATHIOWETZ, V.; WEBER, K.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. J Hand Surg. 1984;9A(2):222-6.

MATHIOWETZ, V.; KASHMAN, N.; VOLLAND, G.; WEBER, K.; DOWE, M.; ROGERS, S. Grip and pinch strength: normative data for adults. Arch Phys Med Rehabil. 1985;66(2):69-74.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P.L. Bioquímica do Exercício e Treinamento. 1º edição. São Paulo: Manole. 2000.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. Manual de teoria do treinamento esportivo. São Paulo: Phorte; 2008.

MCARDLE, D.M.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Nutrição para o desporto e o exercício. Rio de Janeiro. Guanabara. 2016.

MEIR, R.; BROOKS, L.; SHIELD, T. Body weight and tympanic temperature change in professional rugby league players during night and day games: a study in the field. J. Strength Cond. Res. Vol. 17. p. 566-72. 2003.

MELO-MARINS, D.; SOUZA-SILVA, A.A.; SILAMI-GARCIA, E.; LAITANO, O. Termorregulação e equilíbrio hídrico no exercício: aspectos atuais e recomendações. Rev. Bras. Ci. Movim. Vol. 25. Núm. 3. p. 181. 2017.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. Climatologia - Noções Básicas e Climas do Brasil. página 58. Editora Oficina de Textos. 2007.

METTAUER, B. VO₂ kinetics reveal a central limitation at the onset of subthreshold exercise in heart transplant patients. J Appl Physiol 2000;88:1228.

MITCHELL, J.H.; RAVEN, P.B. Cardiovascular adaptation to physical activity. In: Bou chard C et al. eds. Physical activity, fitness, and health. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.

MOHR, M.; NYBO, L.; GRANTHAM, J.; RACINAIS, S. Physiological responses and physical performance during football in the heat. PloS one. Vol. 7. Núm. 6. p. e39202. 2012.

MONTAIN, S.J. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. J. Applied Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol. Vol. 73. 903-10. 1992.

MORA-RODRIGUEZ, R. Influence of aerobic fitness on thermoregulation during exercise in the heat. *Exerc. Sport Sci. Rev.* Vol. 40. Núm. 2. p. 79-87. 2012.

MOTTA, A.M.S.; QUINTAO, D.F. Nível de desidratação e estratégias nutricionais utilizadas antes e durante o treino de Futebol de um grupo de adolescentes de Espera Feliz-MG. *Rev. Bras. Nutr. Esport.* Vol. 10. Núm. 59. p. 518-523. 2016.

MOYEN, N.E.; ELLIS, C.L.; CICCONE, A.B.; THURSTON, T.S.; COCHRANE, K.C.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; JUDELSON, D.A. Increasing Relative Humidity Impacts Low-Intensity Exercise in the Heat. *Aviat. Space Environ. Med.* Vol. 85. Núm. 2. p. 112-119. 2014.

NAKAMURA, Y.; SCHWARTZ, A. The influence of hydrogen ion concentration on calcium binding and release by skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *J Gen Physiol* 59:22-32. 1972.

NIEDERMANN, R.; WYSS, E.; ANNAHEIM, S.; PSIKUTA, A.; DAVEY, S.; ROSSI, R. M. Prediction of human core body temperature using non-invasive measurement methods. *Int. J. Biometeorol.* Vol. 58. Núm. 1. p. 7-15. 2014.

NIELSEN, B.; NYBO, L. Cerebral changes during exercise in the heat. *Sports Med.* Vol. 33. Núm. 1. p. 1-11. 2003.

NIELSEN, M. Die Regulation der Körpertemperatur bei Muskelarbeit. *Skand. Arch. Physiol.* Vol. 79. Núm. 2. p. 193-230. 1938.

NILSSON, J.; CSERGÖ, S.; GULLSTRAND, G.; TVEIT, P.; REFSNES, P.E. Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman Wrestling World Championship. *J. Sports Sci.* Vol. 20. p. 939-945. 2002.

NYBO, L.C. Fatigue provoked by prolonged exercise in the heat. *Front. Biosci.* Vol. 2. Núm. 2. p. 779-92. 2010.

NYBO, L.; RASMUSSEN, P.; SAWKA, M.N. Performance in the heat—physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. *Compro. Physiol.* Vol. 4. Núm. 2. p. 657-89. 2014.

NYBO, L.; SECHER, N.H.; NIELSEN, B. Inadequate heat release from the human brain during prolonged exercise with hyperthermia. *J. Physiol.* Vol. 545. Núm. 2. p. 697-704. 2002.

OÖPIK, V. PÄÄSUKE, M. SIKKU, T. TIMPMANN, S. MEDIJAINEN, L. ERELINE, J. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *J Sports Med Phys Fitness.* 1996. 36: 127-131.

OPIE, L.J.; NEWSHOLME, E.A. The activities of fructose-1,6-diphosphate, phosphofructokinase, and phosphoenolpyruvate carboxykinase in white and red muscle. *Biochem J* 103:391-399. 1967.

PAIVA, L. Pronto pra guerra: preparação física específica para luta e superação. Manaus: OMP; 2009.

PARSONS, K.C. International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments. *Ann. Occp. Hyg.* Vol. 43. p. 297-308. 1999.

PEREIRA, B. As limitações do método científico: implicações para a Educação Física. *Rev. Paul. Educ. Fís. São Paulo* 12,2: 228-48. 1998.

PEREIRA, R.F.; LOPES, C.R.; DECHECHI, C.J.; VICTOR, B.C.; IDE, B.N.; NAVARRO, A.C. Cinética de remoção de lactato em atletas de Brazilian Jiu-jitsu. *Rev. Bras. Prescr. Fisiol. Exerc.* Vol. 5. Núm. 25. p. 34-44. 2011.

PÉRIARD, J.D.; RACINAIS, S.; KNEZ, W.L.; HERRERA, C.P.; CHRISTIAN, R.J.; GIRARD, Ó. Thermal, physiological and perceptual strain mediate alterations in match-play tennis under heat stress. *Br. J. Sports Med.* Vol. 48. Núm. 1 (Suppl 1). p. i32-i38. 2014.

PERTENCE, L.C.; FILHO, M.L.F.; SOUZA, G.F.; VENTURINI, G.R.O.; MATOS, D.G. A flexibilidade da articulação do quadril em atletas que praticam Jiu Jitsu. *Lecturas Educación Física y Deportes* 2009;(14)139. <https://www.efdeportes.com/efd139/a-flexibilidade-em-atletas-que-praticam-jiu-jitsu.htm> (acessado: 22/10/2019).

PLATONOV, V.N. Teoria geral do treinamento esportivo olímpico. Porto Alegre: Artmed; 2004.

POORTMANS, J.R. Protein turnover and amino acid oxidation during and after exercise. *Med Sports Sci* 17:130-147. 1984.

RASCH, P.J. Cinesiologia e Anatomia Aplicada. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

RIBEIRO, J.P.S.; LIBERALI, R. Hidratação e exercício físico-Revisão sistemática, *Rev. Bras. Nutr. São Paulo.* Vol. 4. Núm. 24. p. 506-514. Nov/dez. 2010.

RIBEIRO, C.C.A.; ABAD, C.C.C.; BARROS, R.V.; NETO, T.L.B. Level of flexibility through sit and reach test from research performed in São Paulo city. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010. 12(6):415-421.

RICHMOND, V.L.; DAVEY, S.; GRIGGS, K.; HAVENITH, G. Prediction of core body temperature from multiple variables. *Ann. Occup. Hyg.* Vol. 59. Núm. 9. p. 1168-1178. 2015.

RIVERA-BROWN, A.M.; FÉLIX-DÁVILA, R.A. Hydration Status in Adolescent Judo Athletes Before and After Training in the Heat. *Int. J. Sports Physiol. Executar.* Vol. 7. Núm. 1. p. 39-46. August. 2011.

RIVERA-BROWN, A.M.; GUTIÉRREZ, R.; GUTIÉRREZ, J.C.; FRONTERA, W.R.; BAR-OR, O. Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J. Appl. Physiol.* Vol. 86. p. 78-84. 1999.

ROBERGS, R.A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* Vol. 287. Núm. 3. p. R502-16. 2004.

ROBERTS, M.F.; WENGER, C.B.; STOLWIJK, J.A.; NADEL, E.R. Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimation. *J. Appl. Physiol.* Vol. 43. Núm. 1. p. 133-137. 1977.

RODRIGUES, R. BARONI, B.M.; POMPERMAYER, M.G.; OLIVEIRA, L.R.; GEREMIA, J.M.; MEYER, F. Effects of acute dehydration on neuromuscular responses of exercised and nonexercised muscles after exercise in the heat. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc.* 2014; 28: 3531-3536

RODRÍGUEZ-SANTANA, J.R.; RIVERA-BROWN, A.M.; FRONTERA, W.R.; RIVERA, M.A.; MAYOL, P.M.; BAR-OR, O. Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children. *Am. J. Hum. Biol.* Vol. 7. p. 643–650. 1995.

SALTIN, B. Circulatory response to submaximal and maximal exercise after thermal dehydration. *J Appl Physiol.* 1964; 19: 1125-1132.

SAMULSKI, D.; MENZEL, H.J.; PRADO, L.S. *Treinamento esportivo.* Barueri. SP: Manole. 2013.

SAWKA, M.N. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol. 24. 657-70. 1992.

SAWKA, M.N.; MONTAIN, S.J. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *Am. J. Clin. Nutr.* Vol. 72. p. 564S-72S. 2000.

SAWKA, M.N.; BURKE, L.M.; EICHNER, E.R.; MAUGHAN, R.J.; MONTAIN, S.J.; STACHENFELD, N.S. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39: 377-390.

SAWKA, M.N.; CHEUVRONT, S.N.; KENEFICK, R.W. High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Exp. Physiol.* Vol. 97. Núm. 3. p. 327–32. 2012.

SCHOFFSTALL, J.E.; FILIAL, J.D.; LEUTHOLTZ, B.C.; SWAIN, D.E. Effects of dehydration and rehydration on the one-repetition maximum bench press of weight-trained males. *J. Strength Cond. Res.* Vol. 15. p. 102–108. 2001.

SESSLER, D.I. Consequences and treatment of perioperative hypothermia. *Anesthesiol Clin North Am* 1994; 12: 425-456.

SHARRAT, M.T.; ALBERT, W.; SONG, T.M.K. A physiological profile of elite Canadian freestyle wrestlers. *Pode J. Appl. Sport Sci.* Vol. 11. Núm. 2. p. 100–105. 1986.

SHEPPARD, J.M.; YOUNG, W.B. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci.* 2006; 24(9):919-32.

SHIBASAKI, M.; WILSON, T.E.; CRANDALL, C.G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *J. Appl. Physiol.* Vol. 100. p. 692–1701. 2006.

SHIRREFFS, S.M. Markers of hydration status. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* Vol. 40. p. 80–84. 2000.

SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L.O.C. Hipertermia durante a prática de exercícios físicos: riscos, sintomas e tratamento. *Rev. Bras. Ciên. Esp.* Vol. 19. Núm. 3. 2010.

SILVA, B.V.C. da; MAROCOLO JÚNIOR, M.; MONTEIRO, G.G.F.S.; JUNIOR, L.O.S.; MOURA, M.; SIMIM, M.A.; MENDES, E.L.; MOTA, G.R. Blood Lactate Response After Brazilian Jiu-Jitsu Simulated Matches. *J. Exerc. Physiol. Online.* Vol. 16. Núm. 5. p. 63-67. Nov. 2013.

SQUIRE, D.L. Heat illness, Fluid and electrolyte issues for pediatric and adolescent athletes. *Pediatr. Clin. North Am.* Vol. 37. p.1085–1109. 1990.

TARINI, V.A.; VILAS, L.; ZANUTO, R.; SILVA, H.C.A.; OLIVEIRA, A.S.B. Calor, exercício físico e hipertermia: epidemiologia, etiopatogenia, complicações, fatores de risco, intervenções e prevenção. *Rev. Neuroc.* p. 144. 2006.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; STEPHEN, J.S. Métodos de pesquisa em atividade física. São Paulo: Artmed. 2009.

TROSSMAN, P.B.; LI, P.W. The effect of the duration of intertrial rest periods on isometric grip strength performance in young adults. *OccupTher J Res*, 1989;9:362-78.

TUCKER, R.; NOAKES, T.D. The physiological regulation of pacing strategy during exercise. *Br. J. Sports Med.* Vol. 43. Núm. 6. 2009.

TYKA, A.; PAŁKA, T.; TYKA, U.M.; CISON, T.; SZYGUŁA, Z. The influence of ambient temperature on power at anaerobic threshold determined based on blood lactate concentration and myoelectric signals. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* Vol. 22. Núm. 1. p. 1-6. 2009.

VAINER, B.G. FPA-based infrared thermography as applied to the study of cutaneous perspiration and stimulated vascular response in humans. *Phys. Med. Biol.* Vol. 50. Núm. 23. p. R63- 94. 2005.

VIMIEIRO-GOMES, A.C.; RODRIGUES, L.O.C. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. *Rev. Paul. Educ. Fís.* Vol. 15. Núm. 2. p. 201- 211. 2017.

WALTERS, T.J.; RYAN, K.L.; TATE, L.M.; MASON, P.A. A Exercise in the heat is limited by a critical internal temperature. *J. App. Physiol.* Vol. 89. p. 799-806. 2000.

WATSON, G.; JUDELSON, D.A.; ARMSTRONG, L.E.; YEARGIN, S.W.; CASA, D.J.; MARESH, C.M. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive sprint and power performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37: 1168-1174.

WYON, D.P. Thermal effects on performance. In: SPENGLER, J.D. *Indoor air quality handbook.* McGraw-Hill Companies. 2001.

YOON, J. Physiological profiles of elite senior wrestlers. *Sports Med.* Vol. 32. Núm. 4. p. 225–33. 2002.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Responsável pela pesquisa: Diogo Vieira Pereira

Universidade Federal do Maranhão

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma via do TCLE. Antes de assinar faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem, A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo). Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador responsável.

O presente estudo intitula-se “**Estresse térmico e respostas fisiológicas em atletas de jiu-jitsu brasileiro submetidos a lutas simuladas em ambiente quente**”. O Avaliar o efeito de quatro lutas em ambiente quente sem exposição ao sol em intensidade autorregulada sob as respostas metabólicas e termorregulatórias de lutadores. Este estudo será desenvolvido por Diogo Vieira Pereira mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Física – UFMA, sob a orientação do Prof. Dr. Christiano Eduardo Veneroso.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido aos seguintes procedimentos: coleta de amostras sanguíneas serem coletadas por meio de punção em sua polpa digital após ser realizada limpeza do local com álcool etílico a 70%, utilizando-se um lancetador com regulagem e microlancetas descartáveis.

Também serão realizadas: avaliação física (peso corporal, estatura e bioimpedância), densidade da urina, será mensurado a T_{irr} da pele, temperatura ambiente e temperatura interna antes, durante e após lutas, bem como as variáveis ambientais.

Solicitamos sua colaboração para participação dos procedimentos necessários para a pesquisa e disponibilidade para a execução dos protocolos, Estes procedimentos trarão como riscos previsíveis para os participantes possíveis

desconfortos por conta de quatro lutas de dez minutos com 10 minutos de descanso. Os possíveis erros durante as coletas serão minimizados através das seguintes providências: a) Instruções padronizadas serão fornecidas antes de cada teste; b) O avaliado será instruído sobre a forma de execução do exercício; c) O avaliador estará atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento de cada medida.

Os benefícios que a pesquisa irá proporcionar são acerca de melhor compreensão no que diz respeito à influência das lutas de jiu-jitsu no sistema térmico e metabólico, servindo de subsídio para educadores, alunos e pesquisadores, para uma melhor prescrição levando em consideração os estresses gerados pelo exercício físico atenuado por condições climáticas muito quentes.

Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome e da entidade que representa será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Todas as informações obtidas serão sigilosas, o material com as suas informações ficará guardado em local seguro sob a responsabilidade do avaliador Diogo Vieira Pereira, com a garantia de manutenção do sigilo e confidencialidade e que será destruído após a pesquisa. A divulgação dos resultados será feita de forma a não identificar os voluntários. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, entretanto, ele mostrará apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição a qual pertence ou qualquer informação que esteja relacionada com sua privacidade.

Conforme previsto pelas normas brasileiras de pesquisa com a participação de seres humanos você não receberá nenhum tipo de compensação financeira pela sua participação neste estudo.

Você ficará com uma cópia deste Termo e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para o avaliador Diogo Vieira Pereira, residente no endereço Rua 05, quadra C, casa 18, Parque Cielândia, Anil, com telefone para contato: (98) 981853121 e-mail: diogov_p@hotmail.com.

Dúvidas sobre a pesquisa envolvendo princípios éticos poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa da UFMA** localizado na Cidade Universitária Dom Delgado - Avenida dos Portugueses, 1966, Tel: (98) 3272-8708, E-mail: cepufma@ufma.br, Horário de funcionamento: 2ª a 6ª feira –08:00 às 12:00h e 14:00 às 18:00h, Secretário: Adelvano Frazão

Reclamações e/ou insatisfações relacionadas à participação do paciente na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/UFMA, desde que os reclamantes se identifiquem, sendo que o seu nome será mantido em anonimato.

Todos os procedimentos serão realizados seguindo os princípios éticos estabelecidos na Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012 pelo Conselho Nacional de Saúde. Este trabalho faz parte do projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Maranhão – UFMA com número de CAAE 51908115.6.0000.5087 e aprovado conforme número 1.548.709.

Declaro que fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa **“Estresse térmico e respostas fisiológicas em atletas de jiu-jitsu brasileiro submetidos a lutas simuladas em ambiente quente”** dos procedimentos nela envolvidos, assim como dos possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso me traga prejuízo ou penalidade.

Assinatura e CPF do participante

Assinatura e CPF do Pesquisador responsável

ANEXO A – Tabela de índices de estado de hidratação

Estado de hidratação	% peso corporal	Densidade da urina (SG)
Eu – hidratação	+1 a -1	< 1010
Desidratação mínima	-1 a -3	1010 – 1020
Desidratação significativa	-3 a -5	1021 – 1030
Desidratação grave	> -5	>1030

Fonte: *National Athletic Trainer`s Association (NATA)*,