



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA – MESTRADO**

**SABRINA PEREIRA ALVES**

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS E HEMODINÂMICAS AO TREINAMENTO DE ALTA  
INTENSIDADE COM KETTLEBELL EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**VITÓRIA**

**2020**

SABRINA PEREIRA ALVES

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS E HEMODINÂMICAS AO TREINAMENTO DE ALTA  
INTENSIDADE COM KETTLEBELL EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Área de concentração: Educação Física, movimento corporal humano e saúde.

**Orientador:** Profa. Dra. Luciana Carletti (CEFD/UFES)

VITÓRIA

2020

SABRINA PEREIRA ALVES

**RESPOSTAS AUTONÔMICAS E HEMODINÂMICAS AO TREINAMENTO DE ALTA  
INTENSIDADE COM KETTLEBELL EM MULHERES JOVENS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Vitória, 28 de abril de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Luciana Carletti  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. Richard Diego Leite  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. Tiago Peçanha  
Universidade de São Paulo

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

A474r      Alves, Sabrina Pereira, 1995-  
Respostas autonômicas e hemodinâmicas ao treinamento de  
alta intensidade com kettlebell em mulheres jovens saudáveis /  
Sabrina Pereira Alves. - 2020.  
73 f. : il.

Orientadora: Luciana Carletti.  
Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos.

1. Pressão arterial. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Exercícios físicos. 4. Força muscular. I. Carletti, Luciana. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação Física e Desportos. III. Título.

---

CDU: 796

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por toda a jornada. Em meio a tantas aflições Ele me trouxe calma, proteção e pessoas com quem pude contar nos dias bons e maus.

Aos meus pais, por todo apoio emocional e financeiro. A minha mãe, que em toda sua doçura e cuidado entendia minha ausência e ao meu pai por acreditar nas minhas escolhas e capacidade de enfrentar todas as aflições que as acompanham.

A minha orientadora Luciana Carletti, por não medir esforços para proporcionar a mim e a equipe da pesquisa as condições necessárias para que tudo pudesse ser realizado. Por estimular meu crescimento continuamente. Serei sempre imensamente grata pela orientação acadêmica, exemplo de profissional e de pessoa que ela representa.

A minha parceira de pesquisa Carla Zimerer, por um dia de 2015 ter me feito um convite o qual nos une até hoje. Obrigada por todos os dias desses dois anos que me levantou (e não foram poucos). Muito obrigada por todas as sábias lições de fé, resiliência e confiança, levarei para toda a vida.

À equipe de pesquisa, serei eternamente grata. Joscelino Neto por me acompanhar desde as primeiras coletas com toda dedicação, a Camila Moreira por toda a sua competência, a Rafaela Campos por toda paciência e Lenice Brum por toda a destreza. Obrigada a todos pelos momentos de alegria compartilhados e por fazerem parecer leve os dias mais cansativos e árduos. A Weverton Rufo, por continuar indiretamente nessa jornada. Muito obrigada por toda amizade e lição de calma e sabedoria. A Waldir Zanotti, por toda disponibilidade em ajudar nas avaliações.

Aos amigos de Laboratório, Leticia Neves, Victor Gasparini, Brendo Reis, Igor Ziviani, Morghana Ambrosim, Janine Valentino e Rodrigo Almeida. Obrigada por todo o suporte acadêmico, estatístico, epistemológico, emocional e por fazerem dessa caminhada menos solitária.

Às voluntárias da pesquisa, a equipe do NUPEM e Instituto Habilitar serei eternamente grata. Sem cada um de vocês nada disso seria possível. Muito obrigada!

## RESUMO

A modulação autonômica cardíaca e a resposta hemodinâmica tem sido avaliadas durante o esforço e na etapa da recuperação após exercício, para avaliar a dose-resposta e a eficácia em proporcionar respostas cardiovasculares. O treinamento com *kettlebell*, uma modalidade não tradicional, ainda foi pouco explorado no que tange seu impacto autonômico e eficácia em promover adaptações cardiovasculares. A caracterização do estímulo deste tipo de exercício no decorrer de um programa de treinamento pode auxiliar na otimização e eficiência ao prescrever o treinamento com *kettlebell* no que se refere a dose-efeito relacionados a volume, intensidade e aspectos de segurança ao longo de sessões. Portanto, o objetivo do estudo foi caracterizar a modulação cardíaca autonômica e a resposta hemodinâmica aguda durante e após exercício em três fases distintas no decorrer de um programa de treinamento *kettlebell hardstyle* aplicado em mulheres jovens saudáveis. O protocolo de treinamento foi composto por 10 semanas antecedido por duas semanas de familiarização. As sessões foram compostas por blocos de três a cinco séries de exercícios (*swing* e agachamento), realizados de forma intervalada (30 segundos execução x 30 segundos descanso). Para testar a normalidade foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Aplicou-se ANOVA de duas vias de medidas repetidas, seguida do teste de *post hoc* de *Sidak*. De forma aguda, a atividade simpática autonômica, pressão arterial sistólica e a frequência cardíaca aumentaram significativamente diante do estímulo estressor do exercício e não retomaram os valores iniciais (pré-exercício) durante a recuperação ( $p < 0,05$ ). Não houve diferenças entre as respostas hemodinâmicas e autonômicas entre fases ( $p > 0,05$ ). Foi observado um aumento significativo de 29,25% nos níveis de força máxima em membros inferiores, bem como um incremento de 8,51% na capacidade aeróbia das participantes, em comparação aos valores iniciais antes do período de treinamento. O protocolo *kettlebell hardstyle* é capaz de gerar respostas cardiovasculares vigorosas aplicado como programa de treinamento promove adaptações na aptidão física.

**Palavras-chave:** Pressão arterial, Sistema nervoso autônomo, Exercício, Força muscular.

## ABSTRACT

The cardiac autonomic modulation and hemodynamic response have been evaluated during effort and in the recovery phase after exercise, to evaluate the dose-response and effectiveness in providing these beneficial cardiovascular responses. *Kettlebell* training, a non-traditional modality, has been little explored in terms of its autonomic impact and effectiveness in promoting cardiovascular adaptations. The characterization of the stimulus of this type of exercise during training program can help in the optimization and effectiveness when prescribing *kettlebell* training concerning dose-effect related to volume, intensity and safety aspects throughout exercise sessions. Therefore, the aim of this study was to characterize the autonomic cardiac modulation and the acute hemodynamic response during and after exercise in three distinct phases during a *hardstyle kettlebell* training program applied to healthy young women. The training protocol consisted of 10 weeks preceded by two weeks of familiarization. The sessions included bouts of three to five sets of exercises (swing and squat), performed at intervals (30-second work to 30-second rest). To test normality, the Shapiro-Wilk test was used. Two-way ANOVA of repeated measurements was applied, followed by Sidak's post hoc test. Acutely, sympathetic autonomic activity, systolic blood pressure, and heart rate increased significantly in the face of the stressful stimulus of exercise and did not return to the initial values (pre-exercise) during recovery ( $p < 0.05$ ). There were no differences between hemodynamic and autonomic responses between phases ( $p > 0.05$ ). A significant increase of 29.25% in the levels of maximum strength in the lower limbs was observed, as well as an increase of 8.51% in the aerobic capacity of the participants, in comparison to the initial values before the training period. The *kettlebell hardstyle* protocol is capable of generating vigorous cardiovascular responses and applied as a training program that promotes adaptations in physical fitness.

**Keywords:** Blood pressure, Autonomic nervous system, Exercise, Muscle strength.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> DIAGRAMA DE FLUXO DO ESTUDO (CONSORT- CONSOLIDATED STANDARDS OF REPORTING TRIAL).....	25
<b>FIGURA 2.</b> AVALIAÇÕES AO LONGO DO PROGRAMA DE TREINAMENTO.....	26
<b>FIGURA 3.</b> PROTOCOLO DE TREINAMENTO 10 SEMANAS.....	31
<b>FIGURA 4.</b> RESPOSTA HEMODINÂMICA ÀS SESSÕES DE EXERCÍCIO COM <i>KETTLEBELL- FREQUENCIA CARDÍACA</i> .....	35
<b>FIGURA 5.</b> RESPOSTA HEMODINÂMICA ÀS SESSÕES DE EXERCÍCIO COM <i>KETTLEBELL- PRESSÃO ARTERIAL</i> .....	35
<b>FIGURA 6.</b> RESPOSTA AUTONÔMICA ÀS SESSÕES DE EXERCÍCIO COM <i>KETTLEBELL- PRESSÃO ARTERIAL</i> .....	35
<b>FIGURA 7.</b> FLEXÃO E EXTENSÃO DE QUADRILL. ....	61
<b>FIGURA 8.</b> LEVANTAMENTO TERRA.....	61
<b>FIGURA 9</b> PÊNDULO. ....	61
<b>FIGURA 10.</b> <i>SWING</i> COM TOALHA. ....	62
<b>FIGURA 11.</b> <i>SWING</i> .....	62
<b>FIGURA 12</b> AGACHAMENTO EM FRENTE A PAREDE. ....	62
<b>FIGURA 13.</b> AGACHAMENTO FRONTAL COM <i>KETTLEBELL</i> EM FRENTE A PAREDE. ....	63
<b>FIGURA 14.</b> AGACHAMENTO LIVRE UNILATERAL (AFUNDO).....	64
<b>FIGURA 15.</b> ELEVAÇÃO PÉLVICA UNILATERAL. ....	64
<b>FIGURA 16.</b> FLEXÃO DE TRONCO.....	65
<b>FIGURA 17.</b> ROTAÇÃO DE TRONCO.....	65
<b>FIGURA 18</b> FLEXÃO E EXTENSÃO DE COLUNA.....	66
<b>FIGURA 19.</b> ALONGAMENTOS.....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA. ....	33
<b>TABELA 2.</b> CARACTERIZAÇÃO DA CARGA DE TREINAMENTO SESSÕES. ....	34

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
OBJETIVO GERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
HIPÓTESE .....	14
REVISÃO DE LITERATURA .....	14
MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
Caracterização da pesquisa.....	22
Cálculo do tamanho da amostra.....	22
Casuística.....	22
Crítérios de inclusão .....	23
Delineamento experimental do estudo .....	23
Avaliação do nível de atividade física.....	26
Avaliação da aptidão aeróbia máxima ( $VO_{2máx}$ ) .....	27
Avaliação da Composição Corporal .....	28
Avaliação da Força Máxima.....	28
Controle das sessões .....	28
Monitoramento da Pressão Arterial e Variabilidade da frequência cardíaca durante sessão de treinamento .....	29
Recordatório do ciclo menstrual.....	29
Familiarização ao treinamento com <i>kettlebell</i> .....	29
Protocolo de Treinamento .....	30
Carga de treinamento.....	31
Tratamento dos dados de variabilidade da frequência cardíaca (VFC).....	32
Análise Estatística.....	32
RESULTADOS .....	33
DISCUSSÃO .....	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
REFERÊNCIAS .....	46
APÊNDICES .....	53
ANEXOS .....	67

## INTRODUÇÃO

A regulação da atividade cardiovascular, como a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC), é mediada principalmente pelo sistema nervoso autônomo (SNA). As adaptações envolvendo o SNA apontam efeitos cardioprotetores da prática regular de exercício (FU; LEVINE, 2013), com fortes evidências demonstrando a capacidade de manter o SNA saudável (JOYNER; GREEN, 2009). Essas adaptações se devem aos estímulos agudos do exercício físico nos componentes simpático (SNS) e parassimpático (SNP) do SNA, para atender as demandas aumentadas do sistema cardiovascular.

O incremento inicial na FC e PA durante o exercício é mediado principalmente pela redução da atividade parassimpática, mas à medida que a intensidade se intensifica a atividade simpática aumenta sua colaboração na regulação hemodinâmica do exercício (MICHAEL et al., 2017). Ao cessar o exercício ocorre a recuperação do balanço autonômico com o retorno da atividade parassimpática e redução do tônus simpático, mas esta última não se recupera imediatamente ao nível de repouso (DE VEGTE et al., 2019).

Os ajustes autonômicos durante o esforço e na etapa da recuperação impactam nas medidas hemodinâmicas de PA, débito cardíaco (DC), resistência vascular e FC. Essas respostas agudas têm despertado o interesse científico, pois revelam potencial para prever os efeitos do treinamento, como na resposta hipotensora aguda pós-exercício que pode prever a magnitude de reduções crônicas de PA (HECKSTEDEN et al., 2013). Ainda para acompanhar a resposta cardiovascular em situações de vulnerabilidade para eventos cardíacos, por exemplo, alguns indivíduos podem ser suscetíveis a respostas negativas (arritmias, síncope) durante a recuperação do esforço físico. Além de prolongar os efeitos agudos do exercício, como hipotensão e redução da concentração plasmática de lipídeos (LUTRELL et al., 2015).

Nesse sentido, alguns marcadores da modulação autonômica cardíaca podem ser utilizados no âmbito do monitoramento da segurança e eficácia do exercício físico. A VFC consiste em um indicador indireto da modulação autonômica cardíaca, e tem sido proposta como um marcador de estresse cardiovascular, e como uma estratégia de monitoramento do treinamento físico de atletas. Por exemplo, a recuperação pós-exercício revela o nível de treinamento e a capacidade de recuperação autonômica do atleta mais rápida em comparação a indivíduos não treinados (MICHAEL et al., 2017). A VFC é também utilizada como uma medida de estratificação de risco cardiovascular (DREIFUS et al., 1993), pois quando reduzida,

está relacionada a disfunções autonômicas, e é apontada como um fator prognóstico para arritmias cardíacas graves e possível morte súbita cardíaca (TASK FORCE , 1996).

A modulação autonômica cardíaca tem sido descrita após o exercício em protocolos tradicionais como: corrida, ciclismo, musculação (WHITE; RAVEN, 2014; KINGSLEY; FIGUEROA, 2016). São reportados na literatura os efeitos benéficos na PA e na VFC desses modelos tradicionais de treinamento (aeróbio e resistido) (CORNELISSEN; FAGARD, 2005; CORNELISSEN; SMART; SURVEY, 2013; KINGSLEY; FIGUEROA, 2016; BESNIER et al., 2017). Contudo, modalidades não tradicionais, principalmente aquelas realizadas em altas intensidades são pouco exploradas na literatura. Logo, ainda não está bem esclarecido se essas respostas agudas e adaptativas, relacionadas ao controle autonômico (VFC) e a hemodinâmica (PA, FC), são também seguras e efetivas em diferentes modalidades de treinamento (MICHAEL; GRAHAM; OAM, 2017).

Neste contexto o treinamento com *kettlebell* (KB), uma modalidade não tradicional, tem ganhado cada dia mais adeptos, seja inserido em rotinas tradicionais do treinamento de força, nos programas de condicionamento extremo (*crossfit*<sup>®</sup>) ou de forma isolada. É atrativo devido a sua simplicidade, pois necessita apenas de um equipamento — um peso de ferro fundido semelhante a uma bala de canhão com uma alça. Além disso, leva menos tempo para ser realizado, abrangendo exercícios de múltiplos grupos musculares (HARA et al., 2012).

Por volta dos anos 2000, Pavel Tsatsouline (instrutor das forças especiais da Federação Russa) trouxe para a América um programa de exercício com KB (*hardstyle kettlebell training*). Onde defendeu sua utilização, através de experiências nas forças armadas russas e com atletas do levantamento de peso, para desenvolvimento das capacidades de força, condicionamento cardiorrespiratório e composição corporal (TSATSOULINE, 2006).

O programa compreende seis exercícios básicos (*Swing, Clean, Press, Squat, Snatch and Turkish get-up*), sendo o *swing* mais popular nesse estilo (MEIGH et al., 2019). Os protocolos de exercício com KB, de acordo com o estilo *hardstyle*, são caracterizados por sessões que abrangem tanto estímulos neuromusculares quanto cardiometabólicos. Realizados em formato de circuito, é considerado como exercício de alta intensidade, com estímulos intervalados de curta duração que alcançam cerca de  $165 \pm 13$  bpm ( $86,8 \pm 6,0\%$  FC<sub>máx</sub>) e  $34,31 \pm 5,67$  ml·kg·min<sup>-1</sup> ( $65,3 \pm 9,8\%$  do VO<sub>2max</sub>) (MEIGH et al., 2019).

Apesar de tradicionalmente o treinamento com KB ter sido aplicado para o desenvolvimento da força muscular (LAKE; LAUDER, 2012; OTTO et al., 2012; MANOCCHIA et al., 2013), essas sessões de exercício são apontadas como um eficiente estímulo cardiovascular, respiratório e metabólico (FARRAR et al., 2010; HULSEY et al., 2012; THOMAS et al., 2014; FALATIC et al., 2015, WILLIAMS; KRAEMER, 2015; FUSI et al., 2017). Devido a essa característica multifacetada de estímulos pronunciados nos protocolos de KB, a literatura apresenta uma predominância de estudos acerca das respostas agudas em relação ao estresse cardiorrespiratório. Desse modo, os estudos normalmente reportam a demanda cardiometabólica (consumo de oxigênio, razão de troca respiratória, ventilação), onde procuram estabelecer se os protocolos com KB são capazes de alcançar as demandas preconizadas pelo *American College Sports Medicine* (ACSM) (GARBER, 2011) para aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória.

Contudo, aspectos relacionados à resposta hemodinâmica e ao estresse autonômico ainda foram poucos explorados (THOMAS et al., 2014; WONG et al., 2017; FERREIRA; MATOS, 2018). Thomas et al (2014) avaliaram a efetividade do estímulo à aptidão cardiorrespiratória de um protocolo de 30 minutos com KB. Os autores observaram que em indivíduos saudáveis foi possível alcançar valores de consumo de oxigênio dentro dos padrões para aprimorar a aptidão cardiorrespiratória ( $\geq 50\%$  do  $VO_{2m\acute{a}x.}$ ), e que os níveis de PA alcançavam  $\sim 140$  mmHg (PAS) e  $\sim 80$  mmHg (PAD), mensurada imediatamente após última série.

No que tange a resposta hipotensora pós-exercício, os resultados de dois estudos desenvolvidos não apresentaram concordância (FERREIRA et al, 2018; WONG et al., 2017). No primeiro, observou-se que em um protocolo de 20 minutos com KB ocorreu um aumento moderado da PA sistólica imediatamente após o final da intervenção ( $\sim$ PAS 138/ PAD 76 mmHg), mas não provocou hipotensão pós exercício em uma hora de recuperação (FERREIRA et al., 2018). De modo contrário, Wong et al (2017) encontraram reduções significativas nas medidas de PA a partir dos 10 minutos de recuperação ( $\sim 4$ mmHg PAS, 3mmHg PAD), em jovens normotensos. Nesse estudo foram avaliadas as respostas da PA e VFC no período de recuperação por 30 minutos após um protocolo de 12 minutos com KB. O protocolo de alta intensidade (80-90% FC predita) induziu um efeito hipotensivo significativo. O estudo demonstrou também um aumento do balanço simpátovagal LF/HF), e tônus parassimpático reduzido entre três e 30 minutos após sessão em comparação a situação controle (dia sem praticar a sessão de exercício). Neste sentido, apesar de as respostas da PA e VFC terem sido

relatadas essas informações se referem a apenas uma sessão de treinamento em alta intensidade, o que não reflete os estímulos acumulados de um programa de treinamento.

Os estímulos de um programa de treinamento vão sendo atenuados com as adaptações fisiológicas, solicitando a aplicação de uma nova carga de treino, a fim de se impor incrementos nas adaptações. Contudo, não se sabe se ao longo do programa de treinamento, o aumento da carga impõe um estresse adicional aos parâmetros cardiocirculatórios e a resposta autonômica. E nesse sentido, a avaliação da resposta hemodinâmica (FC, PA) durante o exercício e recuperação autonômica após exercício (VFC) pode revelar o impacto da modalidade bem como indicar efeitos adaptativos.

Portanto, a caracterização da dose-resposta do estímulo deste tipo de exercício diante de sucessivos estímulos ao controle autonômico e resposta pressórica pode auxiliar ao elucidar questões que abrange a prática segura e eficaz associada a essa modalidade de treinamento. Esses conhecimentos podem ainda abrir possibilidades para estudos em populações com limitações clínicas, relacionando os benefícios/riscos advindos dessa modalidade. Além disso, os estudos apresentam maior proporção na população de homens jovens saudáveis (47%), seguido de estudos com ambos os gêneros (40%) e em menor percentual unicamente com o público feminino (11%) (MEIGH et al., 2019), enfatizando o amplo contexto das pesquisas nas ciências dos esportes em que as mulheres são sub-representadas (COSTELLO; BIEUZEN; BLEAKLEY, 2014).

A prevalência de baixo nível de atividade física nesse público (DUMITH et al., 2011) alerta para a exposição acentuada ao risco de desenvolver doenças cardiovasculares. Adicionalmente, esse risco é aumentado na fase pós-menopausa (MUKA et al., 2016). A partir desse contexto, avaliar a resposta hemodinâmica e autonômica ao treinamento com KB em mulheres, pode auxiliar na informação mais específica acerca do estresse cardiovascular do exercício e da eficiência desse treinamento em provocar adaptações cardiovasculares nesse grupo. E ainda estimular com bases científicas, novas abordagens de treinamento que colaborem com mais opções de exercícios para o público feminino.

## OBJETIVO GERAL

Caracterizar a modulação autonômica cardíaca e a resposta hemodinâmica aguda durante e após exercício em três fases distintas no decorrer de um programa de treinamento com *kettlebell hardstyle*, aplicado em mulheres jovens saudáveis.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Descrever e comparar as respostas hemodinâmicas agudas (FC, PA) durante sessões de exercícios referentes às três fases de um programa de treinamento com KB.
- II. Descrever e comparar as respostas hemodinâmicas e autonômicas (VFC) agudas após as sessões de exercício.
- III. Avaliar as adaptações na aptidão física em decorrência do programa de treinamento.

## HIPÓTESE

A partir dos achados da literatura espera-se que as sessões de treinamento provoquem de forma aguda, aumento na FC e PA, e redução na VFC, que serão proporcionais às intensidades de cada fase do treinamento. E após o exercício é esperado hipotensão, mesmo sem a retomada da atividade autonômica para os níveis pré-exercício. De forma adaptativa, esperam-se alterações na capacidade de força máxima e aptidão aeróbia ao longo do programa de treinamento.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Treinamento com *kettlebell* (KB):

Por volta do século XVII, o KB (peso de ferro fundido) era um utensílio comumente utilizado nas feiras russas como contrapeso de balança. Mais tarde, no século XX, o KB representava uma ferramenta de treinamento para os atletas soviéticos, tanto os levantadores de peso quanto lutadores (TSATSOULINE, 2006). A estratégia era treinar unicamente ou inserir parte de rotinas com KB na preparação física desses atletas.

A rotina de levantamento de KB teve sua primeira competição nacional em 1948, uma modalidade denominada de *Girevoy Sport*. A partir dessa modalidade esportiva nasce o estilo *Hardstyle*, uma versão de mecânica corporal menos complexa, que se popularizou atraindo grande quantidade de adeptos nos Estados Unidos após a queda da cortina de ferro na União

Soviética (MARCON; BOTTURA; NOVELLI, 2019). Nos anos 2000, Pavel Tsatsouline (instrutor das forças armadas russas) trouxe um programa de treino exclusivo com KB para a América - o modelo russo (*hardstyle*). Pavel Tsatsouline defendia que os programas de treinamento eram capazes de desenvolver simultaneamente capacidades como: força, condicionamento cardiorrespiratório, flexibilidade e mudanças na composição corporal.

*Hardstyle, juggling, sport* e associado a programas de condicionamento extremo (*CrossFit*<sup>®</sup>) o KB, em meio a essa emergente visibilidade na América, teve o estilo *Hardstyle* em maior destaque representando um dos protocolos mais realizados e estudados (MEIGH et al., 2019). Os protocolos têm como base a utilização do *swing*. A parte principal da sessão, em sua origem, tinha em média de 5 a 12 minutos caracterizados como o que Tsatsouline (2006) chamava de Programa Mínimo. Nesse período os praticantes deveriam realizar o máximo de *swings* possíveis, descansando ativamente (corrida leve) de forma voluntária. Inicialmente, trabalhando com o que é considerado a “base” do KB o exercício *swing* e *turkish get-up* (TGU).

Além disso, a ideia de progressão dos protocolos era altamente relacionada com o volume, já que os idealizadores incentivavam a aumentar tempo de duração da sessão numa margem de 5 a 15 minutos. Mais recentemente os programas de treino com KB são baseados em rotinas de *sprints* (normalmente 30 segundos). O tempo de duração dos protocolos duram em média 8 a 20 minutos (TSATSOULINE, 2019).

### **As características da ferramenta e a natureza balística dos exercícios com *kettlebell***

Apesar da utilização do KB como implemento em exercícios tradicionais do treinamento de força (agachamento, levantamento terra, entre outros). Há algumas características que o difere de outros pesos livres como barras e halteres. O centro de massa do KB se estende além da mão, possibilitando a execução de exercícios balísticos, rápidos, oscilatórios e envolvendo toda a extensão do corpo. Além disso, do ponto de vista prático não requer muito espaço para serem utilizados já que são compactos e portáteis e se comparados a equipamentos tradicionais são relativamente mais baratos (COTTER, 2015).

Essa característica balística é representada nos três principais exercícios do estilo *hardstyle* - *swing, clean e snatch*. O principal exercício, *swing*, é considerado único, pois sua execução exige flexão e extensão balística da articulação do quadril, realizando grande trabalho mecânico em curtos períodos de tempo (LYONS et al., 2017). Os programas com KB idealizados por Tsatsouline (2006) são circuitos de curta duração com os exercícios específicos

(*swing*, clean, snatch).

Contudo, a literatura também aponta os exercícios com KB inseridos em protocolos de treinamento intervalado em alta intensidade (*high intensity interval training- HIIT*) (FORTNER et al., 2014; WILLIAMS; KRAEMER, 2015; JAY et al., 2011). Por ser tratar de uma modalidade que integra o corpo inteiro, exigir alta demanda mecânica e possuir segurança relativa com manutenção adequada da técnica é considerado ideal para uma estrutura de protocolos do *HIIT* (FORTNER et al., 2014).

Os estudos científicos ocidentais que objetivavam testar a eficácia dos protocolos de KB emergem nos anos de 2010. Farrar et al. (2010) buscaram quantificar a demanda cardiorrespiratória de um protocolo de 12 minutos de *swing* baseado no estilo *hardstyle*. Os autores inferiram que diante do alcance da FC ( $86,8 \pm 6,0\%$  FC<sub>máx</sub>) e do VO<sub>2</sub> ( $65,3 \pm 9,8\%$  VO<sub>2máx</sub>) da sessão de exercício esse estímulo seria capaz, a longo prazo, de provocar adaptações na capacidade aeróbia máxima, de acordo com a diretrizes do ACSM para desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória (GARBER, 2011).

Nesse contexto, uma parcela de estudos foi publicada acerca da avaliação de parâmetros como eficiência dos protocolos para desenvolver a aptidão aeróbia e força máxima (GIRARD; HUSSAIN, 2015; BEARDSLEY; CONTRERAS, 2014; ECKERT; SNARR, 2016), transferência para modalidades esportivas e treinamento de atletas (OTTO et al., 2012; MANOCCHIA et al., 2013; FALATIC et al., 2015), demanda cinética e cinemática dos exercícios característicos da ferramenta (MCGILL; MARSHALL, 2012; BULLOCK et al., 2017), e eficiência em parâmetros clínicos (JAY et al., 2011; KEILMAN et al., 2017; CHEN et al., 2018).

Dentre a pequena parcela de estudos longitudinais, a capacidade de força foi avaliada em estudos com duração de 4 a 10 semanas (LAKE; LAUDER, 2012; OTTO et al., 2012; MANOCCHIA et al., 2013; MAULIT et al., 2017). Nesses, os protocolos resultaram em incrementos na força máxima de membros inferiores 6,4% (+10,6±6,5kg agachamento/levantamento terra) e de membros superiores 35,5% (+14,2kg supino) (MANOCCHIA et al., 2013).

Acerca da aptidão cardiorrespiratória, dois estudos apresentam as respostas adaptativas (JAY et al., 2011; FALATIC et al., 2015). No estudo de Jay et al., (2011) oito semanas de treinamento não foram o suficiente para promover incrementos na capacidade aeróbia. De modo

contrário, Falatic et al., (2015) constataram, após 12 semanas de treinamento, aumentos de 6% no consumo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ). Apesar da ênfase acerca das respostas agudas em indicar a possibilidade de adaptação da capacidade aeróbia em decorrência de programas de exercício com KB, essa comprovação ainda parece controversa.

### **Aspectos de segurança cardiovascular na resposta aguda durante exercício**

#### ***Pressão arterial (PA) e Frequência cardíaca (FC)***

Os riscos de eventos cardiovasculares em resposta ao estresse provocado pelo exercício são descritos na literatura, principalmente, através de estudos com exercício aeróbio dinâmico (esteira ergométrica e cicloergômetro) (SCHULTZ; LA GERCHE; SHARMAN, 2017). No exercício dinâmico as alterações na PA atuam como marcador do estresse cardiovascular. O aumento da PA é resultante da interação entre aumento do débito cardíaco e resistência vascular periférica total reduzida. Um padrão de respostas máximas é apontado como uma PAS de 210 mmHg (homens) e PAS de 190 mm Hg (mulheres) com PAD 110 mmHg (ambos os sexos), em protocolos de testes progressivos de esforço máximo (SHARMAN; LAGERCHE, 2015).

O aumento exagerado da PA durante o exercício está associado a doenças cardiovasculares tais como hipertrofia do ventrículo esquerdo, hipertensão, incidente e eventos cardiovasculares futuros (THANASSOULIS et al., 2013). Valores acima de 250 mm Hg (PAS) e 115 mm Hg (PAD) durante o exercício é uma indicação relativa para seu encerramento, tendo em vista o comprometimento da vascularização cerebral e do miocárdio em altos níveis de pressão arterial (SHARMAN; LAGERCHE, 2015).

Os exercícios em alta intensidade com estímulos intervalados podem provocar, em maior magnitude, efeitos cardioprotetores do que o exercício em intensidade moderada, contudo atividades vigorosas aumentam de maneira aguda transitória os riscos de eventos cardíacos (THOMPSON et al., 2007; ROGNMO et al., 2012). De modo geral, indivíduos saudáveis e sedentários podem ser suscetíveis a algum evento visto que podem apresentar algum evento cardíaco oculto.

A segurança em exercícios de alta intensidade têm registros na literatura de forma mais concisa em pacientes com doenças cardiometabólicas e coronarianas (WESTON; WISLØFF; COOMBES, 2014; ROGNMO et al., 2012). Nesse caso, em modalidades como corrida e ciclismo (ergômetros) o risco de eventos cardiovasculares são baixos desde que seja respeitado

um período de adaptação prévio com exercício em intensidade moderada (ROGNMO et al., 2012).

Respostas pressóricas agudas durante o exercício em alta intensidade, principalmente envolvendo o treinamento de força, são pouco descritas (FALZ et al., 2019). Falz et al. (2019) descreveu as respostas hemodinâmicas agudas de protocolos de exercício de alta intensidade (HIIT), intensidade moderada (*moderate intensity continuous training –MCT*) e treinamento resistido (treinamento de força com peso corporal). Nesse estudo, o protocolo HIIT foi realizado no ciclo ergômetro e consistia em quatro séries de quatro minutos ( $4 \times 4$ ) a 85-95%  $FC_{máx}$  separados por três minutos de descanso ativo a 25% da potência máxima (valores máximos extraídos de teste incremental no ciclo ergômetro). A duração total da sessão foi de 35 minutos. Os 12 homens saudáveis ativos ( $23,4 \pm 2,6$  anos) submetidos a esse protocolo alcançaram valores de PAS  $204 \pm 13,3$  mmHg; PAD  $80 \pm 9,2$  mmHg e FC de  $174 \pm 11,0$  bpm.

De modo geral, o treinamento com KB é caracterizado como alta intensidade, impondo elevado estresse cardiovascular ( $86,8 \pm 6,0\%$   $FC_{máx}$ ) (MEIGH et al., 2019). Até o momento, os protocolos com KB já descritos na literatura apresentam valores de PA alcançando incrementos de +21 a +24mmHg (THOMAS et al., 2014; FERREIRA; MATOS, 2018). No protocolo aplicado por Thomas et al, (2014) a 60% do  $VO_{2máx}$ , a sessão teve duração de 30 minutos que incluiu três blocos contínuos de 10 minutos composto por 10 *swings*, seguidos por 10 levantamentos terra, com descansos de três minutos entre cada bloco. Os participantes (5 homens e 5 mulheres ativos,  $25.3 \pm 4.3$  anos) alcançaram valores de  $\sim 140/70$  mmHg ao final do último bloco de exercício.

Valores semelhantes foram encontrados na investigação de Ferreira et al, (2018), onde o protocolo teve duração de 20 minutos (intensidade não informada), a cada um minuto era realizado 18 *swings* com o tempo remanescente de descanso. Os valores pressóricos dos oito voluntários fisicamente ativos (gênero não especificado,  $24.3 \pm 7.0$  anos) atingiu valores de  $\sim 138/77$ mmHg. Informações adicionais relacionando FC e PA em protocolos de KB *Hardstyle* ainda não foram descritas na literatura.

### **Recuperação cardiovascular após exercício**

Além de atuar como fator prognóstico para doenças e eventos cardiovasculares, a recuperação após exercício indica uma “janela de oportunidade” para adaptações a longo prazo, bem como pode proporcionar mecanismos agudos benéficos, tais como: aumento da

sensibilidade à insulina, redução nos níveis de lipídios no sangue e hipotensão pós exercício (LUTTRELL; HALLIWILL, 2015). A atividade autonômica desempenha um papel chave na regulação cardiovascular (KLISZCZEWICZ et al., 2016) e seu comportamento após exercício pode fornecer informações acerca da intensidade do treinamento e nível de aptidão física dos indivíduos (BORRESEN; LAMBERT, 2008).

O SNA é composto por fibras aferentes que inervam os barorreceptores e quimiorreceptores no seio carotídeo e no arco aórtico importantes no controle da FC, pressão arterial e atividade respiratória (FREEMAN et al., 2006). As duas divisões do SNA, sistema simpático e parassimpático, atuam de forma cooperativa e/ou antagônica para manter a sintonia dos processos fisiológicos do corpo. A inervação simpática é responsável pelo controle das funções corporais em situação de estresse, já a parassimpática predomina nos momentos de repouso e digestão (SILVERTHORN, 2017).

Durante a recuperação após exercício uma predominância simpática prolongada e recuperação parassimpática tardia podem estar associadas ao aumento do risco de eventos cardíacos agudos (KLISZCZEWICZ et al., 2016). A dinâmica dessas alterações pode ser mensurada através da VFC um marcador indireto da modulação autonômica do coração (TASK FORCE, 1996).

### ***Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)***

A VFC representa as variações entre batimentos consecutivos (intervalos RR) que compõe o ciclo cardíaco (TASK FORCE, 1996). Valores elevados de VFC indicam boa adaptação e mecanismos autonômicos eficientes. De modo contrário, valores reduzidos são indicadores de adaptação anormal e insuficiente da atividade autonômica, dando indícios de mau funcionamento fisiológico das funções corporais (VANDERLEI et al., 2009). Esse marcador indireto da atividade autonômica é comumente mensurado através de métodos lineares (análises temporais e espectrais dos intervalos RR).

Na análise temporal, os resultados são expressos em domínio do tempo. Cada intervalo RR normal (batimentos sinusais) avaliado durante determinado tempo, resulta em índices estatísticos ou geométricos (média, desvio padrão e índices derivados do histograma ou do mapa de coordenadas cartesianas dos intervalos RR). Os índices mais comuns são o RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes) e o SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de

tempo), ambos expressos em milissegundos (ms). O RMSSD normalmente está relacionado a atividade parassimpática e o SDNN representa as duas atividades (simpática e parassimpática), contudo não possibilita a distinção quando as alterações na VFC são ocasionadas pelo aumento do tônus simpático ou à retirada do tônus vagal (VANDERLEI et al., 2009).

Na análise espectral a VFC é decomposta em componentes oscilatórios. Os intervalos RR expressos em tacograma, em função do tempo, ao passar pelo o processamento matemático transformada rápida de Fourier (FFT) (método mais utilizado) fornece uma estimativa de potência espectral da VFC. Essa potência pode ser expressa em alta frequência (*High Frequency -HF*), que representa a modulação respiratória e atuação do nervo vago sobre o coração. Também pode representar um componente de baixa frequência (*Low Frequency -LF*), correspondendo a ação dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático.

### ***Recuperação autonômica e Pressão arterial***

A hiperatividade simpática pode resultar em redução inadequada (ou aumento exagerado) da PAS no período de recuperação, indicando maior risco de hipertensão, doença arterial coronariana, infarto agudo do miocárdio e mortalidade cardiovascular. Ademais, reduções tardias na PAS e da FC no pós-exercício, quando associadas, funcionam como um marcador mais eficiente de previsão de risco cardiovascular (SHARMAN; LAGERCHE, 2015).

Cabe ressaltar que fatores como a intensidade, volume e modalidade de exercício influenciam diretamente na recuperação autonômica. Nesse caso, exercício em alta intensidade está associado a uma recuperação mais lenta da VFC. Com relação ao volume, uma duração mais longa de sessões de exercício parece retardar a recuperação. Quando se trata de modalidade de exercício, apesar de evidências limitadas, o exercício que utiliza grandes grupos musculares e/ou grande gasto energético também pode atrasar essa recuperação da VFC (MICHAEL et al., 2017).

Os protocolos com KB parecem demonstrar algumas dessas características, ou seja, exercícios de grandes grupamentos musculares realizados em alta intensidade. Ainda de forma escassa, a literatura apresenta alguns registros da recuperação autonômica após protocolos de alta intensidade. Wong et al. (2017), por exemplo, foram os pioneiros a estudar as respostas do SNA a um protocolo com KB. Após uma sessão de 12 minutos de *swing* (80-90% FC<sub>máx</sub> predita)

a VFC não retornou aos valores basais. Nesse caso, os 17 participantes (10 homens e 7 mulheres saudáveis,  $23 \pm 1$  anos) foram monitorados por 30 minutos após sessão e apresentaram, após esse período, uma predominância simpática na atividade cardíaca.

Outros dados que corroboram com os achados supracitados são encontrados no estudo de Kliszczewicz et al. (2016). Os autores submetem 10 homens, fisicamente ativos ( $26,4 \pm 2,7$  anos), a dois protocolos de alta intensidade (94-98%  $FC_{m\acute{a}x}$ ). Um protocolo consistia em uma sessão de corrida na esteira ergométrica e o outro protocolo de exercícios com peso corporal. Ambos com duração de 20 minutos. A recuperação autonômica foi incompleta após uma hora e mais tardia no exercício com o peso corporal.

### **Respostas cardiovasculares ao exercício físico em mulheres**

Segundo dados do Ministério da Saúde as mulheres representam a maior parte da população brasileira insuficientemente ativa (51,7%). O diagnóstico de hipertensão arterial (27,0% mulheres vs. 22,1% homens) e utilização de tratamento medicamentoso foram reportados em maior proporção nesse público (87,8% mulheres vs. 77,6% homens) (VIGITEL BRASIL, 2019). Apesar de as doenças cardiovasculares (DCV) atingirem de forma ampla a população (MAHMOOD et al., 2014) as mulheres aumentam seu grau de exposição no período após menopausa (MUKA et al., 2016).

De forma consensual, o exercício físico é apontado como uma estratégia não farmacológica de tratamento e prevenção de DCV (PEDERSEN; SALTIN, 2015; PESCATELLO et al., 2018). A literatura tem descrito, ao longo dos anos, aspectos relacionados à dose-resposta do benefício do exercício em diversos públicos (indivíduos ativos, sedentários, atletas). Contudo, a maioria da população estudada são homens, o público feminino é sub-representado (COSTELLO; BIEUZEN; BLEAKLEY, 2014).

De modo geral a estrutura corporal feminina é mais reduzida em relação ao homem (peso, altura), o que implica em uma estrutura cardíaca menor (GARDIN et al., 1995). Nio et al. (2015) também destacam algumas distinções dentre elas: menor massa no ventrículo esquerdo, menor volume sistólico e diastólico final e diferenças no débito cardíaco. Diferenças funcionais em repouso podem ser intensificadas no exercício físico. Logo, a extrapolação de resultados relacionados à resposta cardiovascular ao exercício exclusivamente no público masculino para o feminino demanda cuidado.

Fu e Levine (2005) apontam que a resposta cardiovascular (FC e  $VO_2$ ) durante exercício

é semelhante em homens e mulheres, treinados ou destreinados. Contudo, Charkoudian e Joyner (2004) observaram o  $VO_{2max}$  5% a 15% menor em mulheres em relação a homens com o mesmo nível de treinamento. A isso os autores associam a menor concentração de hemoglobina além dos fatores já elencados por Nio et. al, (2015). Em relação a VFC as diferenças entre sexos também são reportadas. As mulheres demonstram menor hiperatividade simpática (KOENIG; THAYER, 2016), enfatizando mais uma distinção e importância de desenvolvimento de estudos voltados para esse público.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização da pesquisa**

A pesquisa foi do tipo quase experimental e longitudinal (THOMAS et al., 2012). As participantes do estudo foram informadas acerca dos métodos a serem utilizados no trabalho e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos foram iniciados após a obtenção de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Espírito santo (UFES), CAAE: 90506418.7.0000.5542.

### **Cálculo do tamanho da amostra**

O cálculo amostral foi realizado com base nos dados já reportados na literatura relacionados a VFC, já que a atividade autonômica representa um dos desfechos principais desse estudo. Nesse caso, para determinar o número total de participantes foi selecionado o tamanho de efeito “médio” (COHEN, 1988), comumente encontrada nos estudos de VFC (QUINTANA, 2017). Foi utilizado a ANOVA de medidas repetidas seguindo os seguintes parâmetros: poder do teste de 80%, nível de significância de 5% e tamanho de efeito de 0,5 (*Cohen's d*) para três momentos de medida (FAUL et al., 2007). O resultado indicou 14 participantes. O pacote estatístico utilizado foi o G\*Power versão 3.1.9.2.

### **Casuística**

A amostra foi selecionada por conveniência, através da divulgação do estudo por meio de convites e cartazes distribuídos pela UFES e publicados nas redes sociais. As voluntárias recrutadas eram jovens estudantes universitárias e da comunidade externa (idade: 24,5  $\pm$  2,7anos). Todos os procedimentos foram realizados no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ciências do Movimento Corporal (NUPEM) do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD)

da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). As participantes receberam as informações necessárias sobre os métodos a serem utilizados no trabalho e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).

### **Critérios de inclusão**

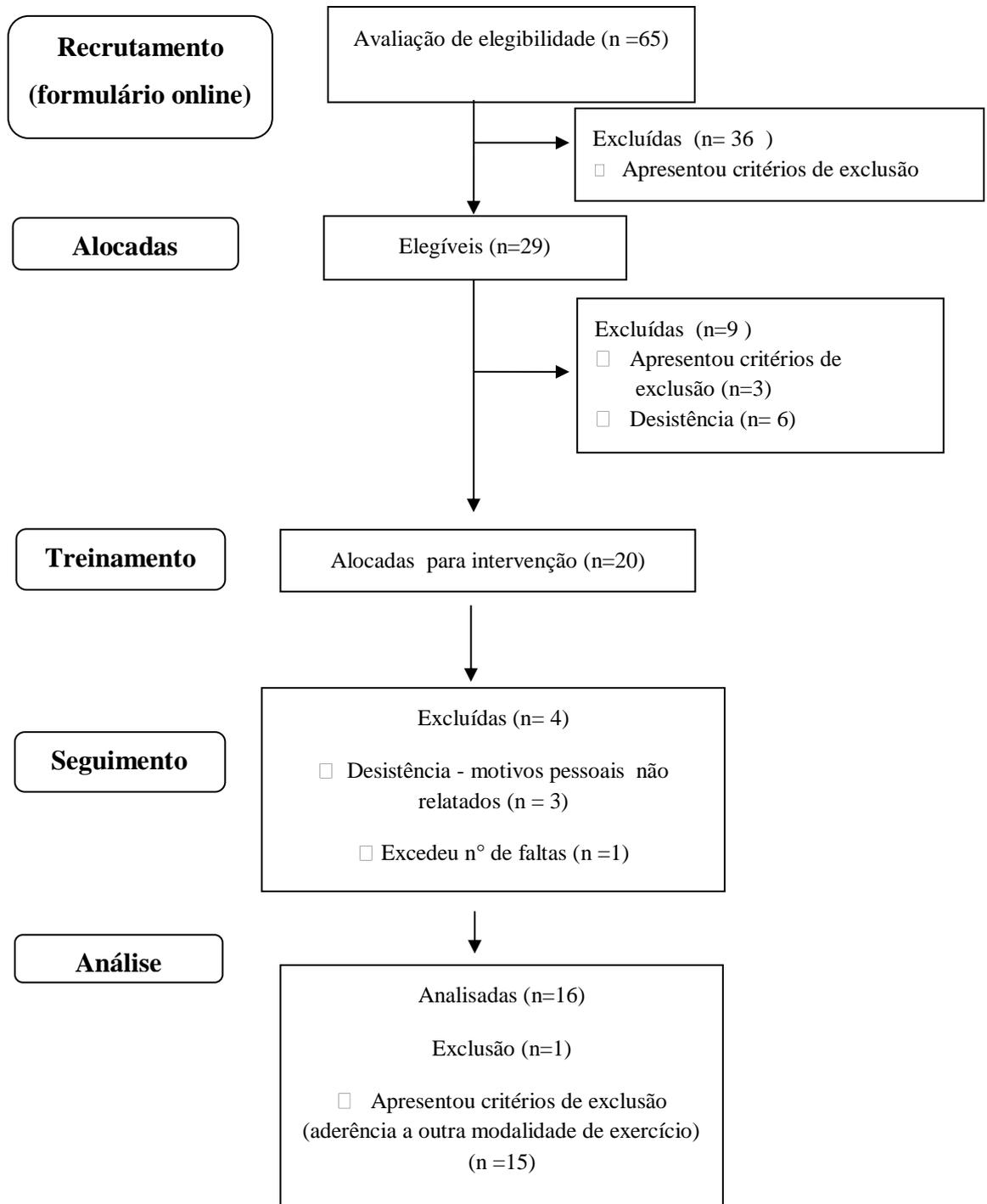
Os seguintes critérios de inclusão foram cumpridos: ser do sexo feminino, ter entre 18 anos e 30 anos; não ter experiência anterior com a prática de exercício com KB; ter experiência mínima de três meses em treinamento de força; apresentar condições físicas adequadas aos testes e ao treinamento (mediante avaliação de um médico cardiologista); obter classificação entre “sedentária” e “irregularmente ativa (A ou B)” no Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire*) (IPAQ). Não foram incluídas: pessoas hipertensas, obesas, que apresentaram qualquer histórico de doença neurológica e limitações cognitivas; presença de doenças cardiovasculares, metabólicas, ortopédicas, endócrinas e/ou respiratórias ou quaisquer outras doenças que possam alterar a função autonômica; fumantes ou indivíduos que utilizavam algum tipo de medicamento, suplemento ergogênico ou nutricional conhecido por afetar o metabolismo ou o desempenho no exercício. Além disso, durante o período de treinamento, as voluntárias não puderam participar de qualquer outro tipo de exercício físico para não interferir no desenvolvimento e resultados desta pesquisa.

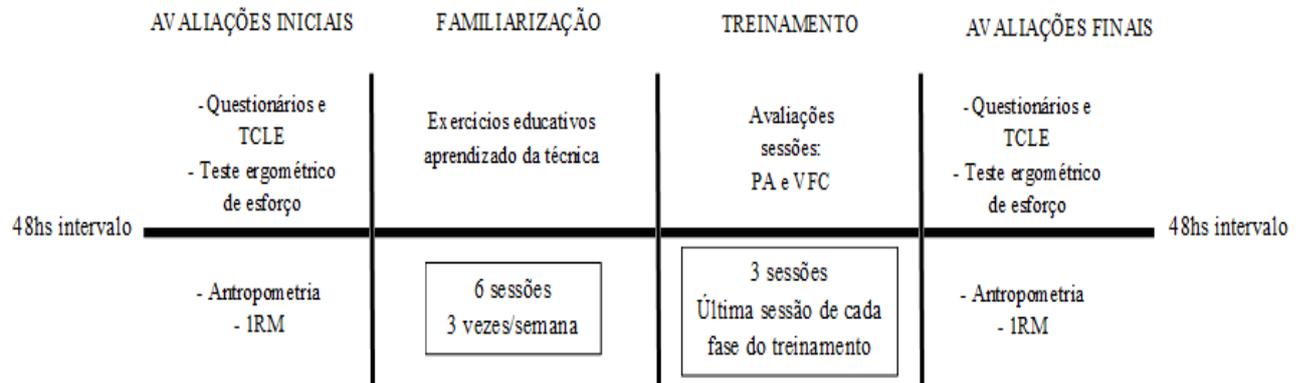
### **Delineamento experimental do estudo**

O programa de treinamento compreendeu um total de 36 sessões. Todas as voluntárias incluídas na análise mantiveram uma adesão aos treinamentos acima dos 85%. No primeiro momento 29 voluntárias foram selecionadas para participar do estudo. No início da intervenção nove voluntárias foram excluídas, sendo três por fatores como obesidade, incompatibilidade de horário para treino e nível de atividade física. Outras seis voluntárias desistiram por motivos pessoais não relatados. Das 20 participantes selecionadas, três desistiram ao longo do treinamento e uma excedeu o número de faltas (frequência <85%), totalizando quatro exclusões. Finalizaram o período de treinamento 16 voluntárias, contudo uma participante foi excluída da análise por atender um dos critérios de exclusão (participação em outra modalidade de exercício físico sistematizado). Ao final, o estudo contou com um total de 15 participantes (Figura 1).

Antes de iniciar o período de treinamento, as participantes foram direcionadas ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX), localizado no NUPEM (CEFD -UFES), em dois dias da semana, com intervalo mínimo de 48 horas entre cada visita. Após as avaliações iniciais, foi dado início ao programa de treinamento em período total de 12 semanas. A partir desse momento, avaliações adicionais foram realizadas durante o período de treinamento, marcando assim três momentos de avaliações (antes, durante e após programa) (Figura 2).

**FIGURA 1.** Diagrama de fluxo do estudo (CONSORT- *Consolidated Standards of Reporting Trial*)



**FIGURA 2.** Avaliações ao longo do programa de treinamento.

Legenda: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; PA: Pressão Arterial; RM: repetição máxima; VFC: variabilidade da frequência cardíaca.

### **Visita ao laboratório para aplicação dos procedimentos:**

#### ***Primeiro dia de Avaliações***

As participantes respondiam a uma *anamnese* (Apêndice B) para coleta de informações individuais básicas (cadastro e dados demográficos), histórico de saúde e restrições em relação ao exercício físico. Além disso, foi aplicada a triagem pré-participação em exercícios (Anexo A), proposta pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva (PESCATELLO et al., 2014) a fim de avaliar as condições de saúde dos participantes.

#### **Avaliação do nível de atividade física**

Foi empregado o Questionário IPAQ versão curta (Anexo B), que é utilizado extensivamente em estudos populacionais, e em inquéritos da Vigilância Epidemiológica no Brasil e já foi previamente validado para a população brasileira (MATSUDO et al. 2001).

O IPAQ é um instrumento que permite obter medidas de atividades físicas que podem ser internacionalmente comparadas, sendo possível estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, transporte, tarefas domésticas e lazer, e ainda o tempo despendido em

atividades passivas, realizadas na posição sentada. As participantes foram classificadas nas seguintes categorias: sedentária - que não realizava nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana e irregularmente ativa - aquela que realizava atividade física, porém insuficiente para ser classificada como ativa pois não atendia as recomendações quanto à frequência ou duração. Nesse caso, foram somados a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). O grupo irregularmente ativo foi dividido em duas subclassificações: irregularmente ativa a - aquela que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade física ( frequência: 5 dias /semana ou duração: 150 min / semana) e irregularmente ativa b: aquela que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração. (BENEDETTI et al., 2007).

#### **Avaliação da aptidão aeróbia máxima ( $VO_{2máx}$ )**

Para mensurar a aptidão aeróbia máxima das participantes, bem como atestar segurança ao induzir a um protocolo de treinamento de alta intensidade, por meio do laudo do cardiologista, foi realizado um teste ergométrico de esforço. Em uma sala silenciosa mantida a temperatura ambiente a 22° C, as participantes foram encaminhadas para a esteira, com eletrodos aplicados ao tronco (regiões do tórax e abdominal) com cinco derivações. Todas foram orientadas sobre os procedimentos de realização do teste, que incluía: permanecer respirando normalmente, solicitar interrupção do teste em caso de dor localizada, ou qualquer outro desconforto.

O teste foi realizado em esteira rolante motorizada (Inbra Sport Super ATL, Porto Alegre, Brasil) mantida com inclinação de 1% seguindo um protocolo de rampa individualizado, tendo como base o protocolo de Lira et al. (2013), o qual é constituído de um período de aquecimento de 5 minutos a 4 km·h<sup>-1</sup>, seguido de um ajuste da velocidade para em 5 km·h<sup>-1</sup>, com aumentos progressivos da velocidade da esteira a uma taxa de 1 km·h<sup>-1</sup> a cada minuto até a exaustão do participante, objetivando uma duração entre 10 e 12 minutos. O teste foi acompanhado por um médico cardiologista e um profissional de Educação Física.

Foram adotados os critérios da Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico (GHORAYEB et al., 2019). Para aceitar o teste como máximo foram considerados os seguintes critérios: a) exaustão voluntária; b) FC máxima atingida de pelo menos 90% da prevista para a idade (220-idade).

Os valores de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) foram determinados a partir da velocidade máxima de corrida. O cálculo estimado de gasto energético proposto pelo ACSM foi utilizado com base na seguinte fórmula:  $0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}$  (PESCATELLO et al., 2014).

### ***Segundo dia de Avaliações***

#### **Avaliação da Composição Corporal**

As voluntárias foram avaliadas por meio de uma balança digital de precisão com estadiômetro (Marte LC 200); através dos quais foi calculado o índice de massa corporal (IMC). A espessura das dobras cutâneas foi medida por um compasso científico com precisão de 1 mm (CESCORF, Brasil), empregando o protocolo de Pollock de 7 dobras (tríceps, subescapular, axilar média, peitoral, supra ilíaca, abdominal, coxa) (POLLOCK; WILMORE, 1993), para cálculo de percentual de gordura corporal. Para os cálculos de composição corporal foi utilizado o *software Physical Test*, versão 8.0.

#### **Avaliação da Força Máxima**

A força máxima de membros inferiores foi avaliada através do teste de uma repetição máxima (1RM) no aparelho *Leg press* 45°. Após as instruções acerca da avaliação, as voluntárias realizaram um aquecimento com 15 repetições submáximas, utilizando 50% de sua carga máxima percebida, ou seja, metade de uma carga autosselecionada. Em seguida, com 100% da carga autosselecionada e após três minutos de intervalo, as participantes realizavam a primeira tentativa. O objetivo era que fosse realizada apenas uma repetição completa e a segunda tentativa com falha concêntrica. Foi realizado o máximo de quatro tentativas para determinar o valor de 1RM, com um período de três minutos de intervalo entre elas. A cada tentativa a carga foi aumentada ou reduzida numa margem de 2,5 a 20,0 kg. Todas as repetições foram realizadas com a mesma velocidade e amplitude de movimento (PESCATELLO et al., 2014).

### ***Controle das sessões***

## **Monitoramento da Pressão Arterial e Variabilidade da frequência cardíaca durante sessão de treinamento**

A fim de monitorar as respostas hemodinâmicas e autonômicas agudas das sessões, foi realizado o controle da PA e da VFC uma vez a cada fase de treinamento (1, 2 e 3), na última sessão da fase, através do monitor de pressão automático Omron® (método oscilométrico) e do monitor de FC (Polar®, transmissor H10), respectivamente. Inicialmente foram realizadas as medidas em repouso, em uma sala silenciosa, temperatura a 22°C com baixa iluminação. Conforme protocolo da Sociedade Brasileira de Hipertensão para as medidas em repouso, a participante permaneceu sentada, durante cinco minutos, em ambiente calmo com as pernas descruzadas e os pés apoiados no chão, dorso recostado na cadeira e relaxado, o braço na altura do coração, apoiado, com a palma da mão voltada para cima, sendo orientada a não conversar durante a medição. Foram realizadas duas medidas com intervalo de um minuto, em caso de valores distintos nas duas primeiras aferições (>5 mmHg), medições adicionais foram realizadas, sendo considerado a média das medidas mais próximas (MALACHIAS et al., 2016).

Em seguida, as participantes foram posicionadas em uma maca, em decúbito dorsal, com o cardiofrequencímetro (Polar®, transmissor H10) em volta do tórax. Por um período de 10 minutos foi realizado o registro de VFC em repouso. Logo após, foi iniciada a sessão de treinamento com monitoramento contínuo da FC e VFC. Imediatamente após término do exercício a PA foi registrada e ainda nos seguintes momentos: dois, cinco, 10, 20 e 30 minutos do período de recuperação. A VFC seguiu um registro contínuo do início da sessão até o término de 30 minutos de recuperação.

## **Recordatório do ciclo menstrual**

Por se tratarem de mulheres, sabendo da influência do ciclo menstrual (CM) no rendimento físico (MASTERSON, 1999, ŠTEFANOVSKÝ et al., 2016), foi feita a identificação da fase do CM nos períodos de avaliação e ao longo do treinamento. O CM tem duração média de 28 dias e é classificado em três fases: folicular (a partir do 1° até o 9° dia dia de fluxo menstrual), ovulatória (entre o 10° e 14° dia) e lútea (a partir do 15° dia até o final do ciclo) (SILVERTHORN, 2017; PESTANA, et. al, 2017). O CM foi monitorado através do preenchimento de relatório individual em todas as avaliações e sessões de treinamento.

## ***Familiarização ao treinamento com kettlebell***

Devido ao fato de as participantes não terem experiência com a técnica envolvida no treinamento KB foi determinado um período de familiarização, com duração de duas semanas (três sessões semanais). Dessa forma, foram empregados os seguintes exercícios educativos (apêndice C), respectivamente: flexão e extensão quadril; levantamento terra com KB (16kg); pêndulo (12 kg); *swing* com toalha (8kg); *swing* (8kg); agachamento livre em frente à parede com os ombros flexionados a 180°; agachamento frontal com KB em frente à parede (8kg). As participantes realizaram uma série de 15 repetições, com intervalo de um minuto para cada exercício. A duração aproximada das sessões foi de 25 minutos.

### ***Protocolo de Treinamento***

O protocolo de treinamento foi composto por 10 semanas antecedido por duas semanas de familiarização, as sessões foram distribuídas em três dias da semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) dividido em três fases: FASE I (2 semanas), FASE II (4 semanas), e FASE III (4 semanas) (Figura 2). As sessões foram iniciadas com um período de aquecimento e encerradas com um período de desaquecimento, ambos com duração de sete e cinco minutos respectivamente. O aquecimento foi composto por exercícios de mobilidade e alongamento dinâmico envolvendo todo o corpo, sendo eles: agachamento livre unilateral (afundo); elevação pélvica unilateral em decúbito dorsal; flexão de tronco, rotação de tronco e flexão e extensão de coluna (Apêndice D). A segunda parte da sessão consistiu na execução dos exercícios específicos com KB. O desaquecimento foi composto por exercícios de alongamento passivos e ativos envolvendo o corpo todo (Apêndice E). Todas as sessões foram realizadas no período vespertino entre as 13 e 18 horas.

#### **Fase I**

A Fase I do treinamento foi iniciada na terceira semana (após período de familiarização), composta por dois blocos de exercício, um de cinco séries de *swing* e outro bloco de três séries de agachamento. Cada série tinha duração 30 segundos seguido de 30 segundos de descanso passivo. O intervalo de descanso entre blocos foi de dois minutos. O tempo total da sessão foi de aproximadamente 21 minutos.

#### **Fases II e III**

A Fase II foi iniciada a partir da quinta semana, composta por três blocos de cinco séries cada. Nessa fase foram intercaladas séries de *swing* e agachamento, mantendo a proporção de execução e descanso da fase anterior (30s execução de série seguida de 30s de

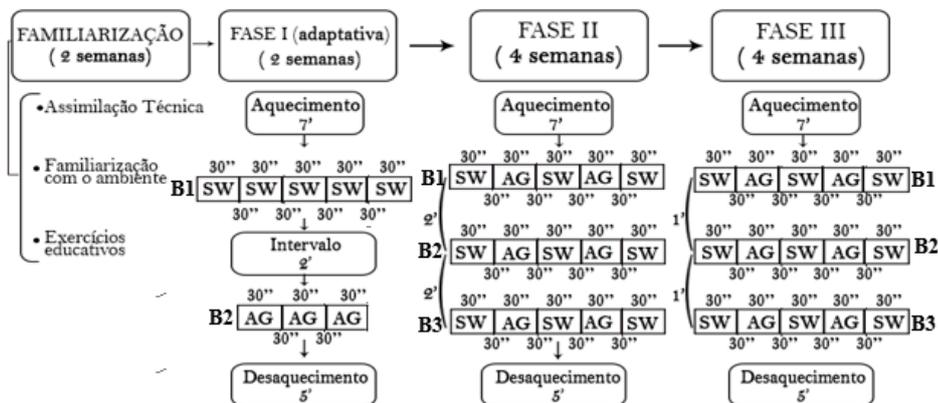
descanso passivo). Foi mantido ainda o intervalo de dois minutos entre cada bloco. A duração da sessão foi de aproximadamente 30 minutos.

A fase III começou na nona semana, a qual diferiu da fase II apenas quanto ao intervalo entre os blocos, que passou a ser de um minuto. O tempo total foi de aproximadamente 28 minutos.

Em todas as fases, as participantes foram incentivadas a realizar o máximo de repetições possíveis por série de exercício, tanto para o *swing* quanto para o agachamento com manutenção da técnica adequada.

Considerando que as participantes não possuíam experiência com a técnica, o treinamento foi iniciado com um KB de 8kg (TSATSOULINE, 2006). No entanto, para prescrever a intensidade do treinamento de maneira individualizada foi adotado um critério, a partir do qual o peso do KB foi aumentado em 4 kg sempre que ocorria, concomitantemente: registro da percepção subjetiva de esforço (PSE), na escala de 0-10 (BORG, 2000),  $\leq 5$ ; registro de cadência  $\geq 23$  repetições em todos os estímulos com *swing* (FUSI, et al., 2017) e manutenção da técnica correta. Assim, o KB utilizado, que inicialmente foi de 8 kg, de acordo com o sugerido para iniciantes por Tsatsouline (2006), sofreu um aumento de 4 kg.

**FIGURA 3.** Protocolo de treinamento 10 semanas.



Legenda: SW: *swing*; AG: agachamento; B: bloco.

### Carga de treinamento

A quantificação da carga de treinamento foi realizada através do volume total (VT), percentual da FC máxima ( $\%FC_{m\acute{a}x}$ ) e peso do KB levantado relativo a massa corporal ( $\%/kg$ ). O VT representa o produto do número de repetições multiplicado pelo número de série e peso

*KB* (kg) (STEELE et al., 2016). O percentual da  $FC_{\text{máx}}$  foi calculado de acordo com os valores máximos alcançados no Teste Ergométrico de Esforço. A carga de treino foi calculada de todas as últimas sessões de cada uma das três fases do programa.

### **Tratamento dos dados de variabilidade da frequência cardíaca (VFC)**

Os dados referentes a VFC (análise temporal e espectral) foram registrados através da cinta Polar® (H10), transferido para o aplicativo Elite HRV (Elite HRV, Asheville-NC) (PERROTTA et al., 2017) e editado no Programa Kubios HRV Standard 3.0 (TARVAINEN et al., 2014). Foi analisado do registro de 10 minutos de repouso o segmento de cinco minutos de maior estabilidade do sinal. A análise foi realizada somente nos momentos repouso (pré-exercício) e recuperação, devido à falta de estacionaridade do sinal durante o exercício. Os seguintes segmentos foram extraídos para representação: repouso (cinco minutos), recuperação aos 5-10, 15-20 e 25-30 minutos (últimos cinco minutos de cada segmento) (SCHAMNE et al., 2019).

Para a remoção de artefatos dos períodos registrados foi utilizada a filtragem “leve” a “pesada” seguindo um limite de aceitação de limpeza de artefato de até 5% (Kubios HRV Standard 3.0). A análise do controle autonômico foi realizada através dos métodos lineares domínio do tempo e domínio da frequência. O índice RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes) foi escolhido para representar a atividade parassimpática no domínio do tempo juntamente com o índice SDNN (Desvio padrão do intervalo RR) representador global da atividade simpática e parassimpática.

Já o tratamento no domínio da frequência foi baseado na transformação de *Fast Fourier* (janela de 300 segundos com sobreposição de 50%). Foram utilizados os índices LF (componente de baixa frequência - 0,04 e 0,15 Hz) para representar a predominância da modulação simpática e HF (componente de alta frequência - 0,15 a 0,4 Hz) que indica a modulação respiratória e marcador da ação do nervo vago sobre o coração, ambos em unidades normalizadas (n.u).

### **Análise Estatística**

Os dados coletados estão apresentados através de estatística descritiva (média e desvio padrão). Para verificar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados de VFC que não apresentaram distribuição normal (índice RMSSD) foram

convertidos em logaritmo natural (Ln) para análise de forma paramétrica. Foi utilizada a ANOVA de duas vias para medidas repetidas com o objetivo de analisar as medidas ao longo do tempo (pré-exercício x recuperação) e efeito entre fases (Fase 1 x Fase 2 x Fase 3), para as variáveis hemodinâmicas (FC, PA) e autonômicas (RMSSD, SDNN, LF<sub>n.u.</sub>, HF<sub>n.u.</sub>). O teste de *Mauchly* foi realizado para analisar a esfericidade dos dados, sendo ajustado através da correção de *greenhouse-geisser* nos casos de violação da esfericidade. Além disso, foi utilizado o *post hoc* de *sidak* para identificar onde ocorreu as interações significativas. O teste *t* para amostras pareadas foi utilizado para avaliar as diferenças entre o antes e após programa de treinamento, para todas as variáveis de caracterização da amostra, bem como calculado o tamanho do efeito (TE) através do *cohen's d* para amostras emparelhadas. O TE foi classificado como insignificante (<0,19), pequeno (0,20-0,49), médio (0,50-0,79) e grande (0,80-1,29)(COHEN, 1988) . O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). O *software* utilizado para as análises foi o IBM SPSS *Statistics* versão 20.1.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra antes e após o treinamento. Foi observado um aumento estatístico e significativo de nos níveis de força máxima em membros inferiores (29,25%;  $p < 0,01$  e TE: grande), bem como um incremento com diferença estatística de 8,51% na capacidade aeróbia das participantes ( $p < 0,01$ ), mas com significância pequena (TE: pequeno), em comparação aos valores antes do período de treinamento. Além disso, o peso magro apresentou aumento estatístico em comparação aos valores iniciais, mas um tamanho de efeito pequeno (TE: pequeno).

**TABELA 1.** Caracterização da amostra

	Pré- treinamento (n = 15)	Pós- treinamento (n =15)	Delta	p	Tamanho do efeito <i>d</i>
<b>Massa corporal (kg)</b>	60,4±6,0	61,2±5,6	0,8	0,02*	0,13
<b>Estatura (cm)</b>	161,9±4,9	162±4,9	0,1	0,33	0,18
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23,1±3,0	23,4±2,4	0,3	0,02*	0
<b>Peso magro (kg)</b>	45,0±2,5	46,0±2,6	1	0,001*	0,35
<b>Gordura (%)</b>	24,9±6,1	24,5±5,1	-0,4	0,34	0
<b>1RM Leg press 45° (kg)</b>	120,0±25,2	155,1±27,5	35,1	0,001*	0,95

<b>PAS (mmHg)</b>	108±6,0	110±7,3	2	0,09	0,22
<b>PAD (mmHg)</b>	67±5,5	69±6,4	2	0,39	0,26
<b>VO<sub>2</sub>máx (ml.kg.min<sup>-1</sup>)</b>	41,1±5,0	44,6±4,4	3,5	0,003*	0,47
<b>R-R (ms)</b>	875,1±158,2	870,5±158,3	-4,6	0,88	0,02

Comparação de médias teste *t* para amostras pareadas. *d*: cohen's. IMC: Índice de Massa Corporal, RM: repetição máxima, PAS: pressão arterial sistólica, PAD: pressão arterial diastólica. \*Diferença significativa entre os momentos pré e pós treinamento. Valores apresentados em média±DP.

A Tabela 2 apresenta a quantificação da carga de três sessões de treinamento em suas respectivas fases (1, 2 e 3). Durante o exercício a FC alcançou valores médios a partir de 75% da FC<sub>máx</sub>. O peso do KB relativo a massa corporal apresentou interação entre as três fases demonstrando que se diferem com um aumento progressivo significativo do peso levantado (kg) ( $p < 0,05$ ). Durante a sessão da fase 1 o peso do KB utilizado foi de 8,27±1,03kg. Nas sessões das fases 2 e 3 a ferramenta utilizada foi de 14,93±2,37kg e 17,07±3,53kg, respectivamente. Com relação ao volume total das sessões, também houve aumento progressivo no decorrer das fases do programa. A fase 1 apresentou um menor volume em relação as duas últimas fases ( $p = 0,001$ ). As fases 2 e 3 obtiveram uma diferença significativa ( $p = 0,01$ ), onde o volume total mais alto foi alcançado na sessão da terceira fase.

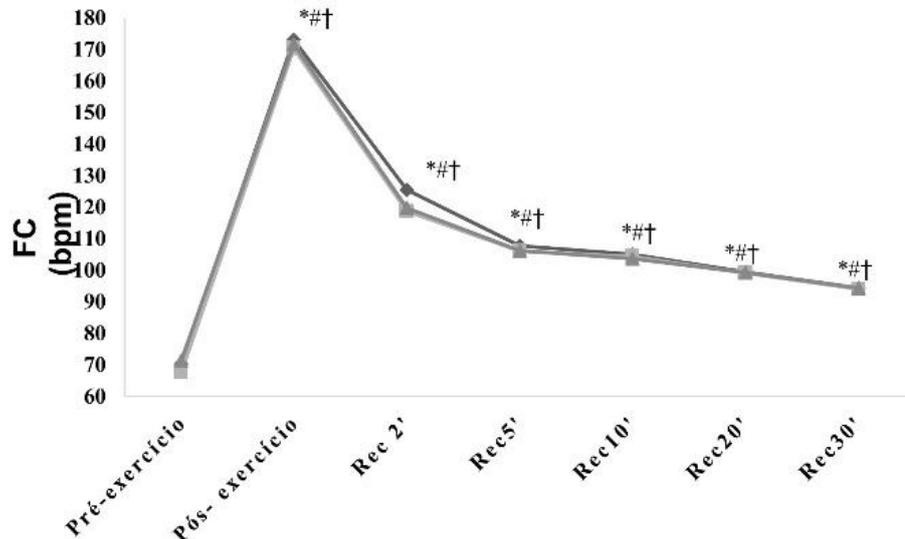
**TABELA 2.** Caracterização carga de treinamento sessões.

	<b>Fc<sub>máx</sub> (%)</b>	<b>Peso KB relativo a massa corporal (%)</b>	<b>Volume total (UA)</b>
<b>Fase I</b>	75,6±6,8 <sup>#†</sup>	13,7±1,7 <sup>#†</sup>	11959,5±2258,3 <sup>#†</sup>
<b>Fase II</b>	82,3±7,6*	25,1±4,6* <sup>†</sup>	60340,0 ±11843,2* <sup>†</sup>
<b>Fase III</b>	83,7±7,1*	28,2±6,1* <sup>#</sup>	69232,0±15060,9* <sup>#</sup>

ANOVA de uma via para medidas repetidas. FC<sub>máx</sub>: Frequência Cardíaca Máxima; KB: *kettlebell*; Volume total: Repetições x series x peso *kettlebell* (kg); UA: Unidade Arbitrária; \*diferença significativa em relação a Fase 1; <sup>#</sup>diferença significativa em relação a Fase 2; <sup>†</sup>diferença significativa em relação a Fase 3. Valores apresentados em média±DP.

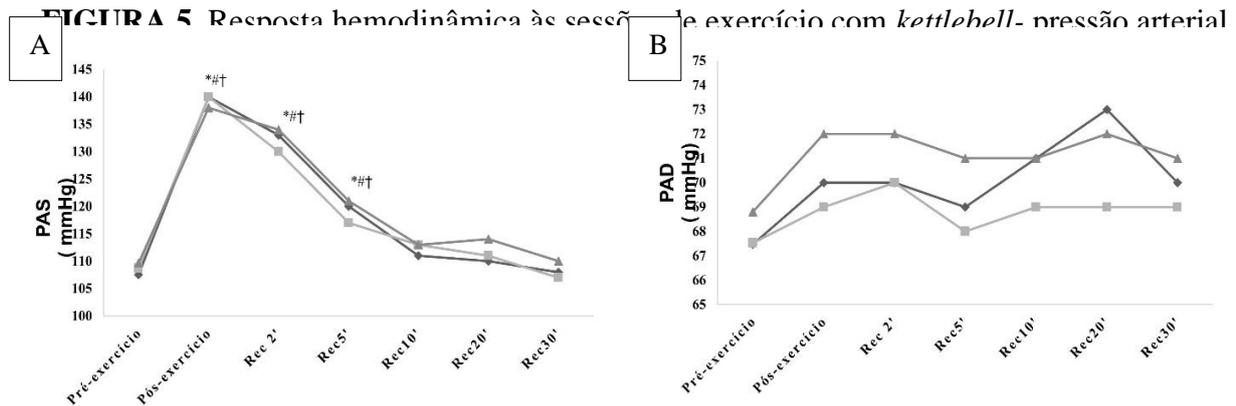
Não houve interação entre fases para os valores de FC ( $p = 0,057$ ). Contudo houve efeito de tempo, demonstrando que no período de recuperação a FC permanece aumentada expressa pela diferença significativa em relação ao pré-exercício (Figura 4) ( $p = 0,001$ ).

**FIGURA 4.** Resposta hemodinâmica às sessões de exercício com *kettlebell*- frequência cardíaca.



ANOVA de duas vias para medidas repetidas. = Fase 1, = Fase 2, = Fase 3. FC: frequência cardíaca; Rec: recuperação; \*diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 1; #diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 2; † diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 3; Valores apresentados em média.

A Figura 5A representa a recuperação da PAS pós-sessões. Não houve interação entre fases ( $p=0,47$ ). Foi observado efeito de tempo com um aumento sustentado da PAS até os cinco minutos de recuperação ( $p<0,001$ ) para todas as três sessões de cada fase. A partir dos 10 minutos em diante houve o retorno aos valores iniciais pré-exercício ( $p>0,05$ ). Para os valores de PAD (5B) não houve interação entre fases ( $p=0,17$ ) e também não demonstraram efeito de tempo permanecendo iguais do pré-exercício ao período de recuperação ( $p=0,14$ ).

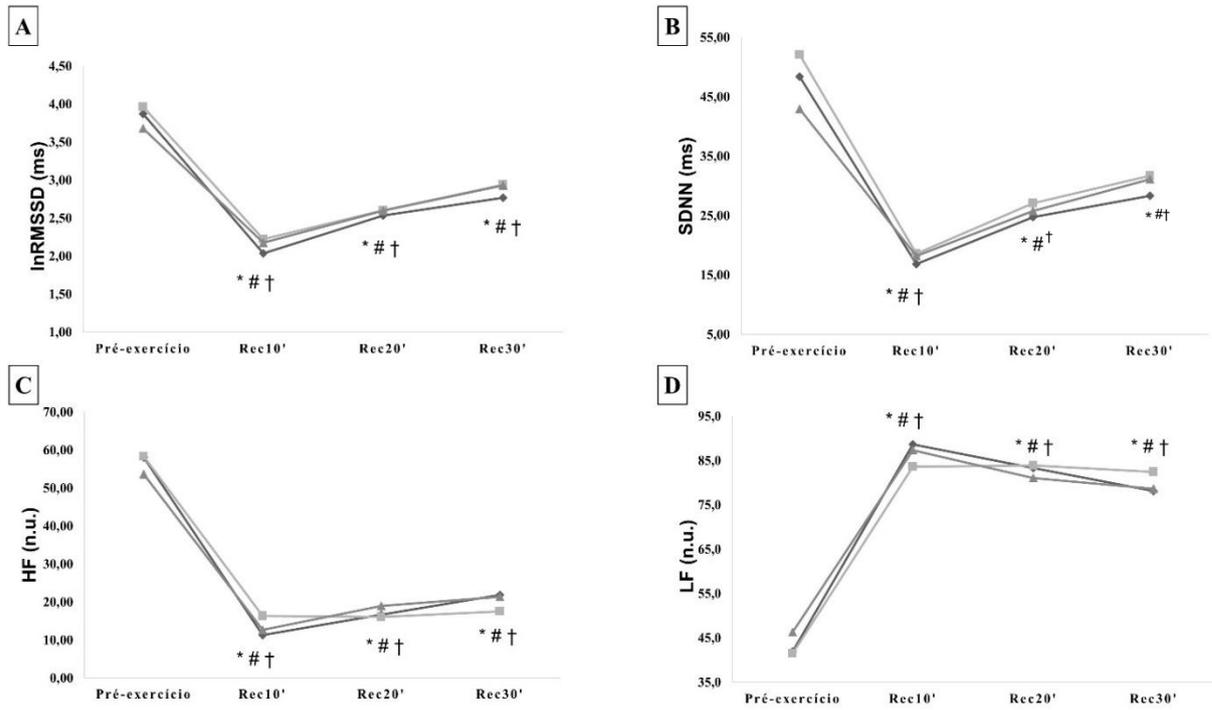


ANOVA de duas vias para medidas repetidas. ◆ = Fase 1, □ = Fase 2, ▲ = Fase 3. FC: Rec: recuperação; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. \*diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 1; #diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 2; † diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 3; Valores apresentados em média.

Com relação a regulação autonômica, através dos índices de domínio do tempo (Ln RMSSD, SDNN) e domínio da frequência (HFnu, LFnu), foi observada diferenças significativas no período de recuperação comparados com os valores pré-exercício ( $p < 0,05$ ) (Figura 6). Na análise do domínio do tempo, o índice RMSSD não obteve interação entre fases ( $p = 0,29$ ). Houve efeito de tempo ( $p < 0,001$ ) com diminuição significativa nos valores de recuperação pós-exercício em relação aos valores pré-exercício (Figura 6A). Para o índice SDNN (Figura 6B) não houve interação entre fases ( $p = 0,35$ ). Houve efeito de tempo, onde também ocorreu diminuição significativa em relação aos valores pré-exercício ( $p < 0,001$ ).

No domínio da frequência, para o índice HFnu (Figura 6C), não houve interação entre fases ( $p = 0,97$ ). Houve efeito de tempo ( $p < 0,001$ ) com reduções significativas após exercício sem a retomada aos valores iniciais (pré-exercício) ao final da recuperação. O LFnu (Figura 6D) também não demonstrou interação entre fases ( $p = 0,96$ ). O efeito de tempo demonstrou aumento significativo durante a recuperação em relação aos valores pré-exercício ( $p < 0,001$ ).

**FIGURA 6.** Resposta autonômica às sessões de exercício com *kettlebell*.



ANOVA de duas vias para medidas repetidas. ◆=Fase 1, □= Fase 2, ▲ = Fase 3. Rec: recuperação; ms: milissegundos. \*diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 1; #diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 2; † diferença significativa em relação ao pré-exercício FASE 3. Valores apresentados em média.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi caracterizar as respostas hemodinâmicas e modulação cardíaca autonômica aguda ao exercício com KB, bem como avaliar as respostas adaptativas nos parâmetros da aptidão física (força máxima e capacidade aeróbia máxima) ao programa de treinamento. Os principais achados foram que as sessões de treinamento, caracterizadas como um estímulo vigoroso (75-85%  $FC_{máx}$ ) (GARBER, 2011), levaram a uma recuperação completa da PAS durante um período de 30 minutos de recuperação, sem alteração significativa da PAD. Os componentes hemodinâmicos (FC) permaneceram elevados, e os autonômicos (VFC) reduzidos em comparação aos valores pré-exercício. Além disso, o programa de treinamento com KB resultou em adaptações cardiovasculares (incremento de 8,51% na capacidade aeróbia) e neuromusculares (melhora de 29,25% na força máxima).

Este foi o primeiro estudo a investigar as respostas agudas e adaptações cardiovasculares a sucessivos estímulos de um protocolo *kettlebell hardstyle*, em um programa de treinamento. Caracterizar as sessões desse tipo de exercício e avaliar a eficácia dessa modalidade em proporcionar adaptações na aptidão física fornece informações importantes acerca da prescrição segura e eficaz de protocolos tempo/eficiente. Protocolos intervalados de alta intensidade são comumente descritos na literatura como uma forma de promover adaptações cardiovasculares mais expressivas do que modelos tradicionais (treinamento aeróbio contínuo) (BACON et al., 2013; MILANOVIĆ; SPORIŠ; WESTON, 2015) e são menos dispendiosos de tempo, visto que suas sessões apresentam curta duração (10 a 30 minutos) (GILLEN; GIBALA, 2013).

No presente estudo a duração total da sessão alcançou de 21-30 minutos e forneceu estímulos suficientes para promover adaptações ao final do programa de treinamento. No que se refere à segurança e a sobrecarga cardíaca do *kettlebell hardstyle*, para todas as três sessões monitoradas, a FC aumentou progressivamente em relação aos momentos pré-exercício. Esse incremento se deve a demanda cardiovascular aumentada (75-84%  $FC_{máx}$ ), imposta pela necessidade de fornecer ao músculo esquelético o fluxo sanguíneo adequado ao metabolismo no exercício (MCALLISTER, 1998).

De acordo com a literatura, os protocolos de *kettlebell hardstyle* podem alcançar valores expressivos de FC ( $165 \pm 13$  bpm) (MEIGH et al., 2019). Ao comparar essas sessões de exercício com modalidades tradicionais (ciclismo, corrida) a literatura aponta similaridades na demanda cardiovascular. A comparação de uma sessão de 10 minutos de *swing* (35s execução x 25s

descanso) com 10 minutos contínuos de corrida na esteira ergométrica demonstrou FC semelhante ( $180 \pm 12$  bpm KB vs.  $177 \pm 11$  bpm corrida), entre 89-90% da  $FC_{\text{máx}}$ , para as modalidades (HULSEY et al., 2012). A intensidade das sessões foi equalizada pela PSE em torno de 15 na escala de 6-20 (BORG, 2000). Esse padrão se repete nos achados de Williams e Kraemer (2015) ao confrontar um protocolo de exercícios com KB, realizado em regime intervalado de alta intensidade (TABATA et al., 1997), com um protocolo de *sprint* na bicicleta ergométrica (FREESE; GIST; CURETON, 2013) alcançando  $\sim 170$  bpm KB vs.  $\sim 178$  bpm *sprints*, entre 85-87% da  $FC_{\text{máx}}$ , com intensidades não equalizadas.

No presente estudo os valores de FC encontrados estão dentro da margem de intensidade dos estudos supracitados (76-84%  $FC_{\text{máx}}$ ), reforçando a constatação de que os protocolos com KB apresentaram alta intensidade e podem ser utilizados como alternativa a sessões tradicionais. Adicionalmente, os resultados aqui descritos trazem uma importante contribuição acerca da resposta pressórica imediatamente após esforço e recuperação hemodinâmica imposta por essa modalidade de exercício. A PAS monitorada imediatamente após a última série de exercício também estava aumentada em relação aos níveis pré-exercício para todas as fases 1, 2 e 3 (+32, +31 e +28 mmHg, respectivamente). A literatura apresenta incrementos na PAS de  $\sim 21$ -24 mmHg ao final das sessões (THOMAS et al., 2014; FERREIRA et al., 2018). É válido ressaltar a similaridade do tempo de duração entre as sessões dos estudos supracitados 20-30 minutos.

O estudo de Thomas et. al. (2014) demonstra maior proximidade com os presentes dados, visto que aplicou também um protocolo no estilo *hardstyle*, com tempo total de sessão aproximado ao presente protocolo (30 minutos), e as medidas da PA foram realizadas imediatamente após término do exercício, além de utilizar o método oscilométrico (Omron®). Contudo, há algumas divergências nos valores pressóricos alcançados. A fase 1 do presente programa atingiu 11 mmHg a mais em relação ao protocolo de Thomas et. al. (2014), e quando comparado as outras duas últimas fases segue os valores mais elevados para o presente protocolo (+10 e +7 mmHg). Enquanto Thomas et al. (2014) incentivavam os voluntários a manter uma cadência mais controlada durante 10 minutos contínuos de execução, a fim de sustentar o exercício até o final da série, as voluntárias do presente estudo foram incentivadas a realizar o máximo de repetições possíveis por série. É válido ressaltar que no atual estudo os estímulos intervalados (1:1, 30s execução x 30s descanso), permitiram que o exercício fosse sustentado até o final, o que não seria possível no caso de Thomas et al. (2014) se a condição

de cadência controlada não fosse aplicada. Uma cadência manipulada permite alcance de menores valores pressóricos.

Os valores máximos atingidos (138-140 mmHg [PAS] e 69-72 mmHg [PAD]) foram bem abaixo dos valores preconizados como critério para encerramento de exercício (acima de 250 mmHg [PAS] e 115 mm Hg [PAD])(SHARMAN; LAGERCHE, 2015). A característica combinada da natureza balística dos exercícios com KB (COTTER, 2015) e a sobrecarga imposta pelas contrações estáticas dos membros superiores e músculos do tronco (MCGILL; MARSHALL, 2012) para sustentar a carga (kg) da ferramenta, impõe além da sobrecarga de volume (elevado número de repetições), uma sobrecarga pressórica devido à carga mecânica imposta pelo levantamento do KB. Heffernan et al, (2006) ao compararem o exercício aeróbio dinâmico com exercício resistido aponta para essa distinção de sobrecargas ao sistema cardiovascular. Nesse caso, as sessões de *kettlebell hardstyle* desempenham a sobrecarga de volume característica de modalidades aeróbias e sobrecarga mecânica advinda da característica resistida da modalidade. Portanto, é possível inferir que do ponto de vista hemodinâmico, os protocolos *kettlebell hardstyle* fornecem uma sobrecarga mista (combinada) ao sistema cardiovascular.

Os resultados deste estudo não corroboram com a hipótese levantada de que cada fase do treinamento provocaria agudamente aumento nas variáveis hemodinâmicas (FC, PA) proporcionais às intensidades de cada fase do treinamento. Mesmo que todas as sessões monitoradas de cada fase do programa impuseram sobrecargas externas distintas (peso relativo do KB e volume total), ou seja, aumentando progressivamente, as respostas hemodinâmicas foram semelhantes. A exposição sucessiva ao estresse do treinamento causa adaptações relacionadas a um desempenho aprimorado (BORRESEN; LAMBERT, 2008). Dessa forma, ao comparar a sobrecarga cardíaca das três sessões é possível notar uma resposta adaptativa aos estímulos sucessivos evidenciados pela progressão da sobrecarga.

As respostas pós-exercício refletem o impacto das sessões sobre o sistema cardiovascular. A recuperação autonômica cardíaca permite visualizar de forma mais aprofundada a regulação cardiovascular neural da função autonômica diante do estresse fisiológico provocado pelo exercício (HEFFERNAN et al., 2006). Uma das formas utilizadas para mensurar a dose-resposta ao protocolo *kettlebell hardstyle* aplicado foi através dos marcadores temporais de VFC: RMSSD e SDNN. Os quais estabeleceram indiretamente a atividade autonômica parassimpática e simpática sob o coração. O uso desses índices apresenta

boa reprodutibilidade na recuperação do exercício máximo (ARAÚJO et al., 2020). O índice RMSSD demonstrou redução em todas as três sessões monitoradas (em média -24,9% após 30 min.), indicando que, mesmo após 30 minutos de recuperação a via parassimpática permaneceu reduzida. De forma consensual a literatura demonstra que sessões de exercício de elevada intensidade estão associadas a maior desequilíbrio da relação simpátovagal no pós-exercício, com maior atraso no reestabelecimento dos índices de VFC pré-exercício (PAREKH; LEE, 2005; BUCHHEIT; SOLANO; MILLET, 2007; GLADWELL; SANDERCOCK; BIRCH, 2010; CASONATTO et al., 2011). De forma similar o SDNN apresentou reduções em resposta às sessões (redução média de 36%).

Durante a fase lenta da recuperação da FC, ou seja, após o primeiro minuto de término do exercício (PEÇANHA; SILVA-JÚNIOR; FORJAZ, 2014) a atividade vagal é retomada somada a retirada da atividade simpática, sustentando a diminuição progressiva da resposta hemodinâmica (reduções da FC, PA) e aumento progressivo da VFC. Nessa fase mais gradual de cárdio-desaceleração, avaliada no presente estudo, acredita-se que os ajustes autonômicos mais lentos sejam provocados principalmente por uma combinação fatores. Sendo eles: entrada metaborreflexa reduzida, redução nos níveis de catecolaminas circulantes, fatores termorregulatórios e/ou redistribuição do fluxo sanguíneo

Com base na análise no domínio da frequência, o índice Hf<sub>nu</sub> demonstrou redução após o período de recuperação para todas as três sessões avaliadas (média de -64,2% após 30 min.). Esse marcador também apresenta boa confiabilidade para atividade pós-exercício máximo, fornecendo uma boa estimativa da atividade parassimpática (DUPUY et al., 2012). Outro fator que corrobora com o indicativo de predominância simpática na recuperação é o índice LF<sub>nu</sub> ao demonstrar-se aumentado (+85,0% após 30 min.). Wong et al., (2017) também demonstra redução sustentada do índice Hf (aproximadamente: -40%) e incremento do LF (aprox.: +55%) após 30 minutos de recuperação de sessão com protocolo *kettlebell hardstyle*. Ao que parece 30 minutos não são suficientes para recuperação completa.

Essa predominância simpática também é reportada em estudos de modalidades aeróbias (TERZIOTTI et al., 2001; PAREKH; LEE, 2005; SEILER; HAUGEN; KUFFEL, 2007) e resistidas (REZK et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2011; KINGSLEY et al., 2014). Contudo, o exercício resistido parece reduzir em maior magnitude a via parassimpática (HEFFERNAN et al., 2006; KINGSLEY; FIGUEROA, 2016). A predominância do metabolismo anaeróbio e altos níveis de recrutamento de fibras de contração rápida influenciam no aumento da liberação

de catecolaminas e acúmulos de metabólitos (lactato, íons hidrogênio, fosfato inorgânico), fato que pode explicar essa hiperatividade simpática em modalidades resistidas (KINGSLEY; FIGUEROA, 2016). Kliszczewicz et al., (2016) ao comparar uma sessão tradicional de corrida na esteira (aeróbio contínuo) ( $\sim 93\% FC_{\text{máx}}$ ) com um protocolo de alta intensidade de exercícios com peso corporal (“Cindy”- *CrossFit*<sup>®</sup>) ( $\sim 95\% FC_{\text{máx}}$ ), ambos equalizados por tempo (20 minutos) e pela zona de  $FC_{\text{máx}}$  ( $\geq 85\% FC_{\text{máx}}$ ), observaram que os índices parassimpáticos (RMSSD e HF) tiveram redução mais expressiva e marcadores simpáticos (catecolaminas plasmáticas) demonstraram maiores concentrações no protocolo *Cindy*. Além de retomar os valores basais desses marcadores de forma mais tardia comparado a corrida na esteira.

De acordo com uma das hipóteses do presente estudo não seria possível retomar a atividade autonômica para os níveis pré-exercício após as sessões de alta intensidade do *kettlebell hardstyle*. De fato, a maioria dos marcadores autonômicos de VFC indicaram uma predominância simpática até 30 minutos de recuperação. Embora a supressão da via parassimpática e predominância sustentada da atividade simpática após exercício esteja associada a janela de exposição para risco de eventos cardiovasculares (ALBERT et al., 2000), alguns estudos demonstram que exercícios de alta intensidade e/ou envolvendo grandes grupamentos musculares alcançam retomada parassimpática completa a partir de uma hora de recuperação (TERZIOTTI et al., 2001; KLISZCZEWICZ et al., 2018). Com base na literatura e no comportamento da VFC, frente ao estímulo do protocolo *kettlebell hardstyle* aplicado no presente estudo, é possível inferir que uma a duas horas de recuperação pós-exercício seriam o suficiente para alcançar a retomada parassimpática aos níveis pré-exercício.

A atividade autonômica predominantemente simpática não refletiu nos valores pressóricos. A PAS, por exemplo, retornou aos valores iniciais (pré-exercício) aos 10 minutos de recuperação. É possível inferir que essa recuperação da pressão arterial pós-exercício receba maior influência de mecanismos periféricos de vasodilatação (queda da resistência vascular periférica) (HALLIWILL et al., 2013) e isso pareceu ser o suficiente para a retomada de níveis basais da PAS. Cabe ressaltar que os dados de VFC indicam à atividade autonômica especificamente sobre o coração (TASK FORCE, 1996) e não especificamente relacionadas a atividade nos vasos.

Contrariando os achados de Wong et al, (2017) o presente estudo não encontrou resposta hipotensora para nenhuma das três sessões monitoradas até o tempo de 30 min pós-exercício apesar de apresentar um comportamento similar para a VFC. A PAS retornou aos valores pré-

exercício, sem demonstrar queda superior comparada aos valores basais. Doze minutos de *swing* realizados de forma intervalada (1:1, 30 segundos execução x 30 segundos descanso) e cadência controlada (15 *swings* por série) alcançou  $169 \pm 5$  bpm provocou hipotensão significativa pós-exercício a partir dos 10 minutos ( $\sim 4$  mmHg PAS,  $\sim 3$  mmHg PAD) e 30 minutos ( $\sim 4$  mmHg SBP,  $\sim 3$  mmHg DBP) (WONG et al., 2017).

Quando comparados os 12 minutos do protocolo de Wong et. al, (2017) com a parte principal do presente estudo a duração das sessões foram aproximadas (fase 1: 7min.; fase 2 e 3: 13,5min.). Contudo, o número de repetições por série foi mais elevado, visto que Wong et. al, (2017) controlavam a cadência para que todos a séries alcançassem 15 *swings* em contraste com a execução do máximo de repetições possíveis por série incentivadas no presente protocolo ( $\sim 20$  a  $25$  *swings*). No presente estudo, aos 10 minutos a PAS retomou os valores basais. Cabe destacar que os valores de repouso das participantes em questão já eram bem reduzidos (PAS  $108 \pm 6$  mmHg, PAD  $67 \pm 6$  mmHg). Nesse caso, apesar da mesma condição de normotensos os voluntários do experimento obtiveram uma margem de redução mais provável devido seus níveis basais médios de PA ( $\sim 120/70$  mmHg) serem mais elevados do que das voluntárias do presente estudo. Apesar de também estarem suscetíveis a reduções pressórica após exercício, indivíduos normotensos apresentam menor magnitude redução da PA, visto que já apresentam valores controlados (PESCATELLO et al., 2018).

De forma adaptativa, esperavam-se alterações na aptidão aeróbia ao longo do programa de treinamento. Falatic et al. (2015) demonstrou resultados positivos ao submeterem 17 mulheres (jovens universitárias atletas de futebol,  $19,7 \pm 1,0$  anos) a um protocolo de treinamento com *kettlebell* por 4 semanas (três vezes por semana). As sessões tinham duração de 20 minutos sendo realizada na proporção de 1:1 (15s execução x 15s descanso). Nesse caso a capacidade aeróbia das participantes foi aumentada  $2,3 \text{ ml.kg.min}^{-1}$  (+6,4%). Em consonância com esses achados, o presente estudo também demonstrou incrementos na capacidade aeróbia de  $3,5 \text{ ml.kg.min}^{-1}$  (+8,5%).

Contudo, Jay et al, (2011) encontram resultados divergentes aplicando 8 semanas de treinamento com *kettlebell* realizados numa taxa de trabalho de 1:2 e 1:1 (30 segundos de execução x 60 segundos de descanso e 30s execução x 30s descanso), com duração máxima de 15 minutos. O programa não provocou mudanças significativas na aptidão aeróbia dos 40 participantes ( $44 \pm 8,0$  anos) com prevalência de dor musculoesquelética (pescoço, ombros e lombar). Os autores não reportam o número de repetições por série ou fatores relacionados à

cadência durante a execução, mas ao que indica o volume de treinamento não foi satisfatório. Mesmo que ainda de forma escassa e apresentarem um TE pequeno (0,47) programas com KB demonstraram potencial para promover adaptações na aptidão aeróbia, desde que seja aplicado em um volume adequado (duração da sessão, nº de repetições), e empregada intensidade de acordo com as recomendações do ACSM (50-85%  $VO_{2máx}$ )(GARBER, 2011).

O treinamento com KB, por sua vez apresenta também como característica de sobrecarga o peso da ferramenta, a possibilidade de manipulação da quilagem, e da resistência a ser levantada. Essa particularidade da modalidade demonstra a capacidade de promover adaptações e, nível de força. A força máxima de membros inferiores aumentou 29,25%, com TE grande (0,95). Quando comparado com os incrementos já reportados na literatura (+4,5 a +9,8%) (LAKE; LAUDER, 2012; OTTO et al., 2012; MAULIT et al., 2017) o presente estudo demonstra maior magnitude de incremento. As diferenças no protocolo podem ser elencadas para justificar essas divergências nos aumentos. O presente estudo teve maior duração (10 semanas vs. 4 e 6 semanas) e maior frequência semanal (3x vs. 2x/semana). Contudo, o que parece ser mais determinante é o nível de atividade física. Nas três investigações supracitados os participantes eram fisicamente ativos, com no mínimo três meses de experiência em treinamento resistido.

A janela de adaptação, ou seja, a capacidade de incremento de uma capacidade física (NEWTON; KRAEMER, 1994) diminui potencialmente à medida que o indivíduo aumenta seu nível de treinamento, se aproximando do limite de seu potencial genético (FLECK; KRAEMER, 2017). Nesse caso, quanto maior o nível de treinamento menor são as margens de incrementos de força. Logo, o programa se mostra eficaz em indivíduos sedentários e mesmo que em menor magnitude também é capaz de promover adaptações em sujeitos treinados.

Nossa investigação não se isenta de limitações, que precisamos assumir. O método de avaliação da PA, oscilométrico, consiste em uma medida indireta, o que pode subestimar o incremento dos valores pressóricos. Contudo, exercícios dinâmicos e principalmente que envolvem todo o corpo demandam maior complexidade de aferição para essa medida em momentos imediatos. Ressalta-se que os autores que estudaram as respostas agudas da PA a sessões de treinamento com KB (THOMAS et al., 2014; WONG et al., 2017) também utilizaram esse método, o que facilitou as comparações. Além disso, o tempo de acompanhamento pós exercício foi insuficiente para detectar possíveis respostas hipotensoras. Contudo, cabe ressaltar que avaliar tal parâmetro não foi o escopo do presente estudo.

A análise das respostas cardiovasculares durante o exercício fornece uma medida de sobrecarga cardíaca e as medidas durante a recuperação podem fornecer informações acerca das alterações no controle autonômico em resposta ao treinamento. De forma regular essas medidas podem permitir aos treinadores monitorar seus alunos em relação a sobrecarga adequada e se estão respondendo ao seu treinamento (adaptação).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os achados deste estudo nos permite concluir que o programa de treinamento *kettlebell hardstyle* aplicado em um amostra de mulheres jovens é efetivo em proporcionar incrementos na aptidão aeróbia e força muscular.

A modulação cardíaca autonômica e a resposta hemodinâmica agudas às sessões de treinamento com KB de alta intensidade (76-84%  $FC_{máx}$ ) apresentam magnitude semelhante ao longo do um programa de treinamento, mesmo considerando a progressão na aplicação das cargas de treino.

A sessões de treinamento do *kettlebell hardstyle* provocam recuperação tardia da atividade parassimpática, com retomada dos valores pressóricos a níveis basais em 30 minutos. Sugere-se, para esclarecer melhor sobre os parâmetros supracitados e a resposta hipotensora ao exercício, investir em investigações com delineamentos mais prolongados no tempo de recuperação para acompanhamento das respostas autonômicas e hemodinâmicas ao exercício.

## REFERÊNCIAS

- ALBERT, Christine M. et al. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 343, n. 19, p. 1355–1361, 2000.
- ARAÚJO, Jaqueline A. et al. Reproducibility of Heart Rate Variability Indices at Post-Maximal Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], p. 1–8, 2020.
- BACON, Andrew P. et al. VO<sub>2</sub>max Trainability and High Intensity Interval Training in Humans: A Meta-Analysis. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 1–7, 2013.
- BEARDSLEY, Chris; CONTRERAS, Bret. The role of kettlebells in strength and conditioning: A review of the literature. **Strength and Conditioning Journal**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 64–70, 2014.
- BESNIER, Florent et al. Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 27–35, 2017.
- BORRESEN, Jill; LAMBERT, Michael I. Autonomic control of heart rate during and after exercise: Measurements and implications for monitoring training status. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 38, n. 8, p. 633–646, 2008.
- BUCHHEIT, Martin; SOLANO, Roberto; MILLET, Grégoire P. Heart-rate deflection point and the second heart-rate variability threshold during running exercise in trained boys. **Pediatric exercise science**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 192–204, 2007.
- BULLOCK, Garrett S. et al. Original Research Kinematic and Kinetic Variables Differ Between. **The International Journal of Sports Physical Therapy**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 324–332, 2017.
- CASONATTO, Juliano et al. Cardiovascular and autonomic responses after exercise sessions with different intensities and durations. **Clinics**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 453–458, 2011.
- CHEN, Hung T. et al. Effects of 8-week kettlebell training on body composition, muscle strength, pulmonary function, and chronic low-grade inflammation in elderly women with sarcopenia. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 112, n. 250, p. 112–118, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.09.015>>
- COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2° ed. [s.l.] : Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- CORNELISSEN, A.; FAGARD, Robert H. Effects of Endurance Training on Blood Pressure , Blood Pressure – Regulating Mechanisms , and Cardiovascular. **Hypertension.**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 667–75, 2005.
- COSTELLO, Joseph T.; BIEUZEN, Francois; BLEAKLEY, Chris M. European Journal of Sport Science Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research ? **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 847–851, 2014.
- COTTER, Steve. **Treinamento com Kettlebell**. 1° ed. [s.l.] : Artmed, 2015.
- DE VEGTE, Yordi J. V. et al. Genetics and the heart rate response to exercise. **Cellular and Molecular Life Sciences**, [s. l.], v. 76, n. 12, p. 2391–2409, 2019. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1007/s00018-019-03079-4>>

DREIFUS, LEONARD S. et al. ACS POSITION STATEMENT . Variability for Risk Stratification of Heart Rate Life-Threatening Arrhythmias Measurement of Heart Rate Variability. **American College of Cardiology**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 948–950, 1993.

DUMITH, Samuel C. et al. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. **Preventive Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 1–2, p. 24–28, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.02.017>>

DUPUY, Olivier et al. Reliability of heart rate measures used to assess post-exercise parasympathetic reactivation. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 296–304, 2012.

ECKERT, Ryan; SNARR, Ronald. Kettlebell training: A brief review. **Sport Human Performance**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 1–10, 2016.

FALATIC, Asher. et al. Effects of Kettlebell Training on Aerobic Capacity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 1943–1947, 2015.

FALZ, Roberto et al. Acute cardiopulmonary responses to strength training, high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 119, n. 7, p. 1513–1523, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00421-019-04138-1>>

FAUL, FRANZ et al. G \* Power 3 : A flexible statistical power analysis program for the social , behavioral , and biomedical sciences. **Psychonomic Society**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FERREIRA, Alexandre R. P.; MATOS, Dihogo. Postexercise hypotension and pressure reactivity after a swing session with kettlebell: A pilot study. **MEDICINA DELLO SPORT**, [s. l.], v. 71, n. June, p. 1–9, 2018.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 4° ed. [s.l.] : Artmed, 2017.

FORTNER, Howard A. et al. Cardiovascular and Metabolic Demands of the Kettlebell Swing using Tabata Interval versus a Traditional Resistance Protocol. **International journal of exercise science**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 179–185, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27182402>><<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4831858>>

FREEMAN, James V. et al. Autonomic Nervous System Interaction With the Cardiovascular System During Exercise. **Progress in Cardiovascular Diseases**, [s. l.], v. 48, n. 5, p. 342–362, 2006.

FREESE, Eric C.; GIST, Nicholas H.; CURETON, KIRK J. Physiological responses to an acute bout of sprint interval cycling. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 27, n. 10, p. 2768–2773, 2013.

FU, Qi; LEVINE, Benjamin D. Exercise and the autonomic nervous system. **Handbook of Clinical Neurology**, [s. l.], v. 117, p. 147–160, 2013.

GARBER, Carol E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining

Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults : Guidance for Prescribing Exercise. **MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE**, [s. l.], v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GARDIN, Julius M. et al. Relationship of Cardiovascular Risk Factors to LVH - **CARDIA. Circulation**, [s. l.], v. 92, n. 3, p. 380–387, 1995.

GHORAYEB, Nabil et al. Atualização da Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e Esporte – 2019 Atualização. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, [s. l.], v. 112, n. 3, p. 326–368, 2019.

GILLEN, Jenna B.; GIBALA, Martin J. Is high intensity interval training a time efficient exercise strategy to improve health and fitness? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 409–412, 2013.

GIRARD, Joe; HUSSAIN, Syed. The effects of kettlebell training on strength, power, and endurance. **Physical Therapy Reviews**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 8–15, 2015.

GLADWELL, V. F.; SANDERCOCK, G. R. H.; BIRCH, S. L. Cardiac vagal activity following three intensities of exercise in humans. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 17–22, 2010.

GOBEL, Fredarick. L. et al. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. **Circulation**, [s. l.], v. 57, n. 3, p. 549–556, 1978.

HALLIWILL, John R. et al. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: What happens after we exercise? **Experimental Physiology**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 7–18, 2013.

HARA, Reginald B. O. et al. The Influence of Nontraditional Training Modalities on Physical Performance : Review of the Literature. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 83, n. 10, p. 985–990, 2012.

HEFFERNAN, Kevin S. et al. Cardiac autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. **European Journal of Preventive Cardiology**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 80–86, 2006.

JAY, Kenneth et al. Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: A randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 196–203, 2011.

JOYNER, Michael J.; GREEN, Daniel J. Exercise protects the cardiovascular system: Effects beyond traditional risk factors. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 587, n. 23, p. 5551–5558, 2009.

KEILMAN, Brandon M. et al. The short-term effect of kettlebell swings on lumbopelvic pressure pain thresholds: A randomized controlled trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 11, p. 3001–3009, 2017.

KINGSLEY, J. D. et al. Autonomic modulation in resistance-trained individuals after acute resistance exercise. **International journal of sports medicine**, [s. l.], v. 35, n. 10, p. 851–856, 2014.

KINGSLEY, J. D.; FIGUEROA, Arturo. Acute and training effects of resistance exercise on heart rate variability. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 179–187, 2016.

KLISZCZEWICZ, Brian M. et al. Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 36, n. 16, p. 1872–1879, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1423857>>

KLISZCZEWICZ, Brian M. et al. Autonomic Responses to an Acute Bout of High-Intensity Body Weight Resistance Exercise vs. Treadmill Running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 1050–1058, 2016.

KOENIG, Julian; THAYER, Julian F. Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, [s. l.], v. 64, n. 2016, p. 288–310, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.007>>

LAKE, Jason P.; LAUDER, Mike A. Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], 2012.

LUTTRELL, Meredith J.; HALLIWILL, John R. Recovery from exercise : vulnerable state , window of opportunity , or crystal ball ? **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 6, n. July, p. 1–6, 2015.

LYONS, Brian C. et al. Electromyographical Comparison of Muscle Activation Patterns Across Three Commonly Performed Kettlebell Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 9, p. 2363–2370, 2017.

MAHMOOD, Syed S. et al. The Framingham Heart Study and the Epidemiology of Cardiovascular Diseases: A Historical Perspective. **Lancet (London, England)**, [s. l.], v. 383, n. 9921, p. 1933–1945, 2014.

MALACHIAS, MVB et al. 7ª diretriz brasileira de hipertensão arterial. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, [s. l.], v. 107, n. 3, p. 103, 2016.

MANOCCHIA, Pasquale et al. Transference of kettlebell training to strength, power, and endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 477–484, 2013.

MARCON, Giovani; BOTTURA, Ricardo M.; NOVELLI, Cláudio. **Métodos Contemporâneos Para Elaboração De Programas De Treinamento De Esportes De Alto Rendimento**. São Paulo: Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região, 2019.

MAULIT, Matthew R. et al. Effects of Kettlebell Swing vs. Explosive Deadlift Training on Strength and Power. **International Journal of Kinesiology and Sports Science**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1–7, 2017.

MCALLISTER, Richard M. Adaptations in control of blood flow with training: Splanchnic and renal blood flows. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 375–781, 1998.

MCGILL, Stuart M.; MARSHALL, Leigh W. Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: Back and hip muscle activation, motion, and low back loads. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 16–27, 2012.

MEIGH, Neil J. et al. Kettlebell training in clinical practice : a scoping review. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 11, n. October 2018, p. 1–30, 2019.

MICHAEL, Scott; GRAHAM, Kenneth S.; OAM, Glen M. Davis. Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals — A Review. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 8, n. 301, p. 1–19, 2017.

MILANOVIĆ, Zoran; SPORIŠ, Goran; WESTON, Matthew. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 1469–1481, 2015.

MUKA, Taulant et al. Association of age at onset of menopause and time since onset of menopause with cardiovascular outcomes, intermediate vascular traits, and all-cause mortality: A systematic review and meta-analysis. **JAMA Cardiology**, [s. l.], v. 1, n. 7, p. 767–776, 2016.

NEWTON, Robert U.; KRAEMER, William J. Developing Explosive Muscular Power Implications for a Mixed Methods Training Strategy. **Strength and Conditioning Journal**, [s. l.], v. 16, n. 5, p. 20–31, 1994.

NIO, Amanda Q. X.; STÖHR, Eric J.; SHAVE, Rob. The female human heart at rest and during exercise: A review. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 286–295, 2015.

OTTO, William H. et al. Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], 2012.

PAREKH, Alpa; LEE, C. Heart rate variability after isocaloric exercise bouts of different intensities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 599–605, 2005.

PEÇANHA, Tiago; SILVA-JÚNIOR, Natan Daniel; FORJAZ, Cláudia Lúcia de Moraes. Heart rate recovery: Autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 327–339, 2014.

PEDERSEN, Bente K.; SALTIN, B. Exercise as medicine - Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 1–72, 2015.

PESCATELLO, Linda S. et al. **Diretrizes do ACSM para os Teste de Esforço e sua Prescrição**. 9<sup>o</sup> edição [s.l]: Guanabara Koogan, 2014.

PESCATELLO, Linda S. et al. Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 51, n. 6, p. 1314–1323, 2019.

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward T. **Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance**. 10<sup>o</sup> ed. [s.l]: McGraw-Hill Education, 2018.

QUINTANA, Daniel S. Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case-control studies. **Psychophysiology**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 344–349, 2017.

REZK, C. C. et al. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate

variability: Influence of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 105–112, 2006.

ROGNMO, Oivind et al. Cardiovascular Risk of High-Versus Moderate-Intensity Aerobic Exercise in Coronary Heart Disease Patients. **Circulation**, [s. l.], v. 126, n. 12, p. 1436–1440, 2012.

SCHAMNE, Julio Cezar et al. Cardiac autonomic responses during and after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction. **Motriz, Rio Claro**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 1–7, 2019.

SCHULTZ, Martin G.; LA GERCHE, Andre; SHARMAN, James E. Blood Pressure Response to Exercise and Cardiovascular Disease. **Current Hypertension Reports**, [s. l.], v. 19, n. 89, p. 1–7, 2017.

SEILER, Stephen; HAUGEN, Olav; KUFFEL, Erin. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 39, n. 8, p. 1366–1373, 2007.

SHARMAN, J. E.; LAGERCHE, A. Exercise blood pressure: Clinical relevance and correct measurement. **Journal of Human Hypertension**, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 351–358, 2015.

SILVERTHORN, Dee U. **Fisiologia Humana - Uma Abordagem Integrada**. 7<sup>o</sup> ed. [s.l.] : Artmed, 2017.

STEELE, James et al. The role of volume-load in strength and absolute endurance adaptations in adolescent's performing high- or low-load resistance training AUTHORS: **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 193–201, 2016.

ŠTEFANOVSÝ, Miloš et al. Influence of selected phases of the menstrual cycle on performance in Special judo fitness test and Wingate test. **Acta Gymnica**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 136–142, 2016.

TABATA, Izumi et al. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 390–395, 1997.

TARVAINEN, Mika P. et al. Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, [s. l.], v. 113, n. 1, p. 210–220, 2014.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING ELECTROPHYSIOLOGY. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **Circulation**, [s. l.], v. 93, p. 1–46, 1996.

TEIXEIRA, Luiz et al. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 111, n. 9, p. 2069–2078, 2011.

TERZIOTTI, Paolo et al. Post-exercise recovery of autonomic cardiovascular control: A study by spectrum and cross-spectrum analysis in humans. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 84, n. 3, p. 187–194, 2001.

THANASSOULIS, George et al. Relations of Exercise Blood Pressure Response to Cardiovascular Risk Factors and Vascular Function in the Framingham Heart Study George.

**Circulation**, [s. l.], v. 125, n. 23, p. 1–18, 2013.

THOMAS, James F. et al. Comparison of two-hand kettlebell exercise and graded treadmill walking: Effectiveness as a stimulus for cardiorespiratory fitness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 998–1006, 2014.

THOMPSON, Paul D. et al. Exercise and acute cardiovascular events: Placing the risks into perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 886–897, 2007.

PAVEL TSATSOULINE. **Enter the Kettlebell -Strength Secret of the Soviet Supermen**. [s.l.] : Dragon Door Publications, 2006.

TSATSOULINE, Pavel. **The quick and the dead**. [s.l.] : StrongFirst, 2019.

VANDERLEI, Luiz C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 205–217, 2009.

VIGITEL BRASIL. **Vigitel Brasil 2018: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquerito telefônico**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel\\_brasil\\_2011\\_fatores\\_risco\\_doencas\\_cronicas.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2011_fatores_risco_doencas_cronicas.pdf)>

WESTON, Kassia S.; WISLØFF, Ulrik; COOMBES, Jeff S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 16, p. 1227–1234, 2014.

WHITE, Daniel W.; RAVEN, Peter B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: Revisited. **Journal of Physiology**, [s. l.], v. 592, n. 12, p. 2491–2500, 2014.

WILLIAMS, Brian M.; KRAEMER, Robert R. Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses in Kettlebell High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Cycling. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 29, n. 12, p. 3317–3325, 2015.

WONG, ALEXEI et al. Cardiac Autonomic and Blood Pressure Responses to an Acute Bout of Kettlebell Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 2, n. maio, 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
LABORATÓRIO DE FISILOGIA DO EXERCÍCIO - LAFEX

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidada a participar do estudo intitulado "**RESPOSTAS CARDIOVASCULARES E METABÓLICAS AO TREINAMENTO COM KETTLEBELL**" que será desenvolvido no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFEX/CEFD/UFES) localizado no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Ciências do Movimento (NUPEM), no campus de Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com duração máxima de cinco meses, sob a responsabilidade da mestranda SABRINA PEREIRA ALVES e da professora Orientadora LUCIANA CARLETTI.

#### JUSTIFICATIVA

O *kettlebell* é um peso de ferro fundido, originário da Antiga União Soviética, semelhante a uma bala de canhão com uma alça e fortemente utilizado no treinamento de força. Difundiu-se no mundo como uma proposta de ferramenta útil para melhorar força, resistência muscular, resistência aeróbia, flexibilidade e redução da gordura corporal. É uma ferramenta de baixo custo, de fácil manuseio que possibilita sua utilização em diversos espaços. A caracterização do estímulo deste tipo de exercício no decorrer de um programa periodizado pode auxiliar na otimização e eficiência ao prescrever o treinamento com KB no que se refere à intensidade, duração e aspectos de segurança ao longo de sessões.

#### OBJETIVOS DA PESQUISA

Avaliar as respostas cardiovasculares e metabólicas ao longo de três mesociclos de treinamento com *kettlebell* no que se refere às variáveis de FC, PA,  $\dot{V}O_2$  e concentração de lactato.

#### PROCEDIMENTOS

Ao aceitar o convite e assinar ou rubricar todas as páginas deste TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE), inicialmente, uma série de fatores ligados à vida e a saúde serão investigados através da aplicação de uma *anamnese* (contendo dados referentes à idade, sexo, raça, tabagismo, complicações cardiorrespiratórias e alterações físicas, como por exemplo, lesões ortopédicas ou neurológicas), questionário de triagem pré-participação em exercícios, proposta pelo Colégio Americano de Medicina Esportiva e do questionário sobre nível de atividade física pelo questionário IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*), o qual contém oito questões relacionadas à prática de atividade física. Em seguida, serão realizadas as avaliações:

- Antropometria: Avaliação do peso (massa corporal), altura e de tecido adiposo (gordura), utilizando uma régua para mensurar a altura e uma balança para aferir a massa corporal. Com os resultados será calculado o índice de massa corporal (IMC).
- Teste de esforço máximo em esteira (ergoespirometria): será realizado em esteira rolante com duração entre 10 e 12 minutos, a velocidade da esteira será aumentada gradativamente até que o participante fique cansado. Os participantes serão orientados antes de iniciar os testes, sobre os procedimentos de realização do teste.

As participantes realizarão as avaliações mencionadas acima em dois momentos distintos (período que antecede o treinamento e final do treinamento). Além disso, serão submetidas a um conjunto de avaliações, realizadas mensalmente (durante uma sessão de exercício), no período de treinamento, sendo elas:

- Lactacidemia: Em repouso, será feita punção do lobo da orelha, utilizando luvas de procedimento, e após assepsia local com álcool. A primeira gota de sangue será desprezada para evitar contaminação. O sangue coletado será depositado em tubos. Em seguida, este procedimento será repetido em repouso, ao final de cada série dos exercícios *com kettlebell* e aos três, cinco e 10 minutos de recuperação pós-sessão.
- Medida do consumo de oxigênio ( $O_2$ ): Para medir o  $O_2$  em repouso e durante a sessão de exercício *com kettlebell*, uma máscara facial de silicone permanecerá ajustada ao rosto de cada indivíduo, permitindo a respiração pela boca e pelo nariz através do pneumotacômetro (para medida do fluxo de ar e análise dos gases expirados).
- Monitoramento da pressão arterial: A fim de monitorar as respostas pressóricas agudas das sessões, os registros da pressão arterial se darão em três momentos: em repouso (conforme protocolo da Sociedade Brasileira de Hipertensão), imediatamente após o fim de cada série de exercício, e após o desaquecimento. Além disso, será realizada a monitorização contínua eletrocardiográfica digital e hemodinâmica cardiovascular não invasiva, por fotopleletismografia infravermelha digital durante 10 minutos com o indivíduo sentado em condições de repouso e estresse pressórico. Em três momentos durante o estudo (pré-treinamento, quinta semana de treinamento e pós-treinamento). Inicialmente será determinada a força voluntária máxima do movimento de preensão manual do braço dominante. Com o auxílio de um dinamômetro (“handgrip” modelo Jamar Sammons Preston, Bolingbrook, IL, 60440), sentada, com os braços posicionados ao lado do corpo, a participante realizará três contrações máximas durante poucos segundos, considerando-se o maior valor obtido como correspondente à força voluntária máxima. As participantes permanecerão sentadas confortavelmente em uma cadeira sem braços, com os pés apoiados no chão, quadril e joelhos posicionados a aproximadamente 90 graus de flexão. O ombro do membro testado ficará aduzido e em rotação neutra, cotovelo em

flexão de 90 graus, antebraço na posição neutra e punho entre 0 e 30 graus de extensão e entre 0 a 15 graus de adução. Após um repouso de pelo menos cinco minutos na posição sentado, realiza-se novamente um “handgrip” a uma intensidade correspondente a 30% da força voluntária máxima, mantendo-a durante o maior tempo possível, geralmente entre 2 e 5 min. Orienta-se ao voluntário manter a respiração normal, evitando a Manobra de Valsalva, que geralmente acompanha os exercícios estáticos mesmo involuntariamente.

O período de treinamento terá duração de 10 semanas. Antes de iniciarem o período de treinamento, todas as participantes realizarão um período de duas semanas de familiarização com a técnica, com o objetivo de aprendizagem dos exercícios utilizados no treinamento.

## **RISCOS E DESCONFORTOS**

A retirada de sangue durante a sessão será feita por punção do lobo da orelha, podendo causar vermelhidão e hematomas na região. Alguns indivíduos podem sentir um desconforto contido, em geral, ele é bem tolerado. Para minimizar os riscos supracitados, procedimentos de biossegurança para a coleta desse material serão criteriosamente executados. Para evitar riscos de infecção, o sangue será coletado dentro de rígidos critérios de assepsia. Apenas materiais descartáveis e estéreis serão usados nestes procedimentos. Os demais exames da pesquisa não serão invasivos e para eles não se usa raios X nem radiação. Não há risco de choque elétrico. O teste de esforço máximo em esteira apresenta nível de risco muito pequeno, principalmente quando realizado em pessoas saudáveis, ou seja, que não sejam portadoras de cardiopatia. Sendo assim, só encaminharemos para este exame os participantes que nos apresentarem pressão arterial normal (menor que 140/90mmHg) e eletrocardiograma de repouso normal. O teste ergoespiométrico será feito por um médico cardiologista. Para minimizar os riscos, o eletrocardiograma será continuamente monitorado no paciente. O médico pedirá ao participante para interromper o teste caso necessário e explicará ao participante o motivo da interrupção. A sala onde o teste será feito dispõe de equipamentos para assistência ventilatória de emergência, além de cardioversão, para atender a eventuais ocorrências graves. O médico assistente também poderá decidir não fazer o teste se o participante estiver tomando certos medicamentos que facilitam o aparecimento de arritmias cardíacas, como medicamentos para melhorar a respiração ou melhorar o desempenho físico. Por isso você deverá informar, antes do teste, os medicamentos que estiver usando. Para minimizar possíveis riscos de lesão durante o treinamento por desconhecimento da técnica, será realizado um período de familiarização aos exercícios envolvidos no programa de treinamento com *kettlebell*, com duração de duas semanas. Tanto no período de familiarização quanto no de treinamento, as participantes serão supervisionadas e orientadas por treinadores experientes. Caso ocorra a necessidade de atendimento médico, o voluntário será devidamente encaminhado para atendimento médico, conforme citado neste TCLE.

## **BENEFÍCIOS**

A participação voluntária nessa pesquisa estará colaborando com um estudo onde os resultados poderão trazer benefícios diretos para indivíduos que necessitam melhorar a aptidão cardiorrespiratória. Os resultados do presente estudo poderão também trazer benefícios para atletas e praticantes de atividades físicas em seus treinamentos e competições. A caracterização de forma minuciosa das sessões de treinamento com *kettlebell* pode auxiliar os profissionais da área na utilização dessa ferramenta de forma mais precisa e eficaz dentro dos programas de

treinamento. Os participantes receberão um relatório de seu nível de aptidão cardiorrespiratória e de sua composição corporal e poderão obter orientações pessoalmente com os pesquisadores, de forma a auxiliá-los na interpretação de tais testes, de acordo com os resultados obtidos.

### **ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA**

Um médico ficará responsável por rever todos os seus exames envolvendo esforço físico e lhe informar pessoalmente sobre todas as alterações que forem encontradas e que tiverem significado clínico. O encaminhamento para serviços públicos de saúde será feito em função deste contato e de sua opinião. Durante todas as sessões de treinamento as participantes serão orientadas, de maneira individual, por instrutores experientes.

### **GARANTIA DE RECUSA EM PARTICIPAR DA PESQUISA E/OU RETIRADA DE CONSENTIMENTO**

Esclarecemos que você não é obrigado a participar da pesquisa, podendo deixar de participar dela em qualquer momento de sua execução, sem que haja penalidades ou prejuízos decorrentes de sua recusa. Caso decida retirar seu consentimento, você não mais será contatado pelos pesquisadores.

### **GARANTIA DE MANUTENÇÃO DO SIGILO E PRIVACIDADE**

Os pesquisadores se comprometem a resguardar sua identidade durante todas as fases da pesquisa, inclusive após publicação. Assim que você for incluído no estudo receberá um número de código. A associação deste código ao seu nome fica restrito a um número mínimo necessário de pesquisadores. Uma vez constituído o banco de dados seu nome é excluído e todas as análises são feitas apenas com conhecimento de código não havendo assim possibilidade de que alguém venha a levantar sua identidade ao examinar os dados da pesquisa.

### **RESSARCIMENTO FINANCEIRO**

A sua participação no projeto é voluntária, ou seja, você não irá receber nenhuma compensação financeira e não financeira (notas, abono de faltas, etc) em função de você ser incluído nesta pesquisa. Também o seu comparecimento aos locais dos exames nos dias agendados será de sua responsabilidade. Haverá ressarcimento das despesas provenientes da participação na pesquisa, todos os exames serão gratuitos, sendo os custos cobertos por recursos concedidos por órgãos públicos para financiamento da pesquisa.

### **GARANTIA DE INDENIZAÇÃO**

Trata-se de uma pesquisa com previsão de realização de exames para avaliação cardiopulmonar e da realização de atividade física, na eventualidade de ocorrer algum dano decorrente da pesquisa é garantida indenização conforme resolução IV.4.c da Res. CNS 466/12.

### **ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS**

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa ou para relatar algum problema, você poderá contatar o pesquisador responsável pelo projeto (SABRINA PEREIRA ALVES) no telefone (27) 99601-9604 ou no endereço Av. Fernando Ferrari, 514, Goiabeiras -| Vitória - ES - CEP 29075-910 Universidade Federal do Espírito Santo.

Em caso de denúncias e/ou intercorrências na pesquisa, você também poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, UFES/Campus Goiabeiras Prédio Administrativo do Centro de Ciências Humanas e Naturais Campus Universitário de Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, s/n, Vitória - ES, através do telefone (27) 3145-9820, e-mail: cep.goiabeiras@gmail.com, pelo correio ou pessoalmente no endereço: Comitê de Ética em Pesquisa Goiabeiras da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/UFES - Goiabeiras), Av. Fernando Ferrari, 514, Campus de Goiabeiras, sala 7 do prédio administrativo do CCHN, Vitória/ES, CEP 29060-970, Vitória - ES, Brasil. O CEP/UFES – Goiabeiras tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais.

Declaro que fui verbalmente informado e esclarecido sobre o presente documento, entendendo todos os termos acima expostos e que, voluntariamente, aceito participar deste estudo. Também declaro ter recebido uma das vias deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de igual teor, assinada pelo(a) pesquisador(a) principal ou seu representante, e rubricada em todas as páginas.

Vitória, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_\_\_. Na qualidade de pesquisador responsável pela pesquisa **"RESPOSTAS CARDIOVASCULARES E METABÓLICAS AO TREINAMENTO COM KETTLEBELL"** eu, SABRINA PEREIRA ALVES declaro ter cumprido as exigências do(s) item(s) IV.3 e IV.4 (se pertinente), da Resolução CNS 466/12, a qual estabelece diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

---

Pesquisador

---

Participante

## APÊNDICE B– Perfil dos participantes

### ANAMNESE

Data da Coleta: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Telefone para

recado: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

### INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS:

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos.

Sexo:  feminino  masculino

Raça/Cor:  branco  pardo  negro  amarela  indígena

Tabagismo:  Sim  Não  Ex-fumante

Estado civil:  casada  viúva  divorciada/separada  solteira

Arranjo familiar:  mora sozinho  mora acompanhado (conjuge / filhos / netos / outros)

Estado ocupacional:  estudante  trabalhando  aposentada  pensionista  do lar

Escolaridade:  analfabeto  fundamental incompleto  fundamental completo  médio incompleto  médio completo  superior incompleto  superior completo  pós-graduação incompleta  pós-graduação completa.

### INFORMAÇÕES SOBRE O ESTADO DE SAÚDE:

1) Possui alguma destas dificuldades?

a) Visual:  Sim  Não

Se sim, usa óculos/lentes de correção?  Sim  Não

b) Auditiva:  Sim  Não

Se sim, usa aparelho auditivo?  Sim  Não

c) Motora:  Sim  Não

Se sim, usa algum aparelho?  Sim  Não

Se sim, qual aparelho? \_\_\_\_\_

d) Outra:  Sim  Não Se sim, qual? \_\_\_\_\_

2) Possui alguns destes problemas de saúde ou agravos?

- HAS  Diabetes  AVE  Doença Cardíaca  Doença Respiratória  Neoplasias  
 Epilepsia/Convulsões  Neuropatias  Doença de Parkinson  Doenças Vestibulares  
 Hipotensão Postural  Artrite  Osteoporose  Depressão  Doenças Reumatológicas  
 Lesão Traumato-ortopédica  Déficit Cognitivo  Outras: \_\_\_\_\_

3) Em caso de histórico de lesão traumato-ortopédica?

- quadril D  quadril E  joelho D  joelho E  tornozelo D  tornozelo E  Coluna   
 outro segmento corporal \_\_\_\_\_

Sente dor em decorrência da lesão?  sim  não

Procedimento cirúrgico:  sim  não

Se sim, qual a data em que o procedimento foi realizado? \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Qual procedimento? \_\_\_\_\_

Compromete a realização de atividade física/esporte/lazer?  sim  não

4) Faz uso de contraceptivo?

- sim  não

Se sim, qual? \_\_\_\_\_

5) Quantos medicamentos você ingere diariamente?

- 1  2  3  4  5  mais de 5

6) Uso de medicamentos com acompanhamento médico/clínico:

- ansiolíticos  antidepressivos  anticonvulsivantes  anti-hipertensivos

Medicamento 01 (Nome/Dose diária): \_\_\_\_\_

Medicamento 02 (Nome/Dose diária): \_\_\_\_\_

Medicamento 03 (Nome/Dose diária): \_\_\_\_\_

Medicamento 04 (Nome/Dose diária): \_\_\_\_\_

Medicamento 05 (Nome/Dose diária): \_\_\_\_\_

7) Faz auto-medicação?

- Sim  Não Qual(is) medicamentos? \_\_\_\_\_

8) Esteve hospitalizado no último ano?

Sim  Não

Se sim, quanto tempo? \_\_\_\_\_

Qual o motivo da internação? \_\_\_\_\_

9) Apresentou complicações cardiorrespiratórias nos últimos 3 meses?

Sim  Não

Se sim, quais? \_\_\_\_\_

10) Pratica atividade física regularmente?

sim  não

Modalidade (s):

\_\_\_\_\_

Frequência semanal: \_\_\_\_\_ Duração

(min/dia): \_\_\_\_\_

Há

quanto

tempo:

\_\_\_\_\_

11) Apresentou complicações cardiorrespiratórias durante o tempo que pratica atividade física?

Sim  Não

Se sim, quais? \_\_\_\_\_

**APÊNDICE C– Exercícios educativos****FIGURA 7.** Flexão e extensão de quadril.**FIGURA 8.** Levantamento terra**FIGURA 9 .** Pêndulo

**FIGURA 10.** *Swing* com toalha



**FIGURA 11.** *Swing*



**FIGURA 12** Agachamento em frente a parede

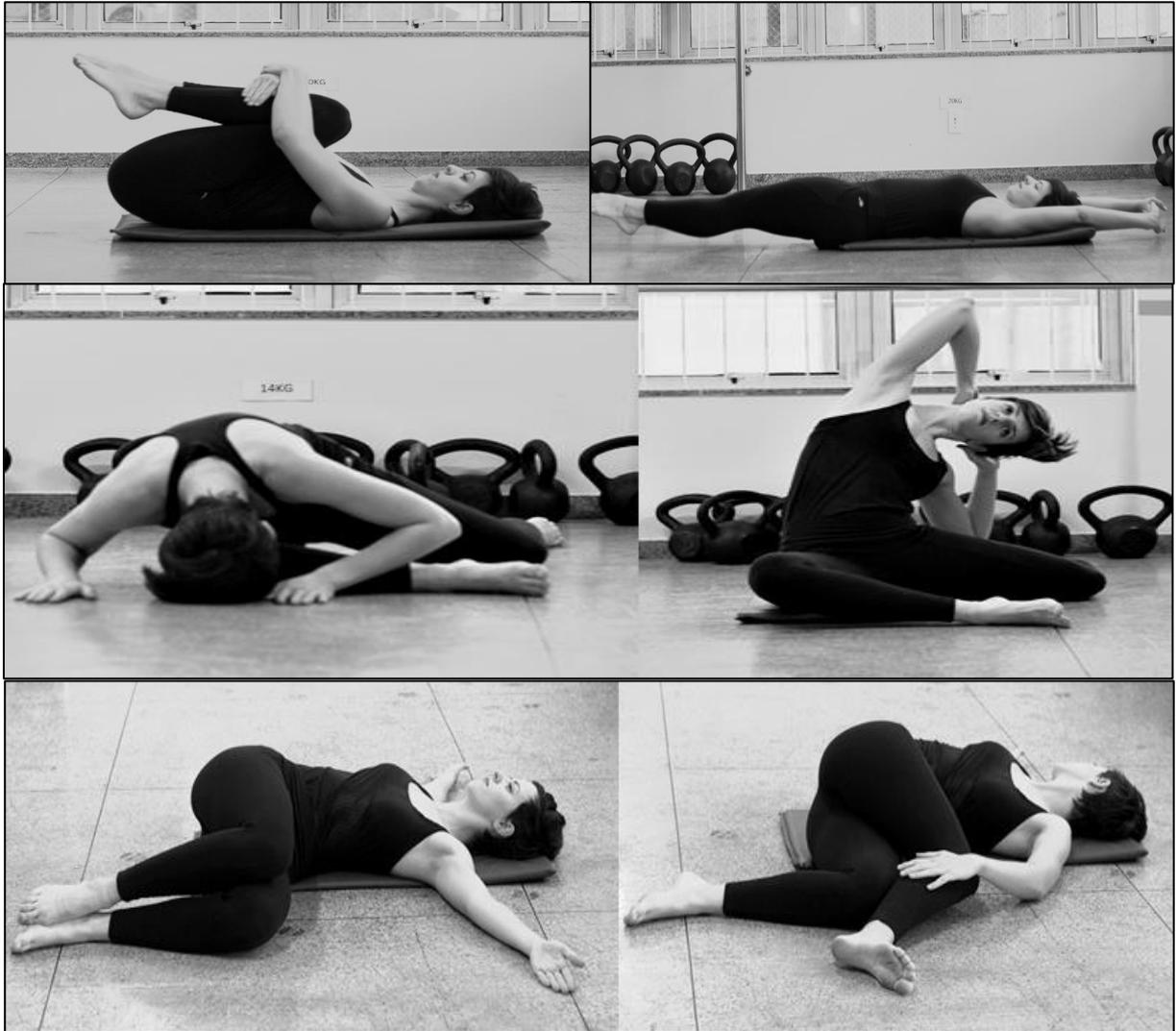


**FIGURA 13.** Agachamento frontal com KB em frente à parede



**APÊNDICE D– Exercícios aquecimento****FIGURA 14.** Agachamento livre unilateral (afundo).**FIGURA 15.** Elevação pélvica unilateral

**FIGURA 16.** Flexão de tronco**FIGURA 17** Rotação de tronco**FIGURA 18.** Flexão e extensão de coluna

**APÊNDICE E– Exercícios desaquecimento****FIGURA 19.** Alongamentos

## ANEXOS

### ANEXO A – Questionário de Triagem Pré-participação das Instituições de Saúde/Aptidão da AHH/ACSM

Avalie seu estado de saúde marcando todas as afirmações verdadeiras

#### *História*

Você já teve:

- ataque do coração
- cirurgia cardíaca
- cateterização cardíaca
- angioplastia coronariana (PTCA)
- marcapasso cardíaco implantável
- desfibrilador/distúrbio do ritmo
- doença valvular cardíaca
- transplante do coração
- doença cardíaca congênita

Se você marcou qualquer uma dessas afirmações nesta seção, consulte seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde antes de engajar-se no exercício. Você poderá ter que utilizar uma instituição com uma equipe **com qualificação médica.**

#### *Sintomas*

- Você sofre de desconforto torácico com esforço.
- Você apresenta falta de ar sem motivo.
- Você experimenta vertigem, desmaio ou tonteiras.
- Você toma medicações para o coração.

#### *Outros problemas de saúde*

- Você sofre de diabetes.
- Você tem asma ou outra doença pulmonar.
- Você tem queimação ou sensação de câibras em suas pernas quando percorre pequenas distâncias.
- Você tem problemas musculoesqueléticos que limitam sua atividade física.
- Você tem preocupações quanto à segurança do exercício.
- Você toma medicações prescritas por médico.
- Você está grávida.

---

**Fatores de risco cardiovasculares**

- Você é um homem com mais de 45 anos de idade.
- Você é uma mulher com mais de 55 anos de idade, foi submetida a histerectomia, ou é pós-menopáusicas.
- Você fuma, ou deixou de fumar dentro dos 6 meses precedentes.
- Sua pressão arterial é  $> 140/90$  mm Hg.
- Você não sabe qual é a sua pressão arterial.
- Você toma medicação para pressão arterial.
- Seu nível sanguíneo de colesterol é  $> 200$ mg/dl.
- Você não conhece seu nível de colesterol.
- Você tem um parente consanguíneo próximo que sofreu um ataque cardíaco ou que foi submetido a uma cirurgia cardíaca antes dos 55 anos de idade (pai ou irmão) ou dos 65 anos de idade (mãe ou irmã).
- Você é fisicamente inativo (isto é, você realiza  $< 30$  minutos de atividade física em pelo menos 3 dias por semana).
- Você tem  $> 9$ kg de sobrepeso.
- Nenhum dos acima.

Se você marcou duas ou mais das afirmações desta seção, você deve consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde antes de participar no exercício. Você poderia ser beneficiado ao utilizar uma instituição com uma **equipe com qualificação médica para o exercício** para orientar seu programa de exercícios.

Você deve ser capaz de exercitar-se com segurança sem consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde num programa auto-orientado ou em quase toda a instituição que atenda as necessidades de seu programa de exercícios.

---

\*Modificada de American College of Sport Medicine and American Heart Association. ACSM/AHA Joint Position Statement: Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. MedSci Sports Exerc 1998: 1018.

## ANEXO B – Questionário IPAQ



**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –  
VERSÃO CURTA**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ **Idade :** \_\_\_\_ **Sexo:** F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal

atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos

na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

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

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

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

---

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS - INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: [celafiscs@celafiscs.com.br](mailto:celafiscs@celafiscs.com.br) Home Page: [www.celafiscs.com.br](http://www.celafiscs.com.br) IPAQ Internacional: [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)