

**JÉSSICA BEATRIZ FERREIRA SOUSA**

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE CORTISOL,  
PARÂMETROS AUTONÔMICOS CARDÍACOS E ÍNDICES DE RIGIDEZ  
ARTERIAL EM INDIVÍDUOS DE MEIA IDADE E IDOSOS PRATICANTES  
DO TREINAMENTO DE FORÇA**

**UBERABA**

**2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Jéssica Beatriz Ferreira Sousa

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE CORTISOL,  
PARÂMETROS AUTONÔMICOS CARDÍACOS E ÍNDICES DE RIGIDEZ  
ARTERIAL EM INDIVÍDUOS DE MEIA IDADE E IDOSOS PRATICANTES DO  
TREINAMENTO DE FORÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (linha de pesquisa: Exercício físico, Ajustes e Adaptações Neuromusculares, Cardiorrespiratórias e Endócrino-metabólicas), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Octávio Barbosa Neto

UBERABA

2020

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

S696a Sousa, Jéssica Beatriz Ferreira  
Associação entre concentrações séricas de cortisol, parâmetros  
autônômicos cardíacos e índices de rigidez arterial em indivíduos de meia  
idade e idosos praticantes do treinamento de força / Jéssica Beatriz Ferreira  
Sousa. -- 2020.  
57 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2020  
Orientador: Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto

1. Frequência Cardíaca. 2. Rigidez Arterial. 3. Hidrocortisona.  
4. Treinamento Físico - Idosos. I. Barbosa Neto, Octávio. II. Universidade  
Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 612.176

Jéssica Beatriz Ferreira Sousa

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE CORTISOL,  
PARÂMETROS AUTONÔMICOS CARDÍACOS E ÍNDICES DE RIGIDEZ  
ARTERIAL EM INDIVÍDUOS DE MEIA IDADE E IDOSOS PRATICANTES DO  
TREINAMENTO DE FORÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (linha de pesquisa: Exercício físico, Ajustes e Adaptações Neuromusculares, Cardiorrespiratórias e Endócrino-metabólicas), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 18 de dezembro de 2020

Banca Examinadora:

---

Dr. Octávio Barbosa Neto – Orientador  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

---

Dra. Nadia Carla Cheik  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Dr. Jeffer Eidi Sasaki  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dedico esse trabalho a toda minha família, em especial aos meus pais e melhores amigos Antônio José e Sirlei Ferreira, meu avô e grande amigo Gaúcho, meus amigos da pós-graduação, da fisioterapia e da Guarda Municipal. Pessoas de luz que me incentivaram e apoiaram nessa jornada, que enriquecem minha trajetória ao depositar confiança nos meus sonhos e projetos.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pelo dom que é poder viver tão intensamente ao ponto de concretizar sonhos. Ao menino Jesus que em sua grande sabedoria permitiu fazer de mim uma mulher forte, que se desafia constantemente, para poder evoluir e doar o meu melhor lado.

Agradeço o meu grande mestre Dr. Octávio Barbosa Neto, que jornada hein?! Esse sim me apoiou constantemente em todas as mudanças e imprevistos impostos na nossa caminhada. Não foi fácil ter que adaptar a tantas mudanças. Mas quando estamos sendo verdadeiramente orientados o caminho se torna mais leve e tranquilo. Esse meu orientador e amigo permitiu que tudo acontecesse da melhor forma possível, mesmo vivenciando o caos da pandemia e suas peculiaridades. A admiração pelo seu caráter e competência precisa ser aqui registrada. Minha eterna gratidão não só pelo apoio nessa jornada, mas pelo exemplo de profissional e ser humano que agora carrego comigo.

Agradeço aos meus pais; Antônio José, um homem guerreiro, amigo, aliás, meu melhor amigo, e exemplo de retidão, garra e perseverança; Sirlei Ferreira, minha deusa inspiradora, que batalha diariamente pelos seus sonhos e nossa família, eu definitivamente sou sua fã.

Agradeço a toda minha família, destacando o carinho do meu avô Antônio “Gaúcho”, pois ele tem sido meu maior apoiador e admirador nessa trajetória, meu parceiro de viagens e sorrisos.

Agradeço imensamente a alegria que é poder contar com meus amores Julie, Jessie, Babi, Alice, Malu e Celina, pacotinhos de amor embrulhados em pelos que são minha fonte de amor. Ah Deus, obrigada por isso também. A criação desses animais que colore o nosso mundo.

Agradeço aos meus amigos e amigas, em especial à Fernanda Ferreira, Ricardo Souza, Emílio, Gabriela Souza, Fernanda Campos, Yasmim e Awassi, vocês me ajudam a ter dias mais felizes.

Agradeço aos meus irmãos de farda e de coração Bernardo Abreu, Carlos Barbosa e Giovani Gusmão por terem se tornado meu porto seguro nesse último ano de dificuldades, mas também de realizações. Vocês simbolizam a força e o carinho de um laço eterno.

Obrigada!

“O fardo é proporcional às forças, como a recompensa será proporcional à resignação e à coragem”.

Allan Kardec

## RESUMO

A função adrenal e o envelhecimento têm sido objeto de intenso interesse nas últimas décadas. O envelhecimento natural resulta em alterações sutis na secreção de cortisol. O incremento dos níveis séricos desse glicocorticoide com o avanço da idade é capaz de gerar inúmeros danos ao organismo e exacerbar a imunossenescência, no qual pode se estender aos sistemas endócrino e cardiovascular, destacando as alterações relacionadas ao controle autonômico cardíaco e a rigidez arterial. Essas mudanças vinculadas ao sistema cardiovascular e endócrino, podem ser prevenidas, ou quando já instaladas, otimizadas, para idosos praticantes de treinamento físico, que é um método de tratamento não medicamentoso que beneficia o funcionamento e a integração de todos os sistemas fisiológicos. O objetivo do presente estudo foi avaliar a associação entre níveis séricos de cortisol, modulação autonômica cardíaca e rigidez arterial em idosos praticantes de treinamento de força (TF). Cento e vinte voluntários de ambos os sexos foram alocados em 4 grupos (30 em cada grupo): meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ) e treinado ( $MI_{TRE}$ ) idade de 40 e 59 anos; idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e treinado ( $ID_{TRE}$ ) idade igual ou superior a 60 anos. Parâmetros hemodinâmicos, análises lineares e não lineares da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), velocidade de onda de pulso (VOP), índice de aumento (AIX) e resistência vascular total (RVT) e concentração de cortisol foram avaliados em condições basais. Maior bradicardia de repouso foi observada em ambos os grupos treinados quando comparados aos seus respectivos grupos sedentários ( $p < 0,05$ ). O grupo  $ID_{SED}$  apresentou maior FC de repouso do que  $MI_{TRE}$  ( $p < 0,01$ ). Os  $ID_{SED}$  obtiveram elevados valores de pressão arterial sistólica (PAS), média (PAM), pressão de pulso (PP), VOP, AIX e RVT quando comparados aos outros grupos ( $p < 0,05$ ). Ao analisarmos a VFC observamos que ambos os grupos treinados apresentaram maior modulação vagal e reduzida modulação simpática cardíaca quando confrontados aos seus respectivos grupos sedentários ( $p < 0,05$ ). Observou-se também que os  $ID_{SED}$  evidenciam maior atividade simpática e menor atividade vagal do que ambos os grupos de indivíduos de meia idade ( $p < 0,05$ ). As concentrações séricas de cortisol foram significativamente menores nos grupos MI e ID treinados em comparação com os grupos MI e ID sedentários ( $p < 0,05$ ). Nessa mesma vertente, os  $ID_{SED}$  obtiveram maiores concentrações de cortisol em relação aos demais grupos ( $p < 0,05$ ). Notou-se uma correlação significativa e negativa entre os níveis séricos de cortisol e a modulação parassimpática ( $r = -0,411$ ;  $p < 0,001$ ) e uma correlação significativa e positiva entre os níveis séricos de cortisol e a modulação simpática cardíaca ( $r = 0,393$ ;  $p < 0,001$ ). Em relação a rigidez arterial, também se constatou uma correlação significativa e positiva entre as concentrações de cortisol com a VOP ( $r = 0,359$ ;  $p < 0,001$ ) e a RVT ( $r = 0,389$ ;  $p < 0,001$ ). Nossos dados nos permitem concluir que o treinamento de força realizado por idosos e indivíduos de meia idade reduz a concentração de cortisol, e essa redução possui correlação com melhores índices da VFC e rigidez arterial.

**Palavras-chave:** Modulação autonômica cardíaca. Rigidez arterial. Cortisol. Treinamento resistido.

## ABSTRACT

Adrenal function and aging have been the object of intense interest in recent years. Natural aging results in subtle changes in cortisol secretion. The increase in serum levels of this glucocorticoid with advancing age is able to develop several injury to the organism and exacerbating immunosenescence, which can extend to the endocrine and cardiovascular system, shown changes related to cardiac autonomic control and arterial stiffness. These changes, linked to the cardiovascular and endocrine systems, can be prevented, or when installed, optimized, for old man practitioners of exercise training, which is a non-pharmacological treatment method that benefits the functioning and integration of all physiological systems. The aim of this study was to assess the association between serum cortisol levels, cardiac autonomic modulation and arterial stiffness in old man practitioners of resistant training (RT). One hundred and twenty volunteers of both sexes were allocated in 4 groups (30 each group): sedentary (MA<sub>S</sub>) and trained middle age (MA<sub>T</sub>) aged of 40-59 yrs; sedentary (OA<sub>S</sub>) and trained old age (OA<sub>T</sub>) aged 60 or older yrs. Hemodynamic parameters, linear and non-linear analyses of heart rate variability (HRV), pulse wave velocity (PWV), augmentation index (AIx), total vascular resistance (TVR) and concentrations of cortisol were measured at rest. Higher resting bradycardia was observed in both trained groups when compared to their respective sedentary groups ( $p < 0.05$ ). The OA<sub>S</sub> group had a higher HR at rest than MA<sub>T</sub> ( $p < 0.01$ ). The OA<sub>S</sub> obtained high values of systolic blood pressure, mean, pulse pressure (PP), PWV, AIx and TVR when compared to the other groups ( $p < 0.05$ ). When analyzing HRV, we observed that both trained groups showed greater vagal modulation and reduced cardiac sympathetic modulation when compared to their respective sedentary groups ( $p < 0.05$ ). It was also observed that the OA<sub>S</sub> show greater sympathetic activity and less vagal activity than both groups of middle-aged individuals ( $p < 0.05$ ). Serum cortisol concentrations were significantly lower in trained MA and OA groups compared to sedentary MA and OA groups ( $p < 0.05$ ). In this sense, the OA<sub>S</sub> obtained higher concentrations of cortisol compared to the other groups ( $p < 0.05$ ). There was a significant and negative correlation between serum cortisol levels and parasympathetic modulation ( $r = -0.411$ ;  $p < 0.001$ ) and a significant and positive correlation between serum cortisol levels and cardiac sympathetic modulation ( $r = 0.393$ ;  $p < 0.001$ ). In relation to arterial stiffness, a significant and positive correlation between cortisol concentrations and PWV ( $r = 0.359$ ;  $p < 0.001$ ) and RVT ( $r = 0.389$ ;  $p < 0.001$ ) was also observed. Our data allow us to conclude that resistance training performed by old man and middle-aged individuals reduces the concentration of cortisol, and this reduction is correlated with better HRV indices and arterial stiffness.

**Keywords:** Cardiovascular Autonomic Modulation; Arterial Stiffness; Cortisol; Resistance Training.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Grau Celsius
AIx	Índice de Aumento
AVDs	Atividades de Vida Diária
AVE	Acidente Vascular Encefálico
bpm	Batimento por Minuto
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DAC	Doença Arterial Coronariana
DC	Débito Cardíaco
DCNT	Doença Crônica Não Transmissível
DCV	Doença cardiovascular
DF	Domínio Frequência
DHEA	Dehidroepiandrosterona
DM	Diabete Mellitus
DP	Duplo Produto
DT	Domínio Tempo
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência Cardíaca
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HC	Hospital das Clínicas
HF	High Frequency
HPA	Hipotálamo-Pituitária-Adrenal
HVE	Hipertrofia do Ventrículo Esquerdo
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Insuficiência Cardíaca
ID <sub>SED</sub>	Idoso Sedentário
ID <sub>TRE</sub>	Idoso Treinado
IMC	Índice de Massa Corpórea
IQR	Interquartis
iRR	Intervalo das ondas R do eletrocardiograma
Kg	Kilo

LF	Low Frequency
m <sup>2</sup>	Metros Quadrados
MI <sub>SED</sub>	Meia Idade Sedentário
MI <sub>TRE</sub>	Meia Idade Treinado
mmHg	Milímetro de Mercúrio
ms	milissegundos
NO	Óxido Nítrico
nu	normalized units
O <sub>2</sub>	Oxigênio
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PP	Pressão de Pulso
rMSSD	root mean square of the successive differences
rpm	repetição por minuto
RPT	Resistência Vascular Total
SDNN	Standart Deviation of the NN (RR)
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TF	Treinamento de Força
UAI	Unidade de Atendimento ao Idoso
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
VE	Ventrículo Esquerdo
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VLF	Very Low Frequency
VO <sub>2máx</sub>	Consumo Máximo de Oxigênio
VOP	Velocidade de Onda de Pulso

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

### Figura

- 1 Caracterização demográfica, perfil antropométrico e tempo de prática do treinamento de força dos participantes do estudo.
- 2 Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da concentração sérica de cortisol em repouso entre os voluntários dos grupos de meia idade sedentários ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinados ( $MI_{TRE}$ ), idosos sedentários ( $ID_{SED}$ ) e idosos treinados ( $ID_{TRE}$ ).
- 3 Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de Cortisol e o índice  $rMSSD$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).
- 4 Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e o índice de componente de alta frequência normalizada  $HF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).
- 5 Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e o índice de componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).
- 6 Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e a velocidade de onda de pulso (VOP) da rigidez arterial dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).
- 7 Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e a resistência vascular total (RVT) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

## LISTA DE TABELAS

### Tabela

- 1** Parâmetros hemodinâmicos cardiovasculares e rigidez arterial de repouso dos participantes do estudo de acordo com as características de cada grupo.
- 2** Valores médios associados à VFC em repouso no domínio tempo (DT) e da frequência (DF) de repouso dos participantes do estudo de acordo com as características de cada grupo.
- 3** Valores médios associados à VFC em repouso no domínio tempo (DT) e da frequência (DF) de repouso dos participantes do estudo de acordo com as características de cada grupo.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>4 HIPÓTESE</b> .....	18
<b>5 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
5.1 ENVELHECIMENTO NATURAL.....	19
5.1.2 Cortisol e envelhecimento .....	21
5.2 TREINAMENTO DE FORÇA NA TERCEIRA IDADE .....	23
5.3 RIGIDEZ ARTERIAL.....	24
5.4 MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA.....	26
<b>6 MATERIAL e MÉTODOS</b> .....	28
6.1 AMOSTRA .....	28
6.2 DESENHO EXPERIMENTAL.....	29
6.3 PERFIL ANTROPOMÉTRICO .....	30
6.4 PARÂMETROS HEMODINÂMICOS BASAIS.....	30
6.5 MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA.....	30
6.6 ANÁLISE DA RIGIDEZ ARTERIAL PELO MÉTODO DA VOP.....	31
6.7 AVALIAÇÃO HORMONAL .....	32
6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
<b>7 RESULTADOS</b> .....	34
<b>8 DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>9 CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento se trata de um processo fisiológico contínuo e natural onde as capacidades que o organismo apresenta podem ser limitadas ou reduzidas pelas alterações inerentes às mudanças estruturais e funcionais do corpo (AZEVEDO et al., 2010). Sendo assim, as alterações fisiológicas afetam tecidos e órgãos que podem interferir na capacidade de realização das atividades de vida diária (AVDs) e conseqüentemente na independência dos idosos. As mudanças ocasionadas pelo processo de envelhecimento, podem se estender aos sistemas nervoso, endócrino e cardiovascular, destacando as alterações relacionadas ao controle autonômico do coração, que são focos desta presente investigação (BARBOSA NETO, 2010; SHERPARD, 2003; TASK FORCE, 1996).

O sistema cardiovascular é constituído pelo coração, vasos sanguíneos e sangue e tem o Sistema Nervoso Autonômico (SNA) como o principal regulador de suas funções. Com o avançar da idade, o SNA também sofre uma deterioração que pode dificultar a execução de suas competências. Ao prejudicar essa interação do sistema cardiovascular e SNA, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é comprometida, por reduzir a modulação dos batimentos cardíacos deixando o indivíduo propenso à eventos cardiovasculares e morte súbita (BARBOSA NETO, 2010; KENNEY; WILMORE; COSTIL, 2013; TASK FORCE, 1996).

Já as alterações do sistema endócrino, que é composto por glândulas, hormônios e órgão-alvo ou receptores, podem acarretar prejuízos, aumentando a possibilidade de desenvolvimento de doenças como a Obesidade, a Diabetes Mellitus (DM) e a Síndrome Metabólica (McARDLE;KATCH; KATCH, 2013). Hormônios esteroides, como por exemplo o Cortisol, também conhecido como o hormônio do estresse, apresentam mudanças em seu padrão de secreção ao longo dos anos, sendo que ao envelhecer, grande parte dos indivíduos aumentam a concentração desse hormônio, podendo alcançar taxas entre 20 a 50% de elevação se comparado com perfis mais jovens (VAZ et al., 2013, SELLAMI et al., 2019). A exposição contínua à altas taxas de Cortisol impacta no trabalho cardíaco por favorecer o aumento da pressão arterial (PA) e da frequência cardíaca (FC) gerando comprometimento cardiovascular (MORGAN et al., 2017).

Nessa mesma vertente, o processo de envelhecer pode cursar com um fenômeno caracterizado pela redução da complacência das grandes artérias, que promove o aumento da rigidez arterial. Esse processo impacta diretamente na pós-carga do ventrículo esquerdo (VE) e na atenuação da perfusão coronariana, por ser resultado de uma PA sistólica (PAS) aumentada e uma PA diastólica (PAD) reduzida (ALVIM, et al. 2017). A permanência desse fenômeno

também está associada com a ocorrência de doenças cardiovasculares (DCV), que são destaque como causa de morbimortalidade mundial (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2016), por estar relacionada à isquemia coronariana, hipertrofia do VE (HVE) e aumento do estresse na parede vascular, culminando em possíveis rupturas de placas ateroscleróticas. Sendo assim, torna-se importante a realização de avaliações que mensurem o comprometimento da rede vascular, primordialmente a rigidez arterial. Nesse sentido, a medida da velocidade de onda de pulso (VOP) é considerada o padrão-ouro de mensuração pelo seu alto grau de confiabilidade e reprodutibilidade, em diferentes populações (ALVIM, et al. 2017; YUCEL, et al. 2015).

Essas alterações vinculadas ao sistema cardiovascular e endócrino, podem ser prevenidas, ou quando já instaladas, otimizadas, para idosos praticantes de treinamento físico, pois é um método de tratamento não medicamentoso que beneficia principalmente o funcionamento e a integração dos sistemas cardiorrespiratório, musculoesquelético e endócrino (CADOIRE et. al, 2014; TASK FORCE, 1996). Ademais, dentro das diversas modalidades de exercícios disponíveis, o treinamento de força (TF) tem se mostrado benéfico por promover queda considerável da ocorrência de doenças crônicas incapacitante, além de permitir uma melhor qualidade de vida e independência aos seus praticantes (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009).

## 2 OBJETIVO GERAL

Avaliar e associar as concentrações séricas de Cortisol com a função autonômica cardíaca e rigidez arterial em indivíduos de meia idade e idosos praticantes de musculação.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar em indivíduos de meia idade e idosos praticantes ou não de treinamento de força (TF):

- Perfil antropométrico;
- Parâmetros basais da FC, PA e duplo produto;
- VFC em repouso por métodos lineares e não lineares;
- Rigidez arterial pelo método da VOP;
- Concentrações séricas de Cortisol;
- Correlação entre concentrações séricas de Cortisol e VFC;
- Correlação entre concentrações séricas de Cortisol e VOP.

### 3 JUSTIFICATIVA

Com o crescimento da expectativa de vida populacional, a saúde pública pode sofrer com os impactos negativos pelo aumento de ocorrência das doenças crônicas inerentes ao idoso. As alterações cardiovasculares, durante o processo de envelhecimento, aparecem como destaque por sua incidência significativa (WHO, 2015) e cursa com mudanças estruturais mecânicas e biológicas. Dentre essas modificações, destacamos a degeneração das propriedades arteriais que culmina em rigidez arterial e apresenta alto risco de morbimortalidade (AVOLIO, 2013).

Além disso, as alterações da modulação autonômica cardíaca, como por exemplo a baixa VFC, estão associadas com ocorrências de arritmias, sendo preditivas de morte súbita (TASK FORCE 1996). Ainda sobre o envelhecimento, do ponto de vista endócrino, as secreções dos hormônios adrenais se encontram modificadas e poderão promover respostas prejudiciais para a funcionalidade do idoso (VAZ et al., 2013).

Para otimizar esse cenário, os exercícios físicos permitem adaptações no organismo, que beneficiam seus praticantes, quando realizados de forma correta, segura e bem direcionada. Esses benefícios são gerados através do rompimento da homeostase promovida durante as atividades executadas e exigem que o corpo humano esteja preparado para suportá-las (BUENO; GOUVEA, 2011; MATSUDO; MATSUDO; NETO, 2001).

Nesse contexto, ao verificar a correlação da alteração hormonal delimitada pelo Cortisol, com o comprometimento cardíaco, e a resposta que a prática do treinamento físico gera no processo do envelhecimento, encontra-se uma lacuna literária acerca desse tema. Portanto, presume-se que as alterações na concentração de cortisol, associado ao sedentarismo, à disfunção autonômica cardíaca e a rigidez arterial, podem impactar negativamente, além de gerar um aumento de ocorrências cardiovasculares e morte súbita na população idosa.

#### **4 HIPÓTESE**

Indivíduos de ambos os grupos treinados exibirão menores concentrações de cortisol quando comparado com seus respectivos grupos sedentários. Esses menores níveis correlacionarão com menor atividade simpática e maiores índices parassimpáticos da VFC, além de melhores valores de VOP. Essas respostas ocorrerão de forma mais expressiva em indivíduos treinados de meia idade.

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 ENVELHECIMENTO NATURAL

O processo fisiológico do envelhecimento matiza de acordo com as influências universais que cada indivíduo é submetido, caracterizado por uma redução progressiva da homeostase (AZEVEDO et al., 2010; SILVA et al., 2018). O comportamento desse transcurso é progressivo, irreversível e dinâmico sofrendo influência de inúmeras vertentes, que traçam as mudanças acometidas ao longo do tempo, seja no aspecto cronológico, biológico, psicológico ou social, além de estar associado às perspectivas culturais do cotidiano (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

Weineck (1991) define que os aspectos supracitados, possuem comprovada relevância no envelhecimento, a idade cronológica refere o lado calendário do processo, iniciado na infância e de acordo com a data de nascimento de cada um; a idade biológica menciona sobre as ações que o organismo é exposto, com o início dos declínios funcionais das estruturas teciduais e celulares quando comparados com indivíduos mais jovens, e seus parâmetros de normalidade; a idade psicológica, é referida pela visão pessoal, considerando a percepção sobre maturidade e o conjunto de experiências; e a idade social, que é a ideia de organização da sociedade em que se é inserido.

Mesmo com diferentes visões, sabemos que do ponto de vista biológico, as mudanças provocadas nos seres vivos animais são universais (NETTO, 2002). Dessa forma, teorias foram sendo criadas e moldadas, na visão genética, além do desequilíbrio e dos danos na tentativa de elucidar o envelhecimento (ALVES; BAPTISTA; DANTAS, 2006; SPIRDUSO, 2005).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (WHO, 2015), grande parte da população almeja ultrapassar os 60 anos de vida, e essa perspectiva associada a uma baixa nas taxas de fertilidade permite o cenário de rápido envelhecimento. No Brasil, estima-se que até 2025 o país poderá alcançar a sexta posição mundial no número de idoso.

Segundo dados de 2019 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil já possui mais de 28 milhões de pessoas acima de 60 anos e essa população tende a crescer nas próximas décadas (figura 1).

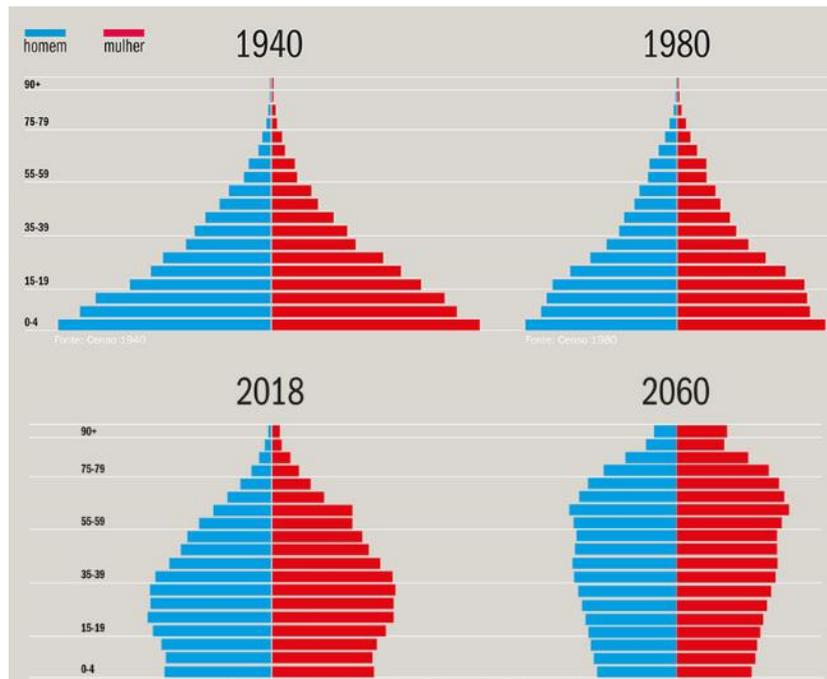


Figura 1 - Índice de envelhecimento (Censo IBGE, 2019).

O aumento da expectativa de vida requer um olhar crítico e cuidadoso para que não ocorra o desenvolvimento precoce e acentuado das doenças crônico-degenerativas. Essas doenças reduzem a capacidade funcional podendo afetar o sistema cardiovascular, que é uma das alterações de maior relevância para os idosos devido ao seu alto risco de mortalidade (SANT'ANA et al., 2019).

Ainda no perfil funcional, a musculatura esquelética inicia o processo de sarcopenia e dinapenia em grande parte da população. Sarcopenia é definida como a perda da massa muscular em decorrência do avanço da idade (FLECK; KRAEMER, 2008) e dinapenia é a referência da perda do trofismo muscular, associado à infiltração de células adiposas que diminuem a qualidade da contração realizada (CLARK; MANINI, 2011) sendo um fator de relevância para o surgimento de incapacidades e doenças (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

A estrutura corporal também apresenta perda do tecido ósseo, definido como osteopenia, que se instala progressivamente gerando riscos de fraturas e quedas recorrentes dos idosos que evoluem para a osteoporose (ZHANG; MORAN; SAAG, 2013). A osteoporose tem maior incidência em mulheres do que em homens e é um fator que exige atenção constante pela vulnerabilidade que o indivíduo permanece exposto (FECHINE; TROMPIERI, 2012).

Outro sistema afetado em proporções consideráveis durante o envelhecimento é o Sistema Nervoso Central (SNC), pela redução do número de neurônios, da velocidade da

condução nervosa, bem como da intensidade dos reflexos, dificultando a execução das respostas motoras (DE VITTA, 2000).

Fechin, Trompieri (2012), descrevem que deficiências do sistema circulatório provenientes do envelhecimento, associado à inatividade física, promovem o declínio da condução de oxigênio ( $O_2$ ) para o cérebro, levando a um quadro prejudicial de hipóxia local. Sendo assim a prática regular de exercícios físicos pode otimizar o funcionamento do SNC de idosos.

Os sistemas respiratório e cardiovascular também são influenciados ao longo dos anos, pela perda da complacência pulmonar e o declínio da musculatura envolvida na ventilação, além da redução da capacidade de carreamento do  $O_2$ , bem como pela perda das células autoexcitáveis do nodo sinusal, enrijecimento e espessamento das artérias e alterações das funções barorreflexa, respectivamente (AZEVEDO et al., 2010; LAKATTA; LEVY, 2003).

Ainda nesse contexto, a disfunção endotelial pode ser prejudicada por fatores como a redução da biodisponibilidade do Óxido Nítrico (NO), associado a menor diferença arteriovenosa máxima, diminuição do volume sistólico máximo, da Frequência Cardíaca (FC) de repouso, do Débito Cardíaco (DC) e do Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), além de aumento da PAS e PAD (AZEVEDO et al., 2010; SANT'ANA et al., 2019).

O sistema endócrino-metabólico é alterado pela redução da produção e liberação dos neurotransmissores e dos hormônios atuantes. Ilustrando algumas mudanças ocorridas nesse cenário, McArdle, Katch e Katch (2013) relatam o desequilíbrio dos hormônios adrenais pelo declínio progressivo de Dehidroepiandrosterona (DHEA) no córtex das suprarrenais contrastando com as altas concentrações de Cortisol.

Portanto, ao envelhecer o organismo sofre diversas alterações, porém o perfil comportamental desse processo biológico natural não adota uma regra exclusiva de forma homogênea. Entretanto, recursos podem amenizar as alterações deletérias e otimizar a qualidade de vida nas mudanças impostas, como por exemplo, o treinamento físico, que apresenta uma opção valiosa para os idosos que desejam uma vida saudável.

### **5.1.2 Cortisol e envelhecimento**

O eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA) é formado a partir da interação do hipotálamo, glândula pituitária (Hipófise) e glândula adrenal, a qual é responsável pela resposta primária frente ao estresse imposto ao corpo humano, evidenciando uma cascata hormonal, sendo o Cortisol, o hormônio de maior proporção, durante a ação de luta ou fuga gerada ao

desafio ou ameaça do indivíduo (GAFFEY et al., 2016). Se não houver um fator estressante, o Cortisol é secretado com flutuações de concentração ao longo do dia e os níveis circulante do mesmo, se torna a referência basal da atividade do eixo HPA que associa o sistema neuroendócrino visando a homeostase corporal (OTTE et al., 2005). Porém a sua mensuração não é de fácil constatação pois, observa-se um pico diurno em torno de 30 minutos após o despertar do sono permanecendo em constante queda da sua secreção e um pico noturno na segunda metade do sono (MORGAN et al., 2017). Nessa vertente, o ritmo circadiano é o determinante na sua secreção, promovendo a característica pulsátil com variação na amplitude e na frequência de sua liberação (KANALEY et al., 2001; BUENO; GOUVEA, 2011).

O cortisol, que engloba a classe dos hormônios esteroides, é conhecido também como o hormônio do estresse (SELLAMI et al., 2019), por sua capacidade de ser o grande mediador da resposta adaptativa a essa condição (VAZ et al., 2013). Esse hormônio é referenciado como o glicocorticoide do córtex da supra-renal de maior evidência, atuando no aumento da glicose do sangue, com ação antagônica à insulina (McARDLE, KATCH e KATCH, 2013), porém a elevação de seus níveis de forma prolongada impacta no aumento da PA e da FC, gerando aumento de comprometimento cardiovascular, além do ganho de peso, obesidade abdominal e supressão do sistema imune (MORGAN et al., 2017).

Durante o processo de envelhecimento humano, observa-se um aumento da concentração do Cortisol, principalmente no período diurno, demonstrando taxas de 20% a 50% de elevação quando comparado com níveis basais de jovens (VAZ et al., 2013; SELLAMI et al., 2019).

Um estimulante considerável para o sistema endócrino é a prática de exercício físico, e sua resposta é gerada frente à intensidade, frequência, duração, tipo e tempo de treinamento (BUENO; GOUVEA, 2011). Exemplificando, ao realizarmos exercício intenso e de longa duração, a secreção do cortisol é atenuada para execução da atividade (McARDLE, KATCH e KATCH, 2013), porém a longo prazo, a exposição da elevação do nível do Cortisol pode promover uma rápida recuperação do eixo HPA admitindo uma melhor adaptação a essa situação em momentos estressantes (VAZ et al., 2013).

Entretanto, o treinamento físico diverge quanto ao comportamento das concentrações de Cortisol no idoso, devido a heterogeneidade das características dos participantes dos estudos, bem como o tipo de exercício proposto e a faixa etária dos participantes.

## 5.2 TREINAMENTO DE FORÇA NA TERCEIRA IDADE

A prática regular de exercício físico vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas em todas as esferas da sociedade. Seus benefícios e efeitos nocivos têm sido bastante evidenciados, o que proporciona uma melhor qualidade de vida de seus praticantes (ACMS, 2011).

Dentro do universo da vida ativa podemos destacar três ideias que caminham na via inversa do sedentarismo. A atividade física é uma delas; caracterizada qualquer movimento que exija contração da musculatura esquelética do corpo com gasto de energia para a execução. Se essa movimentação for realizada de forma padronizada, cíclica, planejada e repedita objetivando na manutenção ou ganho de aptidão física podemos então classificá-la como exercício físico; e por fim, se esse exercício for realizado constantemente através de sessões ao longo do tempo, traremos a ideia de treinamento físico (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; KENNEY; WILMORE; COSTIL, 2013; NUNES et al., 2019).

Nesse contexto, o exercício físico tornou-se alvo de inúmeras investigações científicas voltadas à melhora funcional humana (ACMS, 2011). A quebra da homeostase promovida, gera adaptações neuromusculares, metabólicas, hormonais e cardiovasculares, sendo assim, sua prescrição deve ser realizada corretamente para que o resultado seja alcançado de forma segura, eficiente e com grau de qualidade satisfatório (BUENO; GOUVEA, 2011).

Na população idosa a realização de exercícios físicos beneficia tanto em aspectos físicos quanto mentais no tratamento e na prevenção de diversas doenças crônicas e não transmissíveis como a hipertensão arterial sistêmica (HAS), DM, obesidade e osteoporose. (MORAES et al., 2012).

Para o idoso, a força muscular é uma das variáveis de maior relevância, pois, ela é admitida em seu grau máximo de aproveitamento entre a segunda e terceira década de vida, porém adota um padrão de declínio após a quinta década podendo chegar entre 12% a 15% de perda após os 65 anos de idade, ocasionando um quadro de detrimento da autonomia funcional dos idosos (MACALUSO; DE VITO, 2004; SILVA; FARINATTI, 2007). Em contrapartida, o idoso que adota a prática do treinamento físico resistido consegue melhorar sua força muscular (SILVA; FARINATTI, 2007).

No âmbito do exercício, é sabido que o TF possui um efeito potente na promoção de aumentos no tamanho e na força do músculo esquelético (EGAN; ZIERATH, 2012). Esse método de treino é desenvolvido a partir de objetivos estabelecidos, e adota variadas formas de prescrição para resultar no ganho de força e condicionamento físico (ACMS, 2011).

Variáveis como o volume, a intensidade e a frequência do treinamento que o idoso será exposto devem ser definidas e bem elaboradas, porém não consta na literatura o respaldo de qual dose-resposta é a mais adequada nessa faixa etária. Exemplificando, o ACMS (2011) traz o delineamento de melhor aproveitamento do treinamento, com a prescrição de oito a dez exercícios em três séries de oito a doze repetições máximas; iniciando de duas a três vezes por semana, entretanto, a recomendação é generalizada e não especificamente para a população idosa.

Dentre os tipos de treinamento de força, a musculação é uma prática altamente difundida pela população e tem sido recomendada para os idosos, pois mesmo que sem a padronização exata da sua execução observa-se benefícios já descritos, como o aumento da força, da potência e da resistência musculoesquelética, bem como redução de ocorrência da sarcopenia e osteopenia, levando a um menor número de quedas, fraturas e incapacidades (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Do ponto de vista endócrino, esse treinamento é capaz de regular as funções corporais em grande escala, pela capacidade de otimizar a secreção hormonal, ao ser intensificado suas ações durante a contração e o relaxamento muscular, além dos ajustes da alternância da permeabilidade das células e a ativação de enzimas, estímulo da síntese proteica e lipídica, e da efetividade da resposta corporal ao estresse (McARDLE, KATCH e KATCH, 2013).

Portanto, a prática do exercício físico, de forma orientada e regular permite um estilo de vida ativo que minimiza os declínios gerados no organismo pelo processo natural de envelhecimento, e colabora para a não ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) promovendo assim a qualidade de vida do idoso.

### 5.3 RIGIDEZ ARTERIAL

A HAS é um grave problema de saúde pública por relacionar-se como um fator de risco para a ocorrência de outras doenças, como a insuficiência cardíaca (IC), a doença arterial coronariana (DAC) e o acidente vascular encefálico (AVE). A HAS pertence à classe de doenças cardiovasculares, e segundo a OMS ela apresenta como a maior causa de morte do mundo. Essa condição é associada com um estilo de vida alterado por diversos fatores, como o tabagismo, a obesidade, o DM tipo 2, além de ter sua prevalência em mais de 50% na população idosa (STRELEC; PIERIN; MION JUNIOR; 2003; MIKAEL et al., 2017).

As alterações dos leitos arteriais provenientes do envelhecimento decorrem do processo de calcificação, da perda da elasticidade, e aumento do diâmetro da parede, o que provoca a

ocorrência da rigidez arterial. Essa rigidez pode ser avaliada por diversos métodos invasivos ou não, e reflete o envelhecimento vascular (MIKAEL et al., 2017). O padrão-ouro de avaliação é a mensuração da velocidade de onda de pulso (VOP), pois, após a contração ventricular ocorre uma pressão na Aorta que se propaga na forma de onda. A velocidade dessa onda pode ser medida de forma indireta pela distância imposta entre dois seguimentos da árvore arterial possibilitando o cálculo do tempo necessário para gerar dois pulsos arteriais no local. O principal indicador de rigidez arterial é calculado ao longo do percurso da aorta e íliaca conhecida como VOP carótida-femoral e apresenta grande relevância clínica por ser preditivo de risco cardiovascular (MENDES-PINTO; RODRIGUES-MACHADO, 2019). Porém na prática clínica, a VOP é avaliada em um ponto específico, otimizando o custo-benefício, visto que, seu cálculo já previamente validado, é realizado por função de transferência da PAS/PAD por pressão arterial média (PAM)/PAD (TOWNSEND et al., 2015; MANCIA et al., 2013; MATTACE-RASO, et al., 2010).

A VOP em Aorta elástica apresenta valor em torno de 3 a 5 m/s, desde que seja isenta de doença aterosclerótica. Em artéria rígida esse valor padrão aumenta, pois, quanto mais elástica maior o amortecimento gerado pela pressão sanguínea no local, logo, limita-se o pico sistólico. Em contrapartida, o recolhimento elástico refere ao aumento do fluxo da diástole (MENDES-PINTO; RODRIGUES-MACHADO, 2019). A medida da PA na Aorta difere da circulação periférica, pois a região da Aorta central apresenta uma PAS menor e seus valores serão aumentados à medida que a onda de pulso é deslocada para a periferia. Já a PAD sofre menor interferência nesse percurso. Dessa forma, a pressão de pulso (PP) ocorre por uma diferença entre essas pressões, que conseqüentemente é aumentada na periferia. Sendo assim, entre a base da Aorta e as artérias periféricas ocorre uma ampliação da PP em torno de 14 mmHg (GARCIA-ESPINOSA et al., 2016; YANNOUTSOS, et al., 2016).

A prática crônica do exercício físico é apresentada como um recurso não medicamentoso importante para o controle da PA, bem como é um método que beneficia a qualidade de vida durante o processo de envelhecimento. Dessa forma, Pereira e colaboradores (2017) definem que esses benefícios são gerados também em resposta à otimização dos valores da VOP e da PP aos praticantes de treinamento físico, reduzindo os riscos de eventos cardiovasculares.

#### 5.4 MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA

O SNC controla as funções viscerais do corpo humano promovendo a homeostase e controlando ações, como por exemplo, do sistema cardiovascular e suas vertentes de metabolismo, PA, FC por meio do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) (BARBOSA NETO, 2010; GUYTON; HALL, 2011). Essa homeostase pode ser comprometida na ocorrência de uma disfunção da ação autonômica cardíaca, quando a atividade simpática e vagal se encontra alterada (LEMOS et al., 2019). O SNA apresenta o ramo dos nervos simpáticos que inerva o coração em grande proporção e é responsável basicamente pela secreção da Norepinefrina e pelo aumento da FC, gerando impacto na força de contração do miocárdio e no volume do bombeamento de sangue. Em contrapartida, o ramo parassimpático inerva pontos específicos do coração direcionados ao nodo sinusal e ao nodo atrioventricular, além de atuar na musculatura atrial, porém em mínima proporção. A ação parassimpática é modulada pelo nervo Vago que promove o controle da FC em larga escala, visando bradicardia, em resposta à liberação do neurotransmissor Acetilcolina (GUYTON; HALL, 2011). Além disso, mudanças no padrão da interação das atividades simpática e parassimpática promovem ações deletérias ao organismo, como HAS, arritmias ventriculares, IC e morte súbita (VASEGHI; SHIVKUMAR, 2008). Por isso, a importância de estimar as características do SNA, em especial, quantificar as atividades do sistema simpático e parassimpático cardíaco.

Técnicas como análise de catecolaminas circulantes, presença de arritmia sinusal respiratória e teste de função barorreflexa são exemplos que avaliam a função cardiovascular relacionados ao SNA, porém constituem avaliações complexas e normalmente invasivas (CASTRO; NOBREGA ARAÚJO, 1992).

Por outro lado, contamos com a possibilidade de mensurar a modulação autonômica cardíaca pelo método da VFC que é um indicador das características do SNA, permitindo verificar as modulações do sistema nervoso simpático e parassimpático, através técnica não invasiva, validada, de baixo custo e aplicabilidade clínica (TASK FORCE, 1996; LEMOS et al., 2019). Durante a avaliação, é sabido que quanto maior a VFC, melhor prognóstico cardiovascular, pois nessas condições, o indivíduo apresenta uma resposta mais rápida e assertiva às necessidades impostas no seu organismo.

Essa avaliação é promovida pelas oscilações dos batimentos cardíacos sinusais, em cada intervalo das ondas R (iR-R) do eletrocardiograma (ECG), através de métodos lineares e não lineares que são preditores de comprometimento e complicações do sistema cardíaco, além do

risco de mortalidade (NASCIMENTO et al., 2014), podendo ser avaliado tanto em situações de repouso, quanto durante o exercício físico (VANDERLEI et al., 2019).

Para análise da VFC, utiliza-se da caracterização de índices do SNA que atuam diretamente com o sistema cardiovascular, através de métodos matemáticos. Esses métodos são divididos entre métodos lineares em curtos períodos (2, 5, 15 minutos) ou por longos períodos (24 horas), sendo esse mais utilizado na prática clínica considerando no mínimo 256 iR-R para avaliação fidedigna; e métodos não lineares.

Na vertente dos métodos lineares, é possível obter avaliação pelo domínio tempo (DT) e pelo domínio frequência (DF). A avaliação no DT acontece por meio de índices estatísticos e geométricos e promove seus resultados em milissegundos (ms) de cada intervalo entre 2 batimentos sinusais consecutivos (TASK FORCE, 1996; VANDERLEI et al., 2009).

Já no DF a análise é realizada denominando oscilações de três componentes. Esses componentes podem ser de alta frequência (*High Frequency* – HF) com variações de 0,15 a 0,40 Hz com informações da atuação do nervo vago no coração; baixa frequência (*Low Frequency* – LF), com variações de 0,04 a 0,15 Hz que demonstra ações simpáticas e parassimpáticas, porém com maior predomínio simpático e muito baixa frequência (*Very Low Frequency* – VLF), com variações entre 0,01 e 0,04Hz, que pode estar associada ao tônus vasomotor periférico e à termorregulação e o sistema renina angiotensina (VANDERLEI et al., 2019).

A relação entre alta e baixa frequência (Relação LF/HF) responde ao balanço simpato-vagal do coração, por determinar as alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático. Esse resultado pode ser referido a um mau prognóstico se a relação for muito alta, pois, trata-se de uma maior atuação simpática durante a modulação autonômica cardíaca (BARBOSA NETO, 2010; TASK FORCE, 1996; VANDERLEI et al., 2009). Nesse sentido, o processo do envelhecimento promove mudanças ao SNA, caracterizado por uma hiperatividade simpática e atenuação vagal, levando a um aumento do balanço simpato-vagal que elevam o risco de eventos prejudiciais ao sistema cardiovascular (TASK FORCE, 1996; LOPES et al., 2007; PASCHOAL et al., 2008; SANT'ANA et al, 2019).

## 6 MATERIAL e MÉTODOS

### 6.1 AMOSTRA

Participaram voluntariamente do presente estudo 120 indivíduos de ambos os sexos onde foram alocados em quatro grupos de acordo com a idade e a prática de exercício físico: grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), composto por indivíduos com idade entre 40 e 59 anos e que não praticavam exercícios físicos regulares; grupo meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), composto por indivíduos com idade entre 40 e 59 anos e que praticavam treinamento de força; grupo idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ), composto por indivíduos com idade entre 60 e 79 anos e que não praticavam exercícios físicos regulares e grupo idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ), composto por indivíduos com idade entre 60 e 79 anos e que praticavam treinamento de força.

Todos os indivíduos foram convidados a participar deste estudo através de processo de recrutamento voluntário no Município de Uberaba/MG, e através de divulgação via mídias sociais, academias de ginástica esportivas e a Unidade de Atenção ao Idoso (UAI).

A amostra do presente estudo foi determinada por conveniência e foram adotados os seguintes critérios de inclusão: para os grupos sedentários, indivíduos que não praticavam nenhum tipo de treinamento físico há pelo menos seis meses; para os grupos treinados, indivíduos que praticavam treinamento de força há pelo menos um ano, com prática regular da modalidade de no mínimo quatro vezes semanais com um tempo de treino aproximado de 1h à 2h/dia.

Para todos os grupos foi exigido que eles não possuíssem doenças crônicas não transmissíveis, como as reumáticas, as renais, as metabólicas, as respiratórias e as cardiovasculares, não terem sido submetidos a cirurgias prévias recentes, possuir um índice de massa corporal ( $IMC$ )  $\leq 30$  Kg/m<sup>2</sup>, não estivessem em reposição hormonal, não estar em uso de medicamentos que afetassem o sistema autonômico cardiovascular ou fazer uso de recursos ergogênicos (farmacológico e nutricional), não possuir histórico de alcoolismo e / ou tabagismo.

Como critério de exclusão utilizou-se de qualquer ausência durante as sessões de coleta de dados.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa (CEP) da Universidade federal do Triângulo Mineiro (UFTM), sob o protocolo (#2364/2013).

## 6.2 DESENHO EXPERIMENTAL

O estudo se caracteriza como sendo de delineamento experimental em corte transversal ao acaso, de caráter quantitativo e de base institucional com duas etapas experimentais.

A primeira etapa consistiu no contato com os participantes voluntários da pesquisa que se interessassem e aceitassem a participar do estudo (após as divulgações enunciadas no 2º parágrafo do item 6.1 - Amostra), onde os mesmos foram orientados de acordo com suas disponibilidades, quanto ao dia e horário que precisaram comparecer ao Laboratório de Pesquisa em Ciência do Exercício, Saúde e Desempenho Humano da UFTM para a realização dos protocolos de coleta e avaliação.

A segunda etapa consistiu em três visitas experimentais. Na primeira visita em nosso laboratório, os pesquisadores discorreram de todas as informações sobre a pesquisa e realizaram a apresentação verbal e por escrito do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com preenchimento e assinatura de autorização. Logo após foi realizada uma anamnese a partir de um questionário elaborado e aplicado pelos pesquisadores para obter informações sobre os dados pessoais, antecedentes familiares, história da moléstia atual, estilo de vida relacionado à saúde e hábitos comportamentais e o perfil da prática esportiva. Logo após realizou-se avaliações dos índices antropométricos dos participantes. Em seguida, parâmetros hemodinâmicos basais e a modulação autonômica cardíaca foram avaliados.

Na segunda visita, todos os voluntários foram encaminhados ao Centro de Diagnóstico Cardiológico para a realização do exame de averiguação da rigidez arterial (VOP) de acordo com a disponibilidade de cada voluntário.

Para este propósito, todos os voluntários foram previamente instruídos a abster-se de drogas estimulantes, cafeína, tabaco, bebidas alcoólicas, ingestão de alimentos ricos em gordura, medicamentos e atividade física por pelo menos 24 horas que antecedessem as coletas de dados. As sessões experimentais foram realizadas em condição basal (posição supina), à temperatura ambiente (21-25°C) no período da manhã, 2 horas após o primeiro café da manhã regular, aproximadamente na mesma hora do dia.

Na terceira visita, todos os participantes foram encaminhados ao Laboratório Central de Análises Clínicas do Hospital das Clínicas (HC) da UFTM onde os voluntários foram submetidos à coleta de sangue para as análises bioquímicas.

### 6.3 PERFIL ANTROPOMÉTRICO

As avaliações foram realizadas por um pesquisador previamente treinado e capacitado para realização de protocolos de avaliação física. Avaliações antropométricas para definir a massa corporal e a estatura foram realizadas em todos os participantes do presente estudo através de uma balança digital (Design CleanHD313 - Tanita) e por um estadiômetro portátil (precisão de 0,1 cm; Prime Med®) fixado em parede. A partir desses dados foi quantificado o IMC, dado pela razão peso (kg) / altura (m<sup>2</sup>).

### 6.4 PARÂMETROS HEMODINÂMICOS BASAIS

A PA foi aferida de forma não invasiva após 5 minutos de repouso na posição supina utilizando-se um esfigmomanômetro digital automático e oscilométrico (M3 Intellisense HEM-7051-E; Omron Healthcare, Kyoto, Japão) devidamente calibrado, medida em milímetros de mercúrio (mmHg), identificando respectivamente as PAS, PAD e PAM. Simultaneamente, a FC foi monitorada pela derivação II do ECG (ECAFIX FUNBEC ECG5). O duplo produto (DP) foi calculado pelo produto da PAS (mmHg) x FC (bpm).

### 6.5 MODULAÇÃO AUTONÔMICA CARDÍACA

A modulação autonômica cardíaca foi avaliada através do método da VFC utilizando-se um ECG ECAFIX FUNBEC ECG5 e um conversor analógico-digital A/D-DI-194 com frequência de amostragem de 240 Hz. O registro do ECG foi realizado na posição MC5 pelo tempo de 5 minutos com o voluntário em repouso em decúbito dorsal em uma maca.

Para a análise da VFC, os sinais do ECG, continuamente registrados ao longo do protocolo, foram processados por software (software PRE, gentilmente cedido por Eng. Dr. Alberto Porta, Universidade de Milão, Itália) de modo a gerar séries temporais batimento-a-batimento de iR-R. A variância dos valores de iR-R dentro do período basal foi tomada como um índice de variabilidade no DT. A variabilidade do iR-R foi também avaliada no domínio DF empregando-se o método de análise espectral autorregressivo. Os procedimentos teóricos e analíticos estão completamente descritos em publicações prévias (Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991; Task Force, 1996).

Brevemente, séries temporais batimento a batimento de iR-R, coletados durante os tempos de registro, contendo 300 batimentos sucessivos foram avaliadas. Usando segmentos

estacionários das séries temporais, foram estimados através do método de Levinson-Durbin e a ordem do modelo foi escolhida de acordo com o critério de Akaike. Em seguida, sobre cada segmento estacionário individual de 300 batimentos, a decomposição espectral foi realizada mediante uso de software apropriado (software LA, gentilmente cedido pelo engenheiro Dr. Alberto Porta, Universidade de Milão, Itália). Este procedimento permitiu quantificar a frequência central e a potência de cada componente espectral relevante em unidades absolutas bem como em unidades normalizadas. O procedimento de normalização, aplicado apenas à variabilidade do iR-R, foi realizado pela divisão da potência do componente de baixa frequência (LF; 0,04-0,15 Hz) ou de alta frequência (HF; 0,15-0,40 Hz) pela potência espectral total da qual se subtraiu-se a potência da banda de muito baixa frequência (VLF, 0,01-0,04 Hz), multiplicando o resultado por 100 (Pagani et al., 1986; Malliani et al., 1991; Task Force, 1996).

## 6.6 ANÁLISE DA RIGIDEZ ARTERIAL PELO MÉTODO DA VOP

A análise não invasiva da onda de pulso foi realizada utilizando-se o aparelho Mobil-O-Graph® versão 4.6 I.E.M. GmbH (Industrielle Entwicklung Medizintechnik und Vertriebsgesellschaft mbH - Germany) e o software Hypertension Management Software Client-Server® a partir da versão 4.6 (HMS CS). Formas de onda de pulso da artéria braquial foram registradas durante 15 minutos. Este método, que capta oscilometricamente a forma de onda de pulso da artéria braquial por um manguito de braço, foi validado anteriormente (WASSERTHEURER et al., 2010). As gravações foram realizadas no nível de PAD por aproximadamente 10 segundos usando um manguito de PA convencional e um sensor de pressão de alta fidelidade (MPX5050, Freescale Inc., Tempe, AZ). O sensor é conectado a um conversor A/D de 12 bits por meio de um filtro ativo de graves analógicos (<math>\pm 25\text{ Hz}</math>).

Após a digitalização, o processamento do sinal foi realizado usando um algoritmo de três níveis. Num primeiro passo, as ondas de pressão únicas foram verificadas quanto à sua plausibilidade, testando a posição dos mínimos e os correspondentes comprimentos de onda. Durante o segundo estágio, todas as ondas de pressão individuais foram comparadas entre si para reconhecer os artefatos. Depois disso, uma onda de pulso aórtica é gerada por meio de uma função de transferência generalizada. A ideia por trás de uma função de transferência é a modificação de uma determinada faixa de frequência dentro do sinal de pulso adquirido para obter a onda de pressão aórtica (WASSERTHEURER et al., 2010).

O primeiro cruzamento de zero positivo da derivada de tempo de quarta ordem da onda de pulso aórtica gerada representa o ponto de inflexão desejado. Na última etapa, a coerência

dos parâmetros medidos foi verificada. Portanto, o ponto de inflexão de cada onda de pulso foi comparado com o ponto médio de inflexão.

O tempo de registro do sinal oscilométrico no nível diastólico permite a derivação de parâmetros hemodinâmicos centrais, como pressões arteriais centrais, índice de aumento (AIx), DC e resistência periférica total (RPT) da forma de onda de pulso por meio de uma função de transferência. Para o cálculo do DC, os pacientes foram medidos automaticamente usando software usando fator de calibração específico do paciente, FC, complacência, área da curva de pressão e conformidade, conforme descrito previamente (WASSERTHEURER et al., 2010).

## 6.7 AVALIAÇÃO HORMONAL

Toda a coleta e análise hormonal foi realizada por técnicos especializados no Laboratório Central de Análises Clínicas do HC - UFTM. Os voluntários foram instruídos a fazer jejum de 8hs a 10hs. Ao chegarem ao laboratório, os participantes permaneceram por um tempo aproximado de 60 minutos em repouso, na posição supina e posteriormente foram submetidos à punção da veia antecubital do braço direito, para retirada de amostras de sangue (5ml) para análise das adrenais. O Tubo BD SST® II Advance® com ativador de coágulo foi usado para coleta. Todo o sangue foi processado e centrifugado a 1.000 rpm por 5 minutos. Em seguida, o soro foi pipetado e aliquotado em tubos de ensaios e estocados em freezer a -80°C até análise posterior. O cortisol foi mensurado pelo método de eletroquimioluminescência (AdviaCentaur, Bayer Corporation, Tarrytown, NY, EUA).

## 6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis numéricas coletadas foram tabuladas para a elaboração do banco de dados utilizando o programa Epiinfo 3.5.1, sendo que para análise estatística foi utilizado o programa SigmaStat 2.3.0 (JandelScientific Software; SSPS, Chicago, IL). Os testes de Shapiro-Wilks e Levene foram utilizados para avaliar a normalidade e homogeneidade dos dados.

As variáveis contínuas paramétricas foram apresentadas como média  $\pm$  desvio padrão da média (DPM), os dados não paramétricos foram apresentados como mediana e interquartis (IQR) (25% e 75%), e as variáveis categóricas como porcentagens. O teste do Chi-quadrado ( $\chi^2$ ) foi utilizado para avaliar as variáveis qualitativas.

Para a análise bivariada de comparação das variáveis quantitativas do tempo de prática do treinamento de força entre os grupos MI<sub>TRE</sub> e ID<sub>TRE</sub> foi utilizado o teste “t” de Student ou

Mann-Whitney de acordo com a presença ou não de normalidade de distribuição e/ou homogeneidade da variância.

Para a análise inferencial de comparação das variáveis antropométricas, parâmetros hemodinâmicos basais, VFC, VOP e análise hormonal entre os grupos do presente estudo foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA) de dois fatores (status de treinamento vs. idade), empregando o pós teste de *Tukey* para a identificação das diferenças intergrupos e sua localização, respectivamente, para amostras paramétricas. Para as variáveis não paramétricas foi aplicado o teste Mann-Whitney.

O Coeficiente de Pearson foi utilizado para testar a correlação entre os níveis sanguíneos de Cortisol com índices da VFC e da VOP.

A significância estatística foi estabelecida em  $p \leq 0,05$  para todos os testes.

## 7 RESULTADOS

Os dados referentes as características demográficas, perfil antropométrico e tempo de prática do TF dos participantes do presente estudo conforme cada grupo estão apresentados na Tabela 1. Analisando estes parâmetros, como esperado, nota-se uma diferença significativa quanto à idade cronológica em ambos os grupos de idosos ( $ID_{SED}$  e  $ID_{TRE}$ ) ao serem confrontados com os indivíduos de meia idade ( $MI_{SED}$  e  $MI_{TRE}$ ;  $p < 0,05$ ), respectivamente. Quanto as demais variáveis (sexo, massa corporal, altura e IMC) não se observou diferenças consideráveis entre os valores apresentados ( $p > 0,05$ ).

De acordo com a anamnese realizada nos voluntários do presente estudo, enunciamos da mesma forma na Tabela 1 o tempo total de prática do TF, assim como o tempo de treino semanal e diário.

Os parâmetros hemodinâmicos cardiovasculares e da rigidez arterial em condições basais são evidenciados na Tabela 2. Verifica-se uma maior bradicardia de repouso em ambos os grupos treinados quando comparados aos seus referentes grupos sedentários ( $68,9 \pm 3,6$  bpm nos  $MI_{TRE}$  e  $71,3 \pm 5,0$  bpm nos  $ID_{TRE}$ ) versus ( $77,5 \pm 6,5$  bpm nos  $MI_{SED}$  e  $78,5 \pm 5,3$  bpm nos  $ID_{SED}$ ;  $p < 0,05$ ), respectivamente. Ademais, idosos treinados demonstraram menores índices de FC basal do que indivíduos de meia idade sedentários ( $p < 0,05$ ).

No que concerne os níveis pressóricos, evidenciou-se que os idosos sedentários exibiram valores exacerbados da PAS ( $131,9 \pm 5,3$  mmHg) em comparação aos demais grupos ( $124,7 \pm 3,7$  mmHg em  $MI_{SED}$ ;  $p < 0,01$ ), ( $122,4 \pm 5,4$  mmHg em  $MI_{TRE}$ ;  $p < 0,01$ ) e ( $124,7 \pm 4,6$  mmHg em  $ID_{TRE}$ ;  $p < 0,01$ ). Não observou-se diferenças significantes entre os grupos quanto aos níveis de PAD. Em contrapartida, constatou-se ínfimo valores de PAM em ambos os grupos de indivíduos treinados ( $94,5 \pm 3,6$  mmHg em  $MI_{TRE}$  e  $95,4 \pm 2,4$  mmHg em  $ID_{TRE}$ ) quando confrontados aos idosos sedentários ( $98,8 \pm 4,6$  mmHg;  $p < 0,05$ ). Não se encontrou diferenças nessa variável entre os grupos de meia idade.

Ao analisar o comportamento da PP entre os grupos do presente estudo, percebe-se valores elevados no grupo  $ID_{SED}$ :  $49,5$  (IQR,  $45,2-55,5$  mmHg) em relação ao grupo  $MI_{SED}$ :  $43,5$  (IQR,  $38,5-46,7$  mmHg;  $p < 0,05$ ) e  $MI_{TRE}$ :  $42,0$  (IQR,  $39,2-44,0$  mmHg;  $p < 0,05$ ). Por outro lado, apesar de numericamente modificado, porém sem diferença significativa, observamos uma tendência de atenuação da PP em  $ID_{TRE}$ :  $42,0$  (IQR,  $40,0-48,0$  mmHg) em comparação aos  $ID_{SED}$  ( $p = 0,068$ ).

Verificamos ainda na Tabela 2 que o parâmetro do DC foi díspar somente entre os grupos  $ID_{SED}$  ( $5,0 \pm 0,6$  L/min) e  $MI_{TRE}$  ( $5,6 \pm 0,8$  L/min;  $p < 0,01$ ), sendo que em relação aos

demais grupos não encontramos diferenças consideráveis. A variável do DP, a qual avalia o trabalho cardíaco, não apresentou diferenças entre os grupos do presente estudo.

Em contrapartida, os índices de análise da rigidez arterial apresentaram distinções relevantes entre os grupos avaliados. Evidenciou-se que os idosos sedentários expuseram elevados valores da VOP: 11,1 (IQR, 10,0-12,2 m/s) quando comparados aos demais grupos do presente estudo,  $ID_{TRE}$ : 8,2 (7,0-9,0 m/s;  $p<0,05$ ),  $MI_{SED}$ : 8,8 (IQR, 7,7-9,7 m/s;  $p<0,05$ ) e  $MI_{TRE}$ : 8,6 (IQR, 7,7-9,7 m/s;  $p<0,05$ ). Comportamento similar foi observado quanto ao índice de aumento, que também é considerado um marcador da rigidez arterial. Nesse sentido, evidenciamos maiores valores de  $AIX$  no grupo  $ID_{SED}$ : 36,1 (IQR, 29,8-40,1 %) em comparação aos grupos  $ID_{TRE}$ : 23,5 (IQR, 17,6-33,5 %;  $p<0,05$ ),  $MI_{SED}$ : 26,0 (IQR, 20,8-27,8 %;  $p<0,05$ ) e  $MI_{TRE}$ : 24,1 (IQR, 14,9-31,1 %;  $p<0,05$ ). Identicamente, o mesmo resultado foi constatado em relação a resistência vascular, observa-se que os idosos sedentários apresentaram maiores índices de RVT: 1,3 (IQR, 1,3-1,4 s.mmHg/mL) confrontados aos grupos  $ID_{TRE}$ : 1,2 (IQR, 1,2-1,3 s.mmHg/mL;  $p<0,05$ ),  $MI_{SED}$ : 1,2 (IQR, 1,1-1,2 s.mmHg/mL;  $p<0,05$ ) e  $MI_{TRE}$ : 1,1 (IQR, 1,1-1,2 s. mmHg/mL;  $p<0,05$ ).

A tabela 3 evidencia os resultados referentes a VFC no DT, DF e por métodos não lineares. Ambos os grupos de indivíduos treinados apresentaram maiores valores do  $iR-R$  em comparação aos seus respectivos grupos sedentários ( $p<0,05$ ). Em adição, constatamos que o grupo  $ID_{SED}$  apresentou valores inferiores do  $iR-R$  em relação ao grupo  $MI_{TRE}$  ( $p<0,05$ ). Sob outra perspectiva, o grupo  $ID_{TRE}$  apresentou maiores valores de  $iR-R$  em relação ao  $MI_{SED}$ ;  $p<0,05$ ).

Em se tratando dos parâmetros relacionados ao DT da VFC, observamos que na VFC global representada pela variância e pelo SDNN foram estatisticamente inferiores nos grupos sedentários em comparação aos seus respectivos grupos treinados ( $p<0,05$ ). Nessa mesma vertente, constatou-se que os idosos sedentários evidenciaram baixos índices de variância e SDNN em comparação aos grupos de meia idade treinados ( $p<0,05$ ). Os índices  $rMSSD$  e  $pNN50$  do DT da VFC, ambos representativos da predominância parassimpática cardíaca, se apresentaram de forma reduzida no grupo de idosos sedentários em comparação aos demais grupos ( $p<0,05$ ).

Não se observou diferenças estatísticas nos índices VLF e LF absoluto entre os grupos do presente estudo. Todavia, ao analisar as unidades normalizadas do componente de baixa frequência (LF), observou-se menores valores nos grupos treinados ao serem confrontados com seus respectivos grupos sedentários ( $p<0,01$ ). Comportamento similar foi observado quanto a banda de espectro de alta frequência (HF), indicativo da modulação parassimpática sobre o

coração. Nota-se que o grupo de idosos sedentários e de meia idade também sedentários, apresentam menores índices da banda do componente HF em comparação aos seus respectivos grupos sedentários ( $p < 0,05$ ).

A relação dos índices LF/HF, no qual é considerado um marcador do balanço simpato-vagal, o mesmo se comportou de forma similar, nota-se que a relação LF/HF foi superior nos grupos sedentários em relação aos seus respectivos grupos treinados ( $p < 0,05$ ).

Na análise não linear, representada aqui pelo *Plot de Poincaré*, os valores médios, seguidos dos respectivos desvios padrões, seguiram o mesmo padrão de comportamento das análises lineares do presente estudo, ou seja, evidenciamos que o grupo ID<sub>SED</sub> apresentaram menores valores de SD1 e SD2 (marcadores da atividade parassimpática) em relação aos demais grupos do presente estudo ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1 – Caracterização demográfica, perfil antropométrico e tempo de prática do treinamento de força dos participantes do estudo.

	<b>MI<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>MI<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>
<b>Idade (anos)</b>	51,2 ± 4,3	49,8 ± 3,2	66,5 ± 3,5 <sup>a,b</sup>	63,5 ± 2,8 <sup>a,b</sup>
<b>Sexo Masc. n (%)</b>	18 (60)	19 (63)	18 (60)	17 (57)
<b>Sexo Fem. n (%)</b>	12 (40)	11 (37)	12 (40)	13 (43)
<b>Massa Corporal (kg)</b>	66,5 [62,8-76,7]	73,0 [64,8-75,3]	70,2 [66,9-76,6]	70,2 [65,9-73,6]
<b>Altura (cm)</b>	1,66 ± 0,08	1,68 ± 0,08	1,66 ± 0,09	1,63 ± 0,03
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,0 ± 3,5	25,1 ± 2,6	25,7 ± 2,6	26,1 ± 2,5
<b>Tempo prática TF (anos)</b>	-	9,0 ± 1,2	-	8,1 ± 2,4
<b>Treino semanal (dias)</b>	-	4,1 ± 1,0	-	3,7 ± 0,9
<b>Treino diário (min.)</b>	-	51,3 ± 11,8	-	49,2 ± 14,9

Valores expressos como o n(%), média ± dpm (desvio padrão da média), mediana e interquartis [25% e 75%].

MI<sub>SED</sub>: grupo meia idade sedentário; MI<sub>TRE</sub>: grupo meia idade treinado; ID<sub>SED</sub>: grupo idoso sedentário; ID<sub>TRE</sub>: grupo idoso treinado; TF: treinamento de força; IMC: Índice de Massa Corporal.

<sup>a</sup>p<0,05 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>b</sup>p<0,05 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>c</sup>p<0,05 vs. ID<sub>SED</sub>; <sup>d</sup>p<0,01 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>e</sup>p<0,01 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>f</sup>p<0,01 vs. ID<sub>SED</sub>.

Tabela 2 – Parâmetros hemodinâmicos cardiovasculares e rigidez arterial de repouso dos participantes do estudo de acordo com as características de cada grupo.

	<b>MI<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>MI<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>
<b>FC (bpm)</b>	77,5 ± 6,5	68,9 ± 3,6 <sup>d</sup>	78,5 ± 5,3 <sup>e</sup>	71,3 ± 5,0 <sup>a,f</sup>
<b>PAS (mmHg)</b>	124,7 ± 3,7	122,4 ± 5,4	131,9 ± 5,3 <sup>d,e</sup>	124,7 ± 4,6 <sup>f</sup>
<b>PAD (mmHg)</b>	81,2 ± 5,2	80,6 ± 3,9	82,2 ± 4,2	80,7 ± 2,9
<b>PAM (mmHg)</b>	95,7 ± 3,5	94,5 ± 3,6	98,8 ± 4,6 <sup>b</sup>	95,4 ± 2,4 <sup>c</sup>
<b>PP (mmHg)</b>	43,5 [38,5-46,7]	42,0 [39,2-44,0]	49,5 [45,2-55,5] <sup>a,b</sup>	42,0 [40,0-48,0]
<b>DC (L/min)</b>	5,2 ± 0,5	5,6 ± 0,8	5,0 ± 0,6 <sup>e</sup>	5,2 ± 0,6
<b>DP (mmHg x bpm)</b>	9531 [9093-10375]	8397 [8007-8825]	10499 [9802-10990]	8973 [8364-9292]
<b>VOP (m/s)</b>	8,8 [7,7-9,7]	8,6 [7,7-9,5]	11,1 [10,0-12,2] <sup>a,b</sup>	8,2 [7,0-9,0] <sup>c</sup>
<b>Aix (%)</b>	26,0 [20,8-27,8]	24,1 [14,9-31,1]	36,1 [29,8-40,1] <sup>a,b</sup>	23,5 [17,6-33,5] <sup>c</sup>
<b>RVT (s.mmHg/mL)</b>	1,2 [1,1-1,2]	1,1 [1,1-1,2]	1,3 [1,3-1,4] <sup>a,b</sup>	1,2 [1,2-1,3] <sup>b</sup>

Valores expressos como n (%), média ± dpn (desvio padrão da média), mediana e interquartis [25% e 75%].

MI<sub>SED</sub>: grupo meia idade sedentário; MI<sub>TRE</sub>: grupo meia idade treinado; ID<sub>SED</sub>: grupo idoso sedentário; ID<sub>TRE</sub>: grupo idoso treinado; TF: treinamento de força; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; PP: pressão de pulso; DC: débito cardíaco; DP: duplo produto; VOP: velocidade de onda de pulso; Aix: índice de aumento; RVT: resistência vascular total.

<sup>a</sup>p<0,05 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>b</sup>p<0,05 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>c</sup>p<0,05 vs. ID<sub>SED</sub>; <sup>d</sup>p<0,01 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>e</sup>p<0,01 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>f</sup>p<0,01 vs. ID<sub>SED</sub>.

Tabela 3 – Valores médios associados à VFC em repouso no domínio do tempo (DT) e da frequência (DF) de repouso dos participantes do estudo de acordo com as características de cada grupo.

	<b>MI<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>MI<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>SED</sub></b> <b>(n=30)</b>	<b>ID<sub>TRE</sub></b> <b>(n=30)</b>
<b>iR-R (ms)</b>	0,779 ± 0,06	0,873 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,768 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,844 ± 0,04 <sup>a,c</sup>
<b>Variância (ms<sup>2</sup>)</b>	924,5 [605,1-1079,5]	1397,1 [1107,9-1670,2] <sup>a</sup>	713,2 [525,4-861,7] <sup>b</sup>	1196,5 [832,4-1479,8] <sup>c</sup>
<b>SDNN (ms)</b>	60,3 ± 13,0	76,3 ± 12,8 <sup>a</sup>	51,4 ± 11,9 <sup>b</sup>	62,9 ± 13,3 <sup>b,c</sup>
<b>rMSSD (ms)</b>	49,3 [40,3-53,7]	65,9 [58,2-78,8] <sup>a</sup>	38,5 [30,1-43,3] <sup>b</sup>	53,4 [45,8-58,0] <sup>b,c</sup>
<b>pNN50 (%)</b>	22,6 ± 8,0	38,2 ± 9,2 <sup>e</sup>	14,5 ± 9,6 <sup>d,e</sup>	27,3 ± 8,5 <sup>b,f</sup>
<b>VLF (ms<sup>2</sup>)</b>	612,3 [304,3-926,0]	649,5 [441,1-997,6]	703,9 [392,9-899,9]	667,9 [339,3-926,2]
<b>LF (ms<sup>2</sup>)</b>	438,9 [183,9-648,6]	391,7 [331,1-473,5]	520,8 [239,0-813,0]	514,7 [322,5-618,5]
<b>LFnu (%)</b>	68,7 ± 1,4	45,7 ± 1,5 <sup>d</sup>	72,1 ± 2,1 <sup>e</sup>	54,3 ± 2,2 <sup>d,f</sup>
<b>HF (ms<sup>2</sup>)</b>	182,2 [153,5-245,6]	375,6 [318,0-444,0] <sup>a</sup>	144,0 [125,8-206,5] <sup>b</sup>	378,4 [285,6-501,8] <sup>a,c</sup>
<b>HFnu (%)</b>	43,1 [33,2-57,4]	60,5 [53,3-68,7] <sup>a</sup>	38,9 [24,4-47,4] <sup>b</sup>	48,7 [43,4-58,9] <sup>c</sup>
<b>Relação LF/HF</b>	1,7 [1,1-3,8]	1,0 [0,8-1,2] <sup>a</sup>	2,8 [1,6-4,5] <sup>b</sup>	1,4 [0,9-1,8] <sup>f</sup>
<b>SD1 (ms)</b>	30,4 [27,9-36,9]	39,8 [35,1-43,9] <sup>a</sup>	25,3 [20,4-30,5] <sup>a,b</sup>	30,2 [26,5-35,2] <sup>c</sup>
<b>SD2 (ms)</b>	40,9 ± 11,8	56,8 ± 11,6 <sup>d</sup>	32,6 ± 9,5 <sup>d,e</sup>	50,4 ± 11,9 <sup>d,f</sup>

Valores expressos como média ± dpm (desvio padrão da média), mediana e interquartis [25% e 75%].

MI<sub>SED</sub>: grupo meia idade sedentário; MI<sub>TRE</sub>: grupo meia idade treinado; ID<sub>SED</sub>: grupo idoso sedentário; ID<sub>TRE</sub>: grupo idoso treinado; iR-R: intervalo das ondas R do ECG; SDNN: *standard deviation of the NN (R-R) intervals* (desvio padrão de todos os iR-R normais); rMSSD: *root mean square of the successive differences* (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre iR-R normais adjacentes); pNN50: *percentage of successive NN (R-R) intervals that differ by more than 50 ms* (porcentagem dos iR-R adjacentes com diferença de duração maior que 50ms); VLF: *very low frequency* (banda de muito baixa frequência); LF: *low frequency* (banda de baixa frequência); HF: *high frequency* (banda de alta frequência); nu: *normalized units* (unidades normalizadas); SD1: *standard deviation 1 - dispersion of points perpendicular to the line of identity* (dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade); SD2: *standard deviation 2 - dispersion of points along the line of identity* (dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade). <sup>a</sup>p<0,05 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>b</sup>p<0,05 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>c</sup>p<0,05 vs. ID<sub>SED</sub>; <sup>d</sup>p<0,01 vs. MI<sub>SED</sub>; <sup>e</sup>p<0,01 vs. MI<sub>TRE</sub>; <sup>f</sup>p<0,01 vs. ID<sub>SED</sub>.

O resultado do perfil hormonal (Fig. 2) dos voluntários deste estudo revelou que o grupo de idosos sedentários obtiveram maiores valores de cortisol ( $25,1 \pm 5,7 \mu\text{g/dL}$ ) quando comparado aos grupos de idosos treinados ( $17,3 \pm 4,3 \mu\text{g/dL}$ ;  $p < 0,01$ ), meia idade sedentários ( $13,6 \pm 4,5 \mu\text{g/dL}$ ;  $p < 0,01$ ) e meia idade treinados ( $9,9 \pm 4,2 \mu\text{g/dL}$ ;  $p < 0,01$ ). Constatamos também que o grupo meia idade treinado apresentaram menores valores de cortisol do que o grupo meia idade sedentário ( $p < 0,01$ ). Assim como o grupo de idoso treinados apresentaram maiores valores desse hormônio em comparação aos indivíduos de meia idade treinados ( $p < 0,01$ ).

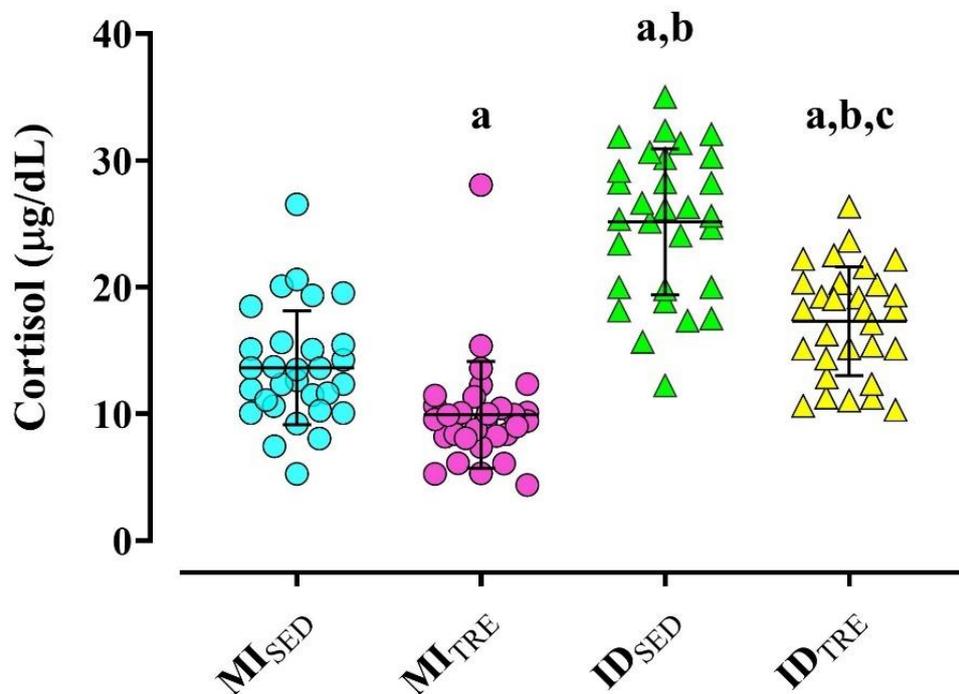


Figura 2 - Valores médios  $\pm$  EPM (erro padrão da média) da concentração sérica de cortisol em repouso entre os voluntários dos grupos de meia idade sedentários (MI<sub>SED</sub>), meia idade treinados (MI<sub>TRE</sub>), idosos sedentários (ID<sub>SED</sub>) e idosos treinados (ID<sub>TRE</sub>).

<sup>a</sup> $p < 0,05$  vs. MI<sub>SED</sub>, <sup>b</sup> $p < 0,05$  vs. MI<sub>TRE</sub> e <sup>c</sup> $p < 0,05$  vs. ID<sub>SED</sub>.

A figura 3 apresenta os valores de correlação entre a concentração sérica de Cortisol e o índice rMSSD da VFC no DT. Podemos observar que houve uma significativa e negativa correlação entre o cortisol e o índice rMSSD ( $r = -0,411$ ;  $P < 0,001$ ).

Ao analisarmos a correlação entre os níveis séricos de cortisol e o componente de alta frequência normalizada HF<sub>(nu)</sub> da VFC no DF (Fig. 4), também se constatou uma significativa e negativa correlação ( $r = -0,370$ ;  $P < 0,001$ ).

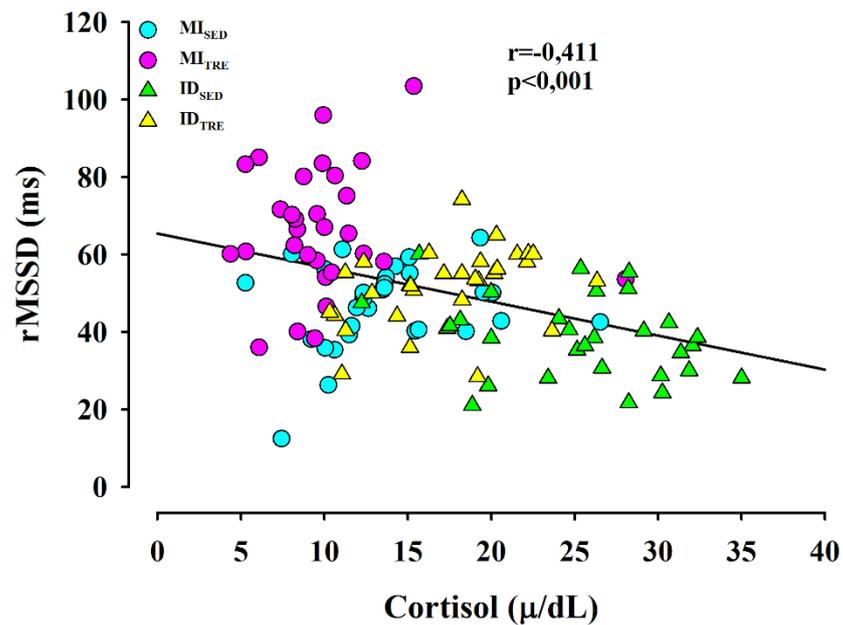


Figura 3 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de Cortisol e o índice rMSSD da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo (DT) e dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

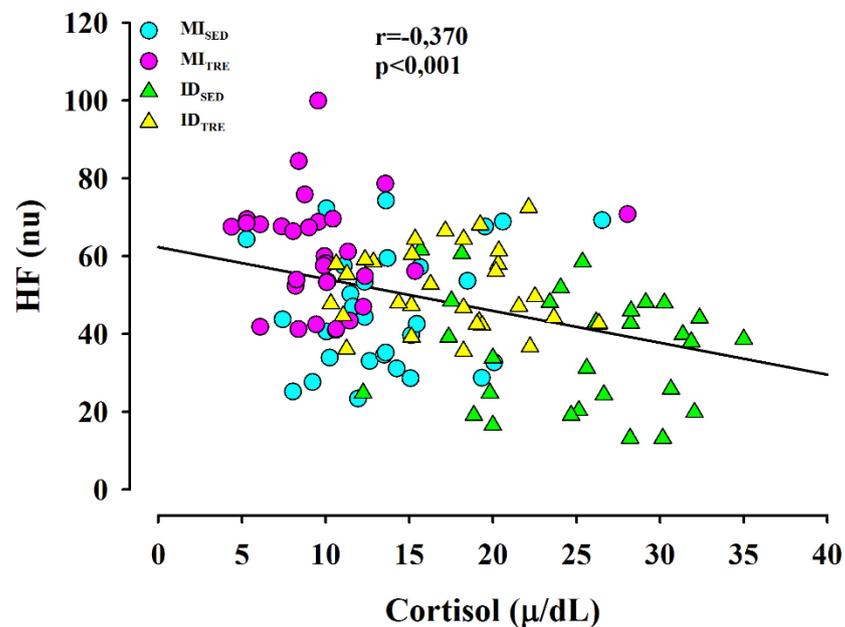


Figura 4 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e o índice do componente de alta frequência normalizada  $HF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

A figura 5 evidencia a correlação entre os níveis séricos de cortisol e o componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da VFC no DF. Constatamos uma positiva e significativa correlação entre o índice  $LF_{(nu)}$  e o cortisol ( $r = 0,393$ ;  $P < 0,001$ ).

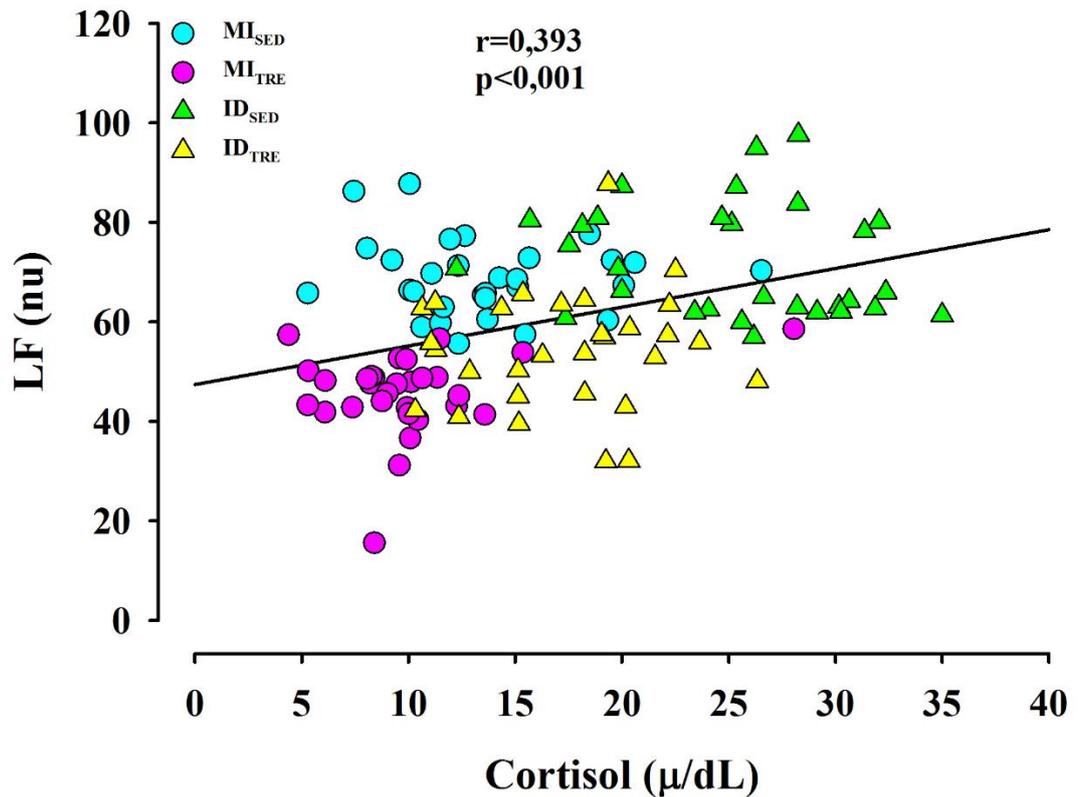


Figura 5 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e o índice do componente de baixa frequência normalizada  $LF_{(nu)}$  da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio da frequência (DF) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

Análises evidenciaram uma significativa e positiva correlação entre os níveis séricos de Cortisol e a VOP da rigidez arterial dos voluntários do presente estudo ( $r=0,359$ ;  $p < 0,001$  - Fig. 6), bem como uma significativa e positiva correlação entre a concentração sérica de Cortisol e a RVT ( $r=0,389$ ;  $p < 0,001$  - Fig. 7).

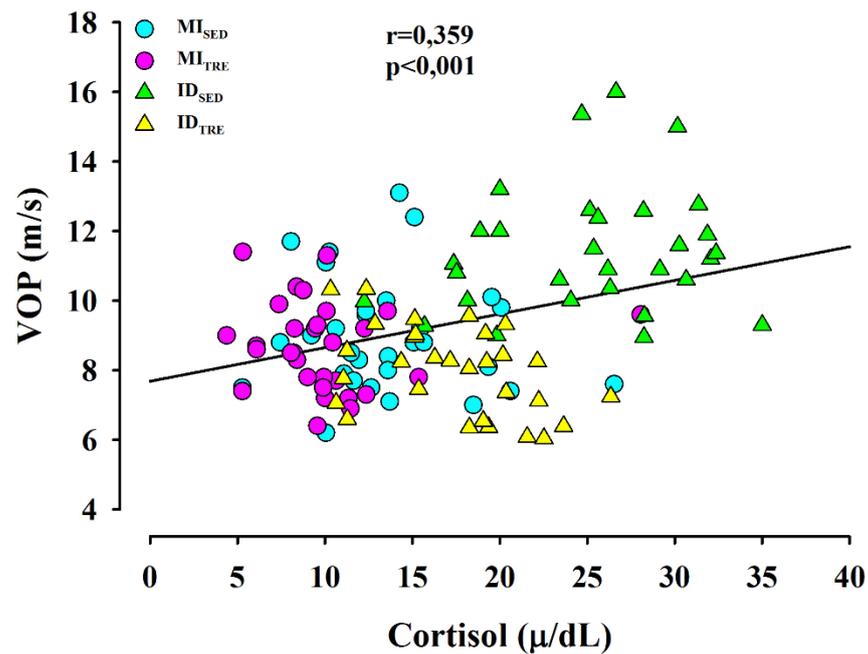


Figura 6 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e a velocidade de onda de pulso (VOP) da rigidez arterial dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

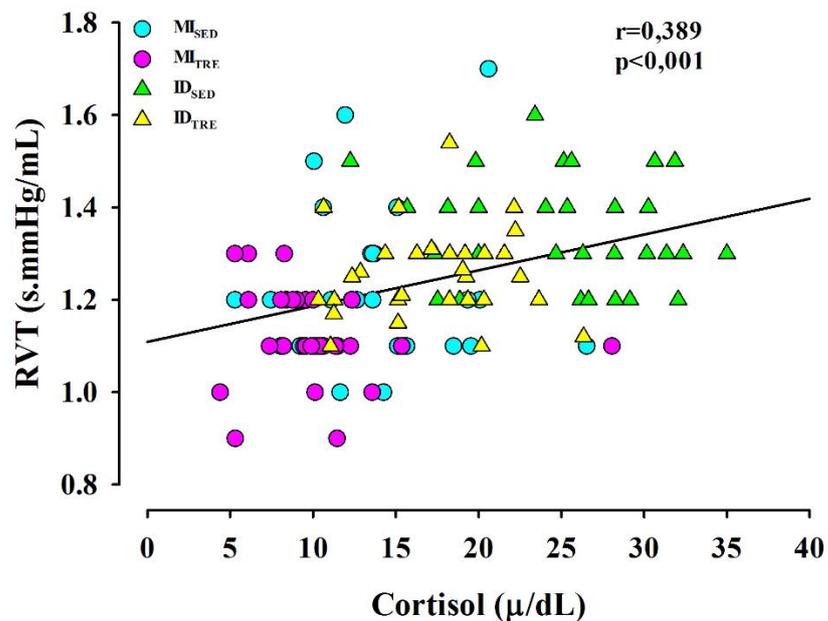


Figura 7 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os níveis séricos de cortisol e a resistência vascular total (RVT) dos voluntários do grupo meia idade sedentário ( $MI_{SED}$ ), meia idade treinado ( $MI_{TRE}$ ), idoso sedentário ( $ID_{SED}$ ) e idoso treinado ( $ID_{TRE}$ ).

## 8 DISCUSSÃO

Estudos que englobam o contexto do envelhecimento e a prática regular de exercício físico são de grande relevância, pois o treinamento físico possibilita benefícios que podem impactar na saúde cardiovascular, em especial, na disfunção autonômica cardíaca e na modulação endócrina de idosos. Nesse sentido, nosso estudo permite compreender que ao praticar o TF, tanto os parâmetros cardiovasculares quanto os hormonais são otimizados desde o início do processo do envelhecimento.

Observamos na presente investigação que as concentrações séricas de Cortisol aumentam conforme o decorrer do processo de envelhecimento (VAZ et al., 2013; SELLAMI et al., 2019). Em decorrência dessa premissa, um dos principais achados do presente estudo se refere ao efeito crônico do TF na atenuação da concentração sanguínea de Cortisol, e que essa redução se mostrou correlacionada com melhores índices da VFC e rigidez arterial, seja em idosos quanto em indivíduos de meia idade. Izzicupo e colaboradores (2013) defendem a possibilidade de redução das taxas de cortisol ao executar o exercício físico de forma regular, bem como, pode associar-se ao aumento das taxas de DHEA.

Contudo, segundo Moraes e colaboradores (2012), cronicamente, a prática de exercício físico promove redução nas concentrações de cortisol. Um fato interessante é que na nossa investigação, foi possível correlacionar a melhora dos índices da VFC nos grupos treinados, com melhores concentrações séricas de cortisol. Além dos menores índices de cortisol, o grupo de indivíduos de meia idade e idosos treinados, apresentaram também melhores índices da VFC no DF, ou seja, ambos os grupos treinados evidenciaram menores valores normalizados da modulação autonômica simpática cardíaca, representada pela banda do componente (LF) e maiores valores da modulação autonômica parassimpática cardíaca (HF), quando comparado aos seus respectivos grupos sedentários, situação essa que soma ao controle autonômico cardíaco de forma benéfica.

Além disso, o TF possibilitou que esse menor índice de cortisol, também fora associado a um maior valor de rMSSD (indicativo da modulação autonômica parassimpática cardíaca no DT), no qual interpretamos que, um menor nível do hormônio do estresse está associado a uma maior participação vagal cardíaca, possibilitando a interação de mecanismos que culminariam em um menor nível de estresse crônico e conseqüente melhor saúde cardiovascular.

Altos índices de cortisol podem promover um aumento das condições inflamatórias no organismo e afetar negativamente o funcionamento do mesmo (HEANEY et al., 2011). Desta forma, nosso trabalho sugere que o TF pode reduzir os índices de Cortisol tanto em indivíduos

de meia idade, quanto em idosos, quando comparado com seus respectivos grupos sedentários. A queda do cortisol pode promover um cenário de benefícios gerado principalmente pela queda dos marcadores inflamatórios como Interleucina 6 (IL-6) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) (IZZICUPO et al., 2013). Contrariamente aos nossos dados, Håkkinen e colaboradores (2001) não encontraram diferenças nos níveis de cortisol de mulheres com idade média de 64 anos praticantes de TF durante 21 semanas.

Especial importância tem sido dada à avaliação da VFC como um prognosticador de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CARNETHON et al., 2002). Seus valores são diretamente proporcionais ao efeito cardioprotetor, no qual uma alta VFC é previamente consolidado na literatura como um melhor funcionamento do sistema autônomo (BARBOSA NETO, 2010; TASK FORCE, 1996; VANDERLEI et al., 2009). De fato, baixos valores dos índices da VFC mostraram ser um forte preditor de uma baixa probabilidade de sobrevivência em pacientes com IC, infarto do miocárdio (BUCCELLETTI et al., 2009; HUIKURI; STEIN, 2013) ou cirurgias de revascularização (LAKUSIC et al., 2015; SASSI et al., 2015). Considerando que a divulgação dos achados desses e de outros estudos que utilizam a VFC como método de análise é fundamental para o desenvolvimento da saúde e que muitos resultados são clinicamente importantes.

Nesse contexto, um dado interessante obtido nesta investigação foi que indivíduos de meia idade praticantes de TF apresentam uma influência positiva nos componentes da VFC, e que essa melhora se estende para o grupo de idosos treinados. Exemplificando a capacidade que o exercício físico promove frente aos benefícios cardiovasculares, os idosos treinados evidenciaram uma menor predominância simpática sobre o coração (LFnu = 54,3%) quando comparados com indivíduos mais jovens, em se tratando de indivíduos de meia idade, porém sedentários (LFnu = 68,7%). Nesse mesmo cenário, a ideia de benefícios é corroborada, em nossa gama de resultados, observamos que os índices de alta frequência (HF, HFnu), na qual são indicativos da modulação vagal cardíaca, se encontram assertivos em ambos os grupos de indivíduos treinados, constatamos ainda que idosos que treinam rotineiramente o TF apresentam melhores índices de modulação vagal cardíaca (HFnu = 48,7%) do que homens de meia idade sedentário (HFnu = 43,1%). Esses achados no DF demonstram que a prática do treinamento físico, no caso aqui o TF, permite uma melhor resposta autonômica cardiovascular.

Lopes e colaboradores (2007) avaliaram 22 homens de meia idade sedentários, que iniciaram um programa de TF, e correlacionaram as alterações que essa modalidade poderia influenciar na modulação autonômica da FC. Eles observaram que foi possível melhorar as variáveis da VFC, porém essa melhora não foi estatisticamente significativa. A adaptação que

o exercício promove no corpo humano pode ser entendida a partir de três mecanismos que interferem na modulação autonômica cardíaca: uma atuação específica no nodo sinusal, com a redução de disparo das células de marca-passo, diminuição do tônus simpático e aumento do tônus vagal (MATOS et al., 2010).

Sobre os índices estatísticos abordados no DT, destacamos a representatividade do rMSSD e pNN50, que são variáveis proporcionadas pela atividade parassimpática sobre o coração (VANDERLEI et al., 2019), na qual nossos grupos de voluntários treinados, obtiveram maiores valores quando comparados com os sedentários de seus respectivos grupos. Reafirmando nossos achados, um estudo realizado por Achten e Jeukendrup (2003) já demonstrava que a VFC em indivíduos treinados é maior do que em sedentários, e que os marcadores da atividade parassimpática também são maiores, tanto no DT quanto no DF.

O equilíbrio simpato-vagal na esfera cardiovascular é definido pela relação LF/HF, e nessa relação, quanto maior a influência do sistema simpático maior o risco de desenvolvimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, tanto em adultos de meia idade, quanto em idosos (SEALS; DINENNO, 2004). No nosso estudo, observamos que indivíduos de meia idade e idosos sedentários apresentaram um maior balanço simpato-vagal, representado por uma maior relação LF/HF, podendo presumir que o sedentarismo pode correlacionar com maior atividade simpática em uma visão desfavorável ao sistema cardíaco.

Em se tratando da rigidez arterial, os achados da VOP (considerada padrão-ouro para análises dessa variável) apresentam grande relevância para nosso estudo. Investigações que objetivaram a abordagem da rigidez arterial, com a prática do TF em homens de meia idade ou idosos, não constataram diferenças significativas em seus resultados ao utilizarem a metodologia da VOP (CORTEZ-COOPER et al. 2008; YOSHIZAWA et al., 2009). Entretanto, Miyachi (2013) publicou uma metanálise, na qual foi observado que a prática do TF pode estar associada com o aumento da rigidez arterial em indivíduos jovens. Nosso estudo verificou que os valores da VOP atenuaram de forma considerável em idosos praticantes do TF quando comparado ao seu respectivo grupo sedentário. Já no grupo de indivíduos de meia idade, não evidenciamos uma diferença significativa nos resultados. Sendo assim, entendemos que a prática regular dessa modalidade de exercício não interfere negativamente na rigidez arterial na população aqui estudada, podendo ser até um recurso positivo para a população de idosos.

Ainda na vertente da rigidez arterial, também podemos mensurar seu comportamento utilizando-se de outros marcadores, como o AIx. A elevação do AIx é um preditivo de risco cardiovascular. O cálculo desse índice é dado em porcentagem, onde adota-se a subtração dos valores do segundo pico sistólico pelo primeiro, dividida pela PP, multiplicado por 100

(MENDES-PINTO; RODRIGUES-MACHADO, 2019). Assim como a VOP, o presente estudo obteve seus valores significativamente reduzidos em grupos que realizaram TF. De acordo com os dados encontrados, observamos que o grupo de idosos treinados apresentaram um salutar e positivo AIX ao ser comparado com o grupo de idosos sedentários, bem como, indivíduos de meia idade sedentário.

O processo de envelhecimento cursa com o aumento da rigidez arterial e dos níveis de cortisol, duas condições com podem ser desfavoráveis que podem impactar negativamente no sistema cardiovascular dos indivíduos (VAZ et al., 2013; SELLAMI et al., 2019; MIKAEL et al., 2017). Verificamos então, que o TF foi capaz de impactar nessas duas variáveis e beneficiar seus praticantes, tornando uma alternativa favorável ao minimizar essa condição imposta pelo processo de envelhecimento, pois, grupos treinados apresentam significativamente menores valores de VOP, bem como menores concentrações séricas de cortisol, quando comparado com seus respectivos grupos sedentários.

Referente aos parâmetros cardiovasculares, sabemos que quanto menor forem os valores basais da FC, maior a sobrevida dos indivíduos, pois suas relações são inversamente proporcionais (POIRIER, 2014). Em nossos achados, o grupo dos indivíduos de meia idade treinado apresentou diferença significativa frente aos grupos sedentários, com maior bradicardia de repouso, bem como, os valores de FC do grupo de idosos treinados, que foram significativamente menores do que nos idosos sedentários.

A bradicardia de repouso tem sido considerada como um eficiente marcador do efeito do treinamento físico, em especial, das modalidades aeróbias. Deveras, a diminuição da FC basal é uma adaptação favorável gerada pela prática do treinamento físico, no caso do nosso estudo, no TF, corroborando a afirmativa, McCartney e colaboradores (1993), no qual observaram que a FC de homens idosos avaliados em seu estudo, também diminuíram após a prática regular do TF.

Os efeitos crônicos do TF resultam da exposição frequente e regular às sessões de exercícios e representam aspectos morfofuncionais que diferenciam um indivíduo fisicamente treinado de outro sedentário, como a bradicardia relativa de repouso, a hipertrofia muscular, a hipertrofia fisiológica do ventrículo esquerdo e o aumento do consumo máximo de oxigênio (MARIA; GONÇALVES, 2009). Por vários anos, apenas os exercícios aeróbios eram recomendados e utilizados para a melhora e manutenção da saúde cardiovascular, contudo, até então, os exercícios resistidos eram ignorados quando a preocupação estava voltada para o sistema cardiovascular (QUEIROZ; KANEGUSUKU; FORJAZ, 2010).

A prática do TF tem sido recomendada, portanto, como um aspecto primordial para a melhora da aptidão física e funcional, além de apresentar efeito positivo na prevenção de diversas doenças crônicas degenerativas não transmissíveis e de manutenção do potencial funcional de indivíduos em reabilitação cardíaca (CAMARA; MIRANDA; VELARDI, 2010).

Quanto aos níveis pressóricos, no geral, os valores basais da PA dos nossos voluntários (PAS e PAM), se encontram elevados nos idosos sedentários em comparação aos demais grupos e reduzidos no grupo de idosos treinados. Dados esses que também foram evidenciados no estudo de McCartney e colaboradores (1993). Esses autores encontraram uma redução significativa da PA em idosos treinados. Já em relação à PAS e à PAD observamos que o idoso sedentário apresenta uma maior PAS quando comparado com os grupos de indivíduos de meia idade treinado e sedentário, assim como a PAS dos idosos treinados são significativamente menores que a dos idosos sedentários. Todavia, a PAD não apresentou um comportamento significativamente diferente entre os grupos. Nessa mesma direção, Terra e colaboradores (2008), avaliaram 46 idosas portadoras de hipertensão arterial e objetivaram analisar os parâmetros cardiovasculares frente ao TF realizado durante 12 semanas. Seus resultados foram semelhantes aos nossos, pois houve redução significativa nos valores de PAM e PAS, mas a PAD permaneceu sem mudanças consideráveis. Uma revisão sistemática que abordou o efeito do treinamento resistido sobre a PA de idosos concluiu que esse tipo de treino é uma estratégia eficaz no controle da PA, pois em suma é possível reduzir significativamente a PAS dos praticantes, e também se observa uma queda nos valores da PAD, porém não foi estatisticamente significativo (SCHIAVONI et al., 2017)

Com o processo de envelhecimento, a PP que é a representação da diferença entre a PAS e a PAD, pode estar aumentada no idoso. Essa PP é referida como o componente pulsátil da PA e pode ser referida como um marcador de rigidez arterial (MENDES et al., 2008). Verificamos no nosso estudo, uma redução dos valores basais de PP em grupos de indivíduos de meia idade e idosos treinados, sendo que os maiores valores foram do grupo de idosos sedentários. Desta forma, a prática regular de exercício físico pode beneficiar também nessa vertente do processo de envelhecimento, visto que, uma alta PP é refletida na rigidez vascular da Aorta e pode facilitar a instalação do quadro de hipertensão arterial (MENDES et al., 2008).

Em relação ao DC, verificou-se no nosso estudo que os grupos treinados apresentam seus valores otimizados quando comparado com os grupos sedentários (porém sem diferença significativa), e que homem de meia idade treinado apresentou o resultado significativamente maior que o idoso sedentário. Sabe-se que no processo de envelhecimento, o DC se encontra consideravelmente reduzido quando comparado à indivíduos mais jovens. Sendo assim, Lakatta

e colaboradores (1987) definem que idosos ativos e praticantes de exercício físico, possuem um maior volume de ejeção e manutenção de seus valores basais de DC, o que é considerado um ganho, pois eles já tentem a diminuir relevantemente com o envelhecimento.

O DP, que é indicativo do estresse cardíaco e é utilizado para estimar o consumo máximo de oxigênio pelo miocárdio (McARDLE; KATCH; KATCH, 2013), não apresentou diferença significativa entre os grupos, entretanto ambos os grupos treinados apresentam valores reduzidos quando comparado com os indivíduos de seus respectivos grupos sedentários. Essa queda pode ser relacionada aos valores supracitados de PAS e FC, onde grupos treinados apresentaram valores menores, uma vez que, o DP é dado pela  $PAS \times FC$ . Corroborando nossos resultados, Overend e colaboradores (2000) não encontraram diferenças nos valores do DP de idosos que realizaram TF com cargas submáximas. Contudo, observou que houve menor sobrecarga cardiovascular, já que não houve uma elevação considerável e abrupta da FC durante o TF leve, concomitante com uma PAD sutilmente elevada e uma redução da demanda de oxigênio, o que permite a otimização da oferta de oxigênio ao miocárdio.

Em relação às variáveis antropométricas, nosso estudo não encontrou diferença significativa nos valores de IMC entre os grupos avaliados. Alguns estudos que consideravam como carro chefe várias modalidades de treinamento, como o de força, o aeróbio e o concorrente, também não encontraram diferença significativa no IMC de seus voluntários (SILLANPÄÄ et al., 2009; SOUZA et al., 2012). Carvalho e colaboradores (2013), que avaliou homens e mulheres, praticante de treinamento físico por 36 semanas, sendo que sua amostra considerava uma faixa etária semelhante ao nosso trabalho, entre 40 e 65 anos, também não encontrou diferença significativa nos parâmetros antropométricos.

## 9 CONCLUSÃO

Nossos dados nos permitem concluir que o TF realizado por indivíduos de meia idade e idosos desencadeia atenuação na concentração sérica de cortisol, aumento da modulação vagal e redução da modulação simpática cardíaca, acompanhado por menores índices da rigidez arterial, além dos parâmetros cardiovasculares que obtiveram influência positiva em seus valores de repouso. Vale ressaltar que a diminuição dos níveis de cortisol pelo TF apresentou uma correlação com melhores índices da VFC e da rigidez arterial.

Portanto, a prática regular do exercício de força, é um recurso não medicamentoso seguro e que beneficia tanto indivíduos de meia idade quando idosos seja na vertente cardiovascular e/ou metabólica, sendo uma ferramenta favorável aos seus praticantes.

## REFERÊNCIAS

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 8, p. 603-608, nov. 2003.
- ALVES, A. dos S.; BAPTISTA, M.R.; DANTAS, E.H.M. Os efeitos da prática do yoga sobre a capacidade física e autonomia funcional em idosas. **Fitness e performance journal**, v.5, n. 4, p. 243-249, ago. 2006.
- ALVIM, R. O. et al. Arterial Stiffness: Pathophysiological and Genetic Aspects. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 5, p. 433-441, abr. 2017.
- American College of Sports Medicine (ACSM). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculo skeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercis**, v. 43, n. 7, p. 1334 – 1359, jul. 2011.
- AVOLIO, A. Arterial Stiffness. **Pulse**, n.1, v.1, p. 14-28, abr. 2013.
- AZEVEDO, L. F. et al. Envelhecimento e exercício físico. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. (Ed.). **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 3. ed. Barueri: Manole, 2010. cap. 22. p. 517-551.
- BARBOSA NETO, O. Modulação Autonômica e características morfofuncionais cardíacas de atletas fisiculturistas em uso de esteróides androgênicos. 2010.146 f. Tese (Doutorado Patologia Geral) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2010.
- BUCCELLETTI, E. et al. Heart rate variability and myocardial infarction: systematic literature review and metanalysis. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v.13, n.4, p. 299-307, jul-ago. 2009.
- BUENO, J. B.; GOUVEA, C. M. C. P. Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo. **Revista brasileira de prescrição e fisiologia do exercício**, v. 5, n. 19, p. 435-445, out. 2011.
- CADORE, E. L. et al. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and disease**, v. 5, n. 3, p. 183-195, jun. 2014.
- CAMARA, F. M.; GEREZ, A. G.; MIRANDA, M. L. J.; VELARDI, M. Capacidade funcional do idoso. **Acta fisiátrica**, v.15; n.4; p.249-256, dez. 2010.
- CARNETHON, M. R. et al. Does the cardiac autonomic response to postural change predict incident coronary heart disease and mortality? The Atherosclerosis Risk in Communities Study. **American Journal of Physiology**, v. 155, n.1, p.48-56, jan. 2002.
- CARVALHO, P. R. C. et al. Efeito dos treinamentos aeróbio, resistido e concorrente na pressão arterial e morfologia de idosos normotensos e hipertensos. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v.18, n.3, p.363-370, mai. 2013.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **Current opinion in clinical nutrition e metabolic care**, v. 13, n. 3, p. 271-276, mai. 2010.

CHODZKO-ZAJKO, J. W. et al. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine e science in sports e exercise**, v. 41, n.7, p. 1510-1530, jul. 2009.

CORTEZ-COOPER M. y. et al. The effects of strength training on central arterial compliance in middleaged and older adults. **European Journal of Cardiovascular Prevention e Rehabilitation**, v. 15, n. 2, p. 149-155. abr. 2008.

DE VITTA. A. Atividade física e bem-estar na velhice. In A. L. Neri e S. A. Freire. (orgs.), **E por falar em boa velhice**, Campinas, SP: Papirus, p.25-38, 2000.

EGAN, B.; ZIERATH, J. R. Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. **Cell Metabolism**, vol. 17, n.2, p.162-184, fev. 2012.

FARINATTI, P. V.; MONTEIRO, W. Aspectos fisiológicos da aptidão física no envelhecimento: função cardiorrespiratória e composição corporal. In: **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. Barueri: Manole, 2008. cap. 6. p.73-88.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **Revista científica internacional**, v.1, n.7, p. 106-194, mar. 2012.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GAFFEY, A. E.; et al. Aging and the HPA axis: Stress and resilience in older adults. **Neuroscience e Biobehavioral Reviews**, v. 68, p. 928-945, set. 2016.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HÄKKINEN, K. et al. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serumhormones during strengthtraining in olderwomen. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 2, p. 569-580, ago.2001.

HEANEY·J. L. et al. Preliminary evidence that exercise dependence is associated with blunted cardiac and cortisol reactions to acute psychological stress. **International Journal of Psychophysiology**, v. 79, n. 2, p. 323-329, dez. 2011.

HUIKURI, H. V.; STEIN, P.K. Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v. 56, n.2, p. 153-159, set-out. 2013.

IZZICUPO, P. et al. Walking training affects dehydroepiandrosterone sulfate and inflammation independent of changes in spontaneous physical activity. **Menopause**, v.20, n. 4, p. 455-463, abr. 2013.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Idosos indicam caminhos para uma melhor idade. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://censo2020.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/24036-idosos-indicam-caminhos-para-uma-melhor-idade.html>> Acesso em: 08 ago. 2020.
- KANALEY, J.A.; et al. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of Day. **The journal of clinical endocrinology e metabolism**, v. 86, n.6, p.2881-2889, jun. 2001.
- KENNEY, L. W.; WILMORE, J. H.; COSTIL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 5. ed. Barueri: Manole, 2013.
- KOKKINOS, P.; MYERS, J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. **Circulation**, v. 122, n.16, p. 1637-1648, out. 2010.
- LAKATTA, E. G.; LEVY, D. Arterial and Cardiac Aging: Major Share holders in Cardiovascular Disease Enterprises. **Circulation**, v. 107, n. 1, p. 139-146, jan. 2003.
- LAKATTA, E. G. et al. Human aging: changes in structure and function. **Journals of the American College of Cardiology**, v.10, p. 42-47, ago. 1987.
- LAKUSIC, N. et al. Changes in heart rate variability after coronary artery bypass grafting and clinical importance of these findings. **BioMed Research International**, v.2015, n.1, p. 1-7, set. 2014.
- LEMO, M. P.; et al. Low levels of dehydroepiandrosterone sulfate are associated with the risk of developing cardiac autonomic dysfunction in elderly subjects. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v.63, n. 1, p. 62 – 69, jan-fev. 2019.
- LOPES, F. L. et al. Redução da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos de meiaidade e o efeito do treinamento de força. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 2, p. 113- 119, abr. 2007.
- MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, n.1, p. 450-472, abr. 2004.
- MALLIANI, A. et al. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v.84, n.2, p. 782-492, ago. 1991.
- MARIA, J. B, L; GONÇALVES, A. Respostas agudas e crônicas da pressão arterial após exercícios aeróbicos e resistidos: uma breve revisão dos estudos de autores brasileiros. **EFDeportes.com-Revista Digital**. Buenos Aires, n. 139, dez. 2009.
- MATOS, L. D. N. J. et al. Alterações do eletrocardiograma de repouso com o treinamento. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. (Ed.). **Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata**. 3.ed. Barueri: Manole, 2010. cap. 8. p. 177-200.
- MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; NETO T. L. B. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista brasileira de ciências e movimento**, v.8, n. 4, p.21-32, set. 2000.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

McCARTNEY, N. et al. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. **Journal of Applied Physiology**, v.74, p. 1056-1060, mar. 1993.

MCDONAGH, M. J. N.; DAVIES, C. T. M. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **European Journal of Applied Physiology**, v.52, n.2, p.139–155, jan. 1984.

MENDES, R. et al. Envelhecimento e pressão arterial. **Acta médica portuguesa**, v. 21, n.2, p. 193-198, jan. 2008.

MIYACHI M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v.47, n.6, p. 393-396, mar. 2013.

MORAES, H. et al. O efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos: uma revisão sistemática. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v.17, n.4, p. 314-320, ago. 2012.

MORGAN, E. et al. Sleep Characteristics and Daytime Cortisol Levels in Older Adults. **Sleep Medicine**, v.40, n.5, p. 1-11, mai. 2017.

NASCIMENTO, B. R. et al. Efeitos do treinamento físico sobre a variabilidade da frequência cardíaca na cardiopatia chagásica. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 103, n.3, p. 201-208, set. 2014.

NETTO, M.P. História da velhice no século XX: Histórico, definição do campo e temas básicos. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.1-12, 2002.

NUNES, D. P. et al. Padrão do desempenho nas atividades de vida diária em idosos no município de São Paulo, nos anos 2000, 2006 e 2010. **Revista brasileira de epidemiologia**, v.21, n.1, p. 1-15, fev. 2019. Suplementação 2.

OTTE, C. et al. Uma meta-análise da resposta do cortisol ao desafio no envelhecimento humano: importância do gênero, **Psiconeuroendocrinologia**, v.30, n.1, p. 80-91, jan. 2005.

OVEREND, T. J. et al. Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. **Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 55, n. 4, p. 177-182, abr. 2000.

PAGANI, M. et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circulation**, v.59, n.2, p. 178-193, ago. 1986.

PASCHOAL, M. A.; POLESSI, E. A.; SIMIONI, F. C. Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em mulheres climatéricas treinadas e sedentárias. **Arquivo brasileiro de cardiologia**, 65 São Paulo, v. 90, n. 2, p. 80-86, fev. 2008.

- POIRIER, P. Exercise, heart rate variability, and longevity: the cocoon mystery? **Circulation.**, v. 129, n. 21, p. 2085-2087, mai. 2014.
- QUEIROZ, A. C. C.; KANEGUSUKU, H. FORJAZ, C. L. M. Efeitos do treinamento resistido sobre a Pressão Arterial de idosos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n.1, p. 135-140, jul. 2010.
- RASO, V. et al. Predictors of muscle strenforjain older individuals. **Medical Express**, v.3, n.3, p. 1-8, jun. 2016.
- RATAMESS, N.A. et al. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, v.41, n.3, 687–708, mar. 2009.
- SANT'ANA, L. O. et al. Comparação das variáveis cardiovasculares em idosos ativos em diferentes modalidades físicas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.18, n.4, p. 186-194, dez. 2019.
- SASSI, R. et al. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. **Europace**, v.17, n. 9, p. 1341-1353, jul. 2015.
- SCHIAVONI, D. et al. Efeito do treinamento resistido tradicional sobre a pressão arterial em idosos normotensos: revisão sistemática de ensaios clínicos aleatórios e metanálises. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 20, n. 4, p. 576-586, jul/ago. 2017.
- SEALS, R. S.; DINENNO, A. F. Collateral damage: cardiovascular consequences of chronic sympathetic activation with human aging. **American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology**, v. 287, n. 5, p. 895-905, nov. 2004.
- SELLAMI, M. et al. The Effect of Exercise on Glucoregulatory Hormones: A Countermeasure to Human Aging: Insights from a Comprehensive Review of the Literature. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.16, n.10, p. 1-17, mai. 2019.
- SHEPARD, R. J. **Envelhecimento, atividade física e saúde**. São Paulo: Phorte, 2003.
- SILLANPÄÄ, E. et al. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40–65-year-old men. **Scandinavian journal of medicine and science in sports**, v. 19, n. 6, p. 885-895, dez. 2009.
- SILVA, N. L.; FARINATTI, T. V. Influência de variáveis do treinamento contra-resistência sobre a força muscular de idosos: uma revisão sistemática com ênfase nas relações dose-resposta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.13, n.1, p. 60-66, jan-fev. 2007.
- SILVA, A. B. et al. Association between insufficient practice of physical exercise, walking, and other modalities in healthy elderly. **Journal of physical education**, v. 29, p. 1-13, abr. 2018.
- SPIRDUSO, W. W. **Dimensões físicas do envelhecimento**. Barueri: Manole, 2005.

Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia. VII Diretrizes Brasileiras de hipertensão. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v.1, n.82, p.107, set. 2016. Suplementação 3.

SOUZA, G. V. et al. Efeito do treinamento concorrente nos componentes da síndrome metabólica de homens de meia-idade. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, n. 3, p. 649-658, jul./set. 2012.

TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Guidelines: heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **European Heart Journal**, v. 17, n. 3, p. 354-381, mar. 1996.

YOSHIZAWA, M. et al. Effect of 12 weeks of moderate intensity resistance training on arterial stiffness: a randomised controlled trial in women aged 32-59 years. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n.8, p. 615-618. ago. 2009.

YUCEL, C. et al. Left ventricular hypertrophy and arterial stiffness in essential hypertension. **Bratislava lekarske listy journal**, v.116, n.12, p. 714-718, dez. 2015.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-217, abr./jun. 2009.

VASEGHI, M.; SHIVKUMAR, K. The role of the autonomic nervous system in sudden cardiac death. **Progress in Cardiovascular Diseases**, v.50, n.6, p. 404-419, mai-jun.2008.

VAZ, F. C. et al. Cortisol e atividade física: será o estresse um indicador do nível de atividade física espontânea e capacidade física em idosos? **Revista Brasília Médica**, v.50, n.2 p.143-152, jun. 2013.

WASSTHEURER, S. et al. A new oscillometric method for pulse wave analysis: comparison with a common tonometric method. **Journal of Human Hypertension**, v.24, n. 8, p. 498-504, ago. 2010.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Relatório Mundial de Envelhecimento e Saúde. Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2015.

ZHANG, J.; MORGAN, S. L.; SAAG, K. G. Osteopenia: debates and dilemmas. **Current Rheumatology**, v.15, n.12, p.384-389, dez. 2013.