



JOÃO MARCOS SILVA

**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E TREINAMENTO DE
FORÇA: EFEITO ERGOGÊNICO E COMPORTAMENTO
HEMODINÂMICO AGUDO EM RELAÇÃO A INTENSIDADE DE
TREINAMENTO**

**LAVRAS – MG
2023**

JOÃO MARCOS SILVA

**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E TREINAMENTO DE FORÇA: EFEITO
ERGOGÊNICO E COMPORTAMENTO HEMODINÂMICO AGUDO EM RELAÇÃO A
INTENSIDADE DE TREINAMENTO.**

Dissertação apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde para obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, João Marcos.

Suplementação de Cafeína e Treinamento de Força: Efeito
Ergogênico e Comportamento Hemodinâmico Agudo em Relação a
Intensidade do Treinamento / João Marcos Silva. - 2023.

145 p. : il.

Orientador(a): Sandro Fernandes da Silva.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Cafeína. 2. Treinamento de Força. 3. Desempenho Físico
Funcional. I. Silva, Sandro Fernandes da. II. Título.

JOÃO MARCOS SILVA

**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA E TREINAMENTO DE FORÇA: EFEITO
ERGOGÊNICO E COMPORTAMENTO HEMODINÂMICO AGUDO EM RELAÇÃO A
INTENSIDADE DE TREINAMENTO.**

**CAFFEINE SUPPLEMENTATION AND STRENGTH TRAINING:
ERGOGENIC EFFECT AND ACUTE HEMODYNAMIC BEHAVIOR IN RELATION TO
TRAINING INTENSITY.**

Dissertação apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 28 de julho de 2023.
Dr Sandro Fernandes da Silva - UFLA
Dr José Vítor Vieira Salgado - UEMG
Dr.Yuri de Almeida Costa Campos - UFJF

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva
Orientador

**LAVRAS- MG
2023**

RESUMO

Aumentos na força e hipertrofia muscular são os principais objetivos desejados com a prática do treinamento de força (TF), no intuito de otimizar essas adaptações a manipulação adequada das variáveis que compõe as sessões de treinamento ordena a proporção de seus efeitos. Em paralelo ao planejamento do TF utiliza-se o controle nutricional como estratégia para potencializar seus resultados, e nesse contexto a suplementação aguda de cafeína (CAF) por meio do seu poder ergogênico é cientificamente comprovado para melhora do desempenho. Diversos fatores fisiológicos estão envolvidos na produção de fadiga e por consequência na redução do desempenho, existindo uma associação entre a organização do treino e a magnitude dos mesmos, uma vez que a CAF tem ação em diferentes mecanismos envolvidos no controle neuromotor da produção de força, além de sua interação com o sistema cardiovascular, este estudo buscou analisar o efeito agudo da interação da CAF, diante de diferentes intensidades no TF, avaliando fatores de controle do desempenho e das respostas cardiovasculares. Nove homens experientes em TF, utilizaram cápsulas de CAF na concentração de 6mg/kg de peso corporal em três protocolos de testes nas intensidades de 50%, 70% e 90% da carga máxima, no exercício supino reto. Para cada uma das 3 intensidades foram controlados dois grupos placebo (PLA) e CAF, fazendo com que os participantes passassem por ambas condições. O estudo foi duplo cego com duração de 25 dias, onde 7 deles com visita ao local da coleta de dados. O comportamento hemodinâmico foi analisado pela aferição da frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), pressão arterial média (PAM) e duplo produto (DP), analisadas em 7 momentos durante o protocolo de testes: em repouso por 5 minutos, 60 minutos após a ingestão das cápsulas, imediatamente após o término das 4 séries e 20 minutos após a finalização do exercício. As avaliações de desempenho foram verificadas pela quantificação do número de repetições, volume total de trabalho (VTT) e do tempo sob tensão (TST) por série e do exercício, somados a observação do índice de fadiga (IF) e percepção subjetiva de esforço (PSE). Foram utilizados o Teste -T para análises pareadas e para as demais um ANOVA Two Way. Nas variáveis de desempenho não foram diagnosticadas diferenças significativas em nenhuma das comparações realizadas quando suplementou CAF em relação ao PLA, entretanto ao se defrontar as intensidades percebeu-se que a CAF pode promover uma maior magnitude de interferência a 90% de 1RM. Para as respostas hemodinâmicas verificou-se diferenças significativas na FC e DP sob esforço ($p=0,04$ e $0,05$), na magnitude da PAS pós exercício ($p= 0,031$), e na magnitude da PAM pós exercício apenas a 70% de 1RM ($p=0,036$), com maiores valores para uso da CAF, nas demais comparações realizadas ausentou-se a presença de diferenças estatísticas. Conclui-se que que 6mg/kg de CAF não foram suficientes para aumentar o desempenho em várias intensidades no TF, porém foi suficiente pra elevar a reposta do sistema cardiovascular durante o esforço e atenuar a hipotensão pós exercício.

Palavras-chaves: Cafeína. Treinamento de Força. Pressão Arterial. Frequência Cardíaca. Duplo Produto. Desempenho Físico Funcional. Fadiga Muscular.

ABSTRACT

Increases in strength and muscular hypertrophy are the main objectives desired with the practice of strength training (TF), in order to optimize these adaptations the appropriate manipulation of the variables that make up the training sessions orders the proportion of their effects. In parallel to PT planning, nutritional control is used as a strategy to enhance its results, and in this context, acute caffeine supplementation (CAF) through its ergogenic power is scientifically proven to improve performance. Several physiological factors are involved in the production of fatigue and consequently in the reduction of performance, there is an association between the organization of training and its magnitude, since CAF has an action on different mechanisms involved in the neuromotor control of force production, In addition to its interaction with the cardiovascular system, this study sought to analyze the acute effect of CAF interaction, given different intensities in TF, evaluating factors controlling performance and cardiovascular responses. Nine men experienced in RT used CAF capsules at a concentration of 6mg/kg of body weight in three test protocols at intensities of 50%, 70% and 90% of the maximum load, in the bench press exercise. For each of the 3 intensities, two placebo groups (PLA) and CAF were controlled, making participants go through both conditions. The study was double blind and lasted 25 days, 7 of which included visits to the data collection site. Hemodynamic behavior was analyzed by measuring heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP) and double product (DP), analyzed at 7 moments during the test protocol. : rest for 5 minutes, 60 minutes after ingesting the capsules, immediately after finishing the 4 sets and 20 minutes after finishing the exercise. Performance assessments were verified by quantifying the number of repetitions, total volume of work (VTT) and time under tension (TST) per series and exercise, added to the observation of the fatigue index (FI) and subjective perception of effort (PSE). The -T Test was used for paired analyzes and a Two-Way ANOVA for the others. In the performance variables, no significant differences were diagnosed in any of the comparisons carried out when CAF was supplemented in relation to PLA, however, when comparing the intensities it was noticed that CAF can promote a greater magnitude of interference at 90% of 1RM. For hemodynamic responses, there were significant differences in HR and DP under exertion ($p=0.04$ and 0.05), in the magnitude of post-exercise SBP ($p=0.031$), and in the magnitude of post-exercise MAP only at 70% of 1RM ($p=0.036$), with higher values for the use of CAF, in the other comparisons carried out there was no presence of statistical differences. It is concluded that 6mg/kg of CAF was not enough to increase performance at various intensities in RT, but it was enough to increase the response of the cardiovascular system during effort and attenuate post-exercise hypotension.

Keywords: Caffeine. Strength Training. Blood Pressure. Heart Rate. Double Product. Physical Functional Performance. Muscle Fatigue.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das visitas para coleta de dados.....	41
Figura 2 - Fluxograma da randomização dos grupos.....	43
Figura 3 - Desenho experimental do protocolo do teste do TF.....	45
Figura 4 - Modelo do formato do cálculo da magnitude da alteração dos parâmetros cardiovasculares por teste.....	46
Figura 5 - Fluxograma do exemplo do cálculo do VT por série e do exercício	47
Figura 6 - Fluxograma do exemplo do cálculo para quantificar a quantidade de CAF ingerida.....	49
Figura 7 - Fluxograma da suplementação de CAF e PLA.....	51
Figura 8 - Fluxograma do exemplo da organização das comparações estatísticas das variáveis hemodinâmicas avaliadas no estudo	55
Figura 9 - Fluxograma do exemplo das comparações estatísticas da magnitude das variáveis hemodinâmicas nos momentos pós cápsulas, pico e pós exercício avaliadas no estudo	56
Figura 10 - Representação gráfica da comparação dos valores da FC entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	58
Figura 11 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da FC entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.....	58
Figura 12 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAS entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	60
Figura 13 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAD entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	60
Figura 14 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAM entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	63
Figura 15 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAS entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.....	64
Figura 16 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAD entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.....	65

Figura 17 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAM entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.....	66
Figura 18 - Representação gráfica da comparação dos valores do DP entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	68
Figura 19 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do número de repetições entre PLA e CAF por séries do exercício separados por intensidade de teste.....	70
Figura 20 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do TST entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	71
Figura 21 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do VTT por série do exercício entre PLA e CAF separados por intensidade de teste.....	72
Figura 22 - Representação gráfica da comparação dos valores médios da PSE entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.....	74
Figura 23 - Representação gráfica da comparação dos valores médios VTT, TST e IF do exercício entre PLA e CAF separados por intensidade de teste.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da amostra quanto ao perfil antropométrico, hemodinâmico e de força.....	52
Tabela 2 - Caracterização do perfil da dieta da amostra baseadas no recordatório alimentar de 24h.....	53
Tabela 3 - Análise da ingestão de CAF nas 12h antecedentes aos testes realizados.....	54
Tabela 4 - Valores médios da FC entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	57
Tabela 5 - Valores médios da PAS entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	60
Tabela 6 - Valores médios da PAD entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	60
Tabela 7 - Valores médios da PAD entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	62
Tabela 8 - Valores médios do DP entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	67
Tabela 9 - Valores médios do número de repetições realizados entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	70
Tabela 10 - Valores médios do TST entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	71
Tabela 11 - Valores médios do VTT por série do exercício entre os suplementos e as intensidades.....	72
Tabela 12 - Valores médios da PSE entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.....	73
Tabela 13 - Valores médios do VTT e TST e IF do exercício entre os suplementos e as intensidades.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP – Trifosfato de Adenosina
AMPc – Adenosina Monofosfato Cíclico
ADORA2A – Receptor de Adenosina tipo 2A
CAF – Cafeína
COEP – Comitê de Ética em Pesquisa
COI – Comitê Olímpico Internacional
CREBh – Fator de Transcrição do Elemento Responsivo ao AMPc
CYP1A2 – Citocromo P4501A2 codificado pelo gene CYP1A2
DC – Débito Cardíaco
DP – Duplo Produto
ERKs – Proteína Quinase Regulada por Estímulos Extracelulares
FC – Frequência Cardíaca
GEPREN – Grupo de Estudos e Pesquisa em Respostas Neuromusculares
IF – Índice de Fadiga
JNK – c-Jun N-terminal quinase
MAPK – Proteína Quinase Ativado por Mitógeno
P13K – Fosfatidilinositol-3-quinase
P38 – p38 MAPK
PA – Pressão Arterial
PAD – Pressão Arterial Diastólica
PAM – Pressão Arterial Média
PAR-Q – Questionário de Prontidão para Atividade Física
PAS – Pressão Arterial Sistólica
PCR – Fosfocreatina
PH – Potencial Hidrogeniônico
PKA – Proteína Quinase A
PKC – Proteína Quinase C
PLA – Placebo
PSE – Percepção Subjetiva de Esforço
RM – Repetições Máximas
SNA – Sistema Nervoso Autônomo
SNC – Sistema Nervoso Central

SNS – Sistema Nervoso Autônomo Simpático

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TF – Treinamento de Força

TST – Tempo Sob Tensão

UFLA – Universidade Federal de Lavras

UM – Unidades Motoras

VTT – Volume Total de Trabalho

LISTA DE SIMBOLOS

Ca⁺ - Íons de Cálcio

H⁺ - Íons de Hidrogênio

K⁺ - Íons de Potássio

Kg – Quilogramas

Na⁺ - Íons de Sódio

β – Receptor beta adrenérgico

mg - Miligramas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Treinamento de força.....	18
2.2	Variáveis do treinamento de força.....	19
2.2.1	Intensidade e Volume	20
2.2.2	Ação muscular e cadência	21
2.2.3	Intervalo de recuperação entre séries	22
2.2.4	Frequência semanal	23
2.2.5	Tipo e ordem dos exercícios	24
2.3	Variáveis do treinamento de força, fadiga muscular e desempenho	26
2.4	Respostas cardiovasculares ao exercício físico.....	29
2.5	Respostas cardiovasculares no treinamento de força	31
2.5.1	Respostas cardiovasculares aos tipos de contrações musculares	31
2.5.2	Respostas cardiovasculares a manipulação do treino de força	32
2.5.3	Respostas cardiovasculares pós treinamento de força.....	33
2.6	Recursos ergogênicos nutricionais.....	34
2.7	Cafeína.....	35
2.7.1	Cafeína e sistema nervoso central e adenosina	36
2.7.2	Efeitos ergogênicos da cafeína no exercício e no treinamento de força	37
2.7.3	Cafeína e sistema cardiovascular	38
2.7.4	Cafeína, treinamento de força e respostas cardiovasculares.....	39
3	METODOLOGIA	40
3.1	Delineamento do estudo	40
3.1.1	Critérios de inclusão	41
3.1.2	Critérios de exclusão	41
3.2	Desenho experimental	41
3.2.1	Procedimentos do estudo.....	43
3.2.2	Protocolos de avaliação	44
3.2.2.1	Antropometria	44
3.2.2.2	Força dinâmica máxima	44
3.2.2.3	Marcadores hemodinâmicos	45

3.2.2.4	Desempenho e fadiga	47
3.2.2.5	Percepção subjetiva de esforço.....	48
3.2.2.6	Avaliação nutricional.....	48
3.3	Procedimentos.....	50
3.3.1	Protocolo do exercício.....	50
3.3.2	Protocolo de suplementação.....	52
3.4	Cálculo amostral e análise estatística	52
4	RESULTADOS	53
4.1	Perfil amostral.....	53
4.2	Ingestão alimentar.....	54
4.3	Respostas hemodinâmicas.....	55
4.3.1	Frequências cardíaca.....	58
4.3.2	Pressão arterial.....	60
4.3.3	Duplo produto.....	68
4.4	Desempenho físico.....	69
4.4.1	Número de repetições.....	70
4.4.2	Tempo sob tensão.....	71
4.4.3	Volume total de trabalho por série.....	73
4.4.4	Percepção subjetiva de esforço.....	74
4.4.5	Tempo sob tensão, volume total de trabalho e índice de fadiga do exercício...	75
5	DISCUSSÃO	77
5.1	Consumo alimentar.....	77
5.2	Respostas cardiovasculares.....	80
5.2.1	Frequência cardíaca.....	80
5.2.2	Pressão arterial.....	82
5.2.3	Duplo produto.....	85
5.2.4	Mecanismos de ação da cafeína envolvidos nas respostas hemodinâmicas.....	86
5.3	Desempenho.....	88
5.3.1	Número de repetições.....	88
5.3.2	Tempo sob tensão.....	90
5.3.3	Volume total de trabalho.....	92
5.3.4	Percepção subjetiva de esforço.....	93
5.3.5	Índice de fadiga.....	94
5.3.6	Mecanismos de ação da cafeína envolvidos no desempenho físico.....	95

6	CONCLUSÃO.....	98
	REFERÊNCIAS.....	99
	ANEXOS.....	128

1 INTRODUÇÃO

A procura pela inserção em um programa de exercício físico é uma iniciativa comum na vida de um grande número de pessoas, onde já se comprovou os efeitos benéficos em suas diversas formas quando incluídos em uma rotina diária, programados de acordo com objetivo desejado. Diante dos inúmeros modelos de aplicação do exercício, o TF promove um estímulo que proporciona uma série de ajustes no organismo, acarretando em significativas alterações funcionais e morfológicas no corpo humano (ACSM, 2009; SCHOENFELD, 2010; SUCHOMEL et al., 2018).

Reconhecidamente os principais efeitos desejados oriundos desse tipo de treino estão voltados ao aumento da capacidade de geração de força e hipertrofia do músculo esquelético, uma vez que essas adaptações são capazes de aumentar o desempenho físico, promover a melhora e manutenção da saúde além de gerar mudanças estéticas, sendo esses últimos os principais responsáveis pela crescente busca em sua forma recreacional nas academias pelos mais variados tipos de público (ACSM, 2009; LOPEZ et al., 2021; SCHOENFELD, 2010; SCHOENFELD et al., 2017).

Independente da finalidade direcionada com o emprego do TF, a organização dos programas de treinamento é um princípio crucial para aplicação adequada do mesmo, uma vez que estabelecido inicialmente seu propósito de acordo com suas adaptações, haverá a necessidade de ajustar o estímulo do trabalho muscular, que por sua vez derivam de duas teorias clássicas; a do estresse mecânico, relativa ao destaque da produção de tensão mecânica aos componentes estruturais da fibra muscular durante o trabalho, ao qual favorece o dano muscular, o processo inflamatório, a ativação de células satélites e o aumento de mionúcleos; e a segunda a teoria do estresse metabólico, induzida temporalmente pela duração da tensão imposta ao músculo onde prioriza-se a hipóxia tecidual, o acúmulo de metabólitos, e o aumento da produção de hormônios e fatores de crescimento local (GONZALEZ, 2016; GONZALEZ et al., 2016; IDE; LAZARIM; MACEDO, 2011; KRZYSZTOFIK et al., 2019). Na prática ambas teorias geram repostas que se desenvolvem simultaneamente frente a sobrecarga imposta pelo exercício, e a soma de todos os meios que estimulam a sinalização do aumento da síntese proteica muscular integram o processo de mecanotransdução, encarregado por interpretar o estímulo mecânico em sinais bioquímicos endócrinos, parácrinos e autócrinos. Assim sendo, cabe a metodologia adotada destinar qual a magnitude da sinergia dessas teorias será priorizada naquele momento, e para que isso se suceda é necessário controlar os componentes estruturais que compõe a prescrição sistemática do TF (LAWSON et al., 2022; OZAKI et al., 2016;

ROSCHEL et al., 2011; SCHOENFELD, 2013; YAMADA; VERLENGIA; BUENO JUNIOR, 2012).

A manipulação das variáveis que dominam os diversos métodos de realização do TF, direciona a forma como será caracterizado o estímulo ao longo das sessões de treinamento, que se manifestam em função da modificação de elementos agudos mensuráveis qualitativamente e quantitativamente sendo eles; a intensidade (carga externa), o volume (quantidade de movimentos realizados), o intervalo de recuperação entre séries, a frequência semanal das unidades de treino, o tipo e sequência de exercícios e o tempo e cadência das contrações musculares (ACSM, 2009; (BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ et al., 2022a; DE CAMARGO et al., 2022a; FLECK, 2008). O controle desses componentes é essencial para otimização dos efeitos crônicos do TF evitando platôs no seu desenvolvimento além de aumentar a segurança na rotina dos exercícios, para isso sua organização é distribuída em ciclos definidos por fases específicas de carga de treinamento em conformidade com as respostas que serão geradas pela mesma naquele momento. Como resultado ao emprego desse recurso elabora-se então uma estratégia direcionada ao objetivo individual do atleta, denominada tecnicamente como periodização do TF (DE SOUZA et al., 2018; EVANS, 2019; HARRIES; LUBANS; CALLISTER, 2015).

Durante as sessões de TF o controle neuromotor do movimento em paralelo a demanda metabólica gerada exercem agudamente uma sobrecarga a inúmeros sistemas envolvidos na produção da força, atingindo tanto sistema nervoso central (SNC) quanto os eventos celulares periféricos do músculo esquelético, estabelecendo, portanto, a fadiga, que limita a produção de força diminuindo o desempenho físico. Considerando as propriedades do TF as principais causas de fadiga sustentam-se na deficiência das vias de fornecimento de energia devido a depleção dos estoques de fosfocreatina (PCR) e do aumento da acidose metabólica, juntamente as alterações do gradiente de concentração de íons no meio extra e intracelular como potássio (K^+) e cálcio (Ca^+) que modifica por consequência o potencial de ação, o drive neural e a eficácia do sistema de gatilho do processo de contração muscular (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008; HOUSTON, 2009; MCARDLE, 2015; MCKENNA, 1992; MCKENNA; BANGSBO; RENAUD, 2008; SILVA; DE-OLIVEIRA; GEVAERD, 2006). A compreensão dos mecanismos causadores de fadiga é um fator determinante para manipulação das variáveis do TF e havendo uma interação entre elas é possível direcionar a magnitude do principal agente limitante no desempenho, permitindo portanto administrar melhor as características do estímulo na execução do exercício afim de preservar a manutenção da performance dentro da sessão de treinamento (HOUSTON, 2009; LACERDA et al., 2019; LEBESQUE; SCAGLIONI; MARTIN, 2022; ORTEGA-BECERRA; SÁNCHEZ-MORENO;

PAREJA-BLANCO, 2021; PAZ et al., 2017; PEDROSA et al., 2020; PIQUERAS-SANCHIZ et al., 2022).

Assim, como os meios de produção de força, o sistema cardiovascular também sofre uma sobrecarga aguda perante o estímulo imposto pelos exercícios no TF. Influenciada pela manipulação do programa de treinamento em volume e intensidade, a manutenção do débito cardíaco (DC) durante o esforço exige uma resposta homeostática controlada pelo sistema nervoso autônomo (SNA) e de mecanismos celulares específicos resultando no aumento do efeito cronotrópico, inotrópico somadas a alterações dilatadoras e constritoras dos vasos sanguíneos. A combinação desses fatores aumenta a carga volumétrica circulatória necessária à exigência energética da musculatura ativa promovendo o aumento dos valores da FC e PAS, além de uma conservação ou diminuição PAD (AGARWAL, 2017; HUGGETT et al., 2004; LAMOTTE et al., 2010; LAMOTTE; NISSET; VAN DE BORNE, 2005; MOREIRA et al., 2017; NEGRÃO, 2010; OKAMOTO; MASUHARA; IKUTA, 2007; RITTER et al., 2019).

Com intuito de auxiliar a melhora dos efeitos do exercício físico, o controle nutricional é uma estratégia muito utilizada não só no esporte, mas também por entusiastas da atividade física (KERKSICK et al., 2018). Dentro desse contexto existem suplementos alimentares que tem sua utilização bem fundamentada na literatura, para promover resultados que vão desde a recuperação tecidual à potencialização da performance, sendo estes últimos conhecidos como ergogênicos onde se destaca a CAF, presente em um grande número de alimentos altamente consumidos na sociedade (KERKSICK et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018; PESCATELLO et al., 2016). A CAF é manipulada na forma de suplemento a fim de atenuar os efeitos da fadiga durante o exercício, agindo de forma aguda como um antagonista dos receptores de adenosina, exercendo influência no SNC e em células alvos distribuídas em todo corpo incluindo as do tecido muscular, existindo um grande número de pesquisas que comprovam e eficácia para essa finalidade (BOREA et al., 2018; GRAHAM, 2001; KEISLER; ARMSEY, 2006; MARTINS et al., 2020; SILVA et al., 2020).

O efeito ergogênico da CAF na realização do TF envolve uma maior atividade do SNA interferindo na excitabilidade celular, melhorando a formação e a condução do estímulo neural da contração voluntária. Na célula muscular, além da excitabilidade, a CAF atua no aumento da disponibilidade de íons de Ca^{+} , indispensáveis para iniciar os processos moleculares da contração. Em contrapartida, no sistema cardiovascular em resposta ao incremento da ação simpática, a CAF aumenta a força e velocidade dos batimentos cardíacos, simultaneamente a modulação do tônus vascular periférico, aumentado por consequência a sobrecarga cardiovascular, modificando assim os valores da FC e pressão arterial (PA) frente ao exercício.

(BENJAMIM et al., 2021; BOREA et al., 2018; BUSCEMI et al., 2010; CAULI; MORELLI, 2005; FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; FILIP-STACHNIK et al., 2021b; GIRÁLDEZ-COSTAS et al., 2020; GRGIC, 2021; HEADRICK et al., 2013; KALMAR, 2005; LOPES; PLIÁSSOVA; CUNHA, 2019; MARTINS et al., 2020; PAPAMICHAEL et al., 2005; RAYA-GONZÁLEZ et al., 2020; SALATTO et al., 2020; SILVA et al., 2020).

Os meios fisiológicos da atuação da CAF em nosso organismo sustentam sua utilização para promover uma contribuição efetiva de desempenho no TF em teste de força máxima, força isométrica, isocinética, resistência muscular, potência e velocidade (GRGIC, 2021; GRGIC et al., 2019), entretanto diante da relação volume e intensidade manipulada para configurar o estímulo dentro da sessão, pode-se haver uma interferência da intensidade do treinamento em relação ao efeito ergogênico da CAF via atividade dos mecanismos promotores de fadiga. Na presença desse contexto é pertinente discutir se há diferenças na magnitude da ergogenicidade da CAF em relação a intensidade específica de trabalho na execução dos exercícios no TF, comparando o tamanho desse efeito, uma vez que poucos trabalhos se objetivaram ao observar essa análise em um ambiente controlado exclusivamente para esse fim. A partir desse momento podemos agregar neste cenário promovido pelo domínio da intensidade, a avaliação da atividade somatória da carga cardiovascular exercida pelo esforço físico aos efeitos da CAF nesse sistema, permitindo então verificar seu comportamento em situações diferentes.

Frente estas condições o estudo objetivou-se em analisar a associação da suplementação aguda de CAF no desempenho físico e nas repostas cardiovasculares diante de 3 intensidades diferentes do TF, uma vez que a manipulação das variáveis volume e intensidade são determinantes para direcionar tanto a magnitude dos mecanismos de fadiga quanto a demanda cardiovascular avaliamos quantitativamente as variáveis neuromusculares e hemodinâmicas correlacionando esses dados entre as intensidades específicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Treinamento de força

Os termos TF, treinamento resistido, treinamento com pesos, treinamento contra a resistência ou musculação, apesar de não haver uma unanimidade na literatura, são utilizados para caracterizar o tipo de exercício no qual a contração muscular é realizada por um determinado segmento corporal contra uma força oposta a esse movimento que pode ser oferecida por um equipamento, peso livre, elástico, peso corporal ou qualquer outro acessório. Esses exercícios geralmente são realizados em séries, agrupadas por uma sequência numérica contínua de repetições do movimento, separadas por intervalos temporais com duração variada podendo ser ativas ou passivas (ACSM, 2009; FLECK, 2008)

Quando se trata do desenvolvimento das capacidades físicas aumentamos na força máxima, potência e resistência de força, conjuntamente a hipertrofia muscular se resumem como os objetivos centrais conquistados nos inúmeros programas de TF já bem compreendidos pelos treinadores e pesquisadores no âmbito da performance esportiva (CHAABENE et al., 2020; KRZYSZTOFIK et al., 2019; LESINSKI; PRIESKE; GRANACHER, 2016; MUJKA; RØNNESTAD; MARTIN, 2016; PRIETO-GONZÁLEZ; SEDLACEK, 2022; ROMERO; MINSON; HALLIWILL, 2017; SAETERBAKKEN et al., 2022; SUCHOMEL et al., 2018). Entretanto com a ascensão das pesquisas científicas nesta área há também um direcionamento da sua eficácia no que diz respeito a estética e saúde, mostrando-se um instrumento atuante e flexível para todas as populações, desde pessoas com a saúde debilitada a atletas de ponta do cenário esportivo mundial. Dessa maneira superou-se o modelo de que essa forma de exercício estaria pertencente apenas as adaptações morfofuncionais de desempenho, chegando a dados dos seus efeitos fisiológicos benéficos no tratamento de doenças metabólicas e cardiovasculares, disfunções osteoarticulares e até mesmo nos aspectos cognitivos e psicossociais aplicados a crianças, jovens, adultos e idosos. Diante disso a prescrição do TF individualizada tornou-se extremamente importante e reconhecida na sociedade atual e para isso a ciência que conduz o direcionamento profissional na área apresenta uma constante evolução, e junto dela evidenciou-se cada vez mais as formas de medir, controlar e assegurar os efeitos dessa forma de exercício físico através da sistematização dos elementos que compõem a sessão de treino, apontadas didaticamente como as variáveis do TF (BEHM et al., 2017; DANIELEVICZ et al., 2022; DUTHEIL et al., 2013; FLECK, 2008; FRAGALA et al., 2019; HARTMANN et al., 2015; KEKÄLÄINEN et al., 2018; KHADANGA; SAVAGE; ADES, 2019; LESINSKI; PRIESKE; GRANACHER, 2016; LIMA et al., 2022; MCARDLE, 2015; WESTCOTT, 2012).

2.2 Variáveis do treinamento de força

O controle das variáveis que estrutura as cargas do TF é fundamental para obter os resultados propostos para cada tipo de população. Nesta ocasião as diferenças na metodologia frente aos vários sistemas que compõem os programas de TF mostram em sua organização elementos aos quais são manipuláveis, que direcionam a magnitude das adaptações fisiológicas promovidas pelo mesmo e dessa forma seu conhecimento precede a montagem das sessões que compõem um planejamento a longo prazo. Dentre as variáveis estudadas na área do TF podemos destacar a intensidade e o volume da carga de trabalho, o intervalo de recuperação entre as séries, a cadência e tempo de realização do movimento, a escolha e sequência da execução dos exercícios, e a frequência semanal das sessões de treinamento (ACSM, 2009; BERNÁRDEZ-

VÁZQUEZ et al., 2022; DE CAMARGO et al., 2022a; FLECK, 2008; FRAGALA et al., 2019; SUCHOMEL et al., 2018).

2.2.1 Intensidade e Volume

As variáveis intensidade e volume norteiam a base da formulação dos programas de TF, onde a primeira representa aos aspectos qualitativos do exercício relacionado a dificuldade em realização do mesmo manipulada em quilogramas (Kg) por meio da carga externa, e a segunda corresponde aos elementos quantitativos referentes a contabilização do trabalho realizado pelo segmento corporal controlada em séries e repetições. De acordo com a carga máxima ao qual o exercício é realizado (teste de repetições máxima – 1RM), a intensidade pode ser mensurada em baixa (< 50% de 1RM), média a moderada (50% a 80% de 1RM) e alta (>80% de 1RM), onde o controle é necessário para promover as adaptações musculares associadas à forma como a força irá se manifestar (CAMPOS et al., 2002; FLECK, 2008; GONZALEZ, 2016; SCHOENFELD et al., 2015, 2017b). O volume, dentro de uma sequência de repetições irá comportar de maneira dependente da intensidade em uma relação inversamente proporcional moderado pelo demanda energética por unidade de tempo de acordo com esforço muscular realizado, porém pode ser mensurado em outro panorama, ao qual concentra a contabilização parcial ou total da carga de trabalho executada pela musculatura podendo a primeira ser por exercício ou séries e a segunda pela montante final da sessão do treino. Sistemáticamente o cálculo VTT leva em consideração o produto da intensidade em quilogramas (Kg) da carga externa pelo número de séries e pelo número de repetições (DE CAMARGO et al., 2022a; FLECK, 2008; GARBER et al., 2011; KUBO; IKEBUKURO; YATA, 2021; LASEVICIUS et al., 2018; LESINSKI; PRIESKE; GRANACHER, 2016; SUCHOMEL et al., 2018).

Quando pensamos nos aspectos funcionas do TF a intensidade da carga é totalmente específica ao objetivo do mesmo, portanto a atenção a zona ótima de treinamento deve ser respeitada para o tipo de manifestação de força trabalhada, pois dessa forma prevalece as adaptações fisiológicas para força máxima, potência ou resistência de força associadas a hipertrofia muscular (BEHM et al., 2017; CARVALHO et al., 2022b; FLECK, 2008; KUBO; IKEBUKURO; YATA, 2021; LONGO et al., 2022; PIQUERAS-SANCHIZ et al., 2022; PRESTES et al., 2019; SCHOENFELD et al., 2015, 2017b, 2019b). Ao manipular a intensidade para o aumento da massa muscular, devemos considerar os diversos mecanismos atuantes no processo pela grande amplitude que pode ser utilizada que vai de baixa a altas cargas, logo se torna interessante alternar ao longo do planejamento a zona alvo de intensidade do TF para deste modo obter o máximo do benefício proporcionado ao priorizar o estresse mecânico ou das vias metabólicas de produção de energia (CARVALHO et al., 2022b; DE CAMARGO et

al., 2022b; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ et al., 2020; LAMBRIANIDES et al., 2022; MOESGAARD et al., 2022; PAREJA-BLANCO et al., 2020; SCHOENFELD et al., 2017b, 2021b).

A relação do volume no TF tem uma grande importância para maximização da hipertrofia muscular, caracterizado em sua forma de VTT ele pode ser contabilizado por exercício, sessão ou semana (FIGUEIREDO; DE SALLES; TRAJANO, 2018; JOHNSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021; SCHOENFELD et al., 2017b). A literatura recomenda que a quantidade do VTT por grupo muscular distribuídos nas sessões de treinamento ao longo da semana deva considerar o nível de condicionamento físico do indivíduo, que vão de 3 a 5 para iniciantes, 5 a 10 para intermediários e mais de 10 séries para avançados, além disso, para que se possa assegurar o estímulo desejado de acordo com a característica do treino é necessário observar outras variáveis que exercem interferência direta na manutenção do VTT como intensidade, frequência semanal, intervalo de descanso entre séries, tipo e ordem dos exercícios (BAZ-VALLE et al., 2022; FLECK, 2008; RADAELLI et al., 2015; SCHOENFELD et al., 2021a). Estudos recentes têm comprovado a importância do controle dessa variável para intensificar as adaptações morfológicas do TF, ao demonstrar que independente da configuração dos outros componentes que constitui o treino, ou o método aplicado, quando o VTT é equalizado os resultados a longo prazo apresentam-se semelhantes entendendo portanto que não existe uma superioridade entre os métodos pertinentes ao TF (AUBE et al., 2022; BRIGATTO et al., 2022; CARVALHO et al., 2022b; DE CAMARGO et al., 2022b; ENES et al., 2021; FRANCO et al., 2021; KUBO; IKEBUKURO; YATA, 2021; LACERDA et al., 2020; LASEVICIUS et al., 2018; MOESGAARD et al., 2022; RALSTON et al., 2017).

2.2.2 Ação muscular e cadência

A contração muscular no TF pode ser realizada de forma dinâmica ou estática. Ambas produzem tensão muscular, e a dinâmica é dividida em duas fases em relação ao movimento articular, concêntrica e excêntrica, caracterizadas pelo encurtamento ou alongamento do músculo, onde as respostas biomecânicas e moleculares da contração se diferenciam resultando em eventos metabólicos distintos (LACERDA et al., 2019; MCARDLE, 2015; TRICOLI, 2014; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021). Em contrapartida a contração isométrica é executada em um determinado ângulo articular com ausência de movimento. Embora haja uma procedência fisiológica distinta em relação ao tipo de ação muscular, na prática a maioria dos exercícios caracterizam-se pela combinação entre ações isométricas, concêntricas e excêntricas sendo a última estudada frequentemente para justificar muitas das adaptações morfofisiológicas específicas produzidas nessa forma de treinamento (BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ et al., 2022b;

DOUGLAS et al., 2017; FLECK, 2008; MCARDLE, 2015; SATO et al., 2022; SCHOENFELD et al., 2017a; TRICOLI, 2014; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021).

A velocidade de execução das contrações musculares no TF normalmente é mensurada por unidade de tempo, suportando períodos que vão de 1 até 10 segundos para cada fase isolada entre concêntrica ou excêntrica, porém pode ser controlada também por equipamentos mais sofisticados como potenciômetros e acelerômetros. (LOTURCO et al., 2015; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). O domínio da cadência do movimento dentro da sessão do TF vai ao encontro do objetivo a ser alcançado pela mesma em razão das respostas que podem estar associadas as variações, visto que a literatura ainda é controversa para enfatizar um posicionamento sólido, podemos vincular a manipulação dessa variável a elementos relacionados aos efeitos morfológicos e funcionais produzidos pelo treino. Aos morfológicos, exclusivo a hipertrofia muscular, tanto execuções rápidas ou lentas promovem resultados positivos, ao instigarem estímulos moleculares anabólicos diversos podendo ser promovidos tanto pelo estresse metabólico ou mecânico ao qual priorizará o acúmulo de metabólitos oriundo das vias de fornecimento de energia ou o dano estrutural as fibras musculares respectivamente (LACERDA et al., 2016, 2021; PEARSON et al., 2022; SCHOENFELD et al., 2017a; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021). Já para o caráter funcional, em relação ao desempenho da força e da potência muscular há uma leve superioridade nos resultados para velocidades mais rápidas quando comparadas a execuções lentas, suportados na hipótese da especificidade da realização do movimento e da produção máxima de tensão que seriam capazes de propiciar uma maior ativação das unidades motoras do tipo II responsáveis por esses resultados (DAVIES et al., 2017; FLECK, 2008; MCARDLE, 2015; MIKE et al., 2017; TILLIN; PAIN; FOLLAND, 2018; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021).

Ainda se tratando dos efeitos do TF, diante da configuração da cadência do movimento e a importância recente da influência do volume da carga de treinamento para potencializar suas adaptações, considera-se então o controle do tempo em que o músculo ativo fica em trabalho durante a sessão de treinamento como mais uma variável característica do TF, reconhecida metodologicamente TST (MARTINS-COSTA et al., 2022; WILK; TUFANO; ZAJAC, 2020). Nessa perspectiva observa-se que execuções mais lentas exigem a utilização de menores cargas externas, porém produzem um maior TST, que por sua vez é capaz de compensar em antemão o estímulo reduzido na intensidade, promovendo também aumentos de força e massa muscular (HANDFORD et al., 2022; TRYBULSKI et al., 2022; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021).

2.2.3 Intervalo de recuperação entre séries

O intervalo de recuperação no TF deve considerar o objetivo do treino por si. Para desempenho físico, o tempo de recuperação entre as séries deve respeitar limites que vão de 3 a 5 minutos, pois dessa forma ocorre uma recuperação adequada dos estoques de PCR promovendo uma diminuição da fadiga e conseqüentemente a promoção da melhora da performance na realização do exercício (DE SALLES et al., 2009; FLECK, 2008; GRGIC et al., 2018b; HOUSTON, 2009). Para aumento da massa muscular, o intervalo de recuperação entre séries pode variar de menos de 60 segundos a 5 minutos, porém o Colégio Americano de Medicina do Esporte recomenda em programas para essa finalidade intervalos de 1 a 2 minutos para indivíduos iniciantes e 2 a 3 minutos para avançados (ACSM, 2009). Sabe-se que intervalos mais curtos priorizam vias anabólicas autócrinas e sistêmicas que são mais estimuladas pelo estresse metabólico, porém é observado o decréscimo do desempenho refletindo na diminuição do VTT, que por sua vez é um fator considerável na obtenção da hipertrofia muscular e do desenvolvimento funcional da força máxima e potência, com isso, diante dessa convergência deve-se verificar quanto a manipulação adequada dessa variável na prescrição do protocolo de treino para aumento de massa muscular e desempenho, analisando-a sempre em conjunto com outras variáveis, como por exemplo volume e intensidade (DE SALLES et al., 2009; FINK; KIKUCHI; NAKAZATO, 2018; GRGIC et al., 2017; LONGO et al., 2022; MERRIGAN et al., 2020; PIQUERAS-SANCHIZ et al., 2022; SCHOENFELD et al., 2021a, 2016; SENNA et al., 2022).

2.2.4 Frequência semanal

Correspondente ao número de sessões efetuadas durante a semana nos programas de treinamento, essa variável tem atuação direta tanto na funcionalidade, expressas na capacidade do músculo produzir tensão, quanto nas respostas adaptativas da célula muscular potencializadoras do processo de hipertrofia. Delega-se a magnitude dos danos gerados a fibra muscular promovidos por uma sessão de treino sua atuação nos aspectos funcionais, ao qual proporcionaria um decréscimo ou a manutenção do desempenho físico frente a próxima sessão de treinamento, neste caso, a manipulação adequada da frequência semanal e a distribuição da carga total dentro das unidades de treino possibilita uma recuperação efetiva do tecido muscular, deixando o mesmo apto a aplicação de uma nova carga (BARTOLOMEI et al., 2017; COLQUHOUN et al., 2018; FRANCO et al., 2021; GRGIC et al., 2018c). Para as adaptações voltadas a hipertrofia muscular, a frequência semanal deve ser controlada em associação ao cálculo do volume semanal dos grupos musculares treinados, uma vez que estudos recentes comprovaram que quando equalizado VTT, independente da distribuição da frequência semanal, a resposta hipertrófica se torna semelhante em várias configurações da manipulação

dessa variável (COLQUHOUN et al., 2018; DANIELEVICZ et al., 2022; GOMES et al., 2019; GRGIC; SCHOENFELD; LATELLA, 2019; JOHNSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).

De modo geral o planejamento da frequência semanal das sessões do TF deve considerar previamente a configuração do volume e da intensidade das unidades de treino, podendo ser distribuídas em sessões mais concentradas, priorizadas por grupamentos musculares ou movimentos articulares específicos, ou fracionadas ao longo da semana trabalhando uma ampla variedade de músculos ou movimentos articulares por sessão, no entanto deve-se considerar que incrementos do VTT suportam melhores resultados funcionais e morfológicos de acordo com a contabilização da carga de treino na semana (BRIGATTO et al., 2022; FRANCO et al., 2021; GRGIC et al., 2018c; HEASELGRAVE et al., 2019; JOHNSEN; VAN DEN TILLAAR, 2021; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).

2.2.5 Tipo e ordem dos exercícios

A escolha dos exercícios na montagem dos programas do TF considera os aspectos biomecânicos distintos entre eles relativos a quantidade e aos ângulos das articulações promovidos pelo exercício. Mudanças no ângulo articular são capazes de afetar a ativação e o torque dos músculos envolvidos no movimento que por sua vez são específicas para cada exercício, já o número de articulações envolvidas caracterizam os mesmos em multiarticulares e monoarticulares para envolvimento de mais de uma articulação ou isolado a uma respectivamente (FLECK, 2008; SIMÃO et al., 2012a). Didaticamente o tipo do exercício que vai compor a sessão do TF leva em conta principalmente a quantidade de articulações envolvidas, uma vez que os multiarticulares requerem uma maior coordenação neural do movimento em comparação aos monoarticulares, porém exercícios isolados por articulação são capazes de proporcionar maiores efeitos específicos a determinado músculo (FLECK, 2008; MANNARINO et al., 2021). Ambas as formas têm suas aplicabilidades cabendo uma combinação adequada dentro da sessão, entretanto para potencializar a força em suas manifestações, em decorrência da atuação neural juntamente a sua maior transferência para as atividades da vida diária e desportiva são priorizados a realização dos exercícios multiarticulares ficando os monoarticulares o papel de complementares quando necessários para correção ou adequação funcional do movimento (BRIGATTO et al., 2020; CAMPOS et al., 2020; FLECK, 2008; GENTIL et al., 2013). Já para aumento da massa muscular a as duas formas de exercício são capazes cronicamente de produzir respostas positivas a essa adaptação (BARBALHO et al., 2021; BRANDÃO et al., 2020; GENTIL; SOARES; BOTTARO, 2015; MANNARINO et al., 2021; SCHOENFELD et al., 2021a).

De acordo com as características dos exercícios do TF, sua ordem de realização dentro de uma sessão de treinamento pode afetar as repostas neuromusculares e metabólicas oriundas do mesmo. Na busca de mais informações o estudo do controle dessa variável nos programas de TF ganharam bastante atenção nos últimos tempos, e com isso a literatura aponta que diante da disposição da ordem dos exercícios podemos observar repostas agudas variadas que podem ser planejadas para direcionar o objetivo do treino, porém ainda há lacunas a serem preenchidas quando se refere a observação dessa variável a longo prazo, encontrando-se resultados ainda controversos a fim de observar as diversas possibilidades de organização dos exercícios na sessão do TF (AGUIAR et al., 2016; BRANDÃO et al., 2020; DA SILVA et al., 2022; DIB et al., 2020; FISHER et al., 2014; SPINETI et al., 2010; TRINDADE et al., 2019, 2022).

Para aumentos da força e da massa muscular, o Colégio Americano de Medicina do Esporte descreve como estratégia mais adequada a realização de exercícios multiarticulares no início da sessão de treinamento, afim de possibilitar um volume de treino mais elevado e por consequência uma otimização das adaptações proporcionadas pelo mesmo (ACSM, 2009; LOPEZ et al., 2021). Em contrapartida é comum em alguns protocolos específicos do TF a utilização dos exercícios monoarticulares anteriormente aos multiarticulares, com a premissa de promover uma melhora na taxa de recrutamento de unidades motoras e com isso incrementar a produção de força repercutindo no volume total para resultar na potencialização das repostas do treino, entretanto as evidencias ainda são contestáveis para afirmar com clareza que essa hipótese seja factível para potencializar a hipertrofia (AGUIAR et al., 2015; BRENNECKE et al., 2009; FUJITA et al., 2022; GOŁAŚ et al., 2017; MUJIKÁ; RØNNESTAD; MARTIN, 2016).

Embora as recomendações orientem para realizar exercícios multiarticulares no início da sessão, há estudos que comprovam que independente do tipo de exercício efetuado inicialmente, o que se sabe é que a execução do mesmo no início da sessão faz com que tanto o volume quanto a intensidade apresentam valores mais elevados em relação aos exercícios executados posteriormente, e dessa forma a ordem dos exercícios deva considerar essa condição caso haja necessidade em priorizar os efeitos funcionais e morfológicos do treino para um determinado grupamento muscular, movimento articular ou até mesmo o exercício por si (ASSUMPCÃO et al., 2013; NUNES et al., 2021; SIMÃO et al., 2012a, 2012b). Tal princípio é baseado fisiologicamente na mediação dos níveis dos estoques energéticos das vias metabólicas predominantes no TF, assim como no menor nível de fadiga causadora da diminuição da produção de força ao longo da realização dos exercícios (MCARDLE, KATCH e KATCH 2015).

Seguindo essa lógica é possível manipular a ordem dos exercícios para aumentar o tempo de recuperação entre os grupamentos musculares treinados na sessão alternando os segmentos corporais e até mesmo a atuação dos músculos agonistas e antagonistas para um determinado movimento, interferindo dessa forma nas repostas agudas do treino, todavia quanto aos efeitos crônicos, é sugerido que a magnitude das adaptações dessa variável seja secundária ao volume total de treinamento que até o momento se torna mais relevante para assegurar os resultados (NUNES et al., 2019; PAOLI et al., 2017; SCHOENFELD et al., 2019a).

2.3 Variáveis do treinamento de força, fadiga muscular e desempenho

A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade de manter o esforço físico através da redução da produção da força muscular manifestada na diminuição do desempenho físico em determinada intensidade de trabalho ou até mesmo a interrupção do mesmo (ENOKA; DUCHATEAU, 2008; TORNERO-AGUILERA et al., 2022; WESTERBLAD; ALLEN, 2002).

As causas da fadiga são multifatoriais divididas em centrais e periféricas no qual a primeira se associa com o SNC, envolvendo a transmissão do impulso nervoso o recrutamento de unidades motoras (UM) e até mesmo questões motivacionais e estado de humor, já as periféricas relacionam-se com os estresse dos eventos celulares no próprio músculo que vão desde a condução do potencial de ação, do processo bioquímico e mecânico da contração muscular até as vias de fornecimento de energia (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008; BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010; ENOKA; DUCHATEAU, 2008; MCARDLE, 2015; RANIERI; DI LAZZARO, 2012; SILVA; DE-OLIVEIRA; GEVAERD, 2006; WESTERBLAD; ALLEN, 2002). No que diz respeito a esses dois fatores deve-se atentar ao tipo de exercício físico realizado, que diferenciam-se quanto ao principal mecanismo causador de fadiga em consequência das suas características específicas, um exemplo disso acontece ao se comparar um corredor de maratona a um atleta de esportes de força e potência (ALIX-FAGES et al., 2022; ENOKA; DUCHATEAU, 2008; PETHICK; TALLENT, 2022; SILVA; DE-OLIVEIRA; GEVAERD, 2006; WESTERBLAD; ALLEN, 2002).

No tocante ao metabolismo energético, para exercícios de força composto por um estímulo com alta intensidade de carga em um período curto de tempo, as principais causas de fadiga são justificadas pela queda dos estoques PCR e do aumento da acidose muscular que por sua vez ocorrem razão da extenuação da via metabólica anaeróbia láctica características para fornecimento de energia nesse tipo de exercício e da própria hidrólise do trifosfato de adenosina (ATP) por si (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010; HARGREAVES; SPRIET, 2020; HOUSTON, 2009; KATZ, 2022; STACKHOUSE; REISMAN; BINDER-MACLEOD, 2001; WESTERBLAD; ALLEN; LÄNNERGRÉN, 2002).

A intensidade da carga, o intervalo de recuperação e a cadência do movimento durante o exercício são fatores que podem intervir na característica do mesmo, e dessa forma dirigir-se para assinalar qual mecanismo pode ser mais influente para produção da fadiga. Cargas mais baixas permitem uma realização de séries com volume mais alto e por essa razão um aumento da demanda da via glicolítica em função do tempo de sustentação do trabalho muscular quando contraposto a aplicação de intensidades mais altas, onde a interrupção das séries se dá por um volume mais baixo de repetições e utilização mais acentuada da via anaeróbia alática. A diferença entre as zonas de repetições da intensidade representa uma distinta magnitude dos meios de produção de fadiga em virtude do tempo de trabalho muscular imposto pelo estímulo aplicado, conduzindo predominantemente a falha pela depleção dos estoques de PCR em direção ao aumento da acidose muscular quando se parte de maiores intensidades para menores dentro de uma sequência de repetições (BARCLAY, 2017; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ et al., 2020; KATZ, 2022; PAREJA-BLANCO et al., 2020; PÁRRAGA-MONTILLA et al., 2020; RAEDER et al., 2016; SCOTT, 2006; VIEIRA et al., 2022). O intervalo de recuperação tem atuação direta na ressíntese de PCR e por consequência a utilização das vias aláticas e lácticas para fornecimento de energia durante o trabalho muscular, intervalos mais curtos permite uma menor ressíntese de PCR e com isso uma maior utilização da via glicolítica láctica e aumento da acidose muscular e por consequência das repostas metabólicas, ao contrário disso, uma maior quantidade disponível de PCR além de diminuir a demanda da via glicolítica otimiza o tamponamento dos íons de H^+ pela própria reação de ressíntese da PCR suportando a manutenção de cargas mais elevadas (BARCLAY, 2017; GARCÍA-RAMOS et al., 2020; HOUSTON, 2009; JUKIC et al., 2020; MORA-CUSTODIO et al., 2018; PIQUERAS-SANCHIZ et al., 2022). A cadência da contração muscular também atua no estresse metabólico, onde realização de execuções mais lentas propiciam um aumento da acidose muscular, porém quando equalizado o tempo sob tensão prevalece-se o volume em número de repetições sobre a velocidade das contrações na magnitude dessas respostas. Nesse contexto observa-se que a cadência do movimento no TF pode interferir na atuação dos mecanismos de produção de fadiga durante o exercício (GOTO et al., 2009; LACERDA et al., 2016, 2019; PEDROSA et al., 2020; WILK; TUFANO; ZAJAC, 2020).

Existem outras formas de fadiga que vão além das oriundas das vias de fornecimento de energia, neste caso as que envolvem a alteração da concentração dos íons no meio extra e intracelular, mais precisamente pertencentes ao aumento do efluxo de potássio resultante da realização dos exercícios de alta intensidade, que por deixar o meio interno mais carregado negativamente diminui o potencial de repouso da célula, logo é necessário um potencial de ação

mais forte para que o estímulo possa ser propagado. Uma das justificativas para esse mecanismo se dá pelo estresse dos canais iônicos controlados pela bomba de sódio e potássio que diminui sua eficiência no decorrer do exercício tornando portanto a célula hiperpolarizada (CLAUSEN; NIELSEN, 2007; LINDINGER; CAIRNS, 2021; MCARDLE, 2015; NIELSEN; DE PAOLI, 2007; TORNERO-AGUILERA et al., 2022; WANG et al., 2022).

Fisiologicamente parte do encargo neural atuante na produção do movimento e do controle da força muscular são relativos ao processo de somação das forças do potencial de ação que ocorre por dois meios; a somação por fibras múltiplas e a somação por frequência. A primeira verifica-se através do aumento do número de unidades motoras que são recrutadas ao mesmo tempo em uma contração muscular e a segunda pelo aumento da frequência dos estímulos nervosos exercidos as fibras, que de forma sucessiva tornam suas contrações tão rápidas a ponto de fundi-las gerando uma contração uniforme e contínua atingindo o estado referido como tetanização (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; GUYTON, 2002; HECKMAN; ENOKA, 2012; MCARDLE, 2015). Ambos tipos de somação estão comprometidos com o desempenho via domínio da produção de força, uma vez que o recrutamento de unidades motoras maiores são acionadas por sinais neurais mais fortes, levando ao recrutamento de fibras que geram mais força seguindo o princípio do tamanho, e também pelo aumento da frequência de disparos que resulta na soma de contrações parciais sem relaxamento das unidades motoras, aumentando progressivamente a força total da contração (ALIX-FAGES et al., 2022; DE LUCA; FOLEY; ERIM, 1996; DEL VECCHIO et al., 2018; GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; GORASSINI et al., 2002; MCARDLE, 2015). Dessa forma a variação do potencial de ação decorre por deixar a célula menos excitável podendo modificar o drive neural na eficácia do recrutamento das UM, e diante do estímulo da carga em intensidade do TF o desempenho é comprometido.

Em sequência aos eventos oriundos da diminuição do potencial de ação da célula muscular e ainda se tratando da homeostase iônica, considera-se também como um agente promotor de fadiga a alteração na disponibilidade do Ca^+ liberados pelo retículo sarcoplasmático em função das modificações da condução do estímulo via túbulos T oriundos do potencial de ação propagado, ao qual interfere no processo de contração muscular. A liberação e por consequência concentração de Ca^+ no meio celular altera diretamente a manutenção do desempenho, a posto que quando comprometido a eficácia desse mecanismo mediante a diminuição da excitabilidade celular, o mesmo provoca uma incapacidade da ação muscular por operar diretamente no metabolismo bioquímico envolvidos no processo de acoplamento das pontes cruzadas na contração do mesmo (ALIX-FAGES et al., 2022;

CAIRNS; LINDINGER, 2008; CASOLO et al., 2020; LINDINGER; CAIRNS, 2021; MCARDLE, 2015; NIELSEN et al., 2004; NIELSEN; DE PAOLI, 2007; TORNERO-AGUILERA et al., 2022; WANG et al., 2022).

O acúmulo de íons de hidrogênio (H^+) derivado da própria hidrólise de ATP no processo da manutenção da energia para contração muscular é conjuntamente aos outros mecanismos citados um fator de produção de fadiga e diminuição do desempenho à parte das propriedades neurais e da disponibilidade dos estoques energéticos necessários às reações envolvidas no fornecimento de energia. O comportamento celular resultante dessa condição altera o ambiente interno provocando um decréscimo no potencial hidrogeniônico (PH) capaz de alterar a eficiência do trabalho enzimático, somado a uma concorrência do excesso de H^+ com o Ca^{+} na ligação a molécula de troponina, que por sua vez é essencial para engatilhar o início mecânico do processo de contração da fibra muscular ao liberar o sítio ativo da tropomiosina para ligação actomiosina. Sabe-se que quantos mais pontes cruzadas formadas, maior será a força produzida, além de que sua redução promove uma diminuição da capacidade mecânica de suportar a tensão ajuntando-se aos outros componentes para instaurar a fadiga interferindo na manutenção da força muscular (DEBOLD, 2012; DEBOLD et al., 2016; HOUSTON, 2009; LAMB, 2009; MCARDLE, 2015; STACKHOUSE; REISMAN; BINDER-MACLEOD, 2001; TORNERO-AGUILERA et al., 2022; WESTERBLAD; ALLEN; LÄNNERGREN, 2002).

Frente aos meios compreendidos como causadores de fadiga, podemos entender que sua ocorrência, assim como a influência das vias de fornecimento de energia, pode diferenciar-se também em relação as alterações na homeostase do equilíbrio iônico celular em razão da configuração do treino. Podemos verificar essa condição ao comparar por exemplo a falha mecânica muscular quando atingida com 2 repetições máximas (RM) e com 20RM, onde a divergência no volume na intensidade asseguram por formar um ambiente celular iônico distinto responsável pela queda do desempenho e da geração de fadiga. É importante destacar a atuação diferente da magnitude de todos esses mecanismos descritos anteriormente nessas duas circunstâncias, partindo do drive neural movido pela somação e o recrutamento de unidades motoras via potencial de ação, até as alterações na concentração de Ca^{+} e H^+ e da disponibilidade de substratos energéticos agindo conjuntamente sobre a eficácia do processo de contração muscular instaurando o estado celular fadigado que culminam por limitar mecanicamente a execução do exercício (ALIX-FAGES et al., 2022; CAIRNS; LINDINGER, 2008; FLECK, 2008; HOUSTON, 2009; MARTINEZ-VALDES et al., 2018).

2.4 Respostas cardiovasculares ao exercício físico

Durante a realização do exercício aumenta-se a demanda metabólica energética dos músculos em atividade, em paralelo a isso ocorre o incremento da função do sistema circulatório, que para aumentar o fluxo sanguíneo muscular e por consequência sustentar o fornecimento adequado de oxigênio e nutrientes no trabalho celular, sofre a influência de mecanismos centrais e periféricos encarregados por gerar uma resposta distinta do comportamento natural do sistema cardiovascular quando está em repouso (FISHER, 2014; HAWLEY et al., 2014; TRAVERS et al., 2022; WILLIAMSON; FADEL; MITCHELL, 2006).

Vários elementos estão envolvidos no controle das respostas cardiovasculares durante o exercício, partindo do SNC que eleva o estímulo simpático ao mesmo tempo que reduz a ação parassimpática, até o controle parácrino e autócrino da constrição e dilatação dos vasos sanguíneos (FADEL, 2008; GOURINE; ACKLAND, 2019; NEGRÃO et al., 1992; OGOH et al., 2005; WHITE; RAVEN, 2014). O SNS eleva a frequência e força da contratilidade cardíaca por meio de sua ação direta pelas vias neurais eferentes, somada a atuação indireta através do aumento da circulação sistêmica das catecolaminas derivadas do córtex suprarrenal agindo por intermédio dos receptores celulares β -adrenérgicos. A atividade desses receptores intervém também na constrição dos vasos periféricos que age em conjunto ao autocontrole vasodilatador dos mesmos, por meio da produção sinérgica de agentes químicos sinalizadores competentes a efetivar essa função (CRISAFULLI; MARONGIU; OGOH, 2015; FISHER; YOUNG; FADEL, 2015; LESINSKI; PRIESKE; GRANACHER, 2016; MATSUKAWA et al., 2001; MUELLER et al., 2017; NOBREGA et al., 2014; SAMORA; INCOGNITO; VIANNA, 2019; WHITE; RAVEN, 2014). O montante da intervenção de todos esses mecanismos durante o exercício ao respeitar a lei da hemodinâmica, altera a balança da pré-carga e pós-carga cardíaca em resposta a magnitude da alteração da frequência e força batimentos cardíacos, do volume de ejeção, da vasodilatação e resistência vascular periférica, e do retorno venoso que diferenciam-se de acordo com as características do exercício realizado, podendo causar uma sobrecarga a esse sistema de volume ou de pressão para exercícios aeróbios de longa duração e baixa intensidade e intermitentes de força de baixa duração e alta intensidade respectivamente (BASSAREO; CRISAFULLI, 2020; D'ANDREA et al., 2002; KIMBALL et al., 1993; NEGRÃO, 2010; PERCY; CONETTA; MILLER, 1990; SAMORA; INCOGNITO; VIANNA, 2019).

De acordo com as alterações fisiológicas observadas no sistema cardiovascular durante o exercício, emprega-se o uso de algumas variáveis que direcionam o controle do comportamento do sistema mediante a sobrecarga imposta pelo exercício, dentre as inúmeras variáveis possíveis de mensurar, os valores da FC, PAS, PAD, PAM e DP se tornam meios acessíveis e práticos a serem utilizados em diversos ambientes, não só no meio científico mas

também na rotina de qualquer praticante de atividade física (BARROSO et al., 2021; CHARRO, 2010; HAWLEY et al., 2014; MCARDLE, 2015).

2.5 Respostas cardiovasculares no treinamento de força

A característica da forma como os exercícios são realizados no TF apresentando uma alta intensidade de esforço por um curto período de duração, formam um ambiente onde destaca-se em geral um aumento da pós-carga cardíaca, em razão da tensão mecânica nos vasos vinda das contrações musculares. A fim de elucidar os eventos agudos advindos do TF sobre o sistema cardiovascular é fundamental levar em consideração a influência das variáveis que compõe a sessão dos exercícios que tendem a proporcionar ambientes diferentes perante a forma como as mesmas são manipuladas. A princípio o tipo da contração muscular entre isométrica e dinâmica, se faz como um elemento crucial para estudo das variáveis, uma vez que, o estímulo provocado por ambas resulta em uma sobrecarga diferente partimos dessa distinção para tratar as demais variáveis (CRISAFULLI et al., 2003; FRANKE; BOETTGER; MCLEAN, 2000; FRIEDMAN; PEEL; MITCHELL, 1992; MATSUKAWA et al., 2001; NEGRÃO, 2010; STEBBINS; WALSER; JAFARZADEH, 2002). É importante ressaltar nesse contexto que a sessão do TF pode ser composta pelos dois tipos de contração e que quando o exercício dinâmico é realizado até a falha, a contração isométrica se faz presente no final da execução da série (FLECK, 2008; NEGRÃO, 2010).

2.5.1 Respostas cardiovasculares às diferentes ações musculares

As repostas cardiovasculares na contração dinâmica são estimuladas pelo aumento da atividade do SNS e redução da parassimpática ocasionadas por ações dos centros cerebrais e de mecanorreceptores musculares e articulares gerando por consequência o aumento da FC, do volume sistólico e do DC. Em paralelo, ocorre o aumento da vasodilatação periférica da musculatura ativa em decorrência da liberação de agentes locais como o óxido nítrico e os metabólitos gerando uma queda da resistência vascular. O ambiente decorrente desses fatores resulta em um aumento da PAS e uma manutenção ou queda da PAD assim, o exercício apresenta aspectos fisiológicos que favorecem uma sobrecarga volumétrica circulatória, sobretudo, um aumento do fluxo sanguíneo (AGARWAL, 2017; KATAYAMA; SAITO, 2019; NEGRÃO, 2010; OKAMOTO; MASUHARA; IKUTA, 2007; PERINI; VEICSTEINAS, 2003).

Na contração isométrica há uma compressão mecânica dos vasos arteriais e venosos no músculo ativo, aumentando a pressão mecânica intramuscular e prejudicando a remoção dos metabólitos produzidos. O acúmulo dos metabólitos no músculo estimula os quimiorreceptores locais resultando no aumento da atividade simpática que, por sua vez, gera um incremento do

efeito cronotrópico e inotrópico. Simultaneamente a essas ações neurais ocorre uma oclusão dos vasos periféricos contribuindo para uma diminuição do retorno venoso alterando o volume sistólico. O produto final desse processo provoca elevação na PAS e PAD agregado a uma leve elevação do DC, fazendo com que haja uma grande sobrecarga ao sistema cardiovascular (BEZUCHA et al., 1982; BOULTON et al., 2019; ESTRADA; DUCROCQ; KAUFMAN, 2020; HUGGETT et al., 2004; NEGRÃO, 2010; PERINI; VEICSTEINAS, 2003; SEALS, 1993).

Ao comparar as duas formas, percebe-se que as contrações estáticas resultam em um aumento da pós-carga cardíaca em virtude das características mecânicas do movimento, o que não é tão evidente no exercício dinâmico. Em contrapartida ao observar a presença das contrações estáticas e ou o alcance da falha concêntrica nas contrações dinâmicas durante a realização do TF reconhece-se uma discrepância no comportamento hemodinâmico acerca dos exercícios predominantemente aeróbios de longa duração. Neste caso não se atinge o “steady state” no equilíbrio da resposta cardiovascular e a demanda metabólica existindo então perante as características do TF a interferência de outros fatores pertencentes a manipulação do mesmo como volume, intensidade, tempo de recuperação e número de grupamentos musculares envolvidos (MCARDLE, 2015; NEGRÃO, 2010).

2.5.2 Respostas cardiovasculares e manipulação do treinamento de força

Dado as características fisiológicas do exercício resistido estático quanto maior a duração da contração e a intensidade de carga, maior será a sobrecarga cardiovascular, existindo uma relação proporcional de grandezas entre a sobrecarga e os valores da PA e FC (NEGRÃO, 2010; PEREZ-GONZALEZ, 1981). Quando se trata dos grupamentos musculares envolvidos quanto maior a quantidade de massa envolvida maior será a sobrecarga no sistema cardiovascular nesse tipo de contração (NEGRÃO, 2010; SEALS et al., 1983).

Uma vez que maior parte da composição da sessão do TF se faz por contrações dinâmicas, no que compete as suas características biomecânicas, estudos que avaliaram as repostas cardiovasculares durante um protocolo de TF com esse tipo de contração, verificaram que a 40% quanto 80% da carga máxima, à medida que as repetições acontecem ao longo de uma série, tanto FC quanto PA aumentam progressivamente, alcançando os valores mais altos ao final das últimas repetições. Em valores variáveis, essas elevações estão relacionadas a intensidade do exercício, ao volume de massa muscular envolvido no movimento e o alcance da falha concêntrica ou não durante a série (DE SOUZA NERY et al., 2010; MAYO; KRAVITZ, 1999; MCCARTNEY, 1999; NEGRÃO, 2010).

Quanto ao efeito da intensidade, para o mesmo volume de repetições realizadas há uma relação direta entre o aumento da PA e FC de acordo com a porcentagem utilizada no exercício. Entretanto, ao se comparar intensidades diferentes levadas até a falha concêntrica, não se observa modificações significativas nos valores da FC e PA justificado pelo aumento do volume das repetições concêntricas que compensam pelo tempo sob tensão a resistência mecânica muscular responsável por aumentar a pós carga exercendo a sobrecarga no sistema cardiovascular (DE SOUZA NERY et al., 2010; GJOVAAG et al., 2016; LAMOTTE et al., 2010; MACHADO et al., 2020; NEGRÃO, 2010).

A massa muscular envolvida e o tempo de recuperação influenciam as repostas hemodinâmicas por comportamento oposto em relação a sua mensuração, onde o volume e a quantidade de músculos ativos assumem uma ação semelhante a intensidade, diferentemente do intervalo de recuperação, onde aumentos temporais resultam em menores sobrecargas cardiovasculares durante a realização do exercício (ESTRADA; DUCROCQ; KAUFMAN, 2020; LAMOTTE et al., 2010; LAMOTTE; NISSET; VAN DE BORNE, 2005; MOREIRA et al., 2017; POLITO et al., 2004; POLITO; FARINATTI, 2003). Entretanto, para indivíduos normotensos, intervalos de recuperação de 30-60 segundos são suficientes para recuperação dos valores da PA durante a realização das séries (DE SOUZA NERY et al., 2010; LAMOTTE; NISSET; VAN DE BORNE, 2005).

Perante as características mecânicas das contrações dinâmicas do TF, existe a relação do aumento da sobrecarga cardiovascular na ligação direta a fatores como intensidade, volume em repetições e volume de massa muscular envolvida, e dentre esse comportamento pode-se atribuir a responsabilidade aos elementos mecânicos da fase concêntrica do movimento, que em comparação a excêntrica comprime os vasos sanguíneos musculares aproximando-se das características das contrações estáticas o que resulta na atuação dos mecanismos fisiológicos causadores do aumento da pós-carga volumétrica manifestada nesse tipo de exercício (NEGRÃO, 2010; OKAMOTO; MASUHARA; IKUTA, 2006).

2.5.3 Respostas cardiovasculares pós treinamento de força

Um aspecto importante observado em relação às repostas cardiovasculares ao TF é o efeito hipotensor do exercício, que, ao término da realização dos mesmos, os valores da PA tendem-se a chegar a números menores do que os observados no pré-exercício (NEGRÃO, 2010; ROMERO; MINSON; HALLIWILL, 2017). Esse ambiente pode ser justificado principalmente nos efeitos vasculares vasodilatadores promovidos pelo exercício (FECCHIO et al., 2021).

Apesar de ainda haver poucas explicações fisiológicas para justificar esse comportamento, a literatura apresenta inúmeros estudos que comprovam a presença desse fenômeno. Nos valores da PAS foi observado, aumento, manutenção e diminuição, já para PAD, foi constatado manutenção ou diminuição ao término de uma sessão de TF. Os valores da PA podem ser variados e são dependentes da metodologia da pesquisa realizada, entretanto, a intensidade do treinamento pode ser um fator determinante para magnitude desse efeito (BRITO et al., 2011; CASONATTO et al., 2016; DE OLIVEIRA CARPES et al., 2021; FECCHIO et al., 2021; FIGUEIREDO et al., 2015a, 2015b, 2016; MAIOR et al., 2009; PAZ et al., 2019; QUEIROZ et al., 2013; TOMELERI et al., 2020).

A hipotensão arterial pós-exercício resistido pode ter uma duração diferente em cada pessoa apresentando um impacto pouco significativo em sua duração em indivíduos normotensos comparados a hipertensos onde esses valores permanecem mais baixos por até 10 horas ao término dos exercícios. Assim, a hipotensão arterial pós-exercício ganhou uma grande atenção no meio científico como um efeito importante do treinamento sobre o sistema cardiovascular. A análise desse comportamento pode ter relação com a redução do DC provocada pela diminuição do volume sistólico, onde os efeitos autonômicos no coração relacionados a recuperação do tônus vagal teriam uma ação mais rápida de recuperação aos mecanismos vasodilatadores periféricos causando a queda da PA, principalmente a PAD no pós-exercício (BRITO; QUEIROZ; FORJAZ, 2014; NEGRÃO, 2010).

A FC diferentemente dos valores da PA, permanece elevada no período de recuperação, retornando ao normal horas depois do término do exercício em indivíduos saudáveis, sendo a intensidade um fator pouco influenciador nesse comportamento. Essa resposta é resultado da ação do sistema nervoso simpático que mantém atividade cardíaca elevada nesse tempo de controle durante e no pós-exercício (DUNCAN et al., 2013; NEGRÃO, 2010; REZK et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2011).

2.6 Recursos Ergogênicos Nutricionais

O uso de manipulações dietéticas e o consumo de suplementos alimentares objetivando aumentar a performance ou a recuperação muscular diante do exercício é um recurso habitualmente utilizado tanto por atletas de elite quanto a entusiastas da atividade física a fim de potencializar os efeitos promovidos pelo treinamento. Neste cenário as práticas e métodos nutricionais utilizados para incrementar o desempenho físico e desportivo são definidos como recursos ergogênicos nutricionais. O termo ergogênico se refere a condições em que há um aumento da capacidade de trabalho corporal, e diante disso a ação principal proposta por tais

estratégias atuam por atenuar a ação dos mecanismos de fadiga, e conseqüentemente potencializar a atuação no exercício físico (CESAR, 2007; KERKSICK et al., 2018).

Ergogenicamente existem diferentes suplementos alimentares que atuam especificamente em distintos mecanismos de fadiga, dentre eles a CAF é reconhecida mundialmente pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) como um recurso com alta evidência científica capaz de melhorar o desempenho de atletas em várias modalidades esportivas (GUEST et al., 2021; MAUGHAN et al., 2018).

2.7 Cafeína

A CAF é uma molécula alcaloide lipossolúvel pertencente ao grupo das xantinas conhecida quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina presente naturalmente em diversos alimentos como café, chás, refrigerante e chocolate e manipuladas em medicamentos e bebidas energéticas. É uma substância lipossolúvel altamente biodisponível absorvida de modo rápido e eficiente pelo trato gastrointestinal e por isso atinge seu pico na concentração sanguínea minutos após sua ingestão (HIGDON; FREI, 2006; MOREAU, 2012; PEDROSO, 1996).

O fato do café ser uma das bebidas mais populares no mundo, torna a CAF uma das drogas psicoativas mais consumidas pelas pessoas, tornando-a o alvo de inúmeras pesquisas a fim de avaliar seu uso terapêutico e farmacológico no organismo (CESAR, 2007; HIGDON; FREI, 2006; SILVESTRE; GIANONI; PEREIRA, 2018).

Em termos biológicos a principal ação da CAF está relacionada com seus efeitos neurofisiológicos ao competir com os receptores celulares de adenosina, e dessa forma sua função está totalmente relacionada aos efeitos antagônicos da mesma. Portanto, a CAF exerce um efeito psicoestimulante atuando sobre o humor, cognição e desempenho psicomotor (CAULI; MORELLI, 2005; KERKSICK et al., 2018; LOPES; PLIÁSSOVA; CUNHA, 2019; MEEUSEN; ROELANDS; SPRIET, 2013).

Diante das repostas agudas ao consumo da CAF, sua manipulação como um suplemento alimentar é altamente utilizada no meio esportivo a fim de potencializar o desempenho físico, e dessa forma a literatura apresenta inúmeras informações a respeito do seu comportamento nas células alvo, eficácia e segurança. Diante dessas circunstâncias juntamente ao fato de ser uma substância de fácil acesso e de baixo custo financeiro, a CAF também se tornou um dos principais suplementos consumidos não só por atletas, mas também por entusiastas da atividade física a fim de auxiliar na melhora dos objetivos almejados (GRAHAM, 2001; HIGDON; FREI, 2006; KEISLER; ARMSEY, 2006; MAUGHAN et al., 2018; SILVA et al., 2020).

Após atingir os níveis plasmáticos adequados a CAF exerce sua função ao interagindo com os receptores de adenosina presentes em praticamente todos os tecidos corporais e dessa

forma altera a atividade de vários sistemas dentre eles o nervoso, cardiovascular e musculoesquelético (ACSM, 2016; BOREA et al., 2018; KERKSICK et al., 2018; SILVA et al., 2020).

2.7.1 Cafeína, sistema nervoso central e adenosina

O SNA é a porção do SNC que controla a função de inúmeros outros sistemas em nosso corpo, de forma automática ela altera o funcionamento de vários órgãos envolvidos no controle gastrointestinal, cardiorrespiratório, termorregulador, locomotor, excretor e endócrino. Uma das características mais acentuadas desse sistema é a velocidade e intensidade controladora capaz de modificar a atuação dos outros órgãos e tecidos, gerando efeitos imediatos em virtude da necessidade ambiental que se encontra o organismo (GUYTON, 2002; MCARDLE, 2015).

Ativado principalmente por centros localizados na medula espinhal no tronco cerebral e no hipotálamo o SNA controla seus sinais eferentes aos outros órgãos através da transmissão neural direta subdivididos em duas classes, conhecidas como sistema nervoso simpático e parassimpático. O equilíbrio entre a atividade desses dois sistemas controla em grande parte a homeostase corporal, onde o simpático é responsável por promover o estado de atenção e alerta e o parassimpático de relaxamento e recuperação. Dessa forma qualquer condição que influencie o comportamento natural do SNA pode resultar em uma maior atividade de vias excitatórias ou inibitórias das funções celulares (GUYTON, 2002; MCARDLE, 2015).

A adenosina é um nucleosídeo purínico que desempenha um importante efeito fisiológico devido a presença de seus receptores (acoplados a proteína G) em praticamente todos os tipos de tecidos do organismo, dentre eles o SNC. Através da sinalização de segundo mensageiros a ação desses receptores alteram a atividade de várias proteínas presentes na cascata de sinalização enzimática como, PKA, MAPK, ERKs, PI3Kg, CREBh, PKCi, p38 e JNK alterando dessa forma a magnitude do resultado final desse processo dependendo ou não da atividade AMPc, podendo ser a excitabilidade ou outra resposta celular (BOREA et al., 2018; TRINCAVELLI; DANIELE; MARTINI, 2010).

A nível celular a adenosina causa no SNC uma diminuição da excitabilidade, e por consequência reduz sua atividade efetora. Esse efeito é ocasionado pela hiperpolarização do potencial de ação da membrana, onde a mudança da atividade dos canais de K^+ causaria um efluxo acentuado desse íon, e dessa forma aumentaria a concentração do mesmo meio extracelular. O desequilíbrio da concentração aumenta o gradiente de cargas negativas no meio intracelular acarretando, portanto um maior distanciamento do potencial de repouso da membrana para o limiar excitatório das células nervosas (GUYTON, 2002).

A CAF em suas propriedades lipofílicas atravessa facilmente a barreira hematoencefálica e ao competir com a adenosina causa um bloqueio em seus receptores e com isso produz um efeito oposto nas células do SNC, dessa forma ela permite o aumento da excitabilidade celular aumentando a taxa da sinapse nervosa, interferindo diretamente no aumento da atividade eferente do sistema nervoso autônomo simpático (SNS) (DAVIS et al., 2003; GUYTON, 2002; LOPES; PLÍASSOVA; CUNHA, 2019).

2.7.2 Efeitos ergogênicos da cafeína no exercício e no treinamento de força.

Como suplemento alimentar a CAF é comumente apresentada em várias concentrações na forma de cápsulas ou na mistura de bebidas energéticas, onde seu efeito ergogênico é proporcionado através de um sincronismo de uma ação sistêmica modulada pelo SNC, e de fatores de modificação do comportamento celular periférico específico em vários tecidos, que em conjunto resultam por diminuir a fadiga resultante da realização do esforço físico (GUEST et al., 2021; KERKSICK et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018).

A literatura comprova efeitos ergogênicos positivos da CAF em concentrações de 3mg a 6mg por Kg de peso corporal, sendo que doses maiores ainda carecem de estudos ao qual justificam seu uso. Após sua ingestão a CAF atinge seu pico plasmático entre 40 a 90 minutos podendo ter uma meia vida de 3 a 6 horas. Dessa forma a utilização como suplemento alimentar é realizada de forma aguda momentos antes da realização da atividade (GUEST et al., 2021; MAUGHAN et al., 2018; TARNOPOLSKY, 2010).

A magnitude da resposta da CAF e sua ação no organismo pode ser controlada por fatores genéticos envolvidos na atuação dos receptores de adenosina do tipo 2a (ADORA2A) e da metabolização da CAF via citocromo P4501A2 codificado pelo gene CYP1A2 (CYP1A2). Dessa forma a dose administrada pode resultar em uma maior ou menor sensibilidade do indivíduo aos efeitos potencializadores no desempenho. Estudos apontam que o polimorfismo do gene ADORA2A pode ser influenciado por características físicas como gênero, considerando efeitos distintos entre homens e mulheres, porém os estudos ainda são recentes e escassos carecendo de mais informações para explicar a fundo os mecanismos envolvidos nesse comportamento (MARTINS et al., 2020).

Na contramão a atividade da adenosina, durante o exercício a CAF promove efeitos que resultam por diminuir a fadiga proveniente do trabalho muscular. Nos miócitos esse resultado acontece por meio do aumento da atividade da bomba de Na⁺ e K⁺ (que perde eficiência em detrimento ao seu trabalho constante), gerando um melhor equilíbrio na concentração dos íons e das cargas elétricas garantindo maior excitabilidade da fibra muscular, além disso, exerce ação sobre a liberação do Ca⁺ no retículo sarcoplasmático de forma que o mesmo fique mais

disponível no sarcoplasma facilitando seu acoplamento a proteína troponina responsável por engatilhar o processo de contração muscular. Ambos mecanismos somam no final por diminuir o tempo de relaxamento muscular e a melhora do drive neural, tornando a contração mais rápida e efetiva (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GRAHAM, 2001; GRGIC, 2021; KERKSICK et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018).

Uma vez que a contração muscular voluntária parte de processos oriundos do SNC, a CAF por aumentar a atividade do mesmo, incrementa o desempenho funcional por vias independentes dos mecanismos celulares musculares, otimizando o aspecto neural central da condução do estímulo nervoso ao músculo durante a realização do exercício (CAULI; MORELLI, 2005; KALMAR, 2005; LOPES; PLIÁSSOVA; CUNHA, 2019; MEEUSEN; ROELANDS; SPRIET, 2013).

Estritamente ao TF as evidências comprovam que a CAF exerce uma ação ergogênica para uma repetição máxima, força isométrica, isocinética, resistência muscular, potência e velocidade em várias condições de exercício e protocolos de treinamento (GRGIC, 2021; GRGIC et al., 2019; TAYLOR; BREWER, 2019). De acordo com os mecanismos de ação, encarrega-se sua efetividade ao aumento da excitação do SNC juntamente aos efeitos celulares envolvidos no drive neural via controle do potencial de ação e do metabolismo do Ca^{+} que paralelamente seguem-se por resultar em incrementos na eficiência do processo de contração muscular. Na prática essa condição resulta em um aumento da realização do número de repetições e do tempo sob tensão no exercício que por consequência a longo prazo melhora as adaptações promovidas pelo TF (FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; GRGIC, 2021; GRGIC; PICKERING, 2019; SALATTO et al., 2017; TAYLOR; BREWER, 2019).

2.7.3 Cafeína e sistema cardiovascular

Em relação aos efeitos antagônicos da CAF na atuação da adenosina no sistema cardiovascular, observa-se respostas aumentadas do efeito cronotrópico e inotrópico cardíaco juntamente com a modulação do tônus vascular central e periférico modificando por consequência o comportamento hemodinâmico do organismo (BOREA et al., 2018; GELDENHUYS et al., 2017).

A adenosina atua no ritmo e contratilidade cardíaca por controles diretos e indiretos dependentes do SNC. Um aumento da atividade do SNS pela CAF, alteram o comportamento das células cardíacas tanto pelo controle vagal, quanto pela estimulação endócrina da medula adrenal. O incremento do efeito cronotrópico diante da competição a adenosina, é promovido pelo controle autonômico através da redução da ação hiperpolarizantes dos cardiomiócitos e das células do nodo-sinotrial, via atividade dos canais de íons de K^{+} e Ca^{+} , que promovem um

aumento do potencial de ação da membrana deixando a célula mais excitável. Além disso a diminuição da atuação da adenosina gera o aumento do efeito inotrópico, por aumentar a disponibilidade de Ca^+ no meio intracelular, tanto pelo influxo quanto pelo armazenamento no retículo sarcoplasmático envolvido por sua vez no processo de contração muscular (HEADRICK et al., 2011, 2013; MUSTAFA et al., 2009).

De forma indireta, e simultânea a atuação do centro de controle autonômico, a redução da atividade da adenosina potencializa a força de contração e a FC através da ação sistêmica dos hormônios epinefrina e noradrenalina produzidas pela medula adrenal em resposta a estimulação simpática, que ao interagirem com os receptores β -adrenérgicos do coração geram o efeito excitatório no mesmo (MOTIEJUNAITE; AMAR; VIDAL-PETIOT, 2021). A adenosina também está envolvida na cascata de sinalização dos receptores cardíacos β , e assim como nos outros tecidos gera um efeito modulador inibitório em enzimas específicas comprometidas nesse processo (HEADRICK et al., 2011, 2013).

Nos vasos sanguíneos arteriais a adenosina exerce uma ação controladora na função vascular, tanto na musculatura lisa quanto no endotélio, em resposta a atuação direta do SNC, ou pela estimulação hormonal adrenérgica provenientes do mesmo (GUYTON, 2002; NEGRÃO, 2010). A cafeína ao estimular a atividade simpática resulta no efeito da constrição dos vasos periféricos, por meio da alteração do tônus vascular e da inibição da produção de agentes vasodilatadores, que respondem paralelamente na modulação da atividade dos canais K^+ e dos receptores β -adrenérgicos, de forma semelhante aos mecanismos moleculares atuantes no coração descrito anteriormente (BUSCEMI et al., 2010; GELDENHUYS et al., 2017; HEADRICK et al., 2011, 2013; PAPAMICHAEL et al., 2005).

Incrementos da atividade contrátil cardíaca somadas a vasoconstrição periférica resultam por aumentar a força de ejeção do sangue durante a sístole e sua resistência ao longo da circulação, proporcionando dessa forma ambiente potencialmente influente às alterações da PA, FC e DP (NEGRÃO, 2010).

2.7.4 Cafeína, treinamento de força e respostas cardiovasculares

Diante dos efeitos fisiológicos exercidos pela CAF para otimizar o desempenho durante o exercício, sua utilização segura nas doses recomendadas é testada também para o TF e potência (DAVIS; GREEN, 2009; GRGIC et al., 2019; KERKSICK et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018; SETARO, 2020). Essa relação pode ser positiva uma vez que a característica dessa forma de exercício apresenta mecanismos de fadiga que envolve o estresse dos canais iônicos, das vias de liberação e armazenamento de Ca^+ e da atividade do SNC (MCARDLE, 2015).

Os efeitos ergogênicos da CAF no exercício são bem elucidados, estudos comprovam a melhora do desempenho em diversas formas de exercício, com a maior parte deles voltados ao exercício de endurance, entretanto para o TF literatura ainda apresenta resultados divergentes quanto a utilização da CAF para performance, onde alguns estudos não demonstraram melhoras significativas (ASTORINO et al., 2011; DOHERTY; SMITH, 2005; KEISLER; ARMSEY, 2006; KERKSICK et al., 2018; MARTINS et al., 2020; WILK et al., 2019b).

Apesar de ainda não haver um posicionamento específico a respeito da magnitude do efeito ergogênico entre suplementação aguda de CAF no TF, estudos sugerem uma leve a moderada melhora do desempenho durante a realização dessa forma de exercício, principalmente em indivíduos já treinados. Diferenças metodológicas podem influenciar a comparação dos resultados de tais estudos, porém a análise da avaliação do efeito ergogênico da CAF incluíram, tabela de percepção de esforço auto sugerido, teste de 1RM, teste de resistência de força, velocidade de movimento, teste de força máxima isométrica e volume de trabalho (DUNCAN et al., 2013; FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; FILIP-STACHNIK et al., 2021a; GIRÁLDEZ-COSTAS et al., 2020, 2021; GOLDSTEIN et al., 2010; GRGIC et al., 2019; GRGIC; MIKULIC, 2017; POLITO; GRANDOLFI; DE SOUZA, 2019; RAYA-GONZÁLEZ et al., 2020; RICHARDSON; CLARKE, 2016; SALATTO et al., 2020).

Existem dados comprovando que a ingestão da CAF por si pode ser um fator capaz de mudar o comportamento do sistema cardiocirculatório, expressos na aferição da FC, PA e VFC (BUSCEMI et al., 2010, 2011; JAMES, 2004; PAPAIOANNOU et al., 2005; TURNBULL et al., 2017). Portanto como na maioria das vezes a manipulação da CAF como suplemento é associada ao exercício físico que é mais um agente estressor, várias pesquisas apresentam dados a respeito combinação desses dois fatores e a sobrecarga neste sistema. Diante disso existem dados suficientes que suportam o aumento da PA e FC durante o exercício de força após a suplementação de CAF. Esses achados revelaram comportamento diferente tanto da PAS, quanto da PAD concomitantes ou isoladas, porém nenhum dos valores observados atingiram níveis elevados a ponto de exercer risco a saúde do indivíduo (ARCIERO; ORMSBEE, 2009; ASTORINO et al., 2007, 2013; BENJAMIM et al., 2021; BROTHERS et al., 2017; BUNSAWAT et al., 2015; GOLDSTEIN et al., 2010; GRGIC, 2021; JURIK; STASTNY, 2019; RATAMESS et al., 2016; SOUZA et al., 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento do Estudo

O estudo é caracterizado como sendo experimental, randomizado, duplo-cego placebo-controlado do tipo cross over. As coletas foram feitas em uma academia de musculação

localizada na cidade de Oliveira no estado de Minas Gerais. O projeto foi submetido ao comitê de ética e pesquisa (COEP) com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) sob o protocolo número CAAE 20221419.7.0000.5148. Os participantes foram informados diretamente sobre objetivos, protocolos e procedimentos da pesquisa e em seguida assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO A).

3.1.1 Critérios de inclusão

Como critério para inclusão o participante deveria ser do sexo masculino, normotenso, ter idade entre 18 a 45 anos, ativos com experiência de pelo menos um ano em TF, obter resultado do teste de 1RM com força relativa acima dos 90% do valor da massa corporal total, e não apresentar lesões osteoarticulares.

3.1.2 Critérios de exclusão

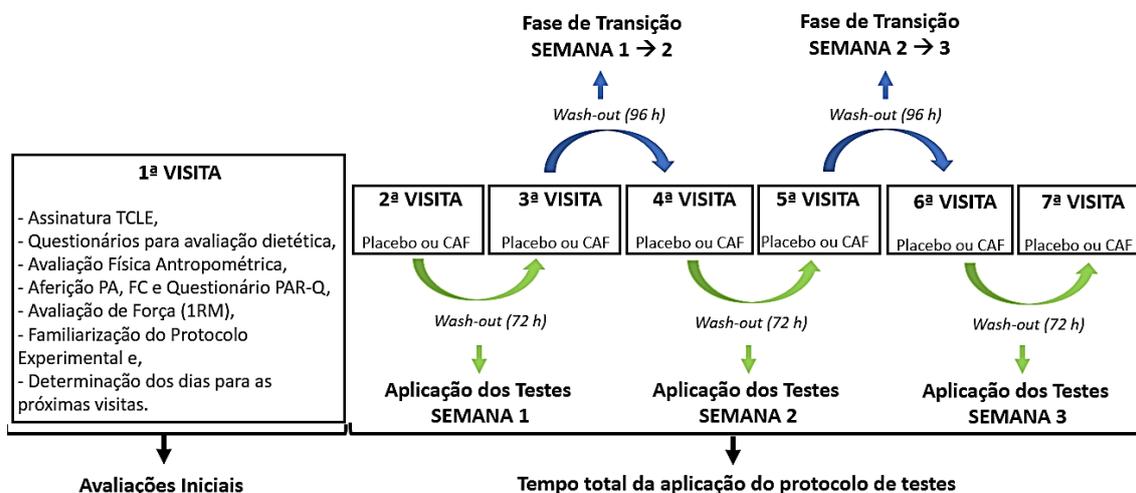
Não foram incluídos no estudo homens tabagistas e com % de gordura que classifique obesidade ou que apresentem qualquer problema de saúde relacionados ao sistema cardiovascular, respiratório, neurológico, musculoesquelético e endócrinos, tanto quanto em tratamento com fármacos específicos que possa exercer alguma influência no desempenho físico ou ao sistema cardiovascular. Além disso, foram excluídos também os homens que não assinarem o TCLE, que apresentou o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q) positivo, que tiveram por natureza um alto consumo de CAF em sua dieta habitual, que estiveram utilizando algum outro tipo de recurso ergogênico nutricional ao qual poderia influenciar a performance física, que encontravam-se em uma rotina de treino ao qual exercite os grupamentos musculares do exercício envolvido no protocolo de teste por mais de 3 vezes na semana e que se ausentaram em algumas das visitas estipuladas neste estudo.

3.2 Desenho experimental

Os participantes foram convocados por meio de anúncios nas redes sociais (*Facebook*[®], *Instagram*[®] e *WhatsApp*[®]) e por meio do contato direto da secretaria da academia onde foi realizado o estudo com os alunos. Foram realizados 7 encontros com os voluntários. O primeiro contato se deu pela assinatura do TCLE, aplicação do questionário PAR-Q (ANEXO B) (PESCATELLO et al., 2016), seguidos da realização das avaliações físicas da composição corporal e força máxima, da dieta, somadas a aferição dos valores da FC, PA em repouso. Após essas análises, ainda no mesmo dia, efetuou-se a familiarização dos voluntários ao protocolo experimental, que consistiu na realização do exercício com o esforço reduzido (40% da carga do teste de força) com o propósito de fazer com que eles sintam de forma prática a execução dos testes subsequentes, proporcionando um melhor conhecimento do ambiente, a fim de diminuir as dúvidas em relação a cadência de execução, intervalo de recuperação entre séries,

aplicação do questionário da PSE, momentos das avaliações hemodinâmicas, e do posicionamento dos equipamentos durante a realização do exercício. A partir desta primeira visita, os participantes foram informados quanto aos próximos dias e horários para se apresentarem ao local da coleta de dados completando mais 6 encontros, que serviram para aplicação dos testes com a utilização da CAF ou PLA de maneira randomizada por meio de um sorteio e duplo cego, de forma que tanto o pesquisador que aplicou os testes quanto os participantes não tiveram conhecimento da substância ingerida naquele momento, respeitado um período wash-out de 72 horas para as visitas dentro de cada semana e o de 96 horas para transição entre semanas, suficientes para anular totalmente os efeitos da substância ativa e da influência do protocolo dos testes físicos. Uma vez que a amostra era composta por indivíduos ativos, com essa distribuição do período das visitas foi possível fazer com que os participantes mantivessem sua rotina de treino habitual sem que houvesse necessidade de mudar a organização do mesmo durante a semana, dessa forma foi feito um planejamento onde a aplicação dos testes foi efetuada nos dias respectivos a realização da sessão de treino para o grupo muscular envolvido no exercício supino reto dentro do planejamento já praticado por cada participante (faziam o protocolo de testes nos mesmos dias em que o participante treinavam peitorais e tríceps), no início das mesmas, para que em seguida o participante pudesse dar continuidade aos exercícios facilitando a aderência ao estudo e diminuindo o risco de desistência no decorrer do mesmo (FLECK, 2008; KAMIMORI et al., 2002; MARTINS et al., 2020; MORA-RODRÍGUEZ et al., 2015; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016; TARNOPOLSKY, 2010) (FIGURA 1).

Figura 1- Fluxograma das visitas para coleta de dados.



Fonte: Do autor (2023)

Os pesquisadores mantiveram contato direto com todos os participantes do estudo através de um grupo no *WhatsApp*[®] onde foi melhor controlado os dias das visitas, como a troca de informações entre os voluntários e o pesquisador que aplicou os testes.

3.2.1 Procedimentos do estudo

Após avaliação inicial foram estabelecidas as cargas para zona alvo da intensidade do TF, baseado no teste de 1RM realizado previamente, de forma que, após determinada a carga externa em Kg no exercício os participantes realizaram o mesmo até a falha concêntrica nas 3 intensidades seguintes características do TF (FLECK, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2004; LOPEZ et al., 2021):

- a) BAIXA: 50% do teste de 1 RM;
- b) MODERADA: 70% do teste de 1RM e;
- c) ALTA: 90% do teste de 1RM.

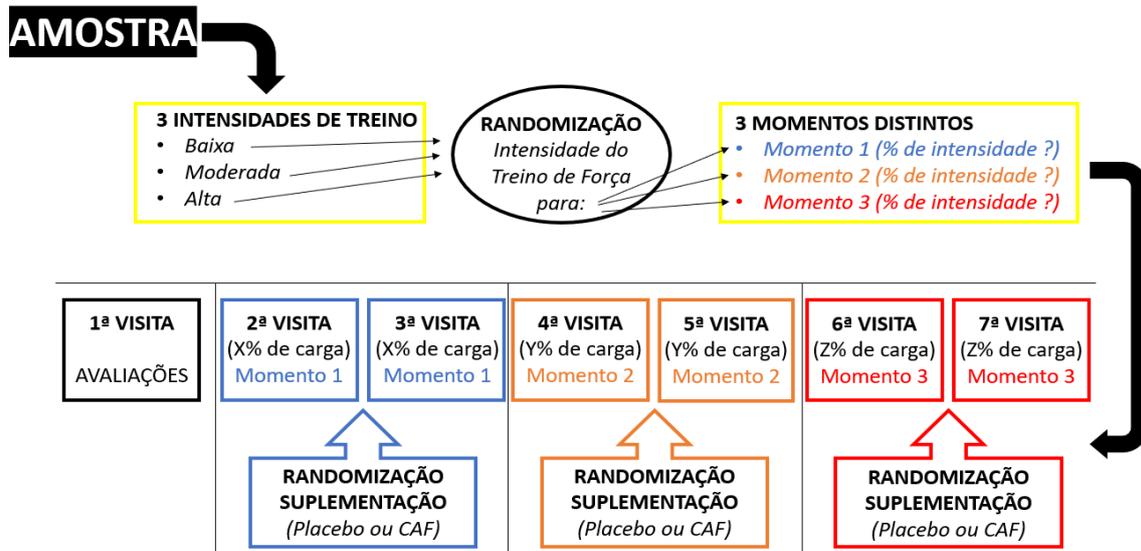
Diante destas manipulações da carga do exercício associamos a suplementação de CAF às 3 intensidades, de forma aleatorizada em que o grupo de participantes passassem pelas duas condições entre PLA e substância ativa em todas as 3 intensidades do exercício.

A princípio confrontamos as 3 intensidades isoladas (baixa, moderada e alta) do protocolo de testes em três momentos específicos (momento 1, 2, e 3) separados por uma semana e composto por duas visitas consecutivas dentro da mesma, onde aconteceu a primeira aleatorização da amostra entre os momentos. Definida a intensidade da carga do exercício para cada momento após sorteio, realizamos a segunda randomização, que se tratou da suplementação em utilizar PLA ou CAF entre as duas visitas que compõe cada momento (semana), ou cada intensidade de treino específica (FIGURA 2).

Para controle da randomização entre as intensidades de treino em cada momento e utilização de CAF ou PLA, um integrante do grupo de Estudos e Pesquisa em Respostas Neuromusculares – GEPREN, pertencente ao departamento de Educação Física UFLA, não vinculado a pesquisa realizou o sorteio, que foi preparados de forma individual para cada participante para que seja definido a aleatorização em ambas as situações.

Após desenvolvimento dos testes foi comparado os dados para analisar as respostas no sistema cardiovascular e no desempenho, da suplementação de CAF nas 3 zonas alvo de repetições máximas características do TF.

Figura 2 – Fluxograma da randomização dos grupos.



Legenda: Segunda e terceira, quarta e quinta, sexta e sétima visitas serão alocadas respectivamente nas semanas 1, 2 e 3.

Fonte: Do Autor (2023).

3.2.2 Protocolo de Avaliações

3.2.2.1 Antropometria

Na avaliação inicial, realizada na primeira visita ao ambiente experimental, efetuamos a mensuração da composição corporal utilizando uma balança mecânica com estadiômetro (Filizola® - Brasil) que apresenta precisão de 0,1kg para o peso e 0,01m para estatura, e as dobras cutâneas através do protocolo de 7 dobras, proposto por Jackson e Pollok, usando um aparelho portátil de ultrassom modo A (BodyMetrix® - BX 2000 - IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA) 2,5 MHz, em conjunto com o software (Body View® Professional - IntelaMetrix, Inc., Livermore, CA) operado de acordo com as orientações proporcionadas pelo fabricante para obtenção do cálculo dos valores antropométricos (ABE et al., 2000; CHARRO, 2010; DE CAMARGO et al., 2022c; MICLOS-BALICA et al., 2021; WAGNER; CAIN; CLARK, 2016). Todos instrumentos empregados possuem validação pelo Inmetro. Em seguida, os dados foram tabulados para caracterização do perfil da amostra juntamente ao cálculo da dose de CAF para cada participante.

3.2.2.2 Força Dinâmica Máxima

Ainda no primeiro dia foi aplicado o teste de força de 1RM após um aquecimento específico no exercício selecionado do protocolo deste estudo, e na sequência o participante realizou 5 tentativas do movimento com intervalo de 5 minutos entre elas, para elevar a carga máxima possível, sendo ajustada com um acréscimo de aproximadamente entre 1% a 10% em cada tentativa, e interrompido quando se atingindo a falha mecânica muscular. A partir desse

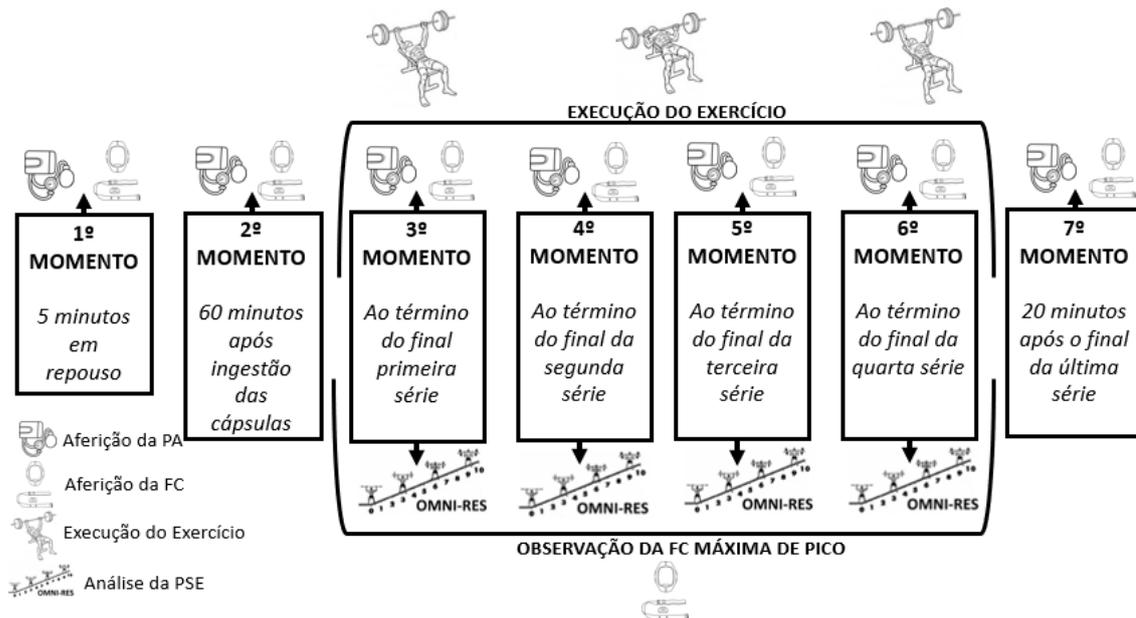
momento consideramos como máxima, a carga realizada na tentativa precedente ao movimento da falha. A carga inicial do teste foi determinada através do conhecimento autorreferido de cada participante, uma vez que por todos serem treinados, perguntávamos o valor em Kg da carga em que eles costumavam fazer entre 10 a 12 séries no treino habitual e após isso acrescentávamos mais 20% do valor para iniciar o mesmo. Efetuado no exercício selecionado neste estudo, os valores obtidos no resultado serviram para mensurar os valores das cargas em Kg pertinente as intensidades trabalhadas no protocolo da pesquisa (PESCATELLO et al., 2016; WILK et al., 2020).

3.2.2.3 Marcadores Hemodinâmicos

Na avaliação inicial, foi aplicado questionário PAR-Q para assegurar as condições de saúde individual da amostra em conjunto da aferição da FC e PA de repouso, sendo a primeira por um relógio frequencímetro com fita intertorácica (Polar®-Finlândia modelo FT1) e a segunda com a utilização do esfigmomanômetro braquial aneróide e estetoscópio (Premium® - China) com precisão de 1mmhg, devidamente calibrados; pelo método auscultatório de acordo com as diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia (BARROSO et al., 2021) (FIGURA 1). Ambos equipamentos possuem certificação para uso do Imetro.

As alterações hemodinâmicas foram verificadas nos dias de aplicação do protocolo de intervenção através dos valores da FC, PAS, PAD, PAM, DP e picos da FC, PAS, PAD e PAM. Os dados foram coletados em 7 momentos distintos: após repouso sentado por 5 minutos, 60 minutos após a ingestão das capsulas, imediatamente ao término das quatro séries do exercício e 20 minutos após o final do término do mesmo. Os valores pico obtidos nas análises foram considerados como o maior número observado dentro do controle avaliativo durante a execução do protocolo do exercício. (FIGURA 3). Os indicadores relacionados à FC e à PA foram monitoradas pelos mesmos equipamentos da avaliação inicial ao qual ficaram posicionados no tórax e no braço do participante durante toda realização do exercício (POLITO et al., 2007). O DP foi calculado pela multiplicação do valor da PAS pela FC para assim demonstrar a carga de trabalho cardíaca durante o esforço e a PAM foi calculada pela fórmula onde $PAM = PAD + 1/3(PAS - PAD)$ que por sua vez representa a força de perfusão que dirige o sangue aos tecidos corporais (CAMARDA et al., 2008; GUYTON, 2002; MCARDLE, 2015; NEGRÃO, 2010; NORA; GROBOCOPATEL, 1996).

Figura 3 - Desenho experimental do protocolo de teste do TF.



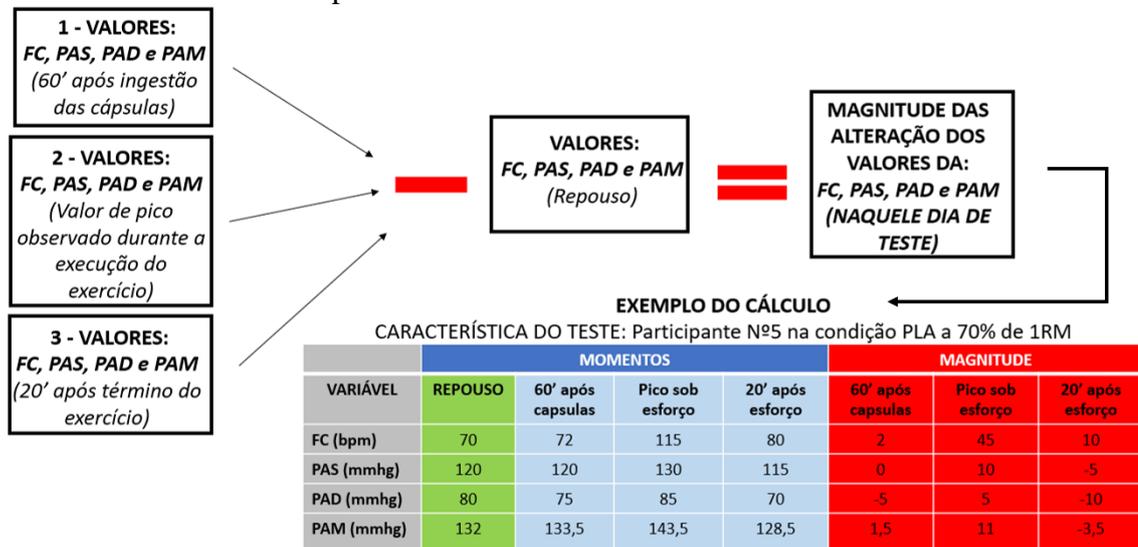
Fonte: Do Autor (2023).

Ainda para análise hemodinâmica, realizamos também o cálculo da magnitude da alteração dos valores da FC, PAS, PAD, PAM determinando essas diferenças para cada dia de teste que posteriormente foi utilizado para comparar os resultados entre CAF e PLA e entre as intensidades pré-determinadas. Esse cálculo foi feito considerando os valores obtidos em cada sessão isolada com base nos dados coletados em repouso proporcionando, portanto, três ocasiões distintas (FIGURA 4):

- magnitude da FC, PAS, PAD e PAM 60 minutos após ingestão das cápsulas;
- magnitude da FC, PAS, PAD e PAM diante do valor de pico obtidos durante a execução do exercício;
- magnitude da FC, PAS, PAD e PAM 20 minutos após o término do exercício.

Pelo fato de haver fatores individuais intrínsecos e extrínsecos ao organismo diferentemente dos propostos nos testes, que são capazes de influenciar os valores da PA e FC e por consequência modificar seus valores brutos entre os dias das análises, utilizou-se desse cálculo como uma estratégia para podermos comparar melhor o efeito da CAF somado a sobrecarga do exercício nas variáveis hemodinâmicas, uma vez que partindo dos dados de repouso, esforço e pós esforço no mesmo dia, diminuimos dessa forma o risco dos possíveis vieses cabíveis de afetar os resultados deste trabalho.

Figura 4 - Modelo do formato do cálculo da magnitude da alteração dos parâmetros cardiovasculares por teste.



Fonte: Do Autor (2023).

3.2.2.4 Desempenho e Fadiga

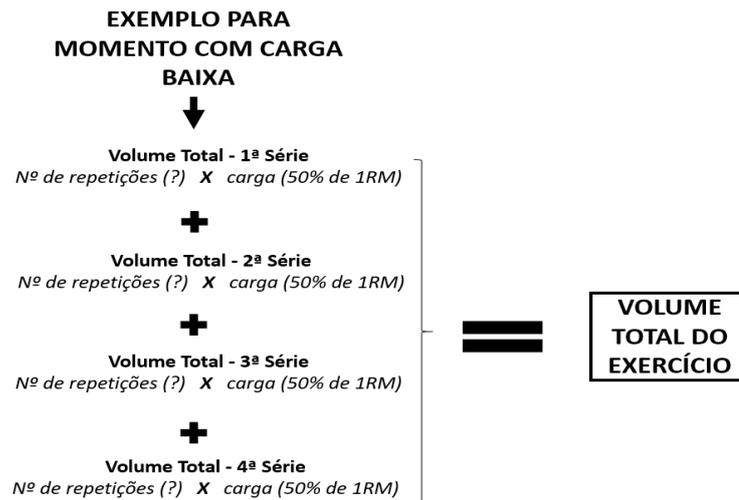
Para investigar os aspectos que envolvem as variáveis do TF, verificamos o VTT levantado por série e no exercício, o tempo sob tensão e o índice de fadiga para as 3 intensidades estipuladas.

O volume total de carga e o TST foram abordados como indicadores de desempenho no exercício, uma vez que o aumento desses parâmetros é tratado como preditores manipuláveis para melhora dos efeitos no TF (BURD et al., 2012; CORRADI et al., 2021; MARTINS-COSTA et al., 2022; ROSCHEL et al., 2018; TRAN; DOCHERTY, 2006; TRAN; DOCHERTY; BEHM, 2006; VARGAS-MOLINA et al., 2020). Tratamos em tonelagem (repetições x kg) o VTT no exercício, uma vez que no estudo as séries foram realizadas até a falha não havendo um valor fixo para o número de repetições, essa análise realizou-se por meio da soma do VTT das 4 séries isoladas, que por sua vez foi obtido através do produto do número de repetições pela carga externa em Kg levantada na série, representado na seguinte fórmula: volume da série = nº de repetições x carga externa (CORATELLA, 2022; MCBRIDE et al., 2009; TIBANA et al., 2012; WALLACE et al., 2019) (FIGURA 5).

O TST foi contabilizado pelo tempo em segundos de duração de cada série, resultando em um valor total ao final do exercício após a soma das mesmas, para isso utilizamos um cronômetro digital (Metrins® - modelo INS1338), com certificado de calibração validado pelo Imetro, onde iniciou-se a contagem no início do movimento de cada série até o ponto de alcance da falha concêntrica, interrompendo a contagem nos intervalos de descanso (BURD et al., 2012; CORRADI et al., 2021; MCBRIDE et al., 2009; TRAN; DOCHERTY; BEHM, 2006).

Para IF foi observado a taxa de redução de força entre a primeira e a última série do exercício, empregando a fórmula proposta por Sforzo e Touey (1996) onde: $IF = [(FT (1^a \text{ série}) - FT (4^a \text{ série}) / FT (1^a \text{ série})] \times 100\%$, sendo IF (índice de fadiga) e, FT (força total = carga levantada vezes o número de repetições executadas durante a série) (HISCOCK; DAWSON; PEELING, 2015; SFORZO; TOUEY, 1996).

Figura 5 – Fluxograma do exemplo do cálculo do VT por série e do exercício.



Fonte: Do autor (2023).

3.2.2.5 Percepção Subjetiva de Esforço

A PSE foi avaliada através da escala de OMNI-RES (ANEXO C) aplicável ao TF apresentando uma variação numérica de 0 a 10 com 6 descritores verbais e visuais para caracterizar a intensidade do esforço auto-percebido durante a realização do exercício (LAGALLY; ROBERTSON, 2006; ROBERTSON et al., 2003; ZHAO; NISHIOKA; OKADA, 2022). A amostra foi orientada previamente sobre a forma de utilização da mesma para evitar vieses na sua interpretação. As perguntas foram feitas ao término de cada série do exercício, demonstrando assim 4 momentos diferentes, partindo do início delas onde o indivíduo apresenta um menor nível de fadiga, passando pela sua execução e ao final do mesmo, onde o indivíduo se encontrará mais cansado, analisando então a carga interna imposta pelo exercício (HISCOCK; DAWSON; PEELING, 2015; KRAFT; GREEN; GAST, 2014; LEA et al., 2022) (FIGURA 3).

3.2.2.6 Avaliação Nutricional

As avaliações dietéticas foram realizadas através de um questionário sobre o recordatório alimentar em todas as análises individuais efetuadas no estudo. Na avaliação inicial foi feito um recordatório alimentar de 24 horas para caracterização geral da dieta habitual dos participantes quantificando os macronutrientes e a ingestão calórica utilizando o software

WebDiet®. Esse mesmo questionário serviu também como critério de exclusão para os indivíduos que tivessem uma alta ingestão de cafeína em sua dieta habitual (FIGURA 1). Uma vez que os participantes sustentaram o padrão da dieta durante todo período de testes, aplicou-se um recordatório alimentar de 12 horas nos dias de intervenção para classificar o consumo de CAF nas últimas horas que antecederam os testes (ANEXO D). Para essas análises, considerou-se as respostas individuais do questionário destacando os alimentos que continham em sua composição uma alta concentração de CAF, em seguida foi quantificada essa ingestão classificando o participante quanto ao seu consumo habitual diário, a mesma estratégia também foi utilizada para verificar o consumo pré-testes. Outro cálculo matemático previamente programado no *Microsoft Excel*® foi usado para relacionar a quantidade do alimento consumido e sua conversão em miligramas (mg) de CAF (FIGURA 6) (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010). Perante as avaliações, considerou-se para alto consumo habitual de CAF o valores acima de 1,0 mg por kg de peso corporal uma vez que esse valor pode ser considerado uma dose mínima para sua aplicação ergogênica (GRGIC, 2022). Apesar de não haver um posicionamento a respeito da dose máxima de consumo cotidiano de CAF para classificar sua ingestão em alta ou baixa, sabe-se que há vários fatores que podem influenciar a magnitude do seu efeito agudo ergogênico, podendo o consumo habitual ser um deles, porém, estudos recentes demonstraram que essa condição não é tão evidente a ponto de não suportar com clareza a justificativa que considera essa intervenção negativa na ação ergogênica da mesma (CARVALHO et al., 2022a; DE SALLES PAINELLI et al., 2021; GRGIC, 2021; MARTICORENA et al., 2022; MARTINS et al., 2020). Como ainda não há uma unanimidade sobre essa relação optamos por controlar o consumo de CAF nos dias de aplicação dos testes para assegurar melhor nossa análise.

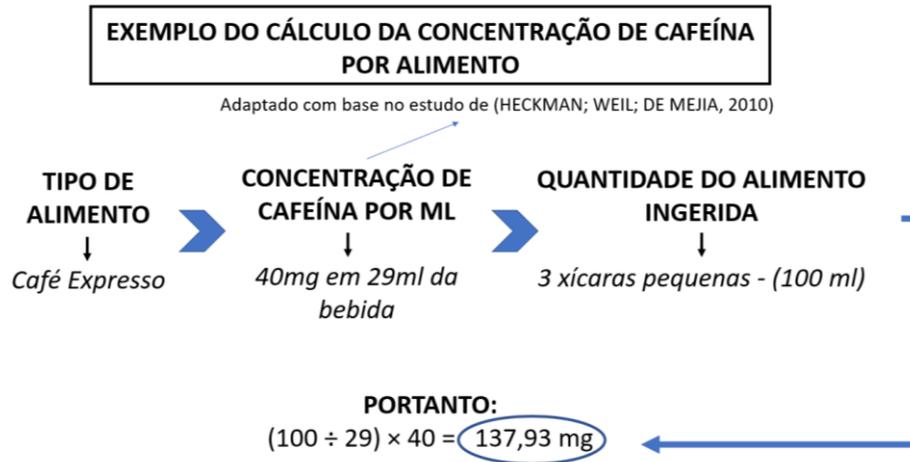
Ainda que não haja um consenso a respeito da interferência do consumo habitual de CAF em sua ação ergogênica, foi orientado aos participantes que mantivessem sua dieta diária habitual durante o período do estudo, no entanto, foi solicitado que mantivessem o consumo habitual não aumentando a ingestão de CAF por pelo menos 12 horas que antecedam os encontros, sendo esse período o suficiente para metabolização da substância (MARTINS et al., 2020). Para isso, eles receberam uma lista de alimentos que contenham alta concentração de cafeína em sua composição (ANEXO E) (HECKMAN; WEIL; DE MEJIA, 2010).

Utilizou-se o contato no grupo do *WhatsApp*® para alertar os participantes sobre o consumo da cafeína e a lista de alimentos nos períodos pré-teste.

Ainda em relação a dieta, especificamente a ingestão do suplemento utilizado no estudo, os voluntários também responderam um questionário sobre seu histórico em relação ao uso de

CAF como suplemento em experiência prévia aos efeitos auto-percebidos, para analisar ao máximo algum viés nutricional que possa influenciar o presente estudo (ANEXO F).

Figura 6 – Fluxograma do exemplo do cálculo para quantificar a quantidade de CAF ingerida.



Fonte: Do autor (2023).

3.3 Procedimentos

3.3.1 Protocolo do exercício

Para intervenção foi aplicado três protocolos de teste característico ao TF sendo eles compostos por 4 séries realizadas até a falha mecânica concêntrica, nas intensidades entre 50%, 70% e 90% do teste de 1RM conforme descritos anteriormente nas datas específicas da coleta de dados, com intervalo de 120 segundos de pausa passiva entre as séries, utilizando o exercício Supino Reto (FIGURAS 2 e 3) (ACSM, 2009; CORATELLA, 2022; DE SALLES et al., 2009; FLECK, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2004; LOPEZ et al., 2021). Precedendo o início da aplicação do protocolo do exercício em cada visita, o participante realizou um aquecimento no exercício constituído por 2 séries de 10 repetições com intervalo de 60 segundos a 40% da carga do teste de 1RM preparando dessa forma a musculatura ativa para a carga aplicada na sequência (NEVES NADER et al., 2009; SIMÃO et al., 2004).

O exercício Supino Reto, foi realizado em um equipamento próprio para TF da marca Pro Physical® - Brasil - Jaú/SP (modelo Fitnes-Pró), que por se tratar de um exercício multiarticular com a força concêntrica exercida na ação de empurrar, envolve como movimentos principais a adução e abdução horizontal da articulação do ombro simultâneos a flexão e extensão do cotovelo, ativando diretamente a musculatura dos membros superiores, em específico os músculos do peitoral, deltoides, serrátil anterior, tríceps braquial, ancôneo e indiretamente a musculatura estabilizadora do tronco. A empunhadura da pegada na barra se

deu pela medida de 150% da distância biacromial (MARCHETTI et al., 2010; WILK et al., 2020).

De forma individual a cada participante, o exercício foi realizado no mesmo horário do dia em todas as visitas ao local de coleta de dados para que não houvesse influência do ciclo circadiano nas avaliações (FLECK, 2008; NEGRÃO, 2010).

Durante a execução do exercício foi controlada a cadência do movimento com a utilização de um metrônomo configurado para contabilizar dois segundos para cada fase, concêntrica e excêntrica que somadas totalizaram 4 segundos por repetição completa. Quanto ao ângulo de amplitude, o exercício foi realizado na maior possível respeitando as características individuais da amostra, de forma que o parâmetro foi a execução com segurança a ponto que não houvesse alterações compensatórias biomecânicas indesejadas nas articulações envolvidas (ANEXO C) (CORATELLA, 2022; FLECK, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Os participantes foram orientados a não realizar exercício de força para os mesmos grupamentos musculares envolvidos no exercício supino reto 72 horas antes aos dias de coleta de dados, assegurando assim uma recuperação adequada entre os testes permitindo que os mesmos não abdicuem de sua rotina habitual de treinos (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016).

Com intuito de criar uma condição bem próxima ao que se utilizam na prática do TF em programas de condicionamento físico, e assim criar uma validade ecológica a investigação, o protocolo contou com um volume total de 4 séries máximas em um exercício multiarticular para membros superiores, selecionado por ser um exercício básico frequentemente utilizado em programas de condicionamento físico, além de ir ao encontro das características e objetivos do estudo para as avaliações hemodinâmicas, uma vez que a ativação de um número maior de grupamento musculares por exercício, a intensidade do treino, a cadência, o volume e o intervalo de recuperação influenciam as respostas do aumento da sobrecarga cardiovascular o que consequentemente atua de forma direta nos valores a serem avaliados da PA, FC, PAM e DP. (DE SOUSA et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2015a, 2016; FLECK, 2008; GIFFORD et al., 2022; GJOVAAG et al., 2016; GOMIDES et al., 2010; LAMOTTE et al., 2010; MACHADO et al., 2020; MAYO et al., 2017; MCARDLE, 2015; NEGRÃO, 2010; PAULO et al., 2019). O mesmo protocolo foi utilizado nas 3 intensidades distintas da execução do exercício, tanto como nos ambientes com e sem CAF em cada momento específico (FIGURA 2). As demais características funcionais do exercício por si não se fazem relevantes neste

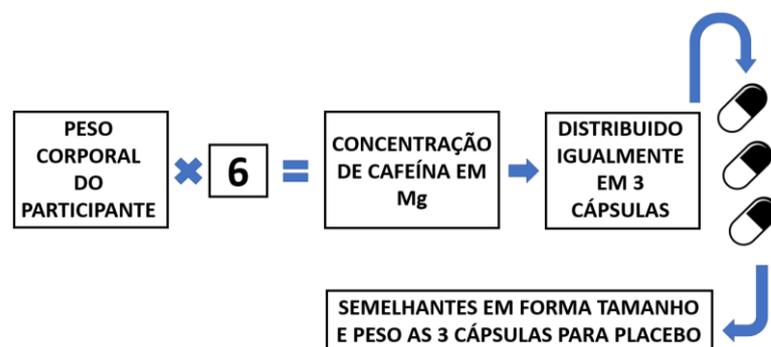
processo, uma vez que a amostra se compõe de praticantes ativos, já familiarizadas com os mesmos.

3.3.2 Protocolo de suplementação

Para suplementação no momento controle foi administrada uma dose composta por três cápsulas de CAF isolada em sua forma anidra na medida de 6mg/kg de peso corporal, pelo fato dessa concentração ser tratadas na literatura como suficiente para promover de forma segura um efeito ergogênico (GRGIC, 2021; GRGIC et al., 2019; KERKSICK et al., 2018; MARTINS et al., 2020). No momento PLA, a amostra ingeriu três cápsulas de substância inativa (amido de milho) aparentemente semelhante em tamanho, peso, cores e forma a cápsula contendo CAF, para que os participantes não tivessem o conhecimento de quando estavam ingerindo a substância ativa (FIGURA 7). O procedimento de manipulação das cápsulas foi realizado de forma individual a cada participante de acordo com as informações coletadas na avaliação inicial, para isso os pesquisadores desenvolveram uma planilha com o detalhamento específico da concentração total para cada um, ao qual foi enviada posteriormente a farmácia de manipulação Bioderme inscrita no CNPJ 05.696.353/0001-91 localizada na Av. 1º de Junho, 811 na cidade de Divinópolis/MG sob a responsabilidade do farmacêutico Marcelo Menezes Penaforte CRF-MG 10589-9.

A ingestão das cápsulas aconteceram 60 minutos antes do início do protocolo, pois a partir desse momento os níveis de CAF na corrente sanguínea encontram-se em valores elevados, otimizando seus efeitos no organismo (KAMIMORI et al., 2002; MARTINS et al., 2020; MAUGHAN et al., 2018). As cápsulas foram entregues sempre dentro de um envelope higienizado e padronizado, organizadas conforme as aleatorizações efetuadas previamente.

Figura 7 - Fluxograma da suplementação de CAF e PLA.



Fonte: Do autor (2023).

3.4 Cálculo Amostral e Análise Estatística

A amostra foi do tipo conveniência, que consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível. Ou seja, os indivíduos empregados nessa pesquisa foram

selecionados porque eles estão prontamente disponíveis. A divisão das condições Placebo e Suplementado foi feita de maneira aleatória e duplo-cega, onde um integrante do grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Neuromusculares - GEPREN não vinculado á pesquisa ficou responsável pela aleatorização e entrega dos envelopes com as cápsulas determinados para cada dia de teste.

Para o cálculo do tamanho amostral foi considerado um tamanho de efeito mínimo de 0,6, uma probabilidade de erro de α de 0,05 e um poder de $(1 - \text{erro } \beta)$ de 0,95. A amostra total do estudo deveria ter 39 pessoas de acordo com o programa *G-Power*, da Universidade de Dusseldorf, dessa forma com um número de 15 participantes teremos uma quantidade amostral suficiente para realização do estudo, porém o estudo contou apenas com 9 participantes em razão do planejamento temporal feito pelos pesquisadores para coleta de dados.

A estatística descritiva consistiu em descrever média, desvio padrão e erro padrão da média, para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro-Wilk. Para as variáveis em que as análises foram (suplementos x séries x intensidade) foram utilizados o Teste ANOVA Two Way aplicando o Post Hock de Tukey para os dados paramétricos e o Post Hock de Scheffe para os dados não paramétricos. Nas análises de comparação dos suplementos (caféina x placebo) foi utilizado o teste T para amostras independentes para os dados em que a normalidade foi verificada e o teste de Mann-Whitney para os dados não paramétricos. A diferença estatística foi considerada significativa quando o $p < 0,05$. Os cálculos estatísticos foram realizados através do software estatístico SPSS® versão 25.0 e os gráficos plotados através do software Prism® versão 8.0.

4 RESULTADOS

4.1 Perfil Amostral

O estudo foi composto por um total de 9 participantes, e os valores da média e desvio padrão das avaliações iniciais realizadas na pesquisa estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Caracterização da amostra quanto ao perfil antropométrico, hemodinâmico e de força.

COMPONENTE AVALIADO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
Idade	27,1	3,14
Peso	87,9	9,83
Estatura	177,4	5,15
% de Gordura	16,6	4,09
FC (bpm)	69,1	4,94
PAS (mmhg)	118,7	5,57
PAM (mmhg)	91,4	4,95

COMPONENTE AVALIADO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
PAD (mmhg)	77,9	5,82
1 RM (Kg)	100,0	19,90
% Força relativa	113,4	15,34
50% 1RM (Kg)	49,6	10,33
70% 1RM (Kg)	69,8	13,98
90% 1RM (kg)	90,0	17,97

Legenda: FC - Frequência Cardíaca, PAS - Pressão arterial sistólica, PAD - Pressão arterial diastólica, PAM - Pressão arterial média, 1RM - 1 repetição máxima, (bpm) - batidas por minuto, (mmhg) - milímetros de mercúrio e (Kg) – quilogramas.

Fonte: Do autor (2023)

4.2 Ingestão Alimentar

A ingestão alimentar habitual de acordo com o questionário recordatório de 24 horas utilizado para monitorar o padrão da dieta dos participantes está apresentado na tabela 2. Os macronutrientes foram tratados em valores médios em quantidade por gramas totais e também pela relação com o peso corporal, a CAF foi abordada em mg totais e mg por Kg de peso corporal, pelo fato da prescrição dessa substância ser tratada por essa medida.

Os resultados do consumo de CAF nos dias de teste estão apresentados na tabela 3, onde está descrito a ingestão diária separada de acordo com os momentos referente a cada intensidade dos protocolos de teste. Percebeu-se uma variação de aproximadamente 40% entre a maior (50% - CAF) e menor quantidade (90% CAF) de CAF ingerida na relação de mg por peso e na quantidade bruta total em mg nas 12h antecedentes aos testes.

Tabela 2 - Caracterização do perfil da dieta da amostra baseadas no recordatório alimentar de 24h.

NUTRIENTE	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
PTN (g)	217,53	64,67
LIP (g)	74,31	39,94
CHO (g)	366,74	105,75
Calorias (Kcal)	2979,55	711,30
PTN (g/Kg)	2,55	0,98
LIP (g/Kg)	0,86	0,51
CHO (g/Kg)	4,25	1,42
CAF (mg)	53,15	21,58
CAF (mg/kg)	0,61	0,28

Legenda: PTN - Proteínas, LIP - Lipídeos, CHO - Carboidratos, CAF - Cafeína, (g) - gramas, (Kcal) - Quilocalorias, (g/Kg) - Gramas do nutriente/quilogramas de peso corporal, (mg) – miligramas e (mg/Kg) - miligramas de CAF/ quilogramas de peso corporal.

Fonte: Do autor (2023).

Tabela 3 - Análise da ingestão de CAF nas 12h antecedentes aos testes realizados.

Análise/momento	Média	Desvio-padrão
50% PLA (mg)	51.03	40.85
50% CAF (mg)	61.38	45.18
70%PLA (mg)	46.02	48.50
70% CAF (mg)	38.39	23.97
90%PLA (mg)	47.83	49.04
90%CAF (mg)	37.03	35.57
50% PLA (mg/kg)	0.60	0.49
50% CAF (mg/kg)	0.71	0.55
70% PLA (mg/kg)	0.53	0.60
70% CAF (mg/kg)	0.43	0.27
90% PLA (mg/kg)	0.56	0.60
90% CAF (mg/kg)	0.42	0.44

Legenda: PLA - placebo, CAF - cafeína, (mg) - miligramas e (mg/kg) - miligramas por quilo de peso corporal.

Fonte: Do autor (2023).

Dentro de cada intensidade entre os dias PLA e CAF foi constatada uma diferença de 15,49%, 18,86% e 25% em mg/kg, para os momentos 50%, 70% e 90% de 1RM respectivamente, onde no primeiro o consumo foi maior no dia que se utilizou a CAF e o segundo terceiro nos dias que se utilizou o PLA. O cálculo dessa diferença em porcentagem e das demais apresentadas posteriormente tanto para os marcadores hemodinâmicos quanto de desempenho, foi realizado com base no valor máximo obtido entre os fatores considerados dentro de cada comparação, na seguinte fórmula onde: Diferença em % = [(fator de maior valor – fator de menor valor) x 100] / fator de maior valor. Utilizando os dados da ingestão em mg/kg de CAF diária nas avaliações a 50% de 1RM (TABELA 3) segue o exemplo: % = [(0,71-0,60) x 100] / 0,71 = 15,49%. Dessa forma a ingestão pré-testes de CAF foi 15,49% maior nos dias de testes a 50% em relação ao PLA.

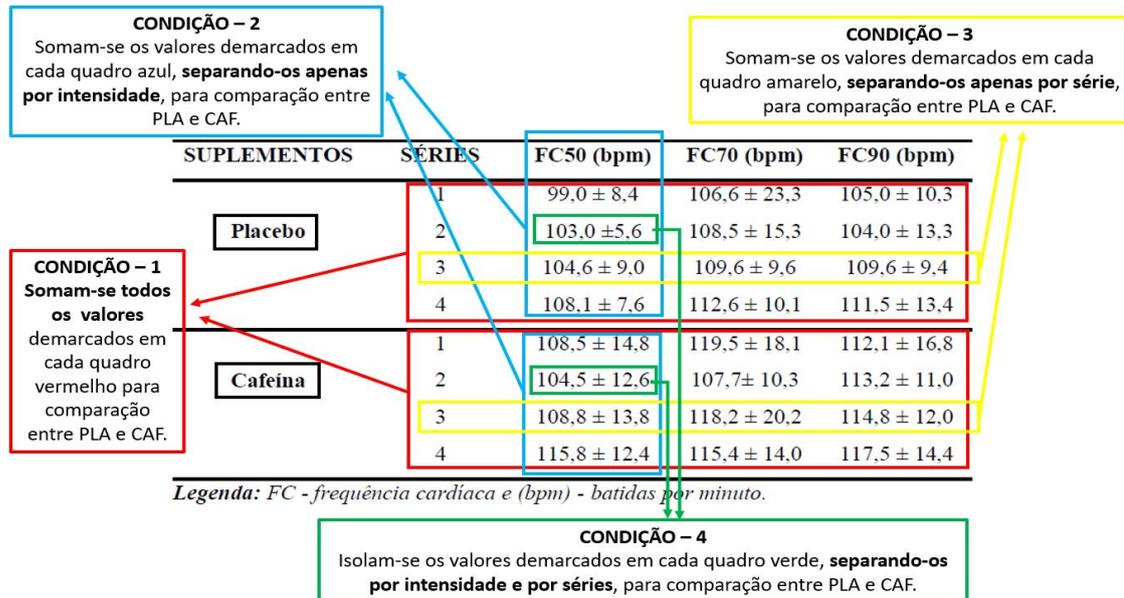
Não houve diferença significativa tanto para os dados em mg total por dia quanto em mg/Kg de peso corporal, com valores $p > 0,05$ para as seguintes comparações 50% PLA com 50% CAF, 70% PLA com 70% CAF e 90% PLA com 90% CAF.

4.3 Respostas hemodinâmicas

O resultado das análises hemodinâmica realizadas estão apresentados isolados por variável, dessa forma as mesmas foram agrupadas separadamente em valores de FC, PAS, PAD,

PAM e DP. Os cálculos em porcentagem realizados para comparar diferença entre valores em uma determinada condição, foram feitos com base no maior valor observado dentro da mesma conforme já descrito anteriormente.

Figura 8 – Fluxograma do exemplo da organização das comparações estatísticas das variáveis hemodinâmicas avaliadas no estudo.



Legenda: Selecionou-se para demarcação (quadros coloridos) na imagem apenas um exemplo de comparação entre PLA e CAF nas especificações das condições 2, 3 e 4, entende-se que a demarcação da soma dos dados efetuada estende-se para as outras intensidades na condição 2, para as demais séries na condição 3 e para os demais dados separados por série e intensidade na condição 4.

Fonte: Do autor (2023).

As comparações estatísticas realizadas nos marcadores hemodinâmicos seguiram uma proposta central para todas as variáveis avaliadas, aderindo ao desfecho principal do estudo que é averiguar os efeitos da CAF em três condições de testes (intensidades) distintas. Perante esse cenário e em concordância as repostas fisiológicas pertinentes a variação do mesmo (atuação da CAF e da intensidade no sistema cardiovascular) somados ao teste estatístico aplicados (anova de medidas repetidas), separou-se as comparações realizadas para FC, PAS, PAD, PAM e DP a fim de filtrar as mais relevantes, atribuindo de forma objetiva e principal a suplementação como pressuposto, mesmo havendo demais informações secundárias fornecidas pela gama de cruzamento de dados oriundas do teste estatístico empregado, que desconsidera a utilização da CAF como elemento primacial confrontando os valores apenas por séries e intensidades. Dessa forma segue-se a disposição das comparações efetuadas (FIGURA 8):

- PLA x CAF de uma forma geral sem distinguir intensidades e séries;
- PLA x CAF dentro de cada intensidade sem distinguir séries;
- PLA x CAF agrupados por série sem distinguir intensidades e;

d) PLA x CAF dentro de cada intensidade e separado por séries.

De acordo com essa estrutura verificou-se como foi o comportamento de cada variável hemodinâmica sob influência somente da suplementação da CAF (FIGURA 8 -condição 1), e da combinação do tipo de suplementação às intensidades (FIGURA 8 – condição 2) e às séries (FIGURA 8 – condição 3) de forma separadas. Além disso permitiu-se também avaliar associação dos fatores suplementação, intensidade e séries de forma concomitantemente isolados em uma condição (FIGURA 8 – condição 4).

Figura 9 – Fluxograma do exemplo das comparações estatísticas da magnitude das variáveis hemodinâmicas nos momentos pós cápsulas, pico e pós exercício avaliadas no estudo.

CONDIÇÃO – 1
Somam-se os valores demarcados em cada quadro vermelho, **separando-os apenas pro momento**, para comparação entre PLA e CAF.

SUPLEMENTOS	INTENSIDADE (% de carga)	60' pós cápsulas (momento A)	Pico (momento B)	20' pós cápsulas (momento C)
Placebo	50	58,11 ± 5,53	57,25 ± 8,19	56,19 ± 5,57
	70	55,78 ± 8,62	51,11 ± 10,42	57,67 ± 8,62
	90	57,56 ± 8,97	39,81 ± 31,12	57,11 ± 5,71
Cafeina	50	60,19 ± 5,57	50,89 ± 8,43	8,56 ± 9,0
	70	56,18 ± 7,66	55,87 ± 8,61	60,22 ± 9,99
	90	59,00 ± 7,59	60,22 ± 8,22	58,11 ± 8,24

CONDIÇÃO – 2
Isolam-se os valores demarcados em cada quadro verde, **separando-os por intensidade e por momento**, para comparação entre PLA e CAF.

Legenda: Selecionou-se para demarcação (quadros coloridos) na imagem apenas um exemplo de comparação entre PLA e CAF nas especificações das condições 1, e 2, entende-se que a demarcação da soma dos dados efetuada estende-se para ou outros momentos na condição 1 e para as demais intensidades separadas por momento na condição 2.

Fonte: Do autor (2023).

No cálculo da magnitude da aferição das variáveis hemodinâmicas nos momentos 60 minutos pós cápsulas, valor de pico sob esforço e 20 minutos pós exercícios, as comparações efetuadas seguiram o mesmo argumento da proposta geral do estudo, exceto para momento pós cápsulas que a intensidade de treino é desconsiderada, além disso na condição em que tanto o momento quanto a intensidade foram tratados de forma isolada aplicou-se um teste estatístico pareado (FIGURA 9, condição – 2) para cada comparação, não criando portanto correlações secundárias apresentando por consequência a seguinte disposição (FIGURA 9):

a) CAF x PLA de uma forma geral, isolando cada momento sem distinguir intensidades e;

b) CAF x PLA separados por intensidades isolando cada momento.

Nessas condições observou-se como foi a conduta da magnitude das alterações das variáveis hemodinâmicas nos três momentos distintos traçados no estudo (FIGURA 9 – condição 1) considerando ou não as especificações de cada intensidade (FIGURA 9 – condição 2).

4.3.1 Frequência cardíaca

Na tabela 4 mostramos os dados de FC durante o esforço entre os momentos de suplementação, séries e intensidade onde identificou-se diferença significativa entre PLA e CAF quando defrontado seus valores de uma forma geral, desconsiderando a intensidade de treino e as séries, onde o valor de $p = 0,004$ com maiores valores perante utilização de CAF. Nas demais comparações realizadas, ausentou-se a presença de diferenças significativas. O maior valor obtido para essa variável foi observado no momento de suplementação de CAF ao final da 1ª série na intensidade de 70% com média de $119,5 \pm 18,1$ bpm.

Tabela 4 - Valores médios da FC entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

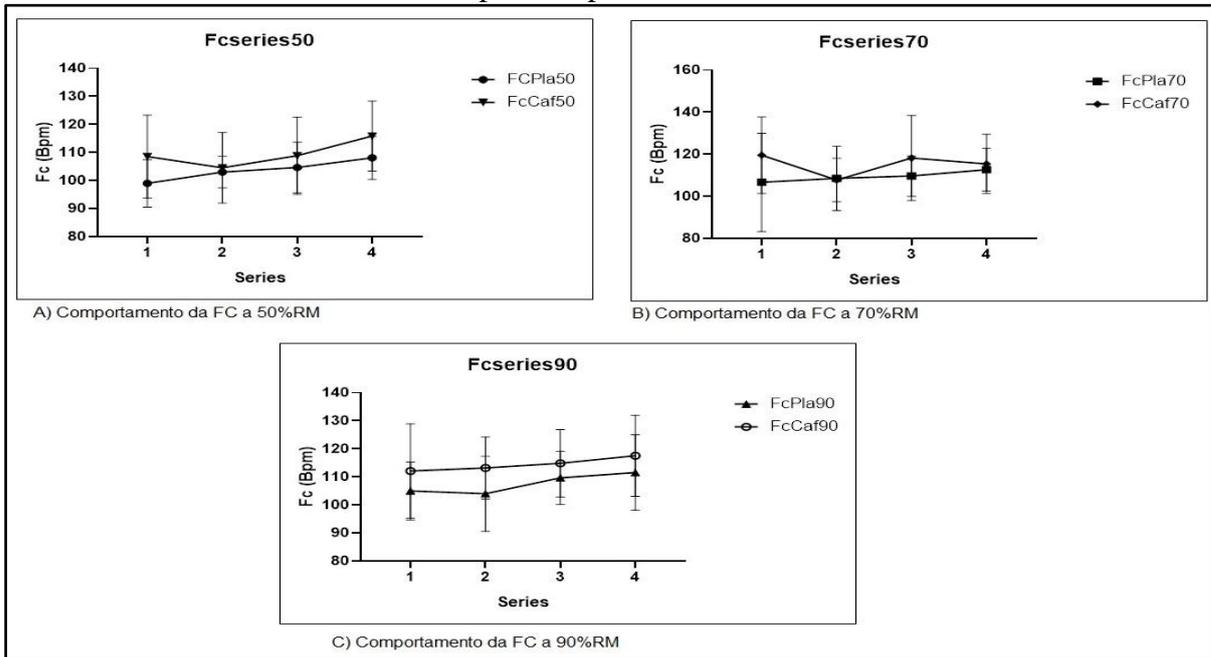
SUPLEMENTOS	SÉRIES	FC50 (bpm)	FC70 (bpm)	FC90 (bpm)
Placebo	1	$99,0 \pm 8,4$	$106,6 \pm 23,3$	$105,0 \pm 10,3$
	2	$103,0 \pm 5,6$	$108,5 \pm 15,3$	$104,0 \pm 13,3$
	3	$104,6 \pm 9,0$	$109,6 \pm 9,6$	$109,6 \pm 9,4$
	4	$108,1 \pm 7,6$	$112,6 \pm 10,1$	$111,5 \pm 13,4$
Cafeína*	1	$108,5 \pm 14,8$	$119,5 \pm 18,1$	$112,1 \pm 16,8$
	2	$104,5 \pm 12,6$	$107,7 \pm 10,3$	$113,2 \pm 11,0$
	3	$108,8 \pm 13,8$	$118,2 \pm 20,2$	$114,8 \pm 12,0$
	4	$115,8 \pm 12,4$	$115,4 \pm 14,0$	$117,5 \pm 14,4$

Legenda: FC - frequência cardíaca, (bpm) - batidas por minuto, e * - diferença significativa na soma dos valores geral entre CAF e PLA, desconsiderando as séries e as intensidades.

Fonte: Do autor (2023).

Na figura 10 verificamos o comportamento da FC entre as séries separados por intensidade, percebe-se valores mais elevados para os dias em que foi usado a suplementação de CAF quando comparado ao PLA, sendo que essa variação foi maior em todas as e séries na intensidade de 90% de 1 RM com diferença 6,25%, 7,96%, 4,38% e 5,12% para 1ª, 2ª, 3ª e 4ª série respectivamente, já nas intensidades 50% de 70% houve momentos com valores bem próximos, como ao final da 2ª série de ambas que as alterações nos valores médios forma menores que 1%, entretanto as maiores diferenças percentuais da FC foram observadas também nessas intensidades sendo elas de 8,3% e 10,9% na primeira série a 50% e 70% de 1RM.

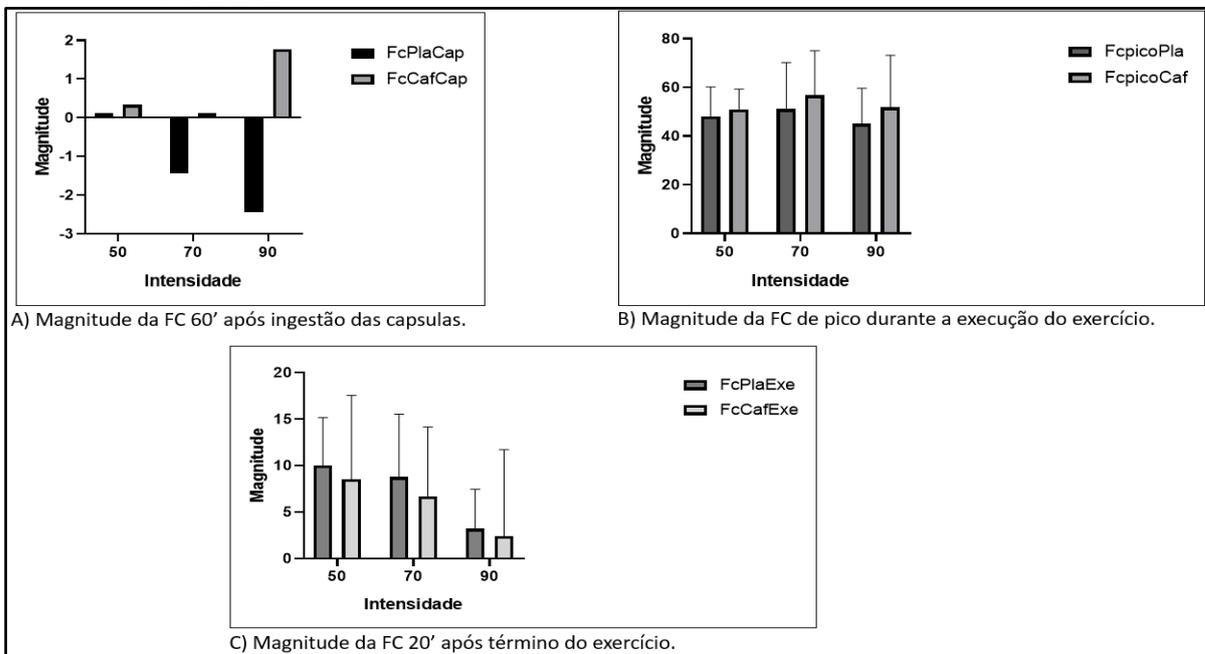
Figura 10 - Representação gráfica da comparação dos valores da FC entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: FC - frequência cardíaca, RM - repetições máximas, PLA – placebo, CAF – cafeína e (bpm) – batidas por minuto.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 11 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da FC entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.



Legenda: FC – frequência cardíaca, PLA – placebo, CAF – cafeína, CAP – Capsulas, pico – valor máximo da FC avaliado, 60' – sessenta minutos, 20' – vinte minutos, exe – momento pós exercício.

Fonte: Do autor (2023).

A magnitude das alterações FC 60 minutos após a ingestão das cápsulas, valor de pico durante a execução do exercício e 20 minutos após o término dele, está representado na figura

11. Dentro de cada um desses 3 momentos os valores da magnitude da alteração da FC estão distinguidos entre as intensidades e também por PLA e CAF, onde não observamos diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em nenhuma das comparações da suplementação a 50%, 70% e 90% de 1RM (condição 1 e 2 – FIGURA 9).

A figura 11A nos permite verificar que após a ingestão das cápsulas houve um aumento dos batimentos cardíacos em repouso para a intensidade de 50% em ambas as condições de suplementação revelando ser o momento com menor diferença de magnitude apresentada com 0,22 bpm a mais para momento CAF ($0,33 \pm 5,37$ bpm), todavia para as outras intensidades essa elevação só foi observada para os dias em que foi suplementado com CAF havendo um decréscimo da FC para os dias PLA. A 90% de 1RM foi constatado a maior diferença percentual média da magnitude (237%) e também os maiores valores de elevação e diminuição da FC 60 minutos após a ingestão das cápsulas com valor de $-2,44 \pm 4,22$ bpm para PLA e $+1,78 \pm 9,01$ bpm para CAF.

A magnitude da elevação da FC pico durante o esforço está apontada na figura 11B. Nota-se maiores valores para a suplementação de CAF em todas as intensidades, com diferenças percentuais em 50%, 70% e 90% de 1RM de 5,69%, 9,87% e 13,12% respectivamente. No dia em que utilizou-se PLA na intensidade de 90% de 1RM encontramos a menor magnitude na elevação da FC durante o exercício com média de $45 \pm 14,6$ bpm, já a maior magnitude foi detectada na intensidade de 70% associada a CAF onde os valores foram de $56,7 \pm 18,4$ bpm.

Na avaliação da FC feita 20 minutos após o término do exercício averiguamos uma elevação em relação ao pré exercício em todos os dias de teste. A magnitude da elevação dos batimentos apresentou maiores diferenças a 50% com valores de $10 \pm 5,17$ bpm no PLA e $8,56 \pm 9,0$ bpm com CAF, seguido da magnitude na intensidade de 70% com variações no PLA $8,78 \pm 6,76$ bpm e na CAF de $6,67 \pm 7,53$ bpm e por último as elevações médias na intensidade de 90% com resultados de $3,22 \pm 4,24$ e $2,44 \pm 9,28$ para PLA e CAF. Ao se comparar a suplementação dentro das intensidades identifica-se uma maior diferença percentual média de magnitude a 90% de 1RM representando um valor de 24,22%, enquanto a menor apresentou um valor de 14,4% a 50% de 1RM de uma forma que em ambas as ocasiões favoreceu-se o momento PLA (FIGURA 11C).

4.3.2 Pressão arterial

Nas tabelas 5 e 6 detalhamos o comportamento da PAS e PAD ao final de cada série do exercício separados pelo tipo de suplementação e pelas intensidades. Para ambas variáveis não foi observado diferenças significativas ($p < 0,05$) em nenhuma das comparações realizadas (FIGURA 8).

Tabela 5 – Valores médios da PAS entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	PAS50 (mmhg)	PAS70 (mmhg)	PAS90 (mmhg)
Placebo	1	122,2 ± 4,4	123,3 ± 8,2	124,4 ± 11,5
	2	126,1 ± 6,9	125,5 ± 9,5	129,4 ± 12,6
	3	128,8 ± 7,8	129,4 ± 8,0	130,0 ± 13,2
	4	127,2 ± 5,0	131,6 ± 9,3	131,1 ± 12,6
Cafeína	1	128,3 ± 8,6	126,6 ± 8,6	125,0 ± 13,6
	2	130,5 ± 10,4	128,8 ± 8,9	130,5 ± 12,3
	3	132,2 ± 10,0	134,4 ± 9,8	132,2 ± 13,2
	4	133,8 ± 9,9	132,2 ± 12,0	133,8 ± 9,9

Legenda: PAS - pressão arterial sistólica e (mmhg) - milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

Observamos maiores valores das duas variáveis da PA para suplementação de CAF mostrado nas figuras 12 e 13, porém essa diferença em valores percentuais não foi maior que 5% e 7% para PAS e PAD dentro de cada intensidade. Ainda de acordo com as tabelas 5 e 6 verificamos o pico da PAS e PAD com registros médios de 134,4±9,8mmhg ao final da 3ª série na intensidade de 70% de 1RM e 86,1±9,2mmhg ao final da 2ª série a 50% de 1RM respectivamente.

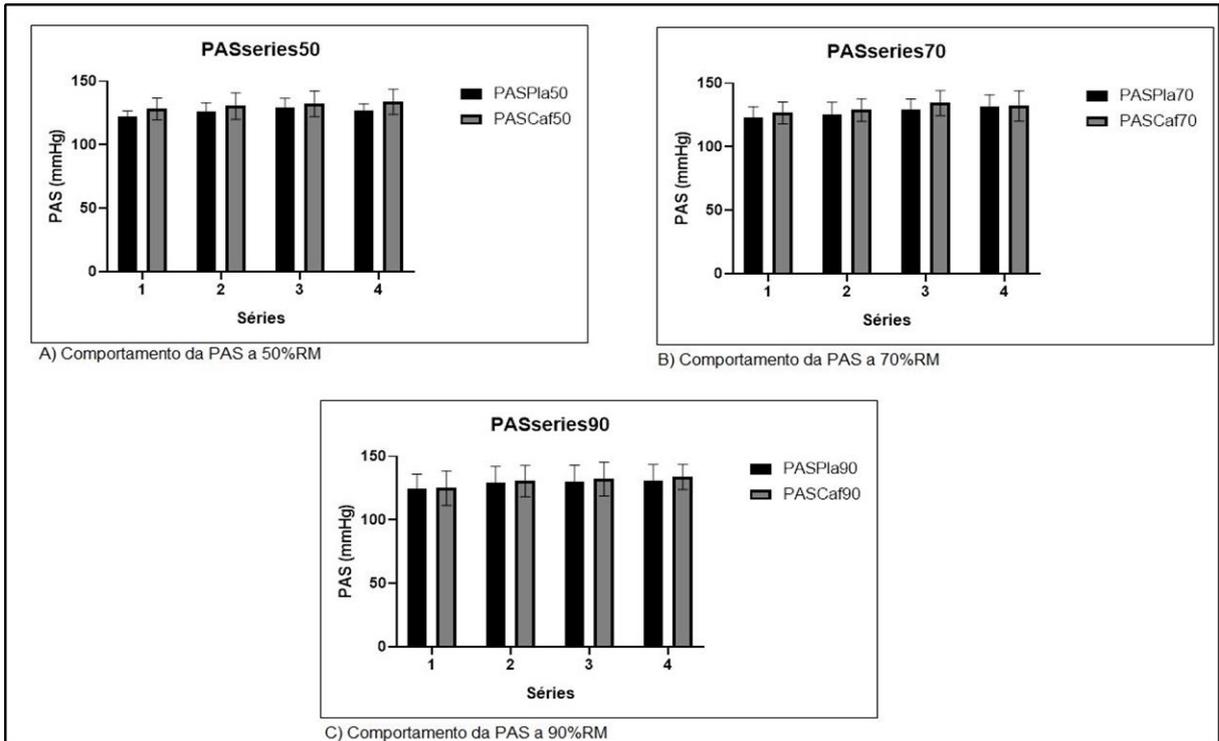
Tabela 6 – Valores médios da PAD entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	PAD50 (mmhg)	PAD70 (mmhg)	PAD90 (mmhg)
Placebo	1	81,7 ± 6,6	79,4 ± 5,8	80,0 ± 7,0
	2	81,7 ± 6,1	80,6 ± 5,8	80,6 ± 6,8
	3	80,0 ± 8,2	80,0 ± 7,5	80,0 ± 6,6
	4	82,2 ± 7,5	77,8 ± 9,0	79,4 ± 7,6
Cafeína	1	84,4 ± 7,6	83,9 ± 10,8	81,1 ± 6,5
	2	86,1 ± 9,2	81,1 ± 9,6	81,1 ± 6,0
	3	84,4 ± 7,2	80,0 ± 8,6	80,6 ± 8,4
	4	83,3 ± 7,9	80,6 ± 8,0	85,0 ± 9,3

Legenda: PAD - pressão arterial diastólica e (mmhg) - milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

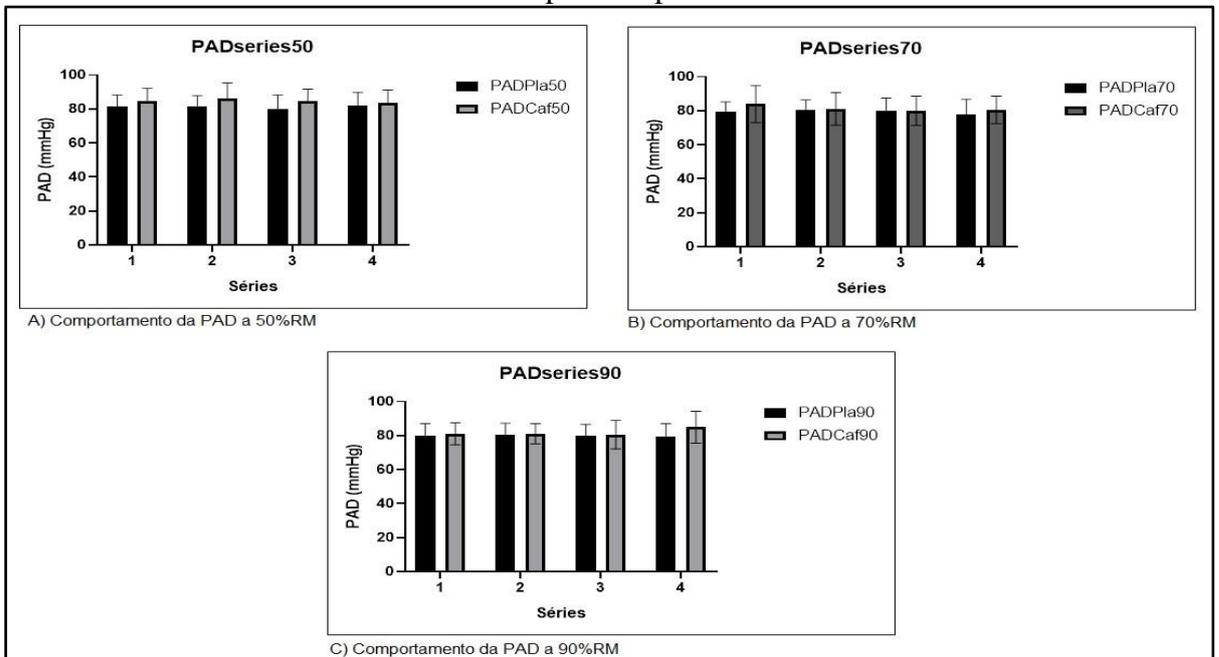
Figura 12 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAS entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: PAS - pressão arterial sistólica, PLA - placebo, CAF - cafeína e RM - repetições máximas e (mmhg) milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 13 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAD entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: PAD – pressão arterial diastólica, PLA – placebo, CAF – cafeína, RM – repetições máximas e (mmhg) milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

De acordo com a tabela 7 podemos afirmar que o cálculo da PAM uma vez dependente dos valores aferidos da PAS e PAD comportaram de maneira semelhante e essas variáveis não foi demonstrando diferenças significativas ($p < 0,05$) nas comparações efetuadas (FIGURA 8).

De uma forma geral observou-se valores mais elevados da PAM para os dias que foi suplementado com a CAF (FIGURA 14), entretanto essa diferença percentual não ultrapassou 5% sendo a maior delas verificada na 4ª série a 90% de 1RM onde também se registrou o maior valor médio da PAM sob esforço que foi de $101,30 \pm 7,4$ mmhg.

A magnitude das alterações da PA em mmhg 1 hora após a ingestão das cápsulas, valor de pico durante e execução do exercício e 20 minutos após o termino dele, está apresentada nas figuras 15, 16 e 17 referente a PAS, PAD e PAM respectivamente. Para todos os 3 momentos em que foi calculado a magnitude, distinguimos nessas figuras os valores em % de intensidade de carga e tipo de suplementação permitindo na sequência realizar as comparações propostas no estudo.

Tabela 7 - Valores médios da PAD entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	PAM50 (mmhg)	PAM70 (mmhg)	PAM90 (mmhg)
Placebo	1	$95,19 \pm 5,68$	$94,07 \pm 6,02$	$94,81 \pm 7,52$
	2	$96,48 \pm 5,30$	$95,56 \pm 5,89$	$96,85 \pm 7,43$
	3	$96,30 \pm 7,35$	$96,48 \pm 7,47$	$96,67 \pm 6,67$
	4	$97,22 \pm 6,18$	$95,74 \pm 8,21$	$96,67 \pm 7,07$
Cafeína	1	$99,07 \pm 7,03$	$98,15 \pm 8,52$	$95,74 \pm 6,07$
	2	$100,93 \pm 9,43$	$97,04 \pm 8,45$	$97,59 \pm 6,07$
	3	$100,37 \pm 7,58$	$98,15 \pm 7,24$	$97,78 \pm 8,54$
	4	$100,19 \pm 8,18$	$97,78 \pm 7,73$	$101,30 \pm 7,54$

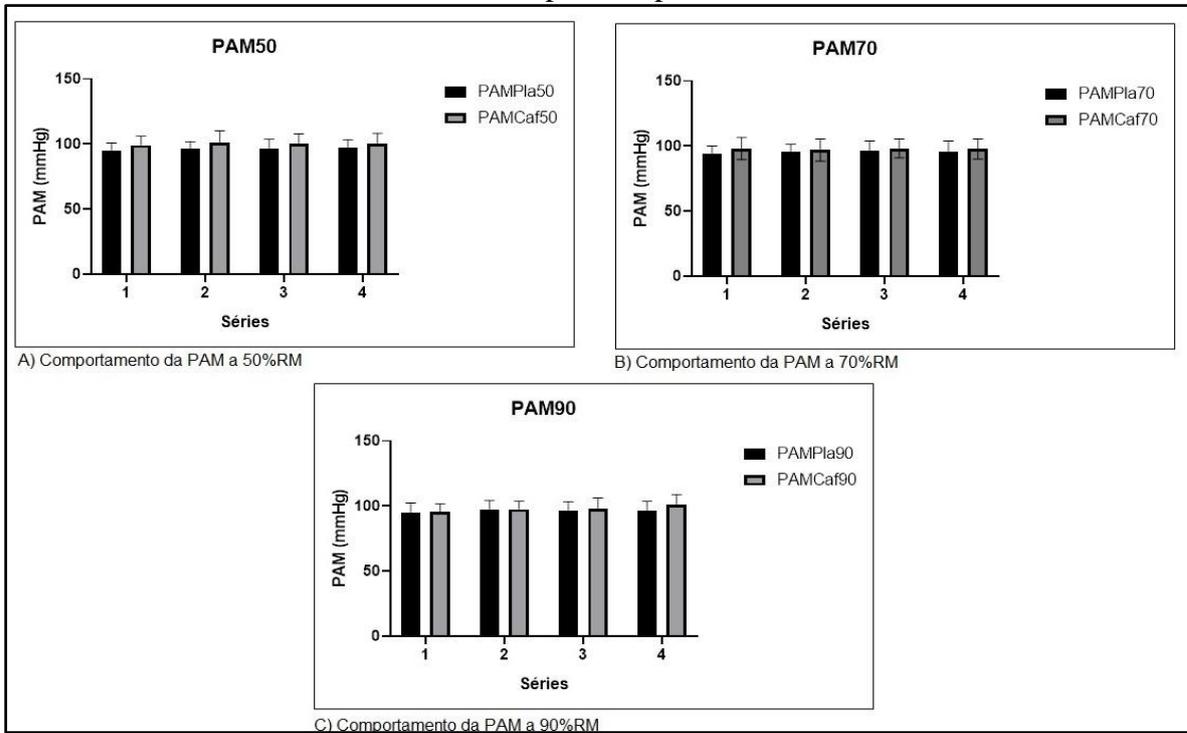
Legenda: PAM - pressão arterial média e (mmhg) - milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

Na magnitude dos valores da PAS no momento 60 minutos após a ingestão das cápsulas não foi observado diferenças significativas ($p < 0,05$) em nenhuma das comparações efetuadas (FIGURA 9), entretanto verificou-se uma elevação tanto após ingestão de CAF quanto PLA a 50% e 90% de 1RM, e apenas no momento PLA a 70% que houve uma redução desses valores ($-0,55 \pm 5,83$ mmhg), onde inclusive foi relatada a maior diferença percentual desta magnitude perante a suplementação (114,1%) uma vez que nessa intensidade os valores para CAF foi de $3,89 \pm 7,82$ mmhg (FIGURA 15A). A menor diferença percentual na magnitude da PAS nesse

momento foi a 50% da carga máxima, manifestando ser superior em 42,93% quando se utilizou a CAF em comparação ao PLA ($2,22\pm 5,07\text{mmHg}$) (FIGURA 13A).

Figura 14 - Representação gráfica da comparação dos valores da PAM entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: PAM – pressão arterial média, CAF – cafeína, PLA – placebo, RM – repetições máximas e (mmHg) – milímetros de mercúrio.

Fonte: Do autor (2023).

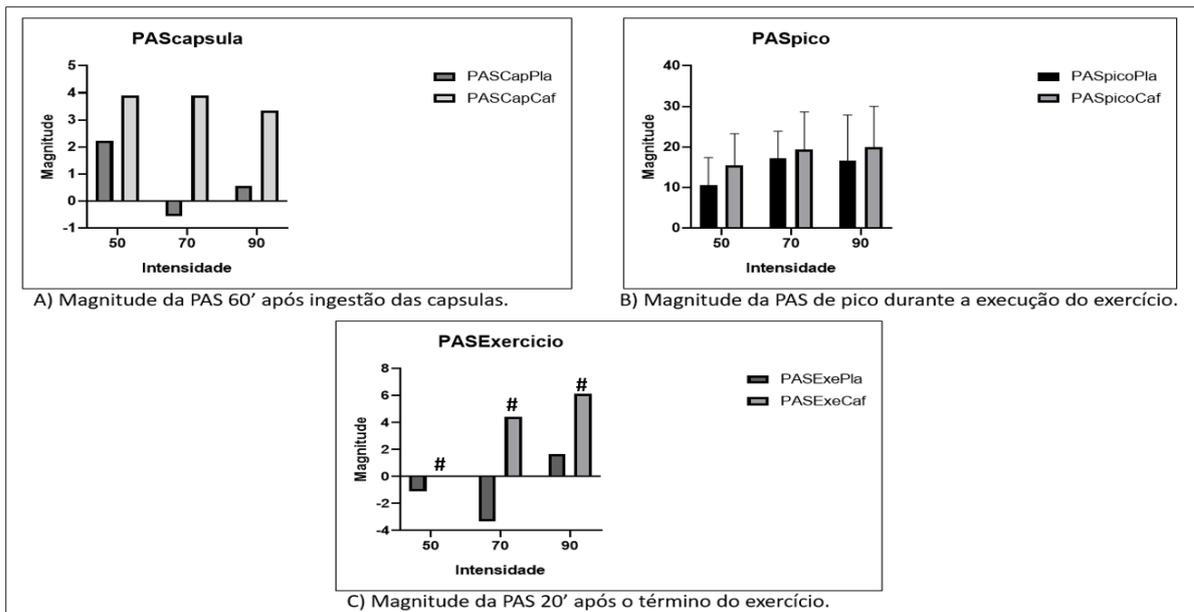
Nenhuma diferença significativa foi observada sob esforço na magnitude do pico dos valores da PAS (FIGURA 9), mas esses mesmo valores apresentaram elevação em todos os dias de teste, com valores PLA de $10,6\pm 6,82\text{mmHg}$, $17,2\pm 6,67\text{mmHg}$ e $16,7\pm 11,2\text{mmHg}$ nas intensidades 50%, 70% e 90% de 1RM e CAF $15,6\pm 7,8\text{mmHg}$, $19,4\pm 9,17\text{mmHg}$ e $20,0\pm 10,0\text{mmHg}$ para as intensidades 50%, 70% e 90% de 1RM demonstrando uma favorecimento a maiores elevações para suplementação de CAF, com uma maior diferença de magnitude percentual na intensidade de 50% (32,05%) e menor na de 70% (11,34%) (FIGURA 15B).

A figura 15C apresenta a magnitude da alteração dos valores 20 minutos pós exercício da PAS, verificando valores mais elevados para CAF de uma forma geral (FIGURA 9 – condição 1) com diferença significativa ($p=0,031$) em comparação ao PLA, ausentando-se de diferenças nas outras comparações.

Ainda para PAS, verifica-se que diante da utilização CAF não houve redução dos valores após o exercício, exceto a 50% de 1RM em que o valor da magnitude foi de $0,00\pm 8,29\text{mmHg}$. Já no momento placebo existiu uma redução dos valores da PAS nas

magnitudes de $-1,11 \pm 8,29$ mmHg a 50% e de $-3,33 \pm 9,50$ a 70% de 1RM, porém na intensidade de 90% houve elevação dos valores no pós exercício independente do tipo de suplementação, com magnitude de $6,11 \pm 8,58$ mmHg e $1,67 \pm 6,61$ mmHg para CAF e PLA. A maior diferença de magnitude da suplementação dentro das intensidades foi de 175% a 70% de 1RM e a menor a 50% de 1RM representando 100% do valor máximo comparado (FIGURA 15C).

Figura 15 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAS entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.



Legenda: PAS – pressão arterial sistólica, PLA – placebo, CAF – cafeína, CAP – cápsulas, pico – valor máximo da FC avaliado, 60' – sessenta minutos, 20' – vinte minutos, exe – momento pós exercício e # - diferença significativa entre CAF e PLA na soma geral dos valores de ambos.

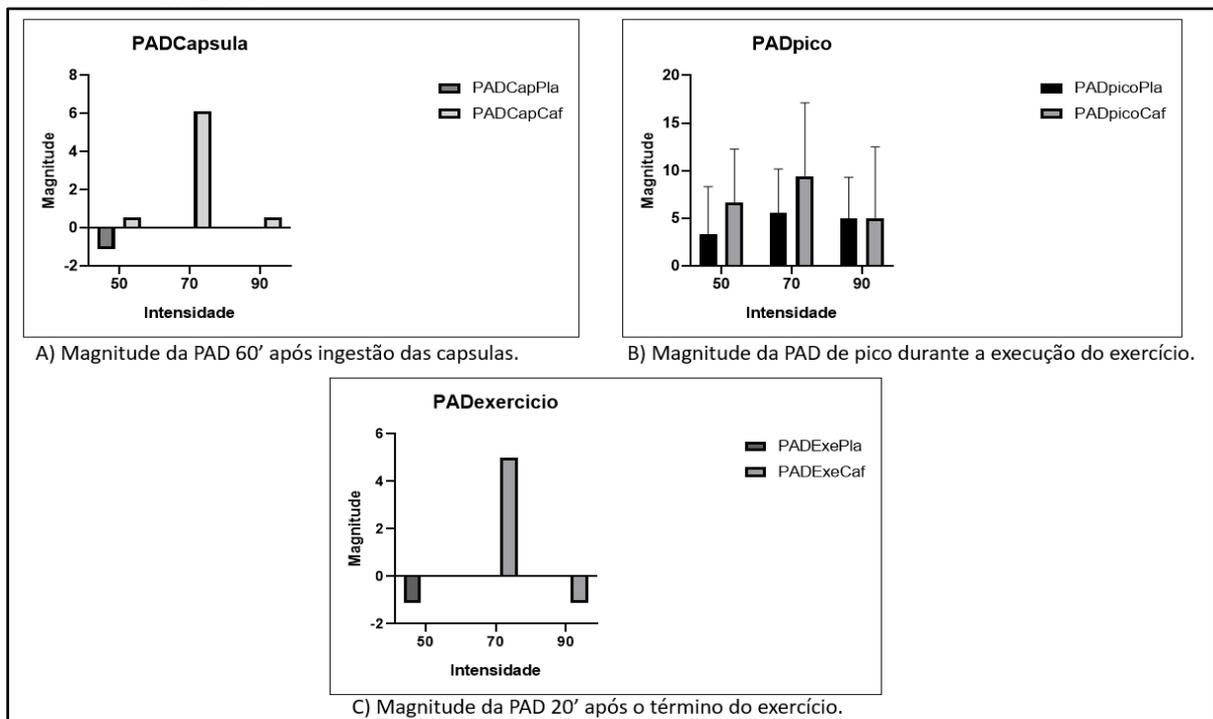
Fonte: Do autor (2023).

Na análise da magnitude das alterações dos valores da PAD, ao se comparar PLA e CAF em cada intensidade verificou-se a ausência de diferenças significativas ($p > 0,05$) para todas as intensidades em todos os três momentos nas comparações realizadas no estudo (FIGURA 16).

Sessenta minutos após a ingestão das cápsulas observou-se valores absolutos mais elevados nos valores da PAD apenas quando se utilizou CAF com magnitude de $0,55 \pm 4,64$ mmHg a 50%, $6,11 \pm 8,21$ mmHg a 70% e $0,55 \pm 6,82$ mmHg a 90% de 1RM, contudo nos momentos PLA, observou-se um decréscimo da magnitude a 50% de 1RM ($-1,11 \pm 7,82$ mmHg) e para 70% ($0,00 \pm 7,91$ mmHg) e 90% ($0,00 \pm 2,50$ mmHg) não foi identificada diferença no cálculo das medidas da PAD a ponto de resultar valor de magnitude. Diante desses valores percebemos que a maior diferença de magnitude percentual entre o tipo de suplementação por intensidade vista foi a 70% de 1RM e a menor a 90% com as duas a favor da CAF (FIGURA 16A).

Conforme demonstrado na figura 16B percebemos que durante o exercício a PAD elevou-se em todas as intensidades em ambos tipo de suplementação, que por sua vez ao serem comparados por meio da magnitude dos valores de pico dentro de cada intensidade, encontrou-se uma predominância de elevação sob uso de CAF, com diferenças percentuais na magnitude apresentando-se ser de 50% a 50% de 1RM e de 41% a 70% verificada como a maior diferença, visto que a 90% de 1RM não houve alteração na magnitude entre PLA e CAF. Para PLA o cálculo da magnitude teve como resultado $3,33 \pm 5,0$ mmhg, $5,56 \pm 4,64$ mmhg e $5,5 \pm 4,33$ mmhg, já para CAF de $6,67 \pm 5,59$ mmhg, $9,44 \pm 7,68$ mmhg e $5,00 \pm 7,50$ mmhg a 50%, 70% e 90% de 1RM respectivamente.

Figura 16 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAD entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.



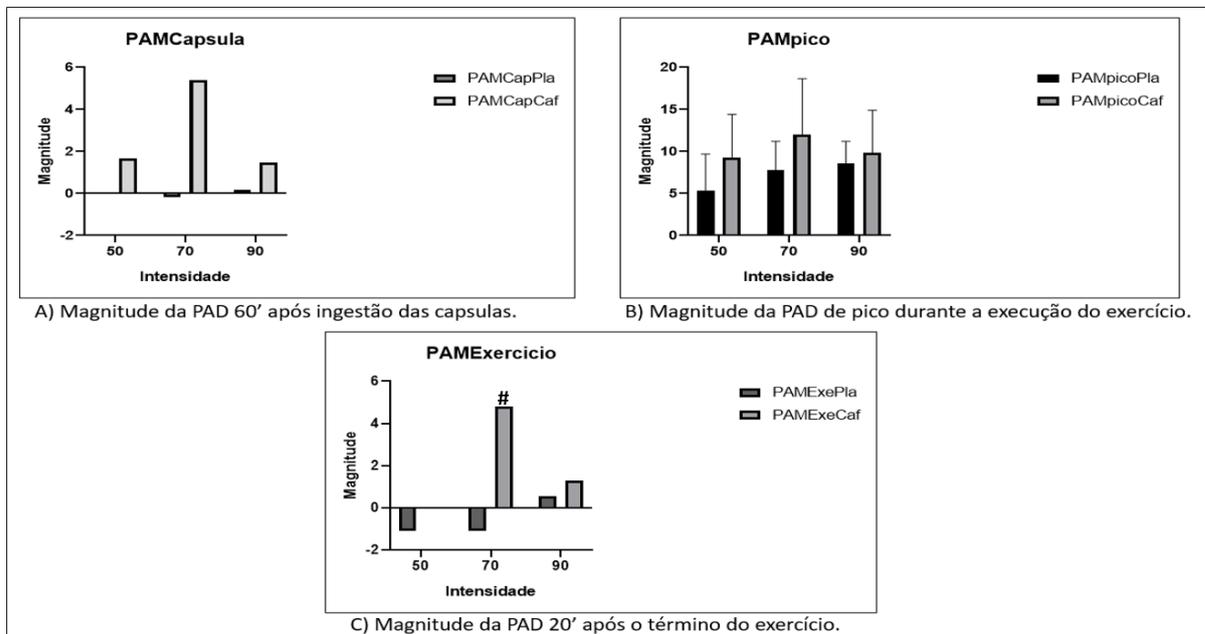
Legenda: PAD – pressão arterial diastólica, PLA – placebo, CAF – cafeína, CAP – cápsulas, pico – valor máximo da FC avaliado, 60' – sessenta minutos, 20' – vinte minutos, exe – momento pós exercício.

Fonte: Do autor (2023).

No pós exercício houve um decréscimo dos valores médios da PAD nas intensidades de 50% e 90% de 1RM, no entanto para a primeira utilizando-se PLA e na segunda de CAF, além disso os valor da magnitude da PAD em ambas circunstâncias manifestaram-se igualmente com valores de $-1,11 \pm 6,97$ mmhg a 50% e $-1,11 \pm 9,28$ mmhg a 90%. O único instante que houve aumento dos valores absolutos da PAD pós exercício a magnitude foi de $5,00 \pm 5,59$ mmhg a 70% com uso de CAF, ademais os outros momentos não houve magnitude, com valores desse cálculo igual a zero (FIGURA 16C).

A PAM no momento pós ingestão das cápsulas não apontou diferenças significativa ($p < 0,05$) ao comparar a magnitude de seus valores entre PLA e CAF em todas as comparações realizadas (FIGURA 9), mas demonstrou uma elevação dos de seus valores médios brutos em todos as intensidades quando foi utilizado a CAF com uma magnitude de $1,67 \pm 4,93$ mmhg, $5,37 \pm 6,55$ mmhg e $1,48 \pm 4,37$ mmhg a 50%, 70% e 90% de 1RM. Quando se utilizou PLA os cálculos das magnitudes foram bem próximos de zero com $-0,37 \pm 6,17$ mmhg a 50%, $-0,18 \pm 6,09$ mmhg a 70% e $0,18 \pm 1,55$ mmhg a 90% de 1RM. A maior diferença percentual de magnitude foi de 103% a 70% de 1RM, onde também foi observada o maior valor de magnitude da PAM neste momento, a menor diferença foi a 90% representando 87% (FIGURA 17A).

Figura 17 - Representação gráfica da magnitude da alteração dos valores da PAM entre PLA e CAF 60' após ingestão das cápsulas, do pico sob esforço e 20' após o término do exercício.



Legenda: PAM – pressão arterial média, PLA – placebo, CAF – cafeína, CAP – cápsulas, pico – valor máximo da FC avaliado, 60' – sessenta minutos, 20' – vinte minutos, exe – momento pós exercício, e # - diferença significativa entre CAF e PLA a 70% de 1RM.

Fonte: Do autor (2023).

A magnitude da PAM de pico sob esforço também não apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) nas comparações efetuadas, apesar disso, os valores mostraram-se levemente elevados em todos os dias de teste que por sua vez demonstrou uma superioridade numérica em todas intensidades para CAF em relação ao PLA. A maior diferença percentual de magnitude entre a suplementação foi a 70% e a menor a 90% de 1RM representando 35% e 13,1% do valor máximo verificado. A magnitude da diferença desses valores no PLA foi de $5,37 \pm 4,31$ mmhg, $7,38 \pm 3,44$ mmhg e $8,52 \pm 2,69$ mmhg em 50%, 70% e 90% de 1RM, já para CAF foi de $9,26 \pm 5,15$ mmhg, $12,06 \pm 6,60$ mmhg e $9,81 \pm 5,10$ mmhg (FIGURA 17B).

No pós exercício, diferentemente das outras análises da magnitude entre PLA e CAF dentro de cada intensidade, houve diferença significativa na PAM a 70% de 1RM com valor de $p=0,036$ (FIGURA 9 – condição 2), nas demais comparações os valores de p foi maior que 0,05 (FIGURA 17C). Quando se utilizou PLA tanto a 50% quanto a 70% verificou-se um decréscimo semelhante dos valores, com magnitude de $-1,11\pm 4,96\text{mmhg}$ e $-1,11\pm 5,27\text{mmhg}$, entretanto a 90% houve um aumento, com magnitude de $0,55\pm 5,57\text{mmhg}$. No uso da CAF observou-se uma elevação dos valores a 70% ($4,82\pm 5,68\text{mmhg}$) e 90% ($1,30\pm 7,98\text{mmhg}$) com ausência de magnitude da diferença dos valores da PAM a 50% ($0,00\pm 1,86\text{mmhg}$). A maior diferença percentual de magnitude foi a 70% e a menor a 90% de 1RM representando 123% e 57,69% do valor maior observado na comparação (FIGURA 17C).

4.3.3 Duplo Produto

Dependente dos valores da FC e PAS os valores médios do cálculo do DP listados na tabela 8, apresentaram diferenças significativa ($p=0,04$) quando comparado PLA x CAF geral independente da intensidade e das séries, com maiores valores para uso de CAF (FIGURA 8, condição – 1). Nas demais comparações realizadas (FIGURA 8) não houve diferenças significativas ($p>0,05$).

Tabela 8 - Valores médios do DP entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	DP50 (mmhg x bpm)	DP70 (mmhg x bpm)	DP90 (mmhg x bpm)
Placebo	1	12094,4 ± 1062,8	13065,5 ± 2387,5	13111,6 ± 2138,7
	2	12989,4 ± 1002,6	13593,3 ± 1909,3	13557,2 ± 2785,7
	3	13476,6 ± 1272,6	14203,3 ± 1658,8	14295,0 ± 2218,8
	4	13734,4 ± 800,6	14863,8 ± 2035,3	14670,0 ± 2595,7
Caféina*	1	13985,5 ± 2469,4	15190,0 ± 2807,4	14105,0 ± 3120,1
	2	13722,7 ± 2512,4	13904,4 ± 1807,2	14820,0 ± 2301,2
	3	14492,2 ± 2864,8	15909,4 ± 3041,0	15210,0 ± 2271,3
	4	15579,4 ± 2598,0	15343,3 ± 2917,0	15812,7 ± 2735,9

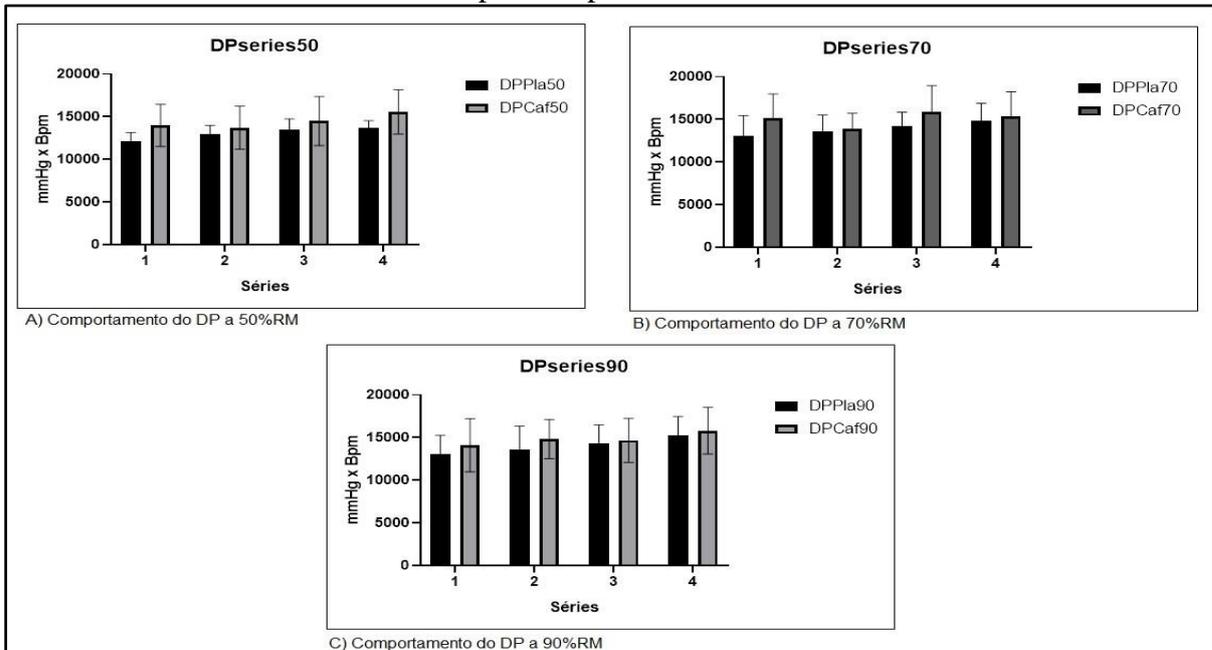
Legenda: DP - duplo produto, (mmhg x bpm) - milímetros de mercúrio por batidas por minuto e * - diferença significativa na soma geral dos valores entre PLA e CAF desconsiderando séries e intensidades.

Fonte: Do autor (2023).

Analisando a figura 18 podemos averiguar na comparação gráfica que os valores do DP durante as aferições nos testes foram discretamente maiores quando suplementamos os participantes com CAF comparados ao PLA em todas as intensidades. Observamos que a

diferença percentual nos valores médios dessas comparações não foi maior que 14% que aconteceu no final da 1ª série a 70% de 1RM, entretanto nessa mesma intensidade o maior registro médio do DP foi observado ao final da 3ª série sob o efeito da CAF atingindo $15909,4 \pm 3041,0$ mmHg/bpm.

Figura 18 - Representação gráfica da comparação dos valores do DP entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: DP – duplo produto, CAF – cafeína, PLA – placebo, RM – repetições máximas e (mmhg x bpm) – milímetros de mercúrio por batidas por minuto.

Fonte: Do autor (2023).

4.4 Desempenho Físico

O resultado das análises neuromusculares realizado em nosso estudo está apresentado isolados por variável, dessa forma agrupamos separadamente em valores do número de repetições, TST e VTT por série e no exercício, PSE e IF. Os cálculos em porcentagem realizados para comparar diferença entre valores em uma determinada condição, foram feitos com base no maior valor observado dentro da mesma conforme já explicado.

As comparações estatísticas realizadas nas avaliações de desempenho levam em conta também o pressuposto central do estudo de acordo com seu desfecho principal, que considera dois grupos quanto a suplementação de CAF em três momentos distintos de testes estabelecidos pela intensidade, fazendo que procedimento estatístico mais adequado siga as mesmas diretrizes das análises hemodinâmicas. Uma vez que para as repostas cardiovasculares é possível apurar comparações secundárias que desconsidera a suplementação como pressuposto, defrontando os demais fatores, para o desempenho esse quadro é totalmente desconsiderado em função das repostas fisiológicas resultantes do princípio do treinamento da interdependência de volume e

intensidade e também da fadiga adquirida no decorrer da execução das séries da 1^a até a 4^a, gerando portanto um comportamento esperado ao se defrontar o número de repetições, o TST, e VTT entre séries e intensidades de forma isolada, onde quanto maior a intensidade menor o número de repetições e quanto mais próximo a série do final do exercício menor o número de repetições realizadas. Por consequência, as comparações importantes deste estudo foram:

- a) PLA x CAF de uma forma geral sem distinguir intensidades e séries;
- b) PLA x CAF dentro de cada intensidade sem distinguir séries;
- c) PLA x CAF isolados por séries sem distinguir intensidade e;
- d) PLA x CAF dentro de cada intensidade separado por série.

Vide fluxograma da Figura 8 sobre a análise estatística das repostas hemodinâmicas, que apresenta uma estrutura semelhante da explicação para as comparações descritas das variáveis de desempenho.

O VTT e o TST do exercício, juntamente ao IF foram agrupados no contexto do estudo de forma didática pelo fato de todas eles serem calculadas de acordo com a execução das 4 séries do exercício, ou seja, a realização completa do mesmo. Perante essa circunstância, para a condição em que a intensidade foi um fator influente dentro da comparação entre PLA e CAF (ideia central do trabalho) utilizamos um teste anova de medidas repetidas (condição 1), no entanto quando a intensidade foi tratada de forma isolada no confronto dos dados (condição 2) utilizamos um teste pareado para análise estatísticas, dessa forma segue a organização dessa das comparações:

- a) CAF x PLA de uma forma geral, isolando cada momento sem distinguir intensidades e;
- b) CAF x PLA separados por intensidades isolando cada momento.

Vide fluxograma da Figura 9 (condição 1 e 2) sobre a análise estatística das repostas hemodinâmicas, que apresenta uma estrutura semelhante da explicação para as comparações descritas das variáveis analisadas pela execução completa do exercício.

4.4.1 Número de repetições

O número de repetições realizado por série está apresentado na tabela 9 contendo média e desvio padrão, ausentando-se de diferenças significativas ($p > 0,05$) em todas as comparações realizadas no estudo (FIGURA 8).

A figura 19 nos mostra a comparação gráfica do desempenho em número de repetições entre CAF e PLA em cada série separados por intensidade, exceto na intensidade de 70% na 3^a série onde média do número de repetições foi maior em 6,19% para a suplementação com PLA ($5,33 \pm 1,12$) e na 4^a série onde não houve diferença nos valores médios, todas as demais condições houve uma discreta superioridade para uso de CAF em relação ao PLA. A maior

diferença percentual entre PLA e CAF a 90% de 1RM foi na 1ª série com 13% elevação, em 70% foi maior na 3ª série 6,19% e em 50% na 2ª série revelando ser 8,09% do valor máximo comparado. De uma forma geral percebemos maiores diferença percentuais a 90% da carga máxima.

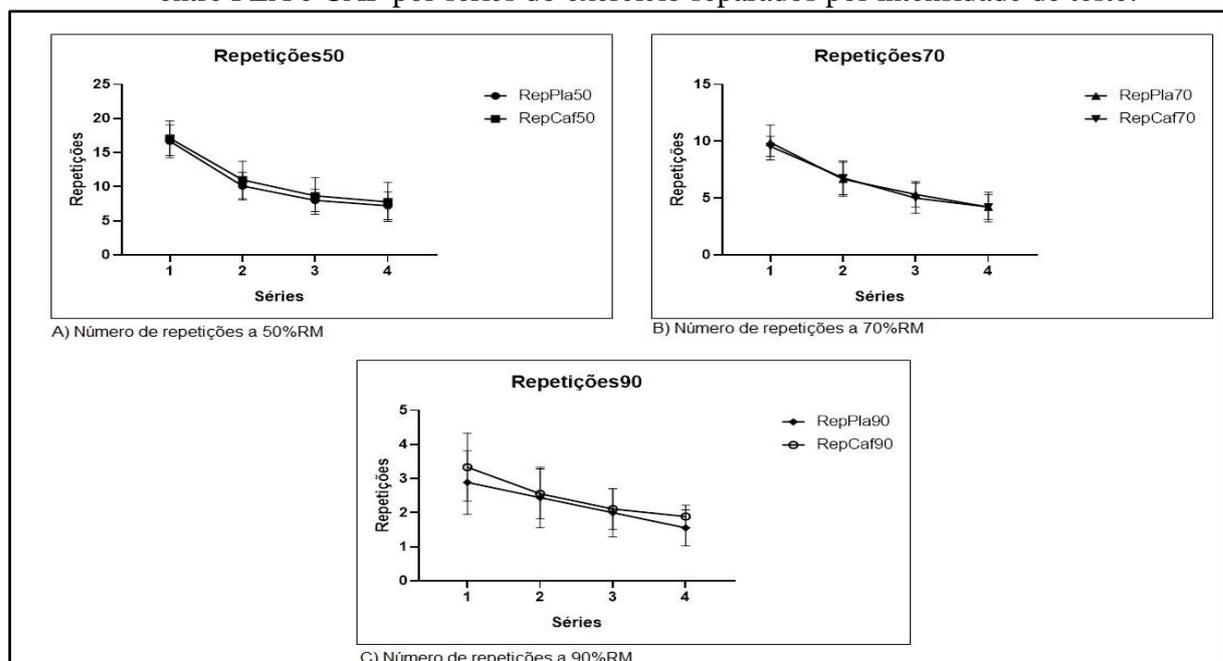
Tabela 9 - Valores médios do número de repetições realizados entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	REPETIÇÕES		
		50	70	90
Placebo	1	16,67 ± 2,40	9,89 ± 1,54	2,89 ± 0,93
	2	10,11 ± 2,03	6,67 ± 1,50	2,44 ± 0,88
	3	8,0 ± 1,66	5,33 ± 1,12	2,00 ± 0,71
	4	7,22 ± 2,05	4,22 ± 1,09	1,56 ± 0,53
Cafeína	1	17,11 ± 2,52	9,56 ± 0,88	3,33 ± 1,00
	2	11,00 ± 2,74	6,78 ± 1,48	2,56 ± 0,73
	3	8,67 ± 2,69	5,00 ± 1,32	2,11 ± 0,60
	4	7,78 ± 2,86	4,22 ± 1,30	1,89 ± 0,33

Legenda: 50 – 50% de 1RM, 70 – 70% de 1RM, 90 – 90% de 1RM.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 19 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do número de repetições entre PLA e CAF por séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: Rep – número de repetições, CAF – cafeína, PLA – placebo e RM – repetições máximas.

Fonte: Do autor (2023).

4.4.2 Tempo sob tensão

A tabela 10 exhibe os dados de média e desvio padrão do TST de cada série por intensidade e tipo de suplementação, e ao fazer as comparações descritas para as variáveis desempenho não foi diagnosticado diferenças significativas em nenhuma delas ($p>0,05$).

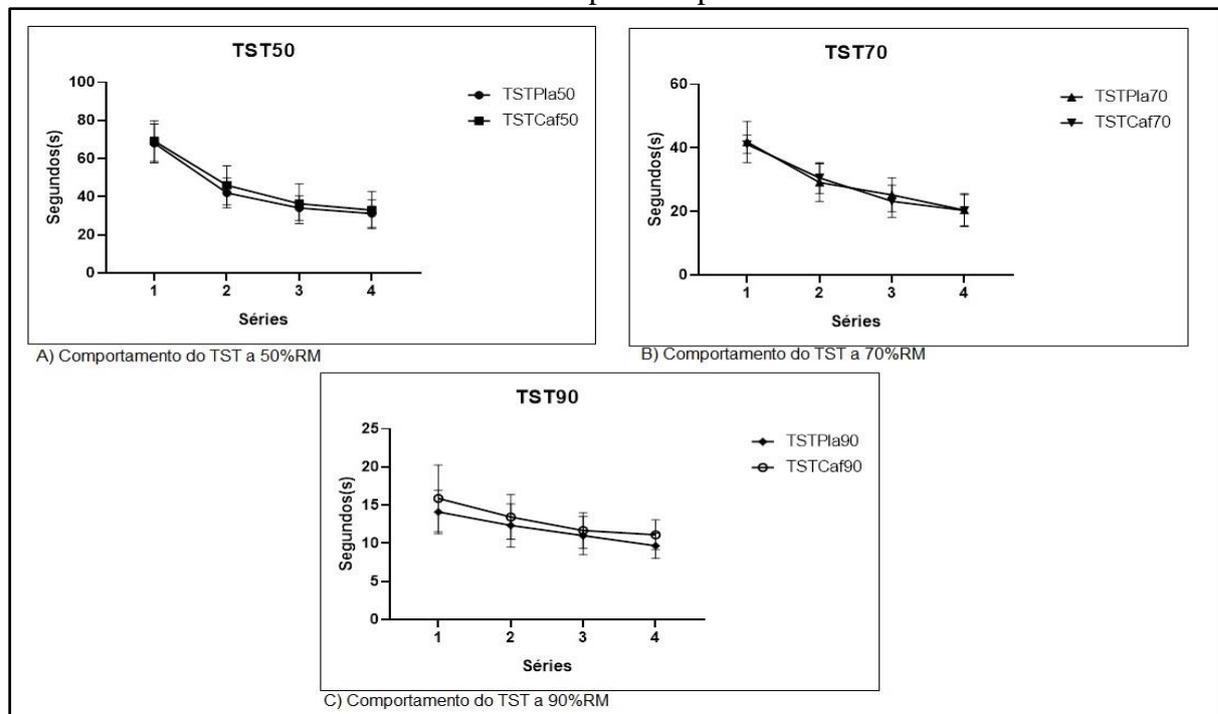
Tabela 10 - Valores médios do TST entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	TST 50 (s)	TST 70 (s)	TST 90 (s)
Placebo	1	68,0 ± 10,5	41,89 ± 6,45	14,11 ± 2,85
	2	42,0 ± 7,87	29,11 ± 5,93	12,33 ± 2,83
	3	34,11 ± 6,37	25,22 ± 5,33	11,0 ± 2,50
	4	31,22 ± 7,17	20,44 ± 5,22	9,67 ± 1,66
Cafeína	1	69,22 ± 10,22	41,11 ± 2,85	15,89 ± 4,37
	2	46,00 ± 2,74	30,56 ± 4,88	13,44 ± 2,92
	3	36,33 ± 10,42	23,22 ± 5,04	11,67 ± 2,35
	4	33,00 ± 9,77	20,33 ± 4,87	11,11 ± 1,96

Legenda - TST - tempo sob tensão e (s) - segundos.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 20 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do TST entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: TST – tempo sob tensão, CAF – cafeína, PLA – placebo e (s) – segundos.

Fonte: Do autor (2023).

De acordo com a figura 20, podemos averiguar a comparação gráfica entre CAF e PLA do TST separado por série em cada intensidade, que as menores alterações perante tipo de

suplementação aconteceu a 70% de 1RM, além de que nesta mesma intensidade identifica-se momentos em que a média dos valores do TST foi maior para o PLA na 3ª e 4ª série representando 7,93% e 0,53% para primeira e segunda, que por sua vez provou ser a menor diferença do TST para suplementação. Nos demais momentos foi verificado uma superioridade dos valores a favor do uso da CAF com uma maior diferença percentual para intensidade de 90% de 1RM representando 12,96% na 4ª série, 11,20% na 1ª série, 8,25% na 2ª série, e 5,74% na 3ª série, na intensidade de 70% a maior variação foi de 8,69% na segunda série.

4.4.3 Volume total de trabalho por série

Os valores do VTT por série do exercício estão apresentados na tabela 11, agrupados por tipo de suplementação, séries e intensidades, onde não diagnosticou-se diferenças significativas ($p > 0,05$) em nenhuma das comparações estatísticas efetuadas (FIGURA 8).

Ao analisar VTT das séries subdividido por intensidade notou-se que apenas na intensidade de 70% de 1RM que foi identificado a menor diferença percentual de valores médios diante do tipo de suplementação e também uma superioridade associada ao uso do PLA decorridos na 1ª, 3ª e 4ª série, com diferença de 2,52%, 6,93% e 0,23% respectivamente. Em todas as outras condições a suplementação de CAF apresentou um média de valores mais alto, com maiores diferenças percentuais na intensidade de 90% de 1RM significando 14,20% na 1ª série, 2,86% na 2ª série, 6,17% na 3ª série e 15,95% (FIGURA 19).

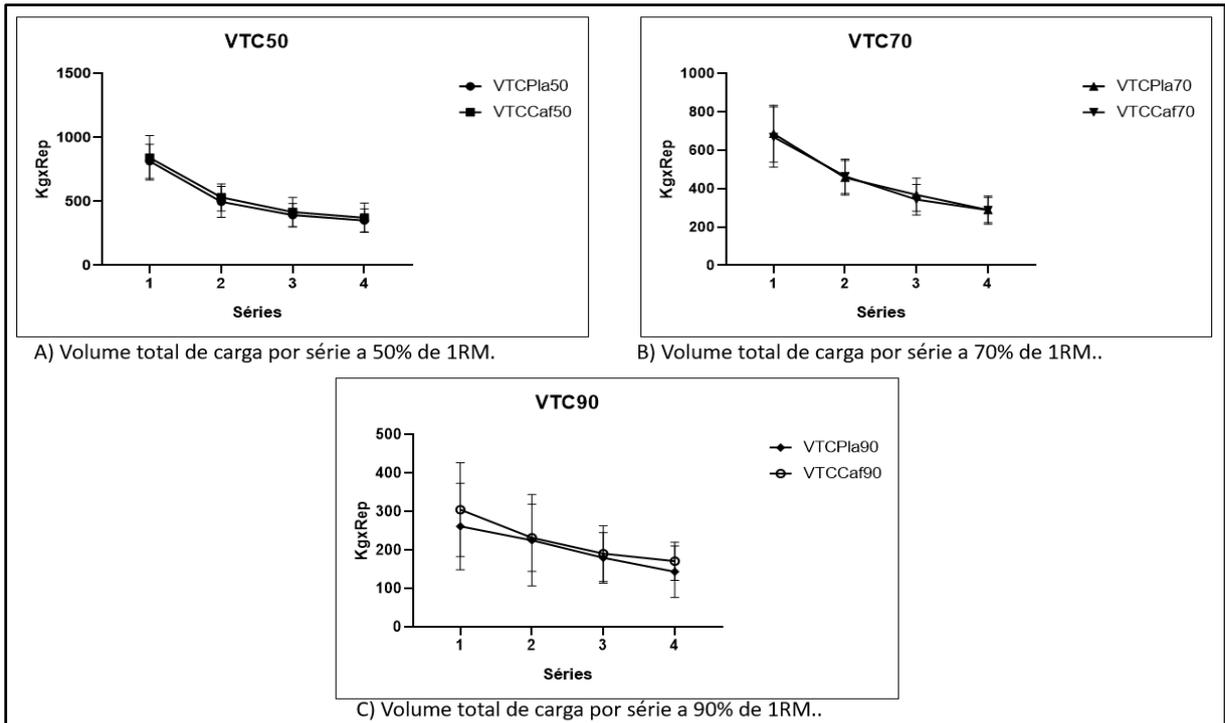
Tabela 11 - Valores médios do VTT por série do exercício entre os suplementos e as intensidades.

SUPLEMENTOS	SÉRIES	VTT 50 (Kgxrep)	VTT 70 (Kgxrep)	VTT 90 (Kgxrep)
Placebo	1	813,78 ± 133,27	686,00 ± 148,40	261,78 ± 112,27
	2	497,33 ± 121,26	456,67 ± 90,18	225,78 ± 118,75
	3	392,67 ± 91,50	368,22 ± 86,33	180,00 ± 65,47
	4	351,11 ± 90,11	288,89 ± 65,78	144,00 ± 66,96
Cafeína	1	841,33 ± 173,19	668,67 ± 156,57	305,11 ± 121,52
	2	531,33 ± 105,19	646,44 ± 89,64	232,44 ± 87,48
	3	417,33 ± 112,69	342,67 ± 79,37	191,11 ± 72,51
	4	372,00 ± 115,10	288,22 ± 73,81	171,33 ± 49,36

Legenda: VTT – volume total de trabalho, (kgxrep) – quilogramas vezes o número de repetições.

Fonte: Do autor (2023).

Figura 21 - Representação gráfica da comparação dos valores médios do VTT por série do exercício entre PLA e CAF separados por intensidade de teste.



Legenda: VTT – volume total de trabalho, Caf – cafeína, Pla – placebo e (KgXrep) – quilogramas vezes número de repetições.

Fonte: Do autor (2023).

4.4.4 Percepção Subjetiva de esforço

Diante da tabela 12, que apresenta os valores da PSE separados por suplementação, séries e intensidades, verificou-se a ausência de diferenças significativas nas análises estatísticas em todas as comparações realizadas no estudo (FIGURA 8) com valores de p maiores que 0,05.

Tabela 12 - Valores médios da PSE entre os suplementos e as intensidades em cada série de exercício.

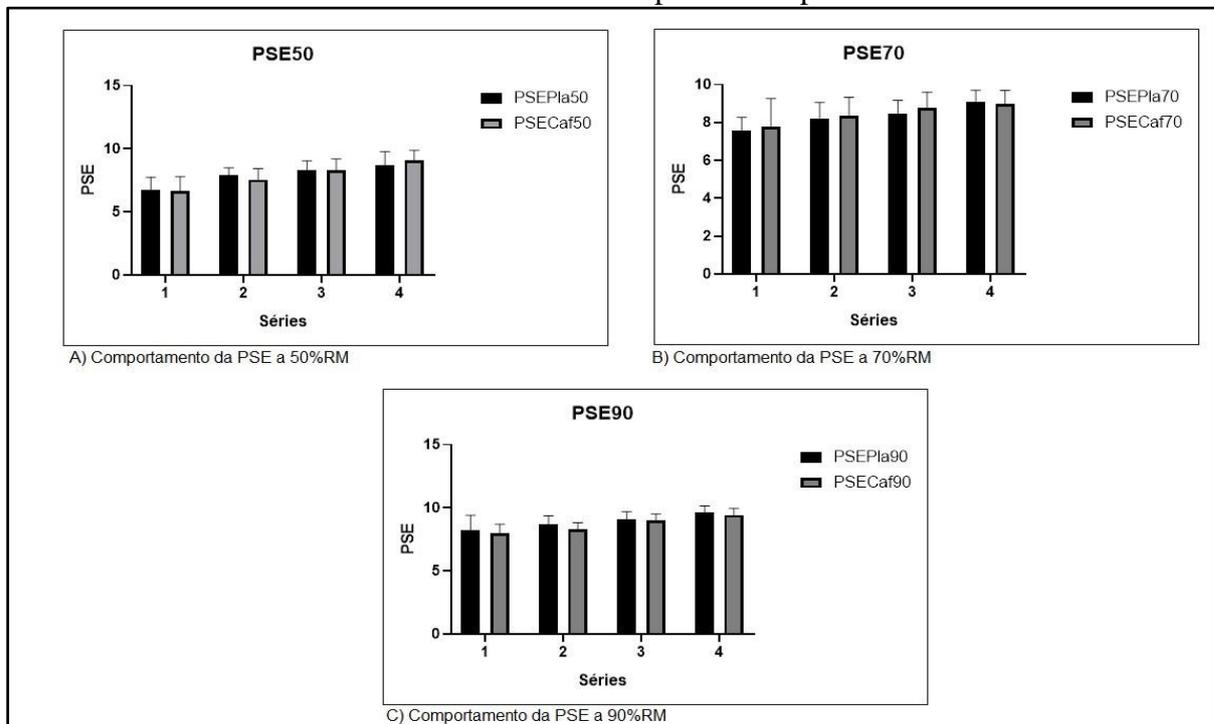
SUPLEMENTOS	SÉRIES	PSE 50	PSE 70	PSE 90
Placebo	1	6,78 ± 0,97	7,56 ± 0,73	8,20 ± 1,20
	2	7,89 ± 0,60	8,22 ± 0,83	8,67 ± 0,71
	3	8,33 ± 0,71	8,44 ± 0,73	9,11 ± 0,60
	4	8,67 ± 1,12	9,11 ± 0,60	9,67 ± 0,50
Cafeína	1	6,67 ± 1,12	7,78 ± 1,48	8,00 ± 0,71
	2	7,56 ± 0,88	8,33 ± 1,00	8,33 ± 0,50
	3	8,33 ± 0,87	8,78 ± 0,83	9,00 ± 0,50
	4	9,11 ± 0,78	9,00 ± 0,71	9,44 ± 0,53

Legenda: PSE – percepção subjetiva de esforço.

Fonte: Do autor (2023).

Na comparação gráfica da PSE entre PLA e CAF por série separado por intensidade (FIGURA 22) observou-se uma grande proximidade dos valores médios, e apenas a 90% de 1RM é que houve uma menor PSE em todas as séries quando se utilizou CAF em relação ao PLA com maior diferença percentual de 3,92% na 2ª série. A 50% de 1RM, na 4ª série foi identificado maiores valores percentuais da PSE para momento CAF (4,82%) e na 3ª não foi verificado diferença nos valores, entretanto nas 1ª e 2ª os valores da PSE foram maiores no momento PLA com alterações de 1,62% e 4,18%. Na intensidade de 70%, na 4ª série constatou-se uma maior PSE para momento PLA (1,20%), já nas demais séries a medida foi maior quando se utilizou a CAF, sendo na 3ª série a maior diferença percentual representando 3,87%.

Figura 22 - Representação gráfica da comparação dos valores médios da PSE entre PLA e CAF ao final das séries do exercício separados por intensidade de teste.



Legenda: PSE – percepção subjetiva de esforço, Pla – placebo, caf – cafeína e RM – repetições máximas.
Fonte: Do autor (2023).

4.4.5 Tempo sob tensão, volume total de trabalho e índice de fadiga do exercício

A tabela 13 descreve os valores médios do VVT, TST e IF do exercício, não apresentando nenhuma diferença significativa dentro da análise estatística realizada com valor de $p < 0,05$ em todas comparações efetuadas (FIGURA 9).

A figura 23 apresenta graficamente a relação das variáveis finais do exercício separadas por intensidade e suplementação. O VTT favoreceu o uso da CAF nas intensidades de 50% e 90% de 1RM com diferença percentual de valores médios em 4,99% e 9,88% a mais para CAF,

todavia a 70% de 1RM o momento PLA foi maior com uma alteração percentual de 1,90% em relação a CAF (FIGURA 23A).

Tabela 13 -Valores médios do VTT e TST e IF do exercício entre os suplementos e as intensidades.

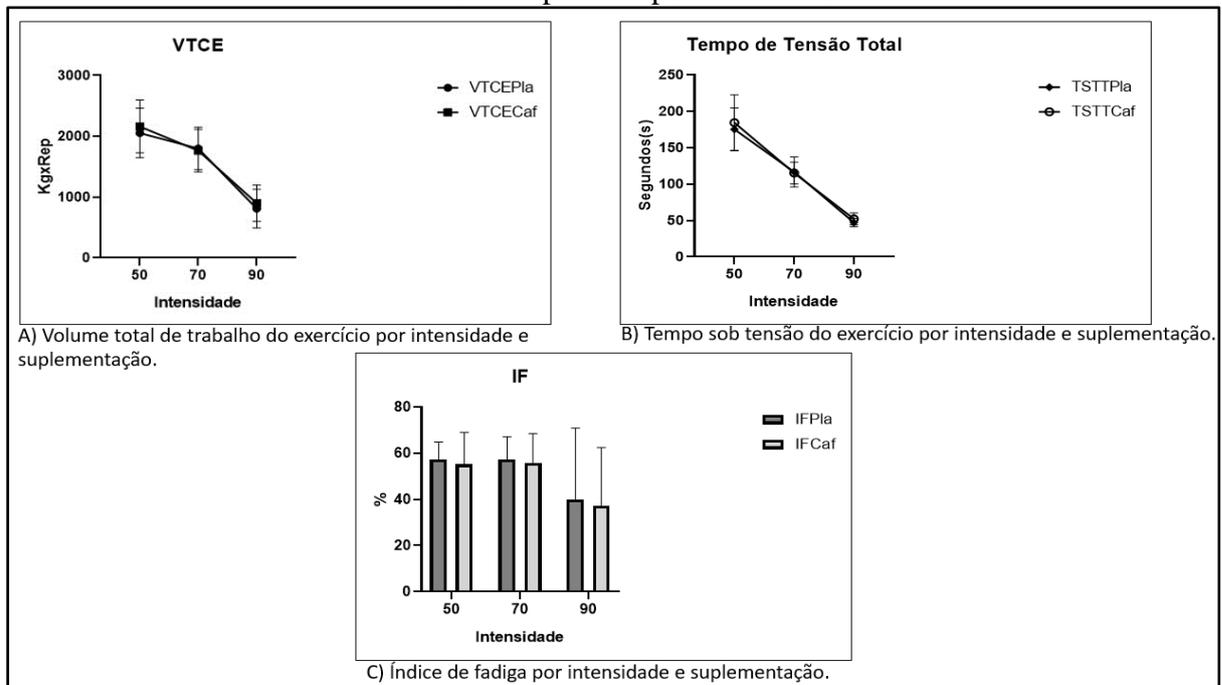
SUPLEMENTOS	INTENSIDADE (%)	VTT (Kg x rep)	IF (%)	TSTT (s)
Placebo	50	2054,89 ± 406,66	57,18 ± 7,63	175,33 ± 29,33
	70	1799,78 ± 349,62	57,17 ± 10,02	116,67 ± 20,62
	90	811,56 ± 317,97	39,81 ± 31,12	47,11 ± 5,71
Cafeína	50	2162,00 ± 433,45	55,17 ± 13,84	184,56 ± 38,00
	70	1764,00 ± 346,66	55,87 ± 12,61	115,22 ± 14,99
	90	900,00 ± 299,59	37,22 ± 25,22	52,11 ± 8,24

Legenda: VTT – volume total de trabalho, IF – índice de fadiga, TSTT – tempo total sob tensão, (%) – porcentagem, (Kg x rep) – quilogramas vezes repetições e (s) – segundos.

Fonte: Do autor (2023).

Para o IF, os valores foram maiores em todos as 3 intensidades quando foi utilizado PLA diante do tipo de suplementação, com percentual de diferença dos valores muito semelhante, indicando 3,51%, 2,27% e 6,85% a 50%, 70% e 90% de 1RM (FIGURA 23C).

Figura 23 - Representação gráfica da comparação dos valores médios VTT, TST e IF do exercício entre PLA e CAF separados por intensidade de teste.



Legenda: VTTE – volume total de trabalho no exercício, TSTT – tempo sob tensão total do exercício, IF – índice de fadiga, Pla – placebo, Caf – cafeína, (%) – porcentagem, (s) segundos e (Kg x rep) – quilogramas vezes repetições.

Fonte: Do autor (2023).

O TST do exercício foi maior para utilização do PLA exclusivamente a intensidade de 70% com diferença percentual de 1,24% para CAF, nas demais o TST apresentou valores médios maiores a favor do uso da CAF, com alterações percentuais de 5,0% a 50% de 1RM e 9,59% a 90% de 1RM (FIGURA 23 B).

Ao comparar a diferença percentual dessas variáveis entre as intensidades e o tipo de suplementação utilizado, que foram baseadas no fator de valor máximo em cada comparação específica pela intensidade, podemos observar de uma forma geral para as três, uma discreta melhora do desempenho favorecendo a CAF a 90% de 1RM e uma menor a 70% de 1RM (FIGURA 23).

5 DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou-se em analisar se a ingestão de 6mg/kg de peso corporal de CAF influenciaria o desempenho físico e as repostas cardiovasculares agudas diante de um protocolo de teste direcionado a intensidade da carga no TF dividida em alta, média e baixa, para que na sequência fosse comparado a proporção desse efeito entre as intensidades verificando se a substância poderia afetar de forma diferente o resultado dos testes realizados a cargo da manipulação dessa variável.

Através das análises estatísticas, os resultados apontaram não haver melhoras no desempenho diante de todos os protocolos de teste aplicados no estudo, entretanto por meio dos cálculos percentuais percebeu-se uma discreta diferença em algumas variáveis ao confrontar esses valores entre as intensidades, que serão discutidos na sequência.

Para as repostas hemodinâmicas, observou-se em algumas ocasiões diferenças significativas entre CAF e PLA com valores médios mais elevados para CAF, demonstrando seu efeito sob o sistema cardiovascular. Ao defrontar os valores das variáveis entre as intensidades, tanto pelos valores brutos quanto pela diferença percentual entre o tipo de suplementação, não foi percebido um comportamento padrão para os dados a ponto de observar diferenças nas repostas cardiovasculares entre as intensidades sob efeito da CAF. Mais detalhes serão tratados posteriormente neste estudo.

A organização da discussão seguiu a ordem da descrição dos resultados, começando pela caracterização da dieta dos participantes, passando pelas repostas cardiovasculares agudas e terminando com a análise do desempenho físico.

5.1 Consumo Alimentar

Diante dos valores apresentados na tabela 2, consideramos que a dieta dos participantes ($2979.55 \pm 711,30$ Kcal/dia) estão em conformidade com o padrão alimentar adequado para indivíduos que buscam otimizar os resultados obtidos com o TF. Devido nossa amostra ser

composta por indivíduos classificados como recreacionalmente ativos (MCKAY et al., 2022) ($87,9 \pm 9,8$ Kg de massa corporal) em que sessão de TF diário gira em torno de 1 hora, o valor energético ingerido por dia atende suficientemente as necessidades nutricionais visto que para o as características do treinamento realizado a demanda energética aproximam-se de valores entre 400-600 Kcal por sessão (KERKSICK et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018; MCKAY et al., 2022).

Pertinente aos macronutrientes, verificamos que os valores diários de carboidratos ($4,2 \pm 1,4$ g/Kg) e lipídeos ($0,86 \pm 0,51$ g/Kg) concordam com as recomendações diárias sugeridas pela literatura que vão de 3 a 5g/Kg/dia e 0,5 a 1,5g/Kg/dia para carboidratos e gorduras, ideal para indivíduos ativos recreacionais (KERKSICK et al., 2018). No mesmo trabalho autores continuam o posicionamento afirmando que para valores percentuais a distribuição diária calórica de carboidratos e gorduras devem preconizar valores de 45 a 55% e 25% a 35% respectivamente, fato esse que permite configurar o modelo alimentar da amostra como aceitável para incrementar os efeitos do exercício praticado pelos mesmos. De acordo com a tabela 2 em nosso estudo a porcentagem diária da dieta de carboidratos foi de 49% e lipídeos de 22%.

Diferente dos outros macronutrientes, o consumo de proteínas pertencentes a amostra do estudo apresentou um padrão elevado ($2,55 \pm 0,98$) para o nível de atividade física dos mesmos, representando 29% do consumo calórico diário total. De acordo com as recomendações tratadas na literatura para indivíduos fisicamente ativos que não buscam rendimento a ingesta por dia deve ser de 0,8 a 1,2g/Kg equivalendo de 15 a 20% das calorias totais (KERKSICK et al., 2018).

Se tratando da análise realizadas, onde verificou-se aspectos cardiovasculares e de desempenho, dentre os macronutrientes podemos sustentar que apenas o consumo de carboidratos seria capaz de promover uma interferência direta significativa na performance física por estar envolvido no ressíntese do glicogênio muscular (ALGHANNAM et al., 2016; CERMAK; VAN LOON, 2013; KERKSICK et al., 2017). Em razão das características do TF a demanda energética durante o exercício é mantida em grande parte pela via glicolítica láctica, o que dependendo da manipulação das variáveis a atuação da via pode ser ainda mais participativa (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). Uma dieta restrita em carboidratos pode contribuir para a diminuição dos estoques de glicogênio muscular e hepático, e uma vez que reduzida sua disponibilidade forma-se um ambiente favorável ao incremento da fadiga muscular (ALGHANNAM et al., 2016; ALGHANNAM; GONZALEZ; BETTS, 2018).

Em uma revisão sobre carboidratos e TF, os autores afirmam que não há dados suficientes para afirmar que a quantidades maiores de ingestão de carboidratos seja favorável ao desempenho quando comparado a uma dieta com menor quantidade, entretanto em relação ao jejum e em treinos composto por mais de 10 séries verifica-se uma superioridade para manipulação dos carboidratos dentro da dieta (HENSELMANS et al., 2022). Considerando essas informações podemos garantir que em relação a distribuição dos carboidratos dentro dieta dos participantes, não houve influência da proporção ingerida por dia capaz de produzir um efeito negativo no desempenho do mesmos durante a realização dos testes físicos, visto que os valores em g/kg/dia estão dentro dos preconizados, somados ao volume em séries do teste que foi composto apenas por 4 no exercício.

O alto consumo diário de proteínas apresentado nesta análise (TABELA 2) pode ser justificado no objetivo preconizado pelos participantes em sua prática do TF, devido ao fato de todos buscarem prioritariamente resultados estéticos voltados ao aumento da massa muscular e redução do % de gordura corporal. Dessa forma um suporte insuficiente de proteínas pode negativar o balanço nitrogenado e por consequência comprometer os resultados, afetando a recuperação muscular e promovendo um ambiente muscular catabólico oriundos de uma atenuação do processo de síntese proteica (STOKES et al., 2018). O aporte necessário de proteínas para incrementar a hipertrofia muscular e diminuição da gordura corporal, deve levar em consideração o tipo de atividade, o nível de condicionamento físico e o peso corporal do indivíduo, nesse contexto podemos observar pelos resultados obtidos na tabela 1 que a média de peso e do % de gordura corporal relacionado a % de força relativa do teste de 1RM demonstram que os valores do consumo de proteínas é aceitável para esse público (KERKSICK et al., 2018). Além disso nos últimos anos tem-se dado uma atenção especial para aumento da porcentagem diária de proteínas na dieta em associação aos outros macros, como estratégia para otimizar a redução dos processos catabólicos em detrimento do balanço energético negativo (ARAGON et al., 2017; HECTOR; PHILLIPS, 2018; JÄGER et al., 2017). Agrega-se dessa forma, mais um argumento que justifica os valores do consumo de proteínas diário em nossa amostra.

Como já apresentado anteriormente, uma vez que o consumo de carboidratos está adequado para o nível e tipo de atividade dos participantes, o consumo alto de proteínas e adequado de lipídeos não exercem interferência nas análises realizadas neste estudo.

Sobre o consumo diário de CAF dos participantes, conforme apresentado na tabela 2 a média de consumo diário foi de $53 \pm 21,58$ mg, e a relação mg/Kg foi de $0,61 \pm 0,28$, ou seja, de acordo com o recordatório alimentar de 24h podemos classificar nossa amostra como baixo

consumidores de CAF com base nas recomendações mínimas da sua utilização para efeito ergogênico (DE SALLES PAINELLI et al., 2021; GRGIC, 2022; MARTICORENA et al., 2022; TAYLOR; BREWER, 2019). Ademais, em relação a dose de CAF utilizada em nossos testes, o valor do consumo habitual dos participantes representou apenas 10% da dose manipulada, minimizando dessa forma sua influência nos resultados (CARVALHO et al., 2022a).

Observa-se na tabela 3 que para o recordatório alimentar de 12h utilizado para monitorar o consumo da substância, a quantidade de CAF ingerida por dia apresenta valores bem próximo aos verificados no recordatório alimentar de 24h da avaliação inicial, demonstrando que nossos participantes mantiveram um padrão de consumo regular durante os testes.

Entre os valores absolutos de ingesta diária verificamos um consumo mais alto na semana de testes referente a intensidade de 50%, não ultrapassando os valores de $61,38 \pm 45,18$ mg por dia e $0,71 \pm 0,55$ mg/kg que representam cerca 15% e 16% de aumento respectivamente em relação a avaliação inicial. Contudo os demais valores demonstraram estarem abaixo dos valores observados na avaliação inicial, sendo o menor deles de $37,03 \pm 35,57$ mg e $0,42 \pm 0,44$ mg/kg na intensidade de 90%. Diante de tais valores afirmamos que apesar de uma certa diferença entre os momentos ela não foi suficiente para influenciar os resultados do trabalho, na medida em que os valores diários por kg de peso corporal representam menos de 11% da dose de suplemento administrada chegando bem próximo do valor obtido na avaliação inicial.

De uma forma geral em todas as análises realizadas neste estudo para o consumo habitual de CAF podemos afirmar que os valores obtidos não foram suficientes para interferir na intervenção proposta em nosso trabalho, em razão de haver dados na literatura que sustentam que doses baixas características de um consumo habitual de CAF não afeta a reposta ergogênica da mesma quando manipulada em suplemento para auxiliar o desempenho no exercício físico. (GRGIC, 2022; GRGIC et al., 2020; MARTICORENA et al., 2022; TALLIS; GUIMARAES-FERREIRA; CLARKE, 2022).

5.2 Respostas cardiovasculares

5.2.1 Frequência cardíaca

A FC durante o esforço apresentou neste estudo valores significamente mais elevados durante o uso da CAF em relação ao placebo ao se analisar a suplementação de uma forma geral, sem considerar as especificações das intensidades e das séries, ademais quando se comparou os valores dessa variável entre a condição PLA e CAF separando-os por intensidades ou séries e também separando por intensidades simultaneamente as séries não houve diferenças

significativas entre as comparações. Tais resultados confirmam a hipótese de que a CAF quando associada ao TF contribui por aumentar a atividade cronotrópica cardíaca gerando uma elevação da resposta da FC durante o esforço (TABELA 4). Alguns achados na literatura corroboram com tais resultados identificando diferenças significativas no comportamento FC durante o esforço físico ao qual justificasse uma sobrecarga adicional durante TF, onde um trabalho encontrou elevações a favor do uso de CAF (6mg/kg) para aumento da FC quando comparado ao PLA, utilizando a cadeira extensora e o supino vertical em um protocolo de 4 séries em cada exercício com aferição da FC ao final de cada série onde neste caso os autores verificaram essa diferença ao final da primeira séries dos exercícios (HUDSON et al., 2008). Richardson e Clarke, (2016) também encontraram diferenças significativas na FC ao utilizar café e CAF associada ao TF nos exercícios agachamento e supino reto, sob esforço comparados ao PLA e ao café descafeinado.

Todavia, existe uma segunda linha de dados que vão se antemão aos descritos sobre o comportamento da FC em ambiente semelhante deste trabalho como o estudo de Goldstein et al., (2010) que não relatou diferenças significativas na FC de mulheres com doses de 6mg/kg de CAF contra PLA, aferida imediatamente após o término do exercício. Somados a esse, outro trabalho que utilizou de 4mg/kg de CAF em um teste de exercícios anaeróbios que era finalizado com execução do exercício supino reto, e também não apresentou diferenças significativas entre PLA e CAF na FC (WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009). Lopes-silva et al., (2022) utilizando 5mg/kg de CAF em um teste de resistência de força intermitente de membros superiores em atletas de combate não verificou diferenças significativas entre PLA e CAF durante a realização do protocolo testado.

Ainda sobre a FC durante o exercício, foi avaliado neste estudo a magnitude do pico da mesma, considerando o valor máximo observado da em cada dia de teste, e apesar de não encontrarmos diferenças significativas verificamos que os maiores picos da FC em cada intensidade foi manifestado em associação a ingestão de CAF nos dias de teste sendo 90% a intensidade em que houve maior diferença de magnitude entre o tipo de suplementação utilizado (FIGURA 11B). Diante deste cenário verificamos que alguns estudos apresentaram resultados semelhantes, onde foi avaliado a FC máxima durante a execução de exercícios do TF ausentando-se de diferenças significativas ao se comparar CAF e PLA (CONNAHAN; OTT; BARRY, 2017; DA SILVA et al., 2015; DUNCAN et al., 2013; DUNCAN; OXFORD, 2012; GREEN et al., 2007; LOPES-SILVA et al., 2022; MARINHO et al., 2022). Diferentemente desses resultados, para Duncan e Oxford, (2011) a CAF exerceu um aumento significativo comparado ao PLA na FC máxima, com doses de 5mg/kg de peso corporal durante a execução

do supino reto a 60% de 1RM, além disso no estudo Bunsawat et al., (2015) foi identificada diferença significativa na FC máxima durante um teste máximo realizado na esteira até a exaustão com maiores valores para o momento em que se utilizou CAF (400mg) em relação ao PLA.

Averiguamos também os valores da FC em repouso 60 minutos após a ingestão das cápsulas e 20 minutos após o término do exercício, dentro do cálculo da magnitude das mesmas em cada intensidade. Não foram encontradas diferenças significativas em ambas condições, mas foi observado que após a ingestão das cápsulas houve uma associação positiva entre CAF e aumento dos bpm juntamente com as maiores magnitudes de decréscimo dos batimentos relacionadas ao PLA (FIGURA 11A). Frente a essas respostas da FC, podemos identificar que a CAF por si foi um fator capaz de modificar discretamente o funcionamento do coração sem a associação da sobrecarga do exercício. Existe na literatura dados que comprovam a inexistência de diferença significativa no valor da FC após ingestão de capsulas de CAF em repouso para PLA, com doses de 6mg/kg (ASTORINO et al., 2013; GOLDSTEIN et al., 2010; PHAN; SHAH, 2014; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009) No entanto dois estudos confirmam que 6mg/kg de CAF foi suficiente para elevar os batimentos cardíacos de forma significativa em relação ao PLA em repouso (ASTORINO et al., 2007; ASTORINO; ROHMANN; FIRTH, 2007).

Existiu no pós exercício uma elevação da FC em relação ao repouso em todas as intensidades independente da suplementação ou não, confirmada nos valores positivos da magnitude, além disso destacamos que a CAF não foi uma fator relevante para essas repostas, uma vez que foi observado valores mais elevados para o PLA em todas as intensidades. Diferentemente dos valores de pico, no pós exercício a FC teve maiores diferenças percentuais na comparação CAF x PLA a 70% de 1RM, demonstrando que os valores de pico não teve relação direta com o aumento dos batimentos 20 minutos pós exercício (FIGURA 11C). Alguns achados que avaliaram a FC pós exercício, em diversos protocolos de teste, e não diagnosticaram diferenças significativas entre PLA e CAF, demonstrando não existir uma interação dessa substância neste momento para elevar os batimentos cardíacos a valores adicionais do que os promovidos de forma residual as respostas homeostáticas oriundas do esforço físico no TF (ASTORINO et al., 2013; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009).

5.2.2 Pressão Arterial

A PA foi aferida em nosso estudo nos mesmos momentos das medidas da FC durante o exercício, onde não foi encontrada diferenças significativas nos valores médios ao se comparar PLA e CAF de forma geral, separado por intensidade e série e isolados por intensidade

simultaneamente as séries (TABELA 5). O comportamento da PAS e PAD sob o esforço nos testes, demonstraram uma pequena diferença entre valores médios de PLA e CAF dentro das intensidades verificando uma superioridade discreta em razão do uso da CAF. Tanto a PAS quanto a PAD independente do tipo de suplementação e intensidade e séries mantiveram um padrão nos valores médios entre todas as aferições efetuadas com diferença máxima observada de 12mmhg para primeira e 8mmhg para segunda (FIGURA 12 e 13). Ainda durante o exercício ao avaliar a magnitude da PA de pico, tanto a sistólica quanto a diastólica confirmaram o predomínio da ação da CAF em resultar em valores percentuais mais elevados quando comparado aos testes em que mesma não foi utilizada dentro das intensidades, exceto a 90% de 1RM que não ocorreu diferença de magnitude na PAD, entretanto de acordo com desfecho do estudo não foi verificada diferença significativa da magnitude entre as intensidades na comparação entre PLA E CAF (FIGURA 15 e 16 B). Os dados referentes da PAM observados, por serem calculados dentro de uma fórmula matemática de acordo com os valores obtidos da PAS e PAD apresentaram um comportamento semelhante diante das comparações efetuadas no trabalho com ausência de significância estatística, contudo agrega também por demonstrar uma superioridade discreta de valores durante realização do exercício em virtude dos efeitos da CAF (FIGURAS 14 e 17B).

Uma vez que o esforço físico já um agente estressor ao sistema cardiovascular responsável por elevar os valores nas avaliações hemodinâmicas, compreende-se como consequência da interpretação das análises neste estudo que a CAF propicia uma leve interferência elevando valores da PA durante o exercício, sendo a PAS e PAM um pouco mais sensível a esse efeito, indicando que os mecanismos de ação da CAF no sistema cardiovascular exerce de forma limitado uma certa influência nas respostas hemodinâmicas durante o TF.

Semelhante aos resultados deste trabalho, um estudo realizado com levantadores de peso no exercício supino reto a 80% de 1RM, suplementando 9mg/kg de peso corporal não identificou diferenças significativas entre PLA e CAF perante exercício, entretanto os valores absolutos apresentaram ser maiores para CAF (MENEZES et al., 2022). Outros estudos também não demonstraram diferenças significativas durante exercício entre o tipo de suplementação na PA de acordo com intervenção submetida, com doses de CAF entre 3,0mg/kg, e 5mg/kg (CONNAHAN; OTT; BARRY, 2017; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009). Por outro lado, em dois trabalhos semelhantes do mesmo autor foi relatado aumento significativo da PAS e não para PAD e PAM após ingestão de 6mg/kg de CAF sob esforço, diante vários exercícios do TF a entre 60 e 70% de 1RM quando comparado ao PLA (ASTORINO et al., 2013; ASTORINO; ROHMANN; FIRTH, 2007). Para a mesma dose de CAF Goldstein et al., 2010

relatou resultados semelhantes com aumento apenas da PAS no exercício supino reto a 60% de 1RM. Indo de encontro a esses achados Woolf, Bidwell e Carlson, (2008) propôs um protocolo de exercícios anaeróbios compostos por leg press supino reto e um teste de wingate associados a suplementação de 5mg/kg de CAF e descobriu um aumento significativo da PAS somente no teste com CAF em relação ao PLA. Corroborando com tais afirmativas em uma revisão de literatura os autores relataram que a CAF como suplemento é capaz de exercer influência para aumentar os valores da PA durante o TF (JURIK; STASTNY, 2019).

A PAS e PAD em todas as comparações realizadas em repouso por meio do cálculo da magnitude 60 minutos pós cápsulas e 20 minutos pós exercício (FIGURA 9) demonstrou diferença significativa apenas na PAS pós exercício, quando confortou-se os dados diante da suplementação somente desconsiderando as especificações das intensidades, onde a CAF favoreceu a elevação dos valores em relação ao PLA. Esse resultado permite verificar que a CAF não só evitou a hipotensão pós exercício da PAS como elevou seus valores em relação ao repouso pré teste, sustentando sua atuação adicional no controle inotrópico pós exercício (FIGURA 15C).

Após a ingestão das cápsulas houve um pequeno aumento da PAS, PAD e PAM em todos os dias que foi administrado a CAF, ausentando-se de diferenças significativas para o PLA, além disso a magnitude desse aumento para PAS e PAM foi bem mais expressivo nas três intensidades demonstrado na figura 15A e 17A. Já de acordo com a figura 16A nota-se que a PAD não se elevou e nenhum dia de teste associados a ingestão de cápsulas de PLA. Determinados achados na literatura, não encontraram diferenças significativas na resposta da PA entre CAF e PLA em repouso após a ingestão de CAF em doses de 3mg/kg e 6mg/kg, como é o caso dos estudos de Gibbs et al., (2021), Menezes et al., (2022) e Goldstein et al., (2010), por outro lado existem dados que comprovam diferenças significativa da PA em repouso após administração de CAF em relação ao PLA, com respostas elevadas reportada especialmente na PAS (ASTORINO et al., 2007, 2013; PHAN; SHAH, 2014). Souza et al., (2014) por sua vez constatou elevações significativas na PAD e PAM após ingestão de 4mg/kg de CAF e não na PAS quando comparado ao PLA. No explorar dos dados deste estudo somado a outros na literatura, entende-se que a CAF por si tem a capacidade de afetar o sistema cardiovascular promovendo mesmo que pouca, uma elevação dos valores da PA em repouso em relação PLA, uma vez que é possível verificar essa discreta diferença nas representações gráficas. A potência dos efeitos dessa substância no organismo é influenciada por fatores genéticos individuais, e por mais que os cálculos médios não demonstraram significância o fato de haver um

comportamento diferente já o suficiente para justificar sua atuação fisiológica nos mecanismos de controle hemodinâmico.

Nos 20 minutos de repouso pós exercício foi diagnosticado uma diferença significativa apenas para PAM a 70% de 1RM quando confrontado a magnitude da alteração dos valores do PLA com a CAF, com superioridade dos dados para CAF, ademais para PAS, PAD e PAM não houve diferenças significativas no restante das comparações efetuadas (FIGURA 9). Independente dessas informações, verificou-se que PAS e PAM não abaixaram em nenhum instante pós exercício quando esteve sob ação da CAF, já PAD não elevou-se em nenhuma condição quando se utilizou PLA, portanto em uma análise geral da magnitude da PA nesse momento pode-se inferir que as maiores valores desse cálculo foi induzido pelo uso de CAF, e os menores pela sua ausência. Consentido nas informações anteriores é possível atestar que a CAF cumpre uma importante influência na atenuação da hipotensão pós exercício provocada pelo mesmo. Um estudo que avaliou os efeitos hemodinâmicos de 6mg/kg de CAF em levantadores de peso, em que avaliou a PA de forma ambulatorial no pós exercício concluiu que apesar de não observar diferença significativa entre PLA e CAF não foi verificado o efeito hipotensor do exercício, com valores maiores para CAF diante do tipo de suplementação (MENEZES et al., 2022). Contrariamente há estudos que identificaram diferenças significativa nos valores da PA pós exercícios de força demonstrando valores mais elevados da PAS para suplementação de CAF em relação ao PLA (ASTORINO et al., 2011; GIBBS et al., 2021). Ainda nesse contexto de comparação, Bunsawat et al., (2015) encontrou elevações significativas da PAD e PAM e não para PAS após ingestão de 400mg de CAF em um teste na esteira até a exaustão. Avaliando a redução da PA na recuperação ativa e passiva após o exercício, um estudo concluiu que diante da suplementação de CAF (3,3mg/kg) aumentou-se o tempo de recuperação em relação ao PLA, não afetando a FC máxima durante o exercício (CONNAHAN; OTT; BARRY, 2017).

A revisão dos achados da literatura descritos anteriormente, juntamente aos dados do presente estudo e mais dois artigos de revisão somam por sustentar a suposição do papel da CAF na atenuação ou inibição da hipotensão pós exercício, e mesmo que em muitos casos ausentou-se as diferenças significativas é preciso atentar-se para utilização da suplementação de CAF no TF quando esse efeito fisiológicos for relevante na prescrição do exercício, principalmente se o praticante apresentar alguma doença relaciona a PA (GRGIC et al., 2019; JURIK; STASTNY, 2019)

5.2.3 Duplo produto

O DP verificado ao final das 4 séries revelou diferenças significativas ao se comparar PLA e CAF apenas quando confrontou-se os dados entre PLA e CAF de uma forma geral sem considerar séries e ou intensidades, nas demais comparações realizadas considerando a suplementação como pressuposto (FIGURA 8) não foi observado diferenças (TABELA 8), contudo os dados comportaram-se de uma forma geral apresentando uma discreta elevação nos valores dessa variável em todos os momentos de avaliação associados a utilização da CAF (FIGURA 18). Os dados obtidos pela análise do DP permitem sustentar a hipótese de que a sobrecarga cardíaca durante o exercício foi maior sob o efeito da CAF, confirmando sua interferência no sistema cardiovascular durante o esforço no TF. Corroborando esses dados um estudo realizado a 60% de 1RM no leg press e supino reto, com uso de 6mg/kg de CAF, constatou diferenças significativas com maiores valores do DP para CAF quando comparada ao PLA (ASTORINO et al., 2007). Por outro lado Menezes et al., (2022), ao avaliar o DP durante o exercício supino reto após administração de 9mg/kg de CAF, não observou diferenças significativas em relação ao PLA, entretanto pode-se verificar que houve maiores valores absolutos a favor da CAF.

Na relação entre CAF, TF e repostas hemodinâmicas, por mais que muitos estudos não apresentaram resultados com os cálculos diretos do DP, e uma vez que o mesmo considera os valores da PAS e a FC podemos pressupor em um contexto geral que o comportamento dessa variável conduz para um resultado semelhante ao da FC e PAS sobre esforço, e dessa forma entendemos que a CAF pode ser considerada um agente influente para aumentar os valores do DP quando comparada a condições em que a mesma não se faz presente. A DP por ser o produto da FC pela PAS avalia o esforço cardíaco por meio da ação cronotrópica e inotrópica cardíaca, uma vez que com o uso da CAF o coração bateu mais rápido e com mais força confirmamos a existência de uma sobrecarga adicional durante o esforço explicadas por todos mecanismos fisiológicos de atuação da substância na atividade contrátil do coração.

5.2.4 Mecanismos de ação da cafeína envolvidos nas repostas hemodinâmicas

Como resultado as análises apresentadas neste estudo no tocante as alterações das repostas cardiovasculares frente associação da CAF, destacamos algumas justificativas fisiológicas pela qual a mesma exerce seu efeito sobre esse sistema e por mais que em muitas das comparações a diferença significativa não foi encontrada, agregado ao fato de ainda haver dados controversos na literatura, ficou evidente que a CAF foi capaz de resultar em um comportamento diferente do sistema cardiovascular, favorecendo ao aumento dos valores das variáveis hemodinâmicas em relação ao PLA nas comparações realizadas em diversas condições propostas neste trabalho.

Associado a sobrecarga oriunda do exercício ao sistema cardiovascular para suporte a demanda metabólica energética necessária, existem mecanismo de ação da CAF que agregam por aumentar a magnitude dessa resposta confirmado em nosso estudo nos resultados da FC e DP ao final das séries. Em sua atividade antagônica a adenosina, a CAF é capaz de aumentar o efeito cronotrópico e inotrópico cardíaco de forma direta por aumentar a disponibilidade de Ca^+ e K^+ no meio intracelular e com isso diminuir o potencial de ação da membrana das células do miocárdio e nodo sinusal carecendo de um menor potencial de ação para propagação do impulso nas mesmas, até sua ação de forma indireta, por aumentar a produção de catecolaminas no córtex supra renal e por consequência maior estimulação dos receptores β -adrenérgicos presentes no coração. Tanto o meio direto quanto indireto são mediados pela aumento da atividade simpática via SNC ao qual a adenosina é um agente modulador (DAVIS et al., 2003; GELDENHUYS et al., 2017; GUYTON, 2002; HEADRICK et al., 2011; LOPES; PLIÁSSOVA; CUNHA, 2019; MOTIEJUNAITE; AMAR; VIDAL-PETIOT, 2021; MUSTAFA et al., 2009; NICOLL; FRY; MOSIER, 2022). De fato, tais mecanismo sustentam os efeitos observados na elevação da FC, PAS, PAM e DP, entretanto existe ainda a atuação antagônica a adenosina nos vasos sanguíneos periféricos agindo tanto no endotélio quanto na musculatura lisa, e assim como o coração está sob atuação de mecanismos diretos via canais de K^+ e da produção parácrina e autócrina de agentes constritores, a os indiretos provenientes da ação das catecolaminas (BUSCEMI et al., 2010; MOTIEJUNAITE; AMAR; VIDAL-PETIOT, 2021; PAPAMICHAEL et al., 2005).

O fato de haver certa divergência nos dados avaliados na literatura, podem estar suportado nas diferenças metodológicas presentes nos mesmos, como a dose utilizada e o perfil do consumo habitual de CAF da amostra, tipo e manipulação das variáveis do exercício utilizado no testes, o efeito placebo e as repostas genéticas individuais, uma vez que tais fatores podem atuar na magnitude do efeito da CAF modificando magnitude de suas repostas (GIRÁLDEZ-COSTAS et al., 2023; MARTINS et al., 2020; TALLIS; GUIMARAES-FERREIRA; CLARKE, 2022). Entretendo um dos efeitos indesejados mais observados na literatura promovidos pela CAF como suplemento é a taquicardia com a maior prevalência observada de todos os colaterais nos estudos que direcionaram a esse fim (DE SOUZA et al., 2022)

As alterações em repouso promovidas pela CAF na resposta cardiovascular é fundamentada no aumento da atividade do SNS e dos mecanismos celulares locais atuantes no coração e vasos sanguíneos, entretanto na recuperação pós exercício observamos que a retomada do tônus parassimpático juntamente com prorrogação dos efeitos da intervenção dos

agentes vasodilatadores periféricos causadores da hipotensão (NEGRÃO, 2010), são prejudicados sob influência da CAF, onde observamos as diferenças significativa na PAS e PAM quando comparada ao PLA. Alguns estudos na literatura vão ao encontro de nossas afirmativas, onde foi demonstrado a interferência da CAF no SNC via moderação simpática e parassimpática, por meio do controle da variabilidade da FC na recuperação pós exercício na qual foi afetada quando se utilizou CAF em relação ao PLA (GONZAGA et al., 2017, 2019).

Ainda que não fora um objetivo direto proposto pelo desfecho central deste trabalho, verificamos que não há uma interferência da intensidade de treino nas respostas hemodinâmicas avaliadas, ausentou-se um padrão de comportamento dos resultados que inferisse seja por dados brutos ou diferenças percentuais, capaz de relacionar a magnitude do tamanho do efeito das alterações promovidas pela CAF atreladas a alguma das intensidades quando comparando-as entre si. Percebemos pelo tratamento dos dados coletados da FC, PA e DP que os mesmos mantiveram uma certa regularidade independente da intensidade de teste, o que pode ser explicado pela ocorrência da realização das séries do exercício até a falha concêntrica que por sua vez cria um ambiente fisiológico e mecânico favorável a uma elevação máxima dos marcadores hemodinâmicos dissociado das influências do número de repetições e da carga em kg levantada na execução do exercício (NEGRÃO, et. al., 2010)

5.3 Desempenho

5.3.1 Número de repetições

O número de repetições avaliado em nosso protocolo de testes não apresentou diferenças significativas ao se comparar PLA e CAF em todas as condições propostas no estudo (TABELA 9). Dessa forma verificou-se estatisticamente a ausência da interferência da CAF nessa variável, porém foi verificado em valores brutos que quando se utilizou a CAF o número médio de repetições foi levemente mais elevado, demonstrando sutilmente um comportamento diferente entre as duas condições de suplementação efetuadas no estudo. De uma forma natural em virtude dos mecanismos de fadiga o número de repetições regrediu com o avançar das séries em todas as intensidades, e na comparação entre elas vemos na intensidade 90% valores percentuais mais elevados para CAF em relação ao PLA na última série do exercício, demonstrando que em certa parte houve uma interferência na fadiga produzida (FIGURA 19). Na análise dos valores brutos a enorme diferença do número de repetições entre as intensidade é evidente pelo fato das cargas serem fixadas em 3 valores de acordo com teste de 1RM, se fazendo valer o princípio da interdependência do treinamento (FLECK, 2008) que no caso deste estudo o número de repetições efetuadas por série verificou-se inversamente proporcional a intensidade da carga em consequência ao ambiente experimental de teste ser determinado pela

intensidade. Para sequência da discussão dos resultados, destacamos que as demais variáveis analisadas no desempenho se tornaram influenciadas pelo número de repetições das séries do exercício.

Nosso estudo foi composto apenas do exercício supino reto e dentro de suas características reitera-se a ausência de significância da CAF para melhora do desempenho, porém existem dados na literatura que apresentam dados divergentes da atividade ergogênica da CAF em relação ao segmento corporal trabalhando, como é o caso da pesquisa de Grgic e Mikulic, (2017) que realizando testes de força máxima e de resistência a 60% de 1RM com 6mg/kg de CAF descobriu que nos exercícios supino reto e agachamento a CAF promoveu efeito ergogênico apenas no teste de força máxima e em membros inferiores e, no supino não houve diferenças significativas e nenhum dos testes em relação ao PLA. Diferentemente da metanálise feita pelo mesmo autor que confirmou o efeito ergogênico da CAF na força máxima e potência muscular, e que na análise de subgrupos a CAF foi capaz de exercer esse efeito apenas em exercícios para parte superior do tronco (GRGIC, 2022). Um terceiro estudo com teste de resistência na mesma intensidade em 4 exercícios do TF de membros superiores e inferiores constataram que 5mg/kg de CAF foi capaz de aumentar o número de repetições em todos exercícios confirmando o efeito ergogênico independente do segmento corporal (DUNCAN et al., 2013). Dentro do objetivo de nosso trabalho e das características metodológicas do mesmo, não foi possível alegar nada a respeito do efeito ergogênico da CAF em relação ao segmento corporal, mas é importante relevar que o exercício aplicado nos testes é bem estudado na literatura dentro desse contexto, havendo evidências suficientes que se opondo aos resultados deste trabalho comprova a ergogenicidade da CAF associada ao mesmo. Tais informações vão de encontro a uma revisão de literatura que avaliando dados da utilização de CAF em testes de força máxima e de resistência muscular, esclareceu que no exercício supino reto a CAF melhora a força máxima e a resistência de força verificada por meio do número de repetições, porém no leg press essa melhora não foi observada em nenhuma das avaliações, os autores ainda alegam que somente nesses dois exercícios é que houve informações suficientes para a revisão (FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021).

Nossa amostra foi composta somente por indivíduos fisicamente ativos, e nossos resultados demonstraram repostas compatíveis em partes ao trabalho de H Brooks e Wyld, (2015), que realizou um teste de 1RM no agachamento para medir a força máxima em indivíduos treinados e não treinados, suplementando 5mg/kg em três grupos diferentes, CAF, PLA e controle, e ao final os autores descobriram que tanto a CAF quanto PLA melhoraram o teste em indivíduos não treinados em comparação ao controle que não ingeriu nenhuma cápsula,

porém foi verificado uma ausência de diferenças no desempenho ao defrontar apenas os grupos CAF e PLA, havendo melhora apenas quando compararam ambos grupo ao controle, com isso os autores concluem afirmando que o PLA também demonstrou resultados positivos tanto como a CAF não apresentando efeito significativo no desempenho comparados ao PLA.

Vários estudos apresentaram respostas significativas no efeito ergogênico da CAF em diversos protocolos de teste com doses fixas de 170mg a 800mg e em mg/kg na média de 6mg/kg na forma de gel, bebida e cápsulas, associada a exercícios pra diversos segmentos corporais, nas intensidades entre 50% de 1RM a 100% de 1RM avaliadas tanto no teste de força máxima como em testes de resistência verificando o desempenho no número de repetições (DA SILVA et al., 2015; DUNCAN et al., 2012; DUNCAN; OXFORD, 2011, 2012; GRGIC, 2021, 2022; GRGIC et al., 2019; LOPES-SILVA et al., 2022; SALATTO et al., 2017; VENIER; GRGIC; MIKULIC, 2019). Sendo assim, mesmo com toda diversidade metodológica e apesar de algumas divergências entre elas, pode-se afirmar que é bem elucidado o efeito ergogênico da CAF, o que vai na contra mão dos resultados de nosso estudo, contudo verificamos uma limitação em relação ao número de estudos conduzidos para comparar a magnitude do efeito ergogênico em relação a intensidade do TF, justificando assim a necessidade da finalidade metodológica de nosso trabalho.

Para esta análise específica existem dados que comprovam efetivamente o efeito ergogênico da CAF aprofundando na influência da intensidade do treinamento, como demonstra um estudo que avaliando a utilização de CAF em doses de 3mg/kg nos exercícios supino reto e agachamento a 65% e 75% em um teste de repetições máximas confirmou que a suplementação demonstrou ser efetiva por melhorar o desempenho no número de repetições em relação ao PLA, onde os concluindo que a CAF teve um efeito mais pronunciado em intensidades maiores que 75% (RUIZ-FERNÁNDEZ et al., 2023). Considerando ainda esse contexto, outro estudo de revisão verificou que a CAF é capaz de aumentar o desempenho por meio da velocidade de execução dos exercícios resistidos em intensidades altas baixas e médias, confirmando sua ergogenicidade também neste tipo de avaliação (RAYA-GONZÁLEZ et al., 2020). Embora este estude não aponte melhoras no desempenho promovidos pela CAF por meio do número de repetições, que foi a variável principal reguladora das demais avaliadas, por meio do cálculo da diferença percentual entre os dados de CAF e PLA específicos em cada intensidade observou-se que a interferência do suplemento no número de repetições foi maior a 90% de 1RM quando comparado as demais.

5.3.2 Tempo sob tensão

A contabilização do TST por série durante o exercício não apresentou diferença significativa entre a suplementação, em todas as comparações sugeridas neste trabalho (TABELA 10), afirmando, portanto, não existir atuação positiva significativa da CAF no aumento do tempo de realização das séries durante o exercício.

O TST por série no estudo teve de certa forma uma associação com o número de repetições por série, uma vez que a cadência do exercício foi controlada, todavia como as séries foram executadas até a falha as diferenças no desempenho considerado por essa variável foi observado no comportamento do controle da manutenção cadência ao se aproximar do final de série, uma vez que em virtude da fadiga os indivíduos apresentavam uma certa dificuldade em manter o padrão do movimento dentro das batidas sonoras, influenciando por consequência o próprio número de repetições realizados, somados a isso, identificou-se também que tempo de isometria sustentado quando atingido a falha dentro da última repetição, pôde ser mais um fator de performance no TST apontando uma pequena variação quando se instaurou a fadiga.

Mesmo com a falta de diferenças significativas perante a suplementação, verificou-se uma alteração dos valores médios do TST para os momentos em que foi utilizado CAF em relação ao PLA, com um discreto favorecimento para uso da CAF, demonstrando que existiu uma interferência nessa variável de desempenho. Assim como observado no número de repetições isolados por intensidade, a partir do cálculo da diferença percentual média entre a suplementação verificou-se maiores proporções para a intensidade mais alta em relação as demais. Pela relação com o número de repetições o TST por série apresentou semelhantemente um decréscimo no avanço das séries em todas as intensidades, apresentando em geral menores diferenças percentuais médias da 4ª para a 1ª quando se utilizou CAF em relação ao PLA, apontando mais um dado que confere sua interferência nos mecanismos de fadiga (FIGURA 22).

O TST total do exercício que foi calculado pela soma das 4 séries não apresentou diferenças significativas quando comparado por conta somente da suplementação e também entre CAF e PLA separado por intensidade (TABELA 13), comprovando os cálculos estatísticos apresentados anteriormente que analisou o TST das séries desassociadas. O TST total independentemente do tipo de suplementação apresentou um decréscimo em virtude da intensidade, com maiores valores a 50% de 1RM seguidos de 70% de 1RM e 90% de 1RM, em respeito ao princípio da interdependência do treinamento, para mais, assim como o TST por série o TST no exercício também apresentou alterações dos valores médios submetidos ao cálculo da diferença percentual entre PLA e CAF distinguidos por intensidade, demonstrou que

90% de 1RM é a intensidade com maior efeito da interferência quando confrontada as outras (FIGURA 23 B).

Um estudo que avaliou a velocidade de execução do exercício e o TST verificou que a CAF diminuiu a velocidade da contração excêntrica na execução do exercício supino reto a 70% de 1RM não verificando diferenças entre o tipo de suplementação em relação na velocidade na fase concêntrica, uma vez que neste caso o TST menor é necessário para aumentar o número de repetições realizadas sem diminuir a potência (WILK et al., 2019a). Filip-Stachnik et al., (2021a) verificou efeito ergogênico da CAF quando comparado ao PLA em doses de 9mg/kg e 12mg/kg na velocidade da em um teste no supino reto a 30% de 1RM em indivíduos treinados consumidores habituais de CAF revelando que não houve diferença entre as doses, mas a suplementação promoveu diminuição do tempo de execução refletindo no TST. Outro estudo do mesmo autor em um cenário semelhante utilizou 6mg/kg de CAF a 70% da carga máxima e observou melhora na potência média associada a suplementação verificada na redução da velocidade de execução e TST. Assim como estas citações, os estudos que avaliaram o TST na associação da CAF e exercícios resistidos direcionaram os objetivos na avaliação da potência por meio da velocidade de execução das fases concêntrica e excêntrica, onde é comprovado seu efeito ergogênico no aumento da velocidade em cargas baixas médias e altas em exercícios de membros superiores e inferiores (RAYA-GONZÁLEZ et al., 2020). Contudo, diante da metodologia de nosso trabalho, pelo fato de a cadência ser fixada, verificamos uma discrepância nos objetivos da análise do TST, onde não averiguamos a velocidade de execução do exercício, com isso nosso objetivo de analisar o desempenho neste tipo de avaliação foi expresso na tentativa do indivíduo em suportar mais trabalho com o uso da CAF e não na avaliação da potência. Percebemos que há uma limitação na literatura de trabalhos que observaram e apresentaram o cálculo do TST com CAF no TF com a mesma intenção do nosso, todavia os estudos que verificaram o aumento do número de repetições para CAF na comparação do desempenho ao PLA com cadência controlada se calculado tempo sob tensão, os mesmos apresentaram dados que podem ser comparados com os resultados obtidos neste trabalho, onde alguns observaram diferenças significativas demonstrando o efeito ergogênico também por essa avaliação (DUNCAN et al., 2013; GRGIC, 2021; GRGIC et al., 2019)

5.3.3 Volume total de trabalho

O cálculo do VTT de trabalho por série em nossos testes também alegou uma certa associação com o número de repetições, porém diferentemente do TST esse fato é explicado pelo valor fixo da carga externa em cada intensidade utilizada na multiplicação do cálculo do

VTT. Desse modo não diagnosticou-se efeitos ergogênicos da CAF confirmado pelo resultado estatístico das comparações realizadas (TABELA 11) entretanto, por meio da análise dos valores médios observou-se uma alteração dos valores quando comparados pela suplementação, onde a CAF associou-se a valores levemente mais elevados, inferindo que a mesma tem a capacidade de interferir nos resultados do VTT. Os cálculos percentuais separados por intensidade da diferença dos valores entre CAF e PLA na avaliação dessa variável, confirmou uma maior magnitude para intensidade de 90%, corroborando com as outras variáveis citadas de análise de desempenho (FIGURA 23A).

O VTT do exercício não apresentou diferenças significativas quando comparado entre suplementação nas condições determinadas neste estudo, semelhante quanto a análise do VTT separado por série. Percebeu-se também na figura 23A a diminuição dos valores do VTT do exercício em oposição ao valor da carga externa em kg levantada cumprindo as características da demanda metabólica de cada intensidade na geração da fadiga que interfere no número de repetições executadas até a falha (SCHOENFELD et al., 2017b)

Diferentemente de tais resultados, um estudo realizado no exercício supino reto com repetições realizadas até a falha a 60% de 1RM suplementando com 5mg/kg de CAF encontrou resultado significativo para VTT realizado no exercício a favor da CAF quando comparado ao PLA (DUNCAN; OXFORD, 2011). Por mais que alguns estudos não tenham feito o cálculo direto do VTT por série, exercício ou protocolo de treino na junção da CAF com o TF, grande parte dos estudos que avaliaram o desempenho por meio do número de repetições fixaram o valor da intensidade em relação ao teste de 1RM, dessa forma inferimos que o VTT pode ser presumido e com isso comparado ao nosso estudo, apresentando portanto resultados opostos, uma vez que a grande parte da literatura demonstrou diferenças significativas a favor do uso da CAF na melhora da performance (DA SILVA et al., 2015; DUNCAN et al., 2013; DUNCAN; OXFORD, 2011, 2012; FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; GRGIC; MIKULIC, 2017; SALATTO et al., 2017).

5.3.4 Percepção subjetiva de esforço

A PSE avaliada ao final das séries durante a realização do exercício, não demonstrou diferenças significativas quando comparadas na presença do tipo de suplementação propostas no trabalho, e diferentemente das outras variáveis de desempenho avaliadas neste estudo, não houve atuação da CAF nem nos valores absolutos, onde a conduta dos mesmos apresentou uma relação muito variada em superioridade na comparação entre PLA e CAF dentro de cada série (TABELA 12). Percebemos que houve um aumento de valores da PSE entre as séries no decorrer da execução do exercício em todas as intensidades, confirmando que a redução do desempenho

se relacionou com a percepção de esforço dos participantes. A intensidade do teste foi outro fator preponderante para influenciar PSE dos participantes, observado nos valores apresentados nas primeiras séries, onde foi percebido uma correlação positiva pra aumento da PSE em virtude da carga, entretanto pelo fato das séries serem levadas até a falha vimos que na última série os valores demonstraram ser semelhantes independente da intensidade (FIGURA 22). Diante desses dados podemos afirmar que a CAF não interferiu em nenhuma grandeza na percepção de esforço dos participantes do presente estudo. Em apoio a esses achados, na revisão de Ferreira, Da Silva e Bueno, (2021) em que os autores buscaram dados do efeito da CAF em testes de força máxima e resistência eles não firmaram ter diferenças na PSE quando se utilizou suplementação nessas condições. Estudo de Duncan e Oxford, (2011) utilizou o exercício supino reto a 60% de 1RM com 5mg/kg de CAF e concluiu que a CAF não foi capaz de exercer o efeito ergogênico esperado na PSE.

Diferentemente dos dados anteriores, um estudo conduzido com doses de 6mg/kg de CAF em testes de força máxima e resistência muscular a 60% de 1RM não verificou diferenças da PSE para membros superiores, apenas no teste de foça máxima no agachamento é que foi observado uma diminuição da PSE com CAF (GRGIC; MIKULIC, 2017). Já para Duncan et al., (2013), a CAF é capaz de diminuir a PSE em relação ao PLA independente de qual segmento corporal é o exercício confirmado em um protocolo com 5mg/kg de CAF em 4 exercícios a 60% de 1RM. Soma-se a esses, mais estudos na literatura que verificaram diminuição da PSE da CAF em relação ao PLA em testes para força máxima a resistência de força, com doses variadas de CAF em atletas e indivíduos fisicamente ativos, evidenciando portanto a associação da CAF e PSE (DUNCAN et al., 2012; DUNCAN; OXFORD, 2012). Uma meta análise que avaliou a PSE após o uso da CAF demonstrou efeito positivo da suplementação em reduzir a PSE durante e após exercícios de endurance, onde os autores afirmam que a PSE pode ser responsável por até 29% da variação da melhora no exercício (DOHERTY; SMITH, 2005).

A ausência de significância nas comparações entre CAF e PLA em nosso estudo vão ao contrário de parte dos dados apresentados na literatura, no qual ainda são divergentes na associação com os exercícios resistidos, além disso os valores absolutos do nosso trabalho também não demonstraram interferência da CAF, independente da intensidade. As alegações feitas em nosso estudo podem ser justificadas no fato de que todos as séries dos testes foram levadas até a falha muscular, e ao alcançá-la a interpretação da PSE não apresentaria diferenças independente da suplementação ou intensidade.

5.3.5 Índice de Fadiga

O IF não apresentou diferenças significativas quando comparado entre o PLA e CAF em todas as comparações executadas para análise estatística neste estudo (TABELA 13). Pelo fato do cálculo do IF levar em consideração o número de repetições durante a execução das séries do exercício mais específico entre a primeira e a última fazendo um cálculo percentual da diferença dessa redução do desempenho, e diante disso podemos adicionar as outras avaliações da performance no TF mais uma forma de avaliar a fadiga, que considera especificamente a condição do indivíduo no dia de teste tendo como base a magnitude do desempenho no mesmo. Apesar da ausência de significância, percebeu-se pelos dados médios apresentados que a CAF interviu no IF associando-se a menores valores em comparação ao PLA em todas intensidades. Entre as intensidades a comparação pela suplementação demonstrou ter uma maior magnitude por meio do cálculo da diferença percentual a 90% de 1RM (FIGURA 23C).

A literatura ainda carece de dados que utilize o IF para avaliar o efeito ergogênico da CAF no TF, contudo como cálculo do mesmo considera o número de repetições, para os estudos que utilizaram múltiplas séries no protocolo de teste, podemos compreender que quando houve melhoras no desempenho associados a CAF em comparação ao PLA, se feito cálculo do IF nestes estudos eles apresentarão também dados opostos a este onde a maioria converge para melhora do desempenho sob efeito da suplementação de CAF (DA SILVA et al., 2015; DUNCAN et al., 2013; DUNCAN; OXFORD, 2011, 2012; FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; GRGIC; MIKULIC, 2017; SALATTO et al., 2017).

5.3.6 Mecanismos de ação da cafeína envolvidos no desempenho físico

Em virtude dos resultados das análises apresentadas neste estudo diante da avaliação do desempenho físico no TF agregados aos efeitos da CAF, discutiremos algumas explicações fisiológicas pela qual a mesma exerce influência na instauração da fadiga e por mais que não tenhamos encontrado diferença significativa nas comparações realizadas, e pelo fato dos dados na literatura apresentarem alguns dados divergentes (DUNCAN et al., 2013; FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; GRGIC, 2022; GRGIC; MIKULIC, 2017; H BROOKS; WYLD, 2015), ficou perceptível que a CAF foi capaz de influenciar os dados modificando levemente os valores médios absolutos das variáveis de desempenho durante o protocolo de teste proposto neste estudo.

Partindo do ponto que nenhum dado na literatura se empenhou em relacionar a grandeza dos meios de fadiga no TF com os mecanismos de atenuação oriundos da CAF e o resultado em testes de desempenho dirigido pelo controle da intensidade, onde na grande parte da literatura os protocolos apresentam metodologias diversificadas no que diz respeito ao TF

(FERREIRA; DA SILVA; BUENO, 2021; GIRÁLDEZ-COSTAS et al., 2023; TALLIS; GUIMARAES-FERREIRA; CLARKE, 2022). Frente ao objetivo principal baseado na hipótese deste estudo em que além da avaliação do efeito ergogênico da CAF, buscou-se também verificar se o mesmo tem um potencial diferente diante da manipulação da intensidade, apesar da CAF não demonstrar efeito na melhora do desempenho, verificamos que ela foi capaz de conduzir os dados a um padrão de um discreto favorecimento a resultados mais elevados para CAF em relação ao PLA, e diante da presença dessa interferência foi possível observar no cálculo da diferença percentual dos valores médios específico em cada intensidade que a 90% de 1RM a magnitude da interferência da CAF foi maior para as outras intensidades confirmado nos resultados percentuais apresentados em número de séries, VTT, TST e IF que apresentaram um padrão de comportamento nessa perspectiva.

Não houve neste trabalho meios diretos para afirmar qualquer associação da ação da CAF e os mecanismo de fadiga no TF, entretanto diante da comparação da magnitude do efeito da suplementação mostrado entre as intensidades inferimos por meio do argumento fisiológico que a CAF pode ter uma maior atuação nos mecanismos neurais periféricos que por sua vez são os mais responsáveis pela fadiga as 90% de 1RM quando comparado a cargas mais baixas, indo ao encontro das explicações já evidentes na literatura (GRGIC, 2021, 2022; GRGIC et al., 2018a; MARTINS et al., 2020).

Parte da queda do desempenho promovido pela fadiga ocorre em virtude de um desequilíbrio iônico no meio celular que resulta em um efluxo de potássio tornando o meio interno mais carregado negativamente resultando em uma alteração do potencial de membrana da célula do músculo esquelético (CLAUSEN; NIELSEN, 2007; LINDINGER; CAIRNS, 2021). Para que as fibras sejam recrutadas eficientemente é necessário um maior potencial de ação vindos do SNC, para que dessa forma o limiar excitatório das células seja alcançado permitindo a propagação do impulso nervoso por ela. Na execução do exercício a 90% de 1RM sabemos que é necessário um recrutamento de unidades motoras do tipo II respeitando o princípio do tamanho precisando de um maior potencial de ação via somação por fibras múltiplas permitindo atingir a tetania e com isso o recrutamento total das fibras na falha nesta intensidade (MCARDLE, 2015). A CAF ao antagonizar os efeitos da adenosina contribui por melhorar efetividade dos canais iônicos através de uma cascata de sinalização que atua nos próprios canais de K^+ como também na atividade da bomba de Na^+ e K^+ (BOREA et al., 2018; DAVIS; GREEN, 2009; TRINCAVELLI; DANIELE; MARTINI, 2010), com isso o equilíbrio dos íons mantém-se menos alterado durante os esforço físico e dessa forma o potencial de membrana da célula conserva-se mais elevado carecendo um menor potencial de ação do SNC

para atingir o limiar excitatório e recrutar as fibras necessárias a carga do exercício (GRGIC, 2022; MCKENNA; BANGSBO; RENAUD, 2008; NIELSEN; DE PAOLI, 2007). Além disso a liberação do Ca^+ também sofre influência desse mecanismo de excitação, pois é através da propagação da despolarização conduzidos pelos túbulos T que o estímulo chega as cisternas terminais para liberar o mesmo para contração muscular (GUYTON, 2002; MCARDLE, 2015). Dessa forma a CAF por aumentar a excitabilidade celular torna-se um pouco mais eficiente em intensidades mais altas comparadas as baixas uma vez que com cargas próximas ao máximo é necessário uma participação efetiva da excitabilidade celular via recrutamento das unidades motoras para continuar a execução das repetições nas séries, o que a 50% de 1RM além de ter um caráter neural um pouco diferente existem outros mecanismos de fadiga que atuam em maiores proporções do que a 90%, como por exemplo o acúmulo de H^+ que neste caso contribui para de afetar o desempenho de uma forma mais significativa do que as promovidas pelas alterações neurais (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008; BARCLAY, 2017).

Independente da intensidade a ação no SNC da CAF é semelhante pois utilizamos a mesma dose da substância em todos os testes demonstrando um efeito ergogênico geral, contudo por haver uma diferença na magnitude dos valores brutos entre as cargas, mais uma vez deduzimos que atividade periférica é a principal responsável pela diferença nesse efeito uma vez que a ação estimulante por meio da melhora da sinapse nervosa e do potencial de ação no SNC é a mesma independente da intensidade. Dessa forma parte dos nossos achados não só generaliza a atuação benéfica da CAF no TF em diversas intensidades, mas fornece uma informação mais aprofundada desta associação pela manipulação das variáveis do TF apontando diferenças de comportamento no desempenho na qual podendo auxiliar melhor o uso dessa substância frente a montagem do programa de treinamento.

6 CONCLUSÃO

Concluimos que 6mg/kg de peso corporal administrada 60 minutos antes do TF não foram suficientes para promover um aumento significativo da performance nas intensidades de 50%, 70% e 90% de 1RM avaliadas pelo número de repetições, VTT, TST, PSE e IF. Apesar de ausência de significância das comparações entre a suplementação podemos inferir que houve uma discreta tendência para melhora do desempenho associadas ao uso da CAF, confirmada pela diferença dos valores absolutos entre PLA e CAF observados nas variáveis avaliadas deste estudo. Na comparação da magnitude da interferência da suplementação no desempenho entre as intensidades, observamos pelo comportamento dos dados um maior efeito da CAF na intensidade de 90% de 1RM, onde identificamos as maiores diferenças percentuais quando comparado ao PLA no número de repetições, VTT, TST e IF.

Verificamos também que a CAF foi capaz de aumentar significativamente a atividade cardíaca durante o esforço no TF elevando os valores da FC e DP em relação ao PLA além inibir a hipotensão pós exercício constatado no aumento dos valores da PAS e da PAM na intensidade de 70% somente, 20 minutos após o término do mesmo. Para as demais variáveis hemodinâmicas verificadas dentro dos protocolos de teste não houve influência da CAF nas repostas cardiovasculares comparadas ao PLA

Por fim firmamos que apesar da CAF aumentar os valores das variáveis hemodinâmicas, em repouso pós exercício e durante sua execução os valores observados neste trabalho não ultrapassam as medidas seguras a ponto de fornecer risco a saúde do indivíduo observando nos dados tabelados da FC, PA e DP diante da idade média da amostra, portanto para aqueles que sofrem de alguma desordem no sistema cardiovascular a associação entre CAF e TF deve ser evitada principalmente pelos efeitos observados na recuperação pós exercício, uma vez que as repostas averiguadas em nosso estudo respeitam a condição de que os participantes foram indivíduos saudáveis considerando portanto um funcionamento normal do sistema cardiovascular para controle da resposta hemodinâmica, medicamentos para controle da PA, ou até mesmo o mal funcionamento de algum mecanismo celular atuante nessas repostas podem criar uma interação indesejada ocasionando efeitos adversos capazes de colocar em risco a saúde do indivíduo.

REFERÊNCIAS

- ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 81, n. 3, p. 0174, 2000.
- ACSM - Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.
- AGARWAL, M. Cardiovascular Response and Serum Interleukin-6 Level in Concentric Vs. Eccentric Exercise. **Journal Of Clinical And Diagnostic Research**, 2017.
- AGUIAR, A. F. et al. A single set of exhaustive exercise before resistance training improves muscular performance in young men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 7, p. 1589–1599, 10 jul. 2015.
- AGUIAR, A. F. et al. A single set of exhaustive exercise before local muscular endurance training improves quadriceps strength and endurance in young men. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 56, n. 1–2, p. 9–18, 2016.
- ALGHANNAM, A. F. et al. Impact of Muscle Glycogen Availability on the Capacity for Repeated Exercise in Man. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 1, p. 123–131, jan. 2016.
- ALGHANNAM, A.; GONZALEZ, J.; BETTS, J. Restoration of Muscle Glycogen and Functional Capacity: Role of Post-Exercise Carbohydrate and Protein Co-Ingestion. **Nutrients**, v. 10, n. 2, p. 253, 23 fev. 2018.
- ALIX-FAGES, C. et al. The role of the neural stimulus in regulating skeletal muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 5, p. 1111–1128, 9 maio 2022.
- ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 287–332, jan. 2008.
- APPLETON, A. A. A.; HOLDSWORTH, E.; TRACY, M. Copyright © 2016 by the American Psychosomatic Society. Unauthorized reproduction of this article is prohibited. 2016.
- ARAGON, A. A. et al. International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, 3 jan. 2017.
- ARCIERO, P. J.; ORMSBEE, M. J. Relationship of blood pressure, behavioral mood state, and physical activity following caffeine ingestion in younger and older women. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, n. 4, p. 754–762, ago. 2009.
- ASSUMPÇÃO, C. O. et al. Influence of exercise order on upper body maximum and submaximal strength gains in trained men. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 5, p. 359–363, set. 2013.

ASTORINO, T. A. et al. Caffeine-Induced Changes in Cardiovascular Function during Resistance Training. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 17, n. 5, p. 468–477, out. 2007.

ASTORINO, T. A. et al. Minimal Effect of Acute Caffeine Ingestion on Intense Resistance Training Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1752–1758, jun. 2011.

ASTORINO, T. A. et al. Caffeine Ingestion and Intense Resistance Training Minimize Postexercise Hypotension in Normotensive and Prehypertensive Men. **Research in Sports Medicine**, v. 21, n. 1, p. 52–65, 3 jan. 2013.

ASTORINO, T. A.; ROHMANN, R. L.; FIRTH, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 2, p. 127–132, 15 nov. 2007.

AUBE, D. et al. Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 3, p. 600–607, mar. 2022.

BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2010, p. 1–13, 2010.

BARBALHO, M. et al. The Effects of Resistance Exercise Selection on Muscle Size and Strength in Trained Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 04, p. 371–376, 6 abr. 2021.

BARCLAY, C. J. Energy demand and supply in human skeletal muscle. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v. 38, n. 2, p. 143–155, 12 abr. 2017.

BARROSO, W. K. S. et al. Brazilian guidelines of hypertension - 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.

BARTOLOMEI, S. et al. Comparison of the recovery response from high-intensity and high-volume resistance exercise in trained men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 7, p. 1287–1298, 26 jul. 2017.

BASSAREO, P. P.; CRISAFULLI, A. Gender Differences in Hemodynamic Regulation and Cardiovascular Adaptations to Dynamic Exercise. **Current Cardiology Reviews**, v. 16, n. 1, p. 65–72, 28 jan. 2020.

BAZ-VALLE, E. et al. A Systematic Review of the Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy. **Journal of Human Kinetics**, v. 81, n. 1, p. 199–210, 10 fev. 2022.

BEHM, D. G. et al. Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 30 jun. 2017.

- BENJAMIM, C. J. R. et al. Caffeine slows heart rate autonomic recovery following strength exercise in healthy subjects. **Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)**, v. 40, n. 6, p. 399–406, jun. 2021.
- BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ, R. et al. Resistance Training Variables for Optimization of Muscle Hypertrophy: An Umbrella Review. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 4, n. July, p. 1–12, 2022a.
- BERNÁRDEZ-VÁZQUEZ, R. et al. Resistance Training Variables for Optimization of Muscle Hypertrophy: An Umbrella Review. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 4, 4 jul. 2022b.
- BEZUCHA, G. R. et al. Comparison of hemodynamic responses to static and dynamic exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 53, n. 6, p. 1589–1593, 1 dez. 1982.
- BOREA, P. A. et al. Pharmacology of Adenosine Receptors: The State of the Art. **Physiological Reviews**, v. 98, n. 3, p. 1591–1625, 1 jul. 2018.
- BOULTON, D. et al. A Comparison of Muscle Sympathetic Nerve Activity to Non-contracting Muscle During Isometric Exercise in the Upper and Lower Limbs. **Frontiers in Neuroscience**, v. 13, 9 abr. 2019.
- BRANDÃO, L. et al. Varying the Order of Combinations of Single- and Multi-Joint Exercises Differentially Affects Resistance Training Adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 5, p. 1254–1263, 2 maio 2020.
- BRENNECKE, A. et al. Neuromuscular Activity During Bench Press Exercise Performed With and Without the Preexhaustion Method. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1933–1940, out. 2009.
- BRIGATTO, F. A. et al. Multi-joint vs. Single-joint Resistance Exercises Induce a Similar Strength Increase in Trained Men: A Randomized Longitudinal Crossover Study. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 4, p. 1677–1690, 2020.
- BRIGATTO, F. A. et al. High Resistance-Training Volume Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 1, p. 22–30, jan. 2022.
- BRITO, A. F. et al. Active Intervals Between Sets of Resistance Exercises Potentiate the Magnitude of Postexercise Hypotension in Elderly Hypertensive Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3129–3136, nov. 2011.
- BRITO, L. C.; QUEIROZ, A. C. C.; FORJAZ, C. L. M. Influence of population and exercise protocol characteristics on hemodynamic determinants of post-aerobic exercise hypotension. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 47, n. 8, p. 626–636, ago. 2014.
- BROTHERS, R. M. et al. Heart rate, blood pressure and repolarization effects of an energy drink as compared to coffee. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 6, p. 675–681, nov. 2017.

BUNSAWAT, K. et al. Caffeine delays autonomic recovery following acute exercise. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 22, n. 11, p. 1473–1479, 8 nov. 2015.

BURD, N. A. et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. **The Journal of Physiology**, v. 590, n. 2, p. 351–362, 15 jan. 2012.

BUSCEMI, S. et al. Acute effects of coffee on endothelial function in healthy subjects. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. 5, p. 483–489, 3 maio 2010.

BUSCEMI, S. et al. Acute effects of coffee on QT interval in healthy subjects. **Nutrition Journal**, v. 10, n. 1, p. 15, 2 dez. 2011.

CAIRNS, S. P.; LINDINGER, M. I. Do multiple ionic interactions contribute to skeletal muscle fatigue? **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 17, p. 4039–4054, 1 set. 2008.

CAMARDA, S. R. DE A. et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 91, n. 5, p. 311–314, nov. 2008.

CAMPOS, G. et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 1 nov. 2002.

CAMPOS, Y. A. C. et al. Different Shoulder Exercises Affect the Activation of Deltoid Portions in Resistance-Trained Individuals. **Journal of Human Kinetics**, v. 75, n. 1, p. 5–14, 31 out. 2020.

CARVALHO, A. et al. Can I Have My Coffee and Drink It? A Systematic Review and Meta-analysis to Determine Whether Habitual Caffeine Consumption Affects the Ergogenic Effect of Caffeine. **Sports Medicine**, 10 maio 2022a.

CARVALHO, L. et al. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume-matched loads: a systematic review and meta-analysis. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 47, n. 4, p. 357–368, abr. 2022b.

CASOLO, A. et al. Strength Training Increases Conduction Velocity of High-Threshold Motor Units. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 52, n. 4, p. 955–967, abr. 2020.

CASONATTO, J. et al. The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 23, n. 16, p. 1700–1714, 20 nov. 2016.

CAULI, O.; MORELLI, M. Caffeine and the dopaminergic system. **Behavioural Pharmacology**, v. 16, n. 2, p. 63–77, mar. 2005.

CERMAK, N. M.; VAN LOON, L. J. C. The Use of Carbohydrates During Exercise as an Ergogenic Aid. **Sports Medicine**, v. 43, n. 11, p. 1139–1155, 12 nov. 2013.

CESAR, L. A. M. **Consumo de cafeína**. 4. ed. ed. São Paulo: São Paulo Atheneu, 2007.

CHAABENE, H. et al. Effects of Resistance Training on Change-of-Direction Speed in Youth and Young Physically Active and Athletic Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 8, p. 1483–1499, 25 ago. 2020.

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

CLAUSEN, T.; NIELSEN, O. B. Potassium, Na⁺, K⁺ -pumps and fatigue in rat muscle. **The Journal of Physiology**, v. 584, n. 1, p. 295–304, 1 out. 2007.

COLQUHOUN, R. J. et al. Training Volume, Not Frequency, Indicative of Maximal Strength Adaptations to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1207–1213, maio 2018.

CONNAHAN, L. E.; OTT, C. A.; BARRY, V. W. Effect of Caffeine on near Maximal Blood Pressure and Blood Pressure Recovery in Physically-Active, College-Aged Females. **International journal of exercise science**, v. 10, n. 2, p. 266–273, 2017.

CORATELLA, G. Appropriate Reporting of Exercise Variables in Resistance Training Protocols: Much more than Load and Number of Repetitions. **Sports Medicine - Open**, v. 8, n. 1, p. 99, 30 dez. 2022.

CORRADI, E. F. F. et al. Acute physiological responses with varying load or time under tension during a squat exercise: A randomized cross-over design. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 24, n. 2, p. 171–176, fev. 2021.

CRISAFULLI, A. et al. Hemodynamics during active and passive recovery from a single bout of supramaximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 2, p. 209–216, abr. 2003.

CRISAFULLI, A.; MARONGIU, E.; OGOH, S. Cardiovascular Reflexes Activity and Their Interaction during Exercise. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–10, 2015.

CROWE, M. J.; LEICHT, A. S.; SPINKS, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, n. 5, p. 528–544, 2006.

D'ANDREA, A. et al. Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. **International Journal of Cardiology**, v. 86, n. 2–3, p. 177–184, dez. 2002.

DA SILVA, J. M. P. et al. Influence of Resistance Training Exercise Order on Acute Thyroid Hormone Responses. **International journal of exercise science**, v. 15, n. 2, p. 760–770, 2022.

DA SILVA, V. L. et al. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 55, n. 5, p. 383–9, maio 2015.

DANIELEVICZ, A. et al. Nine weeks of combined training improve functional and morphological outcomes in trained older people with cardiometabolic risk factors. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 32, p. 137–142, out. 2022.

DAVIES, T. B. et al. Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 8, p. 1603–1617, 20 ago. 2017.

DAVIS, J. K.; GREEN, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 813–832, out. 2009.

DAVIS, J. M. et al. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 284, n. 2, p. R399–R404, 1 fev. 2003.

DE CAMARGO, J. B. B. et al. Manipulating Resistance Training Variables to Induce Muscle Strength and Hypertrophy: A Brief Narrative Review. **International journal of exercise science**, v. 15, n. 4, p. 910–933, 2022a.

DE CAMARGO, J. B. B. et al. Manipulating Resistance Training Variables to Induce Muscle Strength and Hypertrophy: A Brief Narrative Review. **International journal of exercise science**, v. 15, n. 4, p. 910–933, 2022b.

DE CAMARGO, J. B. B. et al. Tri-Set Training System Induces a High Muscle Swelling with Short Time Commitment in Resistance-Trained Subjects: A Cross-Over Study. **International journal of exercise science**, v. 15, n. 3, p. 561–569, 2022c.

DE LUCA, C. J.; FOLEY, P. J.; ERIM, Z. Motor unit control properties in constant-force isometric contractions. **Journal of Neurophysiology**, v. 76, n. 3, p. 1503–1516, 1 set. 1996.

DE OLIVEIRA CARPES, L. et al. Sex Differences in Post-exercise Hypotension, Ambulatory Blood Pressure Variability, and Endothelial Function After a Power Training Session in Older Adults. **Frontiers in Physiology**, v. 12, 16 jul. 2021.

DE SALLES, B. F. et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 765–777, set. 2009.

DE SALLES PAINELLI, V. et al. Habitual Caffeine Consumption Does Not Interfere With the Acute Caffeine Supplementation Effects on Strength Endurance and Jumping Performance in Trained Individuals. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 31, n. 4, p. 321–328, 1 jul. 2021.

DE SOUSA, N. M. et al. Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 21, n. 11, p. 1324–1331, 10 nov. 2014.

DE SOUZA, E. O. et al. Different Patterns in Muscular Strength and Hypertrophy Adaptations in Untrained Individuals Undergoing Nonperiodized and Periodized Strength Regimens. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1238–1244, maio 2018.

DE SOUZA, J. G. et al. Risk or benefit? Side effects of caffeine supplementation in sport: a systematic review. **European Journal of Nutrition**, v. 61, n. 8, p. 3823–3834, 5 dez. 2022.

DE SOUZA NERY, S. et al. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. **Clinics (Sao Paulo, Brazil)**, v. 65, n. 3, p. 271–7, mar. 2010.

DEBOLD, E. P. Recent Insights into the Molecular Basis of Muscular Fatigue. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, n. 8, p. 1440–1452, ago. 2012.

DEBOLD, E. P. et al. Muscle Fatigue from the Perspective of a Single Crossbridge. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 11, p. 2270–2280, nov. 2016.

DEL VECCHIO, A. et al. Distribution of muscle fibre conduction velocity for representative samples of motor units in the full recruitment range of the tibialis anterior muscle. **Acta Physiologica**, v. 222, n. 2, p. e12930, fev. 2018.

DIB, M. M. et al. Effects of Three Resistance Exercise Orders on Muscular Function and Body Composition in Older Women. **International Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 14, p. 1024–1031, 20 dez. 2020.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 15, n. 2, p. 69–78, abr. 2005.

DOUGLAS, J. et al. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 917–941, 19 maio 2017.

DUNCAN, M. J. et al. The Acute Effect of a Caffeine-Containing Energy Drink on Mood State, Readiness to Invest Effort, and Resistance Exercise to Failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2858–2865, out. 2012.

DUNCAN, M. J. et al. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, v. 13, n. 4, p. 392–399, jul. 2013.

DUNCAN, M. J.; OXFORD, S. W. The Effect of Caffeine Ingestion on Mood State and Bench Press Performance to Failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 178–185, jan. 2011.

DUNCAN, M. J.; OXFORD, S. W. Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 52, n. 3, p. 280–5, jun. 2012.

DUTHEIL, F. et al. Different modalities of exercise to reduce visceral fat mass and cardiovascular risk in metabolic syndrome: the RESOLVE* randomized trial. **International Journal of Cardiology**, v. 168, n. 4, p. 3634–3642, out. 2013.

ENES, A. et al. Rest-pause and drop-set training elicit similar strength and hypertrophy

adaptations compared with traditional sets in resistance-trained males. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 46, n. 11, p. 1417–1424, nov. 2021.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 11–23, 1 jan. 2008.

ESTRADA, J. A.; DUCROCQ, G. P.; KAUFMAN, M. P. The magnitude of the exercise pressor reflex is influenced by the active skeletal muscle mass in the decerebrate rat. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 318, n. 1, p. R30–R37, 1 jan. 2020.

EVANS, J. W. Periodized Resistance Training for Enhancing Skeletal Muscle Hypertrophy and Strength: A Mini-Review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 23 jan. 2019.

FADEL, P. J. Arterial Baroreflex Control of the Peripheral Vasculature in Humans. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 12, p. 2055–2062, dez. 2008.

FECCHIO, R. Y. et al. Potential Mechanisms Behind the Blood Pressure–Lowering Effect of Dynamic Resistance Training. **Current Hypertension Reports**, v. 23, n. 6, p. 35, 21 jun. 2021.

FERREIRA, T. T.; DA SILVA, J. V. F.; BUENO, N. B. Effects of caffeine supplementation on muscle endurance, maximum strength, and perceived exertion in adults submitted to strength training: a systematic review and meta-analyses. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 15, p. 2587–2600, 22 ago. 2021.

FIGUEIREDO, T. et al. Influence of Number of Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1556–1563, jun. 2015a.

FIGUEIREDO, T. et al. Influence of Load Intensity on Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability after a Strength Training Session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2941–2948, out. 2015b.

FIGUEIREDO, T. et al. Influence of Rest Interval Length Between Sets on Blood Pressure and Heart Rate Variability After a Strength Training Session Performed By Prehypertensive Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 7, p. 1813–1824, jul. 2016.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 11 mar. 2018.

FILIP-STACHNIK, A. et al. Effects of Acute Caffeine Intake on Power Output and Movement Velocity During a Multiple-Set Bench Press Exercise Among Mild Caffeine Users. **Journal of Human Kinetics**, v. 78, n. 1, p. 219–228, 31 mar. 2021a.

FILIP-STACHNIK, A. et al. Acute Effects of High Doses of Caffeine on Bar Velocity during the Bench Press Throw in Athletes Habituated to Caffeine: A Randomized, Double-Blind and Crossover Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 19, p. 4380, 25 set. 2021b.

FINK, J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 38, n. 2, p. 261–268, mar. 2018.

FISHER, J. P. Autonomic control of the heart during exercise in humans: role of skeletal muscle afferents. **Experimental Physiology**, v. 99, n. 2, p. 300–305, 1 fev. 2014.

FISHER, J. P. et al. The effects of pre-exhaustion, exercise order, and rest intervals in a full-body resistance training intervention. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 11, p. 1265–1270, nov. 2014.

FISHER, J. P.; YOUNG, C. N.; FADEL, P. J. Autonomic Adjustments to Exercise in Humans. In: **Comprehensive Physiology**. [s.l.] Wiley, 2015. p. 475–512.

FLECK, S. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. ed. Porto Alegre: Porto Alegre ArtMed, 2008.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The Adaptations to Strength Training. **Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 145–168, 2007.

FRAGALA, M. S. et al. Resistance Training for Older Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, ago. 2019.

FRANCO, C. M. C. et al. Influence of High- and Low-Frequency Resistance Training on Lean Body Mass and Muscle Strength Gains in Untrained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 8, p. 2089–2094, ago. 2021.

FRANKE, W. D.; BOETTGER, C. F.; MCLEAN, S. P. Effects of varying central command and muscle mass on the cardiovascular responses to isometric exercise. **Clinical Physiology**, v. 20, n. 5, p. 380–387, set. 2000.

FRIEDMAN, D. B.; PEEL, C.; MITCHELL, J. H. Cardiovascular responses to voluntary and nonvoluntary static exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 5, p. 1982–1985, 1 nov. 1992.

FUJITA, R. A. et al. The Pre-Exhaustion Method Does Not Increase Muscle Activity in Target Muscle During Strength Training in Untrained Individuals. **Journal of Human Kinetics**, v. 82, n. 1, p. 17–26, 26 abr. 2022.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural Adaptations to Resistive Exercise. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006.

GARBER, C. E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

GARCÍA-RAMOS, A. et al. Mechanical and Metabolic Responses to Traditional and Cluster Set Configurations in the Bench Press Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 3, p. 663–670, mar. 2020.

GELDENHUYS, W. et al. Exploring Adenosine Receptor Ligands: Potential Role in the Treatment of Cardiovascular Diseases. **Molecules**, v. 22, n. 6, p. 917, 1 jun. 2017.

GENTIL, P. et al. Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 3, p. 341–344, mar. 2013.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. Single vs. Multi-Joint Resistance Exercises: Effects on Muscle Strength and Hypertrophy. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 1, 22 mar. 2015.

GIBBS, S. L. et al. Effects Of Pre-workout Caffeine Supplementation On Post-exercise Hypotension. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 53, n. 8S, p. 85–85, ago. 2021.

GIFFORD, J. et al. Impact of Interrepetition Rest on Muscle Blood Flow and Exercise Tolerance during Resistance Exercise. **Medicina**, v. 58, n. 6, p. 822, 18 jun. 2022.

GIRÁLDEZ-COSTAS, V. et al. Caffeine Increases Muscle Performance During a Bench Press Training Session. **Journal of Human Kinetics**, v. 74, n. 1, p. 185–193, 31 ago. 2020.

GIRÁLDEZ-COSTAS, V. et al. Pre-exercise Caffeine Intake Enhances Bench Press Strength Training Adaptations. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, 26 jan. 2021.

GIRÁLDEZ-COSTAS, V. et al. The Long Way to Establish the Ergogenic Effect of Caffeine on Strength Performance: An Overview Review. **Nutrients**, v. 15, n. 5, p. 1178, 27 fev. 2023.

GJOVAAG, T. et al. Acute hemodynamic and cardiovascular responses following resistance exercise to voluntary exhaustion. Effects of different loadings and exercise durations. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 56, n. 5, p. 616–23, maio 2016.

GOŁAŚ, A. et al. Effects of Pre-exhaustion on the Patterns of Muscular Activity in the Flat Bench Press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 7, p. 1919–1924, jul. 2017.

GOLDSTEIN, E. et al. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 18, 14 dez. 2010.

GOMES, G. K. et al. High-Frequency Resistance Training Is Not More Effective Than Low-Frequency Resistance Training in Increasing Muscle Mass and Strength in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p. S130–S139, jul. 2019.

GOMIDES, R. et al. Finger Blood Pressure During Leg Resistance Exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 08, p. 590–595, 29 ago. 2010.

GONZAGA, L. A. et al. Caffeine affects autonomic control of heart rate and blood pressure recovery after aerobic exercise in young adults: a crossover study. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 14091, 26 out. 2017.

GONZAGA, L. A. et al. Involvement of Cardiorespiratory Capacity on the Acute Effects of Caffeine on Autonomic Recovery. **Medicina**, v. 55, n. 5, p. 196, 23 maio 2019.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, J. M. et al. Mechanical, Metabolic, and Perceptual Acute Responses to Different Set Configurations in Full Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 6, p. 1581–1590, jun. 2020.

GONZALEZ, A. M. et al. Intramuscular Anabolic Signaling and Endocrine Response Following Resistance Exercise: Implications for Muscle Hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 671–685, 14 maio 2016.

GONZALEZ, A. M. Acute Anabolic Response and Muscular Adaptation After Hypertrophy-Style and Strength-Style Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 10, p. 2959–2964, out. 2016.

GORASSINI, M. et al. Intrinsic Activation of Human Motoneurons: Reduction of Motor Unit Recruitment Thresholds by Repeated Contractions. **Journal of Neurophysiology**, v. 87, n. 4, p. 1859–1866, 1 abr. 2002.

GOTO, K. et al. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 5, p. 731–739, 10 jul. 2009.

GOURINE, A. V.; ACKLAND, G. L. Cardiac Vagus and Exercise. **Physiology**, v. 34, n. 1, p. 71–80, 1 jan. 2019.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. / Caffeine et exercice: métabolisme, endurance et performance. **Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 785–807, 2001.

GREEN, J. M. et al. Effects of Caffeine on Repetitions to Failure and Ratings of Perceived Exertion During Resistance Training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 2, n. 3, p. 250–259, set. 2007.

GRGIC, J. et al. The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 8, p. 983–993, 14 set. 2017.

GRGIC, J. et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, 5 jan. 2018a.

GRGIC, J. et al. Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 1, p. 137–151, 20 jan. 2018b.

GRGIC, J. et al. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, 22 maio 2018c.

GRGIC, J. et al. The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. **Sports Medicine**, v. 49, n. 1, p. 17–30, 2019.

GRGIC, J. et al. What Dose of Caffeine to Use: Acute Effects of 3 Doses of Caffeine on Muscle Endurance and Strength. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 4, p. 470–477, 1 abr. 2020.

GRGIC, J. Effects of Caffeine on Resistance Exercise: A Review of Recent Research. **Sports Medicine**, v. 51, n. 11, p. 2281–2298, 22 nov. 2021.

GRGIC, J. Exploring the minimum ergogenic dose of caffeine on resistance exercise performance: A meta-analytic approach. **Nutrition**, v. 97, p. 111604, maio 2022.

GRGIC, J.; MIKULIC, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 8, p. 1029–1036, 14 set. 2017.

GRGIC, J.; PICKERING, C. The effects of caffeine ingestion on isokinetic muscular strength: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 3, p. 353–360, mar. 2019.

GRGIC, J.; SCHOENFELD, B. J.; LATELLA, C. Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 3, p. 361–370, mar. 2019.

GUEST, N. S. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 18, n. 1, 2 jan. 2021.

GUYTON, A. C. **Fundamentos de Guyton tratado de fisiologia médica**. 10. ed. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro Guanabara koogan, 2002.

H BROOKS, J.; WYLD, K. Acute Effects of Caffeine on Strength Performance in Trained and Untrained Individuals. **Journal of Athletic Enhancement**, v. 04, n. 06, 2015.

HANDFORD, M. J. et al. The Need for Eccentric Speed: A Narrative Review of the Effects of Accelerated Eccentric Actions During Resistance-Based Training. **Sports Medicine**, v. 52, n. 9, p. 2061–2083, 10 set. 2022.

HARGREAVES, M.; SPRIET, L. L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature Metabolism**, v. 2, n. 9, p. 817–828, 3 set. 2020.

HARRIES, S. K.; LUBANS, D. R.; CALLISTER, R. Systematic Review and Meta-analysis of Linear and Undulating Periodized Resistance Training Programs on Muscular Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1113–1125, abr. 2015.

HARTMANN, H. et al. Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. **Sports Medicine**, v. 45, n. 10, p. 1373–1386, 2 out. 2015.

HAWLEY, J. A. et al. Integrative Biology of Exercise. **Cell**, v. 159, n. 4, p. 738–749, nov. 2014.

HEADRICK, J. P. et al. Adenosine and its receptors in the heart: Regulation, retaliation and adaptation. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes**, v. 1808, n. 5, p. 1413–1428, maio 2011.

HEADRICK, J. P. et al. Cardiovascular adenosine receptors: Expression, actions and interactions. **Pharmacology & Therapeutics**, v. 140, n. 1, p. 92–111, out. 2013.

HEASELGRAVE, S. R. et al. Dose-Response Relationship of Weekly Resistance-Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Men. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 3, p. 360–368, mar. 2019.

HECKMAN, C. J.; ENOKA, R. M. Motor Unit. In: **Comprehensive Physiology**. [s.l.] Wiley, 2012. p. 2629–2682.

HECKMAN, M. A.; WEIL, J.; DE MEJIA, E. G. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in Foods: A Comprehensive Review on Consumption, Functionality, Safety, and Regulatory Matters. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 3, p. R77–R87, abr. 2010.

HECTOR, A. J.; PHILLIPS, S. M. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 170–177, mar. 2018.

HENSELMANS, M. et al. The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. **Nutrients**, v. 14, n. 4, p. 856, 18 fev. 2022.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Coffee and Health: A Review of Recent Human Research. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 46, n. 2, p. 101–123, mar. 2006.

HISCOCK, D. J.; DAWSON, B.; PEELING, P. Perceived Exertion Responses to Changing Resistance Training Programming Variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1564–1569, jun. 2015.

HOUSTON, M. E. **Princípios de bioquímica para a ciência do exercício**. 3. ed. ed. São Paulo: São Paulo Roca, 2009.

HUDSON, G. M. et al. Effects of Caffeine and Aspirin on Light Resistance Training Performance, Perceived Exertion, and Pain Perception. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1950–1957, nov. 2008.

HUGGETT, D. L. et al. Comparison of Heart-Rate and Blood-Pressure Increases during Isokinetic Eccentric versus Isometric Exercise in Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 2, p. 157–169, abr. 2004.

IDE, B. N.; LAZARIM, F. L.; MACEDO, D. V. DE. Hipertrofia muscular esquelética humana induzida pelo exercício físico/Exercise-induced human skeletal muscle hypertrophy. **Revista Ciências em Saúde**, v. 1, n. 2, p. 52–61, 14 jul. 2011.

JÄGER, R. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, 3 jan. 2017.

- JAMES, J. E. Critical Review of Dietary Caffeine and Blood Pressure: A Relationship That Should Be Taken More Seriously. **Psychosomatic Medicine**, v. 66, n. 1, p. 63–71, jan. 2004.
- JOHNSEN, E.; VAN DEN TILLAAR, R. Effects of training frequency on muscular strength for trained men under volume matched conditions. **PeerJ**, v. 9, p. e10781, 18 fev. 2021.
- JUKIC, I. et al. Acute Effects of Cluster and Rest Redistribution Set Structures on Mechanical, Metabolic, and Perceptual Fatigue During and After Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 12, p. 2209–2236, 8 dez. 2020.
- JURIK; STASTNY. Role of Nutrition and Exercise Programs in Reducing Blood Pressure: A Systematic Review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 9, p. 1393, 5 set. 2019.
- KALMAR, J. M. The Influence of Caffeine on Voluntary Muscle Activation. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 12, p. 2113–2119, dez. 2005.
- KAMIMORI, G. H. et al. The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 234, n. 1–2, p. 159–167, mar. 2002.
- KATAYAMA, K.; SAITO, M. Muscle sympathetic nerve activity during exercise. **The Journal of Physiological Sciences**, v. 69, n. 4, p. 589–598, 3 jul. 2019.
- KATZ, A. A century of exercise physiology: key concepts in regulation of glycogen metabolism in skeletal muscle. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 8, p. 1751–1772, 30 ago. 2022.
- KEISLER, B. D.; ARMSEY, T. D. Caffeine As an Ergogenic Aid. **Current Sports Medicine Reports**, v. 5, n. 4, p. 215–219, ago. 2006.
- KEKÄLÄINEN, T. et al. Effects of a 9-month resistance training intervention on quality of life, sense of coherence, and depressive symptoms in older adults: randomized controlled trial. **Quality of Life Research**, v. 27, n. 2, p. 455–465, 9 fev. 2018.
- KERKSICK, C. M. et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, 3 jan. 2017.
- KERKSICK, C. M. et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: Research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1–57, 2018.
- KHADANGA, S.; SAVAGE, P. D.; ADES, P. A. Resistance Training for Older Adults in Cardiac Rehabilitation. **Clinics in Geriatric Medicine**, v. 35, n. 4, p. 459–468, nov. 2019.
- KIMBALL, T. R. et al. Echocardiography determination of left ventricular preload, afterload, and contractility during and after exercise. **The Journal of Pediatrics**, v. 122, n. 6, p. S89–S94, jun. 1993.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression

and Exercise Prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

KRAFT, J. A.; GREEN, J. M.; GAST, T. M. Work Distribution Influences Session Ratings of Perceived Exertion Response During Resistance Exercise Matched for Total Volume. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 7, p. 2042–2046, jul. 2014.

KRZYSZTOFIK et al. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 24, p. 4897, 4 dez. 2019.

KUBO, K.; IKEBUKURO, T.; YATA, H. Effects of 4, 8, and 12 Repetition Maximum Resistance Training Protocols on Muscle Volume and Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 4, p. 879–885, abr. 2021.

LACERDA, L. T. et al. Variations in Repetition Duration and Repetition Numbers Influence Muscular Activation and Blood Lactate Response in Protocols Equalized by Time Under Tension. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 251–258, jan. 2016.

LACERDA, L. T. et al. Longer Concentric Action Increases Muscle Activation and Neuromuscular Fatigue Responses in Protocols Equalized by Repetition Duration. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 6, p. 1629–1639, jun. 2019.

LACERDA, L. T. et al. Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 5, p. 1237–1248, 4 maio 2020.

LACERDA, L. T. et al. Resistance training with different repetition duration to failure: effect on hypertrophy, strength and muscle activation. **PeerJ**, v. 9, p. e10909, 25 fev. 2021.

LAGALLY, K. M.; ROBERTSON, R. J. Construct Validity of the OMNI Resistance Exercise Scale. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 252, 2006.

LAMB, G. D. Mechanisms of excitation-contraction uncoupling relevant to activity-induced muscle fatigue This paper is one of a selection of papers published in this Special Issue, entitled 14th International Biochemistry of Exercise Conference – Muscles as Molecular a. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, n. 3, p. 368–372, jun. 2009.

LAMBRIANIDES, Y. et al. Impact of Different Mechanical and Metabolic Stimuli on the Temporal Dynamics of Muscle Strength Adaptation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 3246–3255, nov. 2022.

LAMOTTE, M. et al. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 17, n. 3, p. 329–336, jun. 2010.

LAMOTTE, M.; NISSET, G.; VAN DE BORNE, P. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. **European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society**

of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology, v. 12, n. 1, p. 12–7, fev. 2005.

LASEVICIUS, T. et al. Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 772–780, 3 jul. 2018.

LAWSON, D. et al. Beyond Mechanical Tension: A Review of Resistance Exercise-Induced Lactate Responses & Muscle Hypertrophy. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 7, n. 4, p. 81, 4 out. 2022.

LEA, J. W. D. et al. Convergent Validity of Ratings of Perceived Exertion During Resistance Exercise in Healthy Participants: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine - Open**, v. 8, n. 1, p. 2, 8 dez. 2022.

LEBESQUE, L.; SCAGLIONI, G.; MARTIN, A. The impact of submaximal fatiguing exercises on the ability to generate and sustain the maximal voluntary contraction. **Frontiers in Physiology**, v. 13, 2 set. 2022.

LESINSKI, M.; PRIESKE, O.; GRANACHER, U. Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 13, p. 781–795, jul. 2016.

LIMA, V. DE A. DE et al. Effects of resistance training on the glycemic control of people with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, 27 jun. 2022.

LINDINGER, M. I.; CAIRNS, S. P. Regulation of muscle potassium: exercise performance, fatigue and health implications. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 3, p. 721–748, 4 mar. 2021.

LONGO, A. R. et al. Volume Load Rather Than Resting Interval Influences Muscle Hypertrophy During High-Intensity Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 6, p. 1554–1559, jun. 2022.

LOPES-SILVA, J. P. et al. Caffeine ingestion increases the upper-body intermittent dynamic strength endurance performance of combat sports athletes. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 2, p. 227–236, 1 fev. 2022.

LOPES, J. P.; PLIÁSSOVA, A.; CUNHA, R. A. The physiological effects of caffeine on synaptic transmission and plasticity in the mouse hippocampus selectively depend on adenosine A1 and A2A receptors. **Biochemical Pharmacology**, v. 166, p. 313–321, ago. 2019.

LOPEZ, P. et al. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain: Systematic Review and Network Meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 53, n. 6, p. 1206–1216, jun. 2021.

LOTURCO, I. et al. Half-squat or jump squat training under optimum power load conditions to counteract power and speed decrements in Brazilian elite soccer players during the

- preseason. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 12, p. 1283–1292, 21 jul. 2015.
- MACHADO, C. L. F. et al. Acute Hemodynamic Responses to Repetitions to Failure Using Different Resistance Exercises and Protocols in Normotensive Men: A crossover study. **Clinical and Experimental Hypertension**, v. 42, n. 5, p. 401–408, 3 jul. 2020.
- MAIOR, A. S. et al. Efeito Hipotensivo do Treinamento de Força em Séries Contínuas e Fracionadas. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**, v. 22, n. 3, p. 151–157, 2009.
- MANNARINO, P. et al. Single-Joint Exercise Results in Higher Hypertrophy of Elbow Flexors Than Multijoint Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 10, p. 2677–2681, out. 2021.
- MARCHETTI, P. H. et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**, v. 1, n. 2, p. 1–8, 2010.
- MARINHO, A. H. et al. Effects of caffeine ingestion on cardiopulmonary responses during a maximal graded exercise test: a systematic review with meta-analysis and meta-regression. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–13, 27 jul. 2022.
- MARTICORENA, F. M. et al. No Influence Of Habitual Caffeine Consumption On Its Ergogenic Effects: A Systematic Review And Meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 54, n. 9S, p. 116–116, set. 2022.
- MARTINEZ-VALDES, E. et al. Early Motor Unit Conduction Velocity Changes to High-Intensity Interval Training versus Continuous Training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 11, p. 2339–2350, nov. 2018.
- MARTINS-COSTA, H. C. et al. Equalization of Training Protocols by Time Under Tension Determines the Magnitude of Changes in Strength and Muscular Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 7, p. 1770–1780, jul. 2022.
- MARTINS, G. L. et al. Caffeine and Exercise Performance: Possible Directions for Definitive Findings. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 2, 11 dez. 2020.
- MATSUKAWA, K. et al. Reflex Responses in Plasma Catecholamines Caused by Static Contraction of Skeletal Muscle. **The Japanese Journal of Physiology**, v. 51, n. 5, p. 591–597, 2001.
- MAUGHAN, R. J. et al. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 439–455, 2018.
- MAYO, J. J.; KRAVITZ, L. A Review of the Acute Cardiovascular Responses to Resistance Exercise of Healthy Young and Older Adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 90–96, 1999.
- MAYO, X. et al. Interrepetition rest set lacks the v-shape systolic pressure response advantage during resistance exercise. **Sports**, v. 5, n. 4, 2017.

MCARDLE, W. D. **Fisiologia do exercício nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed.. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 2015.

MCBRIDE, J. M. et al. Comparison of Methods to Quantify Volume During Resistance Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 106–110, jan. 2009.

MCCARTNEY, N. Acute responses to resistance training and safety. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 1, p. 31–37, jan. 1999.

MCKAY, A. K. A. et al. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 2, p. 317–331, 1 fev. 2022.

MCKENNA, M. J. The Roles of Ionic Processes in Muscular Fatigue During Intense Exercise. **Sports Medicine**, v. 13, n. 2, p. 134–145, fev. 1992.

MCKENNA, M. J.; BANGSBO, J.; RENAUD, J.-M. Muscle K⁺, Na⁺, and Cl⁻ disturbances and Na⁺-K⁺ pump inactivation: implications for fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 1, p. 288–295, jan. 2008.

MEEUSEN, R.; ROELANDS, B.; SPRIET, L. L. Caffeine, Exercise and the Brain. In: [s.l: s.n.]. p. 1–12.

MENEZES, J. L. et al. Does Caffeine Supplementation Associated with Paralympic Powerlifting Training Interfere with Hemodynamic Indicators? **Biology**, v. 11, n. 12, p. 1843, 16 dez. 2022.

MERRIGAN, J. J. et al. Rest Redistribution Does Not Alter Hormone Responses in Resistance-Trained Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 1867–1874, jul. 2020.

MICLOS-BALICA, M. et al. Reliability of body composition assessment using A-mode ultrasound in a heterogeneous sample. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 3, p. 438–445, 11 mar. 2021.

MIKE, J. N. et al. The Effects of Eccentric Contraction Duration on Muscle Strength, Power Production, Vertical Jump, and Soreness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 3, p. 773–786, mar. 2017.

MOESGAARD, L. et al. Effects of Periodization on Strength and Muscle Hypertrophy in Volume-Equated Resistance Training Programs: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 1647–1666, 19 jul. 2022.

MORA-CUSTODIO, R. et al. Effect of different inter-repetition rest intervals across four load intensities on velocity loss and blood lactate concentration during full squat exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 24, p. 2856–2864, 17 dez. 2018.

MORA-RODRÍGUEZ, R. et al. Improvements on neuromuscular performance with caffeine ingestion depend on the time-of-day. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 3,

p. 338–342, maio 2015.

MOREAU, R. L. DE M. **Caféina e atividade física**. São Paulo: São Paulo Atheneu, 2012.

MOREIRA, O. C. et al. Cardiovascular Responses to Unilateral, Bilateral, and Alternating Limb Resistance Exercise Performed Using Different Body Segments. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 3, p. 644–652, mar. 2017.

MOTIEJUNAITE, J.; AMAR, L.; VIDAL-PETIOT, E. Adrenergic receptors and cardiovascular effects of catecholamines. **Annales d'Endocrinologie**, v. 82, n. 3–4, p. 193–197, jun. 2021.

MUELLER, P. J. et al. Integration of Central and Peripheral Regulation of the Circulation during Exercise: Acute and Chronic Adaptations. In: **Comprehensive Physiology**. [s.l.] Wiley, 2017. p. 103–151.

MUJIKA, I.; RØNNESTAD, B. R.; MARTIN, D. T. Effects of Increased Muscle Strength and Muscle Mass on Endurance-Cycling Performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 3, p. 283–289, abr. 2016.

MUSTAFA, S. J. et al. Adenosine Receptors and the Heart: Role in Regulation of Coronary Blood Flow and Cardiac Electrophysiology. In: [s.l.: s.n.]. p. 161–188.

NEGRÃO, C. E. et al. Vagal and sympathetic control of heart rate during exercise by sedentary and exercise-trained rats. **Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas**, v. 25, n. 10, p. 1045–52, 1992.

NEGRÃO, C. E. (CARLOS E. **Cardiologia do exercício do atleta ao cardiopata**. 3. ed, rev ed. Barueri, SP: Barueri, SP Editora Manole, 2010.

NEVES NADER, A. et al. Influência dos aquecimentos geral e específico na força de membros superiores. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 3, n. 18, p. 1, 2009.

NICOLL, J. X.; FRY, A. C.; MOSIER, E. M. The effects of a caffeine containing pre-workout supplement on β_2 -adrenergic and MAPK signaling during resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, 16 nov. 2022.

NIELSEN, O. B. et al. Excitability of the T-tubular system in rat skeletal muscle: roles of K^+ and Na^+ gradients and $Na^+ - K^+$ pump activity. **The Journal of Physiology**, v. 557, n. 1, p. 133–146, maio 2004.

NIELSEN, O. B.; DE PAOLI, F. V. Regulation of $Na^+ - K^+$ homeostasis and excitability in contracting muscles: implications for fatigue. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 5, p. 974–984, out. 2007.

NOBREGA, A. C. L. et al. Neural Regulation of Cardiovascular Response to Exercise: Role of Central Command and Peripheral Afferents. **BioMed Research International**, v. 2014, p. 1–20, 2014.

NORA, F. S.; GROBOCOPATEL, D. Artigo de Revisão Métodos de Aferição da Pressão Arterial Média *. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 46, p. 295–301, 1996.

NUNES, J. P. et al. Starting the Resistance-Training Session with Lower-Body Exercises Provides Lower Session Perceived Exertion without Altering the Training Volume in Older Women. **International journal of exercise science**, v. 12, n. 4, p. 1187–1197, 2019.

NUNES, J. P. et al. What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 2, p. 149–157, 1 fev. 2021.

OGOHO, S. et al. Autonomic nervous system influence on arterial baroreflex control of heart rate during exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v. 566, n. 2, p. 599–611, jul. 2005.

OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Cardiovascular responses induced during high-intensity eccentric and concentric isokinetic muscle contraction in healthy young adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 26, n. 1, p. 39–44, jan. 2006.

OKAMOTO, T.; MASUHARA, M.; IKUTA, K. Relationship between plasma endothelin-1 concentration and cardiovascular responses during high-intensity eccentric and concentric exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, p. 071116231949004-???, 14 nov. 2007.

ORTEGA-BECERRA, M.; SÁNCHEZ-MORENO, M.; PAREJA-BLANCO, F. Effects of Cluster Set Configuration on Mechanical Performance and Neuromuscular Activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 2, p. 310–317, fev. 2021.

OZAKI, H. et al. Muscle growth across a variety of exercise modalities and intensities: Contributions of mechanical and metabolic stimuli. **Medical Hypotheses**, v. 88, p. 22–26, mar. 2016.

PAOLI, A. et al. Resistance Training with Single vs. Multi-joint Exercises at Equal Total Load Volume: Effects on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Muscle Strength. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 22 dez. 2017.

PAPAIOANNOU, T. et al. Acute effects of caffeine on arterial stiffness, wave reflections, and central aortic pressures. **American Journal of Hypertension**, v. 18, n. 1, p. 129–136, jan. 2005.

PAPAMICHAEL, C. M. et al. Effect of coffee on endothelial function in healthy subjects: the role of caffeine. **Clinical Science**, v. 109, n. 1, p. 55–60, 1 jul. 2005.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Time Course of Recovery From Resistance Exercise With Different Set Configurations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 10, p. 2867–2876, out. 2020.

PÁRRAGA-MONTILLA, J. A. et al. Acute and Delayed Effects of a Resistance Training Session Leading to Muscular Failure on Mechanical, Metabolic, and Perceptual Responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 8, p. 2220–2226, ago. 2020.

PAULO, A. C. et al. Blood Pressure Response During Resistance Training of Different Work-to-Rest Ratio. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 2, p. 399–407, fev. 2019.

PAZ, G. A. et al. Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-Antagonist Paired-Set vs. Traditional-Set Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2777–2784, out. 2017.

PAZ, G. A. et al. Postexercise Hypotension and Heart Rate Variability Responses Subsequent to Traditional, Paired Set, and Superset Resistance Training Methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 9, p. 2433–2442, set. 2019.

PEARSON, J. et al. Does Varying Repetition Tempo in a Single-Joint Lower Body Exercise Augment Muscle Size and Strength in Resistance-Trained Men? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 8, p. 2162–2168, ago. 2022.

PEDROSA, G. F. et al. The Effects of Altering the Concentric/Eccentric Phase Times on EMG Response, Lactate Accumulation and Work Completed when Training to Failure. **Journal of Human Kinetics**, v. 73, n. 1, p. 33–44, 21 jul. 2020.

PEDROSO, R. C. **Dopagem por cafeína , diuréticos e esteroides anabólicos no esporte**. São Paulo: São Paulo Atheneu, 1996.

PERCY, R. F.; CONETTA, D. A.; MILLER, A. B. Echocardiographic assessment of the left ventricle of endurance athletes just before and after exercise. **The American Journal of Cardiology**, v. 65, n. 16, p. 1140–1144, maio 1990.

PEREZ-GONZALEZ, J. E. Factors determining the blood pressure responses to isometric exercise. **Circulation research**, v. 48, n. 6 Pt 2, p. 176-86, jun. 1981.

PERINI, R.; VEICSTEINAS, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, n. 3–4, p. 317–325, 1 out. 2003.

PESCATELLO, L. S. et al. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 2016.

PETHICK, J.; TALLENT, J. The Neuromuscular Fatigue-Induced Loss of Muscle Force Control. **Sports**, v. 10, n. 11, p. 184, 21 nov. 2022.

PHAN, J. K.; SHAH, S. A. Effect of Caffeinated Versus Noncaffeinated Energy Drinks on Central Blood Pressures. **Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy**, v. 34, n. 6, p. 555–560, jun. 2014.

PIQUERAS-SANCHIZ, F. et al. Acute Mechanical, Neuromuscular, and Metabolic Responses to Different Set Configurations in Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 2983–2991, nov. 2022.

POLITO, M. D. et al. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries

sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 2004, n. 3, p. 7–15, 2004.

POLITO, M. D. et al. Blood pressure assessment during resistance exercise: comparison between auscultation and Finapres. **Blood Pressure Monitoring**, v. 12, n. 2, p. 81–86, abr. 2007.

POLITO, M. D.; FARINATTI, P. T. V. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 2003, n. 1, p. 79–91, 2003.

POLITO, M. D.; GRANDOLFI, K.; DE SOUZA, D. B. Caffeine and resistance exercise: the effects of two caffeine doses and the influence of individual perception of caffeine. **European Journal of Sport Science**, v. 19, n. 10, p. 1342–1348, 26 nov. 2019.

PRESTES, J. et al. Strength and Muscular Adaptations After 6 Weeks of Rest-Pause vs. Traditional Multiple-Sets Resistance Training in Trained Subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p. S113–S121, jul. 2019.

PRIETO-GONZÁLEZ, P.; SEDLACEK, J. Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 17, p. 10773, 29 ago. 2022.

Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

QUEIROZ, A. C. et al. Gender Influence on Post-resistance Exercise Hypotension and Hemodynamics. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 11, p. 939–944, 19 abr. 2013.

RADAELLI, R. et al. Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, maio 2015.

RAEDER, C. et al. Neuromuscular Fatigue and Physiological Responses After Five Dynamic Squat Exercise Protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 4, p. 953–965, abr. 2016.

RALSTON, G. W. et al. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 28 dez. 2017.

RANIERI, F.; DI LAZZARO, V. The role of motor neuron drive in muscle fatigue. **Neuromuscular Disorders**, v. 22, p. S157–S161, dez. 2012.

RATAMESS, N. A. et al. The Effects of Supplementation with p -Synephrine Alone and in Combination with Caffeine on Metabolic, Lipolytic, and Cardiovascular Responses during Resistance Exercise. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 35, n. 8, p. 657–669, 16 nov. 2016.

- RAYA-GONZÁLEZ, J. et al. Acute Effects of Caffeine Supplementation on Movement Velocity in Resistance Exercise: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 4, p. 717–729, 23 abr. 2020.
- REZK, C. C. et al. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 1, p. 105–112, 3 set. 2006.
- RICHARDSON, D. L.; CLARKE, N. D. Effect of Coffee and Caffeine Ingestion on Resistance Exercise Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 10, p. 2892–2900, out. 2016.
- RITTER, O. et al. Cardiorespiratory and Autonomic Nervous System Responses to Prolonged Eccentric Cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 07, p. 453–461, 20 jul. 2019.
- ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.
- ROMERO, S. A.; MINSON, C. T.; HALLIWILL, J. R. The cardiovascular system after exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 4, p. 925–932, 1 abr. 2017.
- ROSCHER, H. et al. Effect of eccentric exercise velocity on akt/mtor/p70 s6k signaling in human skeletal muscle. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 2, p. 283–290, abr. 2011.
- ROSCHER, H. et al. Effect of eccentric action velocity on expression of genes related to myostatin signaling pathway in human skeletal muscle. **Biology of Sport**, v. 35, n. 2, p. 111–119, 2018.
- RUIZ-FERNÁNDEZ, I. et al. Load and muscle group size influence the ergogenic effect of acute caffeine intake in muscular strength, power and endurance. **European Journal of Nutrition**, 25 fev. 2023.
- SAETERBAKKEN, A. H. et al. The Effects of Trunk Muscle Training on Physical Fitness and Sport-Specific Performance in Young and Adult Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 1599–1622, 21 jul. 2022.
- SALATTO, R. W. et al. Caffeine's Effects on an Upper Body Resistance Exercise Strength Workout. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 5S, p. 292, maio 2017.
- SALATTO, R. W. et al. Caffeine's Effects on an Upper-Body Resistance Exercise Workout. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 6, p. 1643–1648, jun. 2020.
- SAMORA, M.; INCOGNITO, A. V.; VIANNA, L. C. Sex differences in blood pressure regulation during ischemic isometric exercise: the role of the β -adrenergic receptors. **Journal of Applied Physiology**, v. 127, n. 2, p. 408–414, 1 ago. 2019.
- SATO, S. et al. Comparison between concentric-only, eccentric-only, and concentric–

eccentric resistance training of the elbow flexors for their effects on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 12, p. 2607–2614, 15 dez. 2022.

SCHOENFELD, B. et al. Calculating Set-Volume for the Limb Muscles with the Performance of Multi-Joint Exercises: Implications for Resistance Training Prescription. **Sports**, v. 7, n. 7, p. 177, 22 jul. 2019a.

SCHOENFELD, B. et al. Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, p. 1–30, 2021a.

SCHOENFELD, B. J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–2872, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J. Postexercise Hypertrophic Adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1720–1730, jun. 2013.

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954–2963, out. 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 7, p. 1805–1812, jul. 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 9, p. 2599–2608, set. 2017a.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, dez. 2017b.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94–103, jan. 2019b.

SCHOENFELD, B. J. et al. Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. **Sports**, v. 9, n. 2, p. 32, 22 fev. 2021b.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 11, p. 1286–1295, 3 jun. 2019.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; KRIEGER, J. W. Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-

Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 4, p. 577–585, 20 abr. 2015.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689–1697, 21 nov. 2016.

SCOTT, C. B. Contribution of Blood Lactate to the Energy Expenditure of Weight Training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 404, 2006.

SEALS, D. R. et al. Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. **Journal of Applied Physiology**, v. 54, n. 2, p. 434–437, 1 fev. 1983.

SEALS, D. R. Influence of active muscle size on sympathetic nerve discharge during isometric contractions in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 3, p. 1426–1431, 1 set. 1993.

SENNA, G. W. et al. Higher Muscle Damage Triggered by Shorter Inter-Set Rest Periods in Volume-Equated Resistance Exercise. **Frontiers in Physiology**, v. 13, 28 fev. 2022.

SETARO, L. Suplementação de cafeína em exercícios anaeróbios. p. 73–79, 2020.

SFORZO, G. A.; TOUEY, P. R. Manipulating Exercise Order Affects Muscular Performance During a Resistance Exercise Training Session. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 10, n. 1, 1996.

SILVA, A. E. L.; DE-OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. DA S. Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n. 1, p. 105–113, 2006.

SILVA, M. A. et al. Efeito ergogênico da cafeína sobre a fadiga e a dor durante o exercício: uma revisão sistemática. **Itinerarius Reflectionis**, v. 16, n. 3, p. 01–19, 2020.

SILVESTRE, J. C.; GIANONI, R.; PEREIRA, P. E. Cafeína e desempenho físico: metabolismo e mecanismos de ação. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 17, n. 2, p. 130, 2018.

SIMÃO, R. et al. Influência dos diferentes protocolos de aquecimento na capacidade de desenvolver carga máxima no teste de 1RM. **Fitness & Performance Journal**, v. 3, n. 5, p. 261–265, 2004.

SIMÃO, R. et al. Exercise Order in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 251–265, mar. 2012a.

SIMÃO, R. et al. Influence of Exercise Order on Repetition Performance During Low-Intensity Resistance Exercise. **Research in Sports Medicine**, v. 20, n. 3–4, p. 263–273, 28 jul. 2012b.

SOUZA, D. et al. Acute Effect of Caffeine Intake on Hemodynamics after Resistance Exercise in Young Non-hypertensive Subjects. **Research in Sports Medicine**, v. 22, n. 3, p. 253–264, 3 jul. 2014.

SPINETI, J. et al. Influence of Exercise Order on Maximum Strength and Muscle Volume in Nonlinear Periodized Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962–2969, nov. 2010.

STACKHOUSE, S. K.; REISMAN, D. S.; BINDER-MACLEOD, S. A. Challenging the role of pH in skeletal muscle fatigue. **Physical therapy**, v. 81, n. 12, p. 1897–903, dez. 2001.

STEBBINS, C. L.; WALSER, B.; JAFARZADEH, M. Cardiovascular responses to static and dynamic contraction during comparable workloads in humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 283, n. 3, p. R568–R575, 1 set. 2002.

STOKES, T. et al. Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. **Nutrients**, v. 10, n. 2, p. 180, 7 fev. 2018.

SUCHOMEL, T. J. et al. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 765–785, 25 abr. 2018.

TALLIS, J.; GUIMARAES-FERREIRA, L.; CLARKE, N. D. Not Another Caffeine Effect on Sports Performance Study—Nothing New or More to Do? **Nutrients**, v. 14, n. 21, p. 4696, 7 nov. 2022.

TARNOPOLSKY, M. A. Caffeine and Creatine Use in Sport. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 57, n. s2, p. 1–8, 2010.

TAYLOR, N.; BREWER, C. Effect Of Caffeine On Muscular Strength And Endurance In Resistance-trained College-aged Males. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 6S, p. 716–716, jun. 2019.

TEIXEIRA, L. et al. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 9, p. 2069–2078, 23 set. 2011.

TIBANA, R. et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. **International Journal of General Medicine**, p. 123, fev. 2012.

TILLIN, N. A.; PAIN, M. T. G.; FOLLAND, J. P. Contraction speed and type influences rapid utilisation of available muscle force: neural and contractile mechanisms. **Journal of Experimental Biology**, 1 jan. 2018.

TOMELERI, C. M. et al. Resistance Exercise Order Does Not Affect the Magnitude and Duration of Postexercise Blood Pressure in Older Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 1062–1070, abr. 2020.

TORNERO-AGUILERA, J. F. et al. Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 7, p. 3909, 25 mar. 2022.

- TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. **Journal of sports science & medicine**, v. 5, n. 4, p. 707–13, 2006.
- TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D.; BEHM, D. The effects of varying time under tension and volume load on acute neuromuscular responses. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 4, p. 402–410, 2 out. 2006.
- TRIVERS, G. et al. Physiological Function during Exercise and Environmental Stress in Humans—An Integrative View of Body Systems and Homeostasis. **Cells**, v. 11, n. 3, p. 383, 24 jan. 2022.
- TRICOLI, V. Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular. **Revista da Biologia**, v. 11, n. 1, p. 38–42, jan. 2014.
- TRINCAVELLI, M. L.; DANIELE, S.; MARTINI, C. Adenosine Receptors: What We Know and What We are Learning. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 10, n. 9, p. 860–877, 1 jun. 2010.
- TRINDADE, T. B. et al. Effects of Pre-exhaustion Versus Traditional Resistance Training on Training Volume, Maximal Strength, and Quadriceps Hypertrophy. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 19 nov. 2019.
- TRINDADE, T. B. et al. Pre-exhaustion Training, a Narrative Review of the Acute Responses and Chronic Adaptations. **International journal of exercise science**, v. 15, n. 3, p. 507–525, 2022.
- TRYBULSKI, R. et al. Impact of movement tempo on bar velocity and time under tension in resistance exercises with different external loads. **Biology of Sport**, v. 39, n. 3, p. 547–554, 2022.
- TURNBULL, D. et al. Caffeine and cardiovascular health. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 89, p. 165–185, out. 2017.
- VARGAS-MOLINA, S. et al. Comparison of blood lactate and perceived exertion responses in two matched time-under-tension protocols. **Plos One**, v. 15, n. 1, p. e0227640, 15 jan. 2020.
- VENIER, S.; GRGIC, J.; MIKULIC, P. Caffeinated Gel Ingestion Enhances Jump Performance, Muscle Strength, and Power in Trained Men. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 937, 25 abr. 2019.
- VIEIRA, J. G. et al. Effects of Resistance Training to Muscle Failure on Acute Fatigue: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 5, p. 1103–1125, 9 maio 2022.
- WAGNER, D. R.; CAIN, D. L.; CLARK, N. W. Validity and Reliability of A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment of NCAA Division I Athletes. **Plos One**, v. 11, n. 4, p. e0153146, 13 abr. 2016.

WALLACE, W. et al. Repeated Bouts of Advanced Strength Training Techniques: Effects on Volume Load, Metabolic Responses, and Muscle Activation in Trained Individuals. **Sports**, v. 7, n. 1, p. 14, 6 jan. 2019.

WANG, X. et al. The role of action potential changes in depolarization-induced failure of excitation contraction coupling in mouse skeletal muscle. **eLife**, v. 11, 5 jan. 2022.

WESTCOTT, W. L. Resistance Training is Medicine. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G. Recent advances in the understanding of skeletal muscle fatigue. **Current Opinion in Rheumatology**, v. 14, n. 6, p. 648–652, nov. 2002.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G.; LÄNNERGREN, J. Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause? **Physiology**, v. 17, n. 1, p. 17–21, fev. 2002.

WHITE, D. W.; RAVEN, P. B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. **The Journal of Physiology**, v. 592, n. 12, p. 2491–2500, 15 jun. 2014.

WILK, M. et al. The acute effects of caffeine intake on time under tension and power generated during the bench press movement. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, 15 jan. 2019a.

WILK, M. et al. The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine. **Nutrients**, v. 11, n. 8, p. 1912, 15 ago. 2019b.

WILK, M. et al. The Effects of the Movement Tempo on the One-Repetition Maximum Bench Press Results. **Journal of Human Kinetics**, v. 72, n. 1, p. 151–159, 31 mar. 2020.

WILK, M.; TUFANO, J. J.; ZAJAC, A. The Influence of Movement Tempo on Acute Neuromuscular, Hormonal, and Mechanical Responses to Resistance Exercise—A Mini Review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 8, p. 2369–2383, ago. 2020.

WILK, M.; ZAJAC, A.; TUFANO, J. J. The Influence of Movement Tempo During Resistance Training on Muscular Strength and Hypertrophy Responses: A Review. **Sports Medicine**, v. 51, n. 8, p. 1629–1650, 27 ago. 2021.

WILLIAMSON, J. W.; FADEL, P. J.; MITCHELL, J. H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. **Experimental Physiology**, v. 91, n. 1, p. 51–58, jan. 2006.

WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. The Effect of Caffeine as an Ergogenic Aid in Anaerobic Exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 18, n. 4, p. 412–429, ago. 2008.

WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. Effect of Caffeine as an Ergogenic Aid During Anaerobic Exercise Performance in Caffeine Naïve Collegiate Football Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 5, p. 1363–1369, ago. 2009.

YAMADA, A. K.; VERLENGIA, R.; BUENO JUNIOR, C. R. Mechanotransduction pathways in skeletal muscle hypertrophy. **Journal of Receptors and Signal Transduction**, v. 32, n. 1, p. 42–44, 16 fev. 2012.

ZHAO, H.; NISHIOKA, T.; OKADA, J. Validity of using perceived exertion to assess muscle fatigue during resistance exercises. **PeerJ**, v. 10, p. e13019, 1 mar. 2022.

ANEXOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Prezado Senhor, você está sendo convidado a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados.

I - Título do trabalho experimental: Suplementação de Cafeína e Treinamento de Força: comportamento dos efeitos agudos em relação à intensidade do treino.

Pesquisadores responsáveis: João Marcos Silva¹ e Dr. Sandro Fernandes da Silva².

Cargo/Função: ^{1,2}Pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da UFLA/MG, ¹Aluno (orientando), ² Professor (orientador).

Instituição/Departamento: ^{1,2} Universidade Federal de Lavras/ Faculdade de Ciências da Saúde.

Telefone para contato: ¹(37) 999686476, ² (35)999735060

Local da coleta de dados: Top Fit Studio Personal Trainer – Al. Dr. Cícero de Castro Filho, 729, Oliveira/MG.

II – OBJETIVOS

Nosso estudo tem como objetivo avaliar a interação da suplementação aguda de cafeína diante de três intensidades diferentes do treinamento de força e verificar se há diferença entre elas.

III – JUSTIFICATIVA

Com base no efeito ergogênico promovido pela cafeína associado ao exercício físico, iremos investigar qual o impacto da suplementação aguda diante de três condições distintas no treinamento de força. Uma vez que a magnitude das ações fisiológicas se diferencia de acordo com o protocolo do treino, podendo influenciar tanto os mecanismos de fadiga quanto sistema cardiovascular, analisaremos fatores de desempenho físico e cardiovasculares somados aos efeitos da cafeína durante o treinamento de força.

IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

AMOSTRA

Para amostra do nosso estudo será incluído homens normotensos, com idade entre 18 e 40 anos, ativos em pelo menos um ano na prática de musculação e que não apresente nenhum problema de saúde relacionados ao sistema cardiovascular, respiratório, neurológico, musculoesquelético e endócrino.

EXAMES E PROCEDIMENTOS

Será realizado uma análise inicial composta pela análise do estado de saúde e nutricional por meio de questionários e aferição da pressão arterial e frequência cardíaca, das avaliações físicas seguidos da composição corporal e o teste de força dinâmica. No decorrer do estudo, o exercício será realizado em 3 condições diferentes, sendo 50%, 70% e 90% da carga máxima obtida no teste.

As respostas cardiovasculares serão controladas através de um frequencímetro e um esfigmomanômetro aneróide, já o desempenho neuromuscular por meio de testes dinâmicos e um aparelho de ultrassom portátil. Todos equipamentos empregados nas avaliações não são invasivos não impondo riscos ou desconfortos ao participante.

Como protocolo de suplementação, utilizaremos cápsulas de cafeína nas concentrações propostas na literatura baseadas no peso corporal e como placebo cápsulas de uma substância inativa compostas por dextrose. Considerando a avaliação inicial o estudo terá duração de 4 semanas, e dentro desse prazo os participantes visitarão o local da coleta de dados 7 vezes, ao qual serão marcados previamente com os pesquisadores.

O estudo não proporcionará nenhum gasto aos participantes em relação ao protocolo de testes, uma vez que de conhecimento prévio a eles a localização do local da coleta de dados, cabe aos mesmos avaliar o custo benefício de sua disposição no deslocamento em optar em participar da pesquisa.

Os dados individuais de cada participante serão mantidos em sigilo, e ao término da pesquisa todos terão acesso aos resultados gerais obtidos no mesmo.

V - RISCOS ESPERADOS

A avaliação do risco da pesquisa é MÍNIMO para suplementação de cafeína, uma vez que a dose respeita as indicações propostas na literatura, as únicas consequências imediatas possíveis estão relacionadas a sensibilidade individual aos efeitos da mesma, como aumento da sudorese, do fluxo intestinal e/ou uma leve taquicardia. Pelo fato de a cafeína atingir seu pico plasmático após uma hora do seu consumo a possibilidade de consequências a longo prazo também são MÍNIMAS, pois a partir desse momento os níveis tendem a cair tendo a cafeína uma meia vida de no máximo 12 horas após sua administração.

Em relação ao protocolo de testes no exercício, os danos imediatos e tardios gerados também são MÍNIMOS, uma vez que dentro da intensidade e o volume seguros na literatura os participantes selecionados já terão como hábito a realização do mesmo em sua rotina de treinamento. Um desconforto MÍNIMO poderá ser observado durante execução do exercício promovidos pelo manguito do esfigmomanômetro ao qual ficará posicionado no braço do participante o tempo todo e também a dor muscular de início tardio, normalmente promovidas pelo treinamento de força.

Todos os métodos avaliativos empregados no estudo não são invasivos e frequentemente utilizados de forma segura em práticas clínicas, afastando quaisquer riscos que possam ser proporcionados ao participante.

Ao integrar a pesquisa, todos os participantes terão assistência gratuita para os MÍNIMOS riscos ou desconfortos possíveis gerados no estudo, sendo de responsabilidade dos pesquisadores o suporte para resolução de qualquer problema relatado. Para isso ofereceremos apoio médico, nutricional ou psicológico em 24h por dia se necessário.

VI – BENEFÍCIOS

Como benefício em participar da pesquisa, cada integrante terá informações individuais das suas condições de saúde física pela avaliação da composição corporal, e também do sistema cardiovascular sobre o esforço no treino de musculação. Além disso os participantes saberão a magnitude dos efeitos ergogênicos e possíveis colaterais da dosagem de 6mg/kg de cafeína ao qual poderão ser utilizada de forma segura no futuro para potencializar o desempenho no exercício.

VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa poderá ser suspensa ou encerrada caso os pesquisadores responsáveis percebam algum risco ou danos à saúde dos participantes da pesquisa em consequência da mesma ou se houver solicitação do comitê de ética que aprovou a pesquisa ou pela CONEP. Caso estudo venha a ser interrompido, fica de responsabilidade dos pesquisadores a assistência adequada e gratuita o tempo necessário para que fique assegurado a integridade física e mental das participantes.

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa. Oliveira, _____ de _____ de 20__.

Nome (legível) / RG

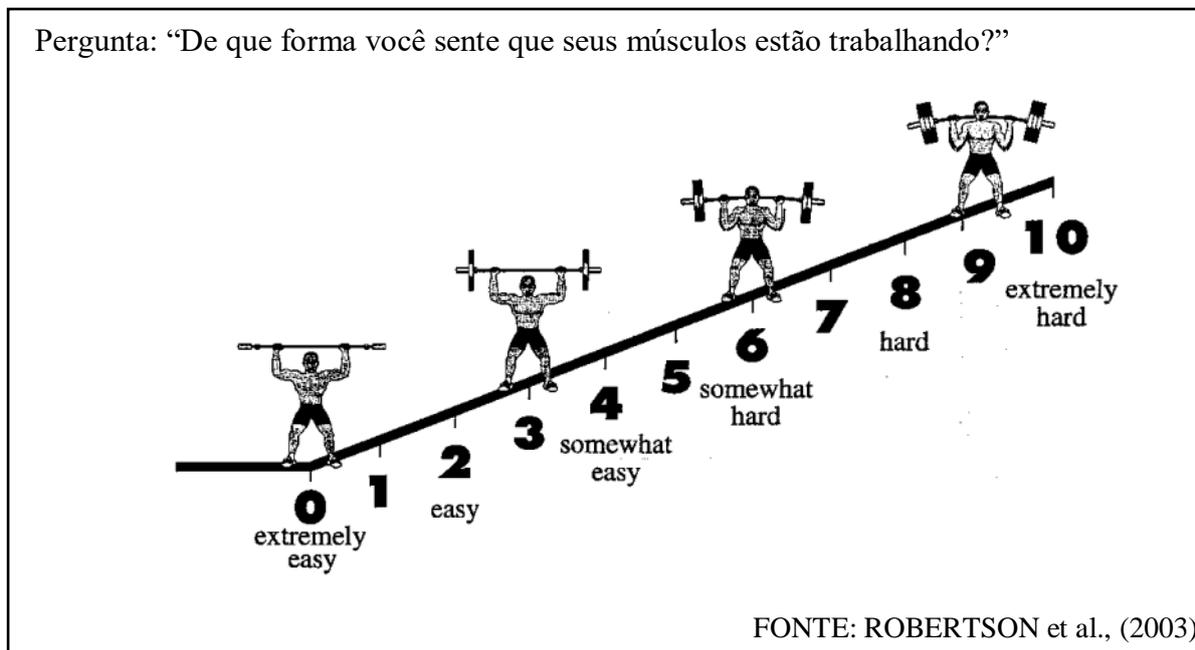
Assinatura

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; será ressarcido de despesas que eventualmente ocorrerem; será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; e terá o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com os pesquisadores responsáveis no Departamento de Nutrição da Faculdade de Ciências da Saúde da UFLA. Telefones de contato: (37) 999686476 ou (35) 999735060. Endereço do pesquisador responsável: Rua Antônio Queiroz, 124, Bairro Acácio Ribeiro – Oliveira/MG – CEP 35540-000.

Escala OMNI-RES para percepção subjetiva de esforço no treinamento resistido.



Questionário de prontidão para atividade física – PARQ

QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA**(PAR-Q)**

Este questionário tem o objetivo de identificar a necessidade de avaliação por um médico antes do início da atividade física. Caso você responda “SIM” a uma ou mais perguntas, converse com seu médico ANTES de aumentar seu nível atual de atividade física. Mencione este questionário e as perguntas às quais você respondeu “SIM”.

Por favor, assinale “SIM” ou “NÃO” às seguintes perguntas:

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?
 Sim Não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?
 Sim Não
3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?
 Sim Não
4. Você apresenta desequilíbrio devido à tontura e/ ou perda de consciência?
 Sim Não
5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?
 Sim Não
6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?
 Sim Não
7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve praticar atividade física?
 Sim Não

Nome completo: _____ Idade: _____

Data: ___/___/___ Assinatura: _____

Recordatório alimentar de 24 horas.

Registro Alimentar de 24h

Nome: _____ Data: _____

- Escreva tudo que você comeu ou bebeu imediatamente após cada refeição ou lanche.
- Inclua tudo que você comeu ou bebeu desde a hora que acordou até a hora de dormir.
- Detalhe o máximo possível (coloque modo de preparação, marca do alimento, etc.). Veja o exemplo entregue pelo atendente.
- Preencher o registro alimentar em 2 dias de treino.

Refeição	Horário	Alimentos	Quantidade (gramas ou medida caseira)
Desjejum			
Colação			
Almoço			
Lanche			
Jantar			
Ceia			

Água consumida: _____

Horário do treino: _____

Questionário sobre os efeitos autopercebidos pelo uso da cafeína.

QUESTIONÁRIO SOBRE OS EFEITOS AUTOOPERCEBIDOS PELO USO DA CAFEÍNA

1. Você já utilizou algum suplemento a base de cafeína? Qual?

2. Você já ingeriu de forma única ou em um curto intervalo de tempo uma grande quantidade de alimentos ricos em cafeína (vide lista dos alimentos ricos em cafeína)?

3. Se sim para pergunta número 2, cite quais foram esses alimentos.

4. Se sim para perguntas 1 e/ou 2 responda abaixo se você sentiu alguma alteração no seu organismo após o consumo da cafeína, cite quais foram esses efeitos percebidos.

Lista de alimentos Ricos em cafeína que não deverão ser consumidos 12 horas antes dos testes.

**LISTA DE ALIMENTOS RICOS EM CAFEÍNA QUE NÃO
DEVERÃO SER CONSUMIDOS 12 HORAS ANTES DA
REALIZAÇÃO DOS TESTES**

1. Cafés (tradicional, solúvel, expresso, descafeinado, e de máquinas em geral).
2. Chás (preto, verde e mate).
3. Guaraná em pó.
4. Bebidas energéticas (energéticos de todas as marcas).
5. Refrigerante de cola (geralmente apresentam-se na cor preta).
6. Medicamentos analgésicos ou outros que contenham em sua composição cafeína (vide bula do medicamento).

Fonte: HECKMAN, M. A., WEIL, J., & GONZALEZ DE MEJIA, E. (2010).