

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Programa de Pós-Graduação da Cardiologia

Ruy Marra da Silva Junior

Efeitos da manobra respiratória por *biofeedback* na variabilidade da frequência cardíaca como estratégia para avaliação da violência urbana em atletas e não atletas residentes em áreas de vulnerabilidade

Rio de Janeiro – RJ  
2019

## **RUY MARRA DA SILVA JUNIOR**

EFEITOS DA MANOBRA RESPIRATÓRIA POR *BIOFEEDBACK* NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COMO ESTRATÉGIA PARA AVALIAÇÃO DA VIOLÊNCIA URBANA EM ATLETAS E NÃO ATLETAS RESIDENTES EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE

Documento apresentado ao programa de pós-graduação *stricto sensu* em Cardiologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como requisito do exame de qualificação de mestrado.

Aluno: Ruy Marra da Silva Junior

Orientador: Prof. Dr. Tiago Arruda Sanchez

Rio de Janeiro – RJ

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Destinado à ata da qualificação de mestrado.

*“Adormeci e sonhei que a vida era alegria; despertei e vi que a vida era serviço;  
servi e vi que o serviço era uma alegria.”*

Rabindranath Tagore

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Estatística dos parâmetros de VFC no período basal e após a tarefa de *Biofeedback*. DP = desvio padrão.....23

TABELA 2: Quantidade de respostas por item no THQ (Trauma History Questionnaire). Frequência de respostas "sim", frequência de vezes do item marcado como mais estressante (24 atletas e 19 não atletas). Número total de eventos traumáticos vivenciados por atletas 809 e por não atletas 342.....  
24

Tabela 3: Estatística dos fatores psicométricos da escala PANAS, sendo "PA" afeto positivo e "NA" afeto negativo, e o teste t de Student para a comparação desses valores entres os grupos. DP = desvio padrão com valor significativo para o afeto positivo do grupo de atletas comparado com o grupo de não-atletas..... 25

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:Registro de eletrocardiograma normal. Fonte: MANSUR <i>et al.</i> , 2006. .....	7
FIGURA 2: Intervalo R-R do traçado eletrocardiográfico. Fonte: COLUGNATI et al., 2005. ....	8
FIGURA 3: Tacograma que representa as variações do iRR consecutivos em função do número de intervalos considerados FONTE: JUGO et al., 2008. ....	8
FIGURA 4: Parâmetros não lineares e representatividade do SNA.....	9
FIGURA 5: Figura 5 Método não linear, Plot de Poincaré: Parâmetros tradicionais obtidos da parcela de Poincaré (A). SD1 e SD1 são matematicamente equivalentes aos índices lineares de VFC. As plotagens de Poincaré são eficazes na detecção de batimentos ectópicos ou outros ritmos anormais como mostrado em (B):Fonte SASSI et al., 2015.....	10
FIGURA 6: Pico de LF em 0.1Hz da VFC. Figura extraída do <i>Kubios HRV Analysis</i> a partir de um registro realizado durante treino de <i>biofeedback</i> cardiorrespiratório. ....	14
Figura 7: (MALMIUVO, J.; PLONSEY, 1995).....	19
FIGURA 8: <b>Parte superior</b> - as etapas que constituem a sessão experimental. <b>Centro lado esquerdo</b> - estímulos visuais que os participam visualizavam durante a tarefa de biofeedback, (a) imagem da flor que modificada de acordo com o desempenho na tarefa, (b) traçado do ECG, (c) barra que representa a amplitude dos movimentos respiratórios, e (d) frequência respiratória. <b>Centro lado direito</b> – variações de abertura da flor (e, f, g), do estágio mais fechado até o mais aberto, que representam a eficiência no treinamento da tarefa de Biofeedback, de acordo com a alteração na coerência cardiorrespiratória. <b>Inferior à direita</b> – posicionamento dos eletrodos de ECG (h, i, j) e da cinta respiratória (l), ao lado é mostrado o equipamento de coleta dos sinais fisiológicos Nexus-10® (Mind Media BV).....	19
Figura 9: Gráfico do parâmetro de SD2: comparação entre atletas (linhas azuis) e não-atletas (linhas vermelhas) durante o período basal e após a tarefa de <i>biofeedback</i> . As barras verticais representam 95% dos intervalos de confiança. ....	24
FIGURA 10: Dois <i>boxplot</i> da escala PANAS, sendo cada uma delas representando afeto positivo e afeto negativos dos grupos respectivamente...26	

## LISTA DE SIGLAS

<b>AF</b>	Alta frequência
<b>AF/BF</b>	Razão entre alta frequência/baixa frequência
<b>BF</b>	Baixa frequência
<b>BFB</b>	Biofeedback
<b>HRV</b>	Heart Rate Variability
<b>SD1</b>	Dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade e parece ser um índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento
<b>SD2</b>	Dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade e representa a VFC em registros de longa duração
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>SDNN</b>	Desvio padrão de todos os iRR normais gravados em um intervalo de tempo
<b>VFC</b>	Variabilidade da Frequência Cardíaca
<b>NN50</b>	Número de intervalos RR, com diferença entre eles maior 50
<b>pNN50</b>	NN50 dividido pelo número de intervalos RR
<b>RMSSD</b>	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo
<b>ECG</b>	Eletrocardiograma
<b>ms</b>	milissegundos
<b>SNA</b>	Sistema nervoso autônomo
<b>SNP</b>	Sistema nervoso parassimpático
<b>SNS</b>	Sistema nervoso simpático
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>HUCFF</b>	Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro

## RESUMO

JUNIOR, Ruy Marra da Silva. **Efeitos da manobra respiratória por *biofeedback* na variabilidade da frequência cardíaca como estratégia para avaliação da violência urbana em atletas e não atletas residentes em áreas de vulnerabilidade** Rio de Janeiro, 2019. Dissertação – Mestrado em Medicina (Cardiologia) – Faculdade de medicina

**Introdução:** Indivíduos que residem em favelas são geralmente submetidos a um elevado impacto da violência urbana e uma assistência de saúde primária precária. A capacidade física e o repertório de regulação emocional dos atletas podem promover uma adaptação diferente em relação aos não atletas que residem na mesma área de vulnerabilidade. A interação entre as áreas do cérebro relacionadas ao processamento das emoções com o sistema nervoso autônomo e o coração pode ser medida pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Nos humanos, a fisiologia das emoções promove um comportamento adaptativo com objetivo da sobrevivência, desde a identificação de pistas de segurança no ambiente, mudanças da homeostase, até repertórios comportamentais complexos que se relacionam a qualidade dessa homeostase, desde a prática de esportes até a sobrevivência em ambientes expostos a elevados níveis de estresse e mesmo com as interações sociais. A VFC pode ser um indicador das respostas da relação do organismo com o meio ambiente como no caso das respostas ao estresse. A prática de esportes poderia estimular mudanças da homeostase e promoveria alterações cerebrais, do sistema nervoso autônomo e modificações conseqüentemente na VFC. **Objetivo:** O objetivo geral deste estudo é avaliar os efeitos agudos do treinamento por *biofeedback* cardiorrespiratório, tendo como medida a VFC em atletas e não atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social e também por medidas psicométricas. **Metodologia:** Foram incluídos 43 voluntários; 24 atletas de jiu jitsu e 19 não-atletas, ambos do sexo masculino. As medidas psicométricas incluídas foram: o histórico de trauma e afeto positivo e negativo (Panas). A VFC foi medida por 5 minutos em repouso e 5 minutos pós treinamento *biofeedback*. A comparação dos valores da VFC foi realizada pela análise de variância (anova). O nível de significância adotado foi de 95%. **Resultados:** Na avaliação da VFC, houve significância estatística nos métodos não-lineares. Os participantes do grupo de atletas apresentaram maior afeto positivo em relação aos participantes do grupo de não atletas. Não houve significância estatística na escala de histórico de traumas. **Conclusão:** o grupo de atletas e não atletas apresentaram um histórico de traumas similar, o afeto positivo e o índice da variabilidade cardíaca total basal (SD2) apresentaram-se maior para o grupo de atletas. O treinamento com *biofeedback* evidenciou resultado um aumento da variabilidade cardíaca em ambos os grupos o que influencia no equilíbrio simpato-vagal, o que está de acordo com estratégias de regulação das emoções.

**Palavras-chaves:** Emoção; Sistema Nervoso Autônomo; Estresse; Esportes

## ABSTRACT

**Introduction:** People living in slums often suffer a high impact from urban violence and prior medical care. Athletes' physical ability and emotional control repertoire may promote a different adaptation to athletes residing in the same area of vulnerability. An interaction between areas of the brain related to emotion processing with the autonomic nervous system (ANS) and the heart can be measured by heart rate variability (HRV). In humans, the physiology of emotions promotes adaptive behavior aimed at survival, from identifying safety cues in the environment, homeostasis changes, to complex behavioral repertoires that relate the quality of homeostasis, from sports to survival. In environments exposed to high stress levels and even with social interactions. HRV can be an indicator of the responses of the body's relationship to the environment as in the case of stress responses. The practice of sports could stimulate changes in homeostasis and promote changes in the brain, ANS and consequent changes in HRV. **Aim:** The aim of this study is to evaluate the acute effects of cardiorespiratory biofeedback (BFB) training, measuring HRV in athletes and non-athletes living in socially vulnerable areas and also by psychometric scales. **Methods:** The groups of study were composed of 43 volunteers, 24 jujitsu athletes and 19 non-athletes, both male. The psychometric scales included were: history of trauma and positive and negative affect (Panas). HRV was measured for 5 minutes at rest and 5 minutes after biofeedback training. The comparison of HRV values was performed by analysis of variance (ANOVA). The significance level adopted was 95%. **Results:** In the HRV evaluation, there was statistical significance in the nonlinear methods. Participants in the group of athletes showed greater positive affection than participants in the group of non-athletes. There was no statistical significance in the trauma history scale. **Conclusion:** The athletes and non-athletes group presented a similar trauma history, the positive affect and the basal total cardiac variability index (SD2) were higher for the athletes group. Biofeedback training showed an increase in cardiac variability in both groups, which influences sympathovagal balance, which is in accordance with emotion regulation strategies.

**Keywords:** Emotion; Autonomic Nervous System; Stress; Sports

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
1.1.INTRODUÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVOS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	6
2.1.SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E SISTEMA NERVOSO CENTRAL NO CONTROLE DA FREQUENCIA CARDÍACA .....	6
2.2. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC) .....	13
2.3. BIOFEEDBACK CARDIORRESPIRATÓRIO .....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
3.1. AMOSTRA .....	17
3.2. AQUISIÇÃO DOS SINAIS FISIOLÓGICOS .....	17
3.2.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDIACA, BIOFEEDBACK E SINAL RESPIRATÓRIO.....	18
3.2.2. DESENHO EXPERIMENTAL.....	19
3.2.3. PROCESSAMENTO DE DADOS.....	21
3.2.4. AVALIAÇÃO PSICOMÉTRICA.....	21
3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	22
4. RESULTADOS.....	23
4.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA .....	23
4.2. ESCALAS PSICOMÉTRICAS .....	24
4.2.1. AVALIAÇÃO DO HISTÓRICO DE EVENTOS TRAUMÁTICOS.....	24
4.2.2. TRAÇO DA PERSONALIDADE .....	26
5. DISCUSSÃO .....	27
6. CONCLUSÕES .....	28
7. PERSPECTIVAS FUTURAS .....	28
8. REFERÊNCIAS.....	29
9.ANEXOS.....	39
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	39

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1. INTRODUÇÃO

Estudos da interação do estresse e da ansiedade em doenças coronarianas são evidências do estresse e distúrbios do humor sobre as alterações cardiovasculares como, por exemplo, na progressão e complicações trombóticas na aterosclerose em função dos índices de ansiedade (GIANNARELLI *et al.*, 2013). Em contrapartida, o exercício físico é apontado como benéfico para a dislipidemia, envolvida com a formação da placa de ateroma, a redução do estresse e na melhora da saúde cardiovascular, sendo um importante fator para reduzir índices de mortalidade cardiovascular e por todas as causas (ALMEIDA; ARAÚJO, 2003). O exercício demanda do sistema cardiovascular, sendo necessários ajustes do sistema cardíaco e do controle vascular periférico, incluindo a regulação autonômica, para realização deste. Os mecanismos neurais periféricos envolvidos na realização do exercício devem mediar a resposta inicial ao exercício – isto é, alterar rapidamente a frequência cardíaca e a pressão arterial (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

Emoções são respostas auto reguladoras do organismo que promovem a coordenação eficiente do organismo para comportamentos direcionados a objetivos (THAYER *et al.*, 2000). Em geral, o estresse é discutido fisiologicamente a partir de dois mecanismos: via sistema hipotálamo-pituitária-adrenocortical (HPA) e via sistema simpático-adrenomedular, sendo o primeiro regulado via cortisol pelo córtex da adrenal e o segundo através da liberação de adrenalina nas células cromafins e na inervação simpática das vísceras (BARTOLOMUCCI *et al.*, 2005; SAPOLSKY, 1992). Portanto, o estresse tem relação com função cardiovascular, incluindo a frequência cardíaca (APPELHANS; LUECKEN, 2006; THAYER; LANE, 2009) . Além disso, do posto de vista clínico, os mecanismos envolvidos na correlação entre aumento de risco cardiovascular e fatores psicossociais ainda não está esclarecida, embora a discussão na literatura científica não seja recente. Entretanto, propõe-se que a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca esteja envolvida com esta correlação devido ao distúrbio do equilíbrio simpátovagal (REIS *et al.*, 2010).

As medidas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) têm se mostrado importantes marcadores biológicos de estresse e de saúde (THAYER *et al.*, 2012a), alterações neurocardiológicas podem estar associadas à saúde mental (CHALMERS *et al.*, 2014) e podem ser parcialmente caracterizadas pela persistência de emoções negativas em resposta a agentes estressores, intrínsecos ou extrínsecos, cuja incapacidade de regulá-las parece desempenhar um papel importante na manutenção ou piora dos sintomas (BLECHERT *et al.*, 2007; CAMPBELL-SILLS *et al.*, 2006). No modelo de integração bidirecional envolvendo o cérebro e a regulação autonômica da frequência cardíaca (THAYER *et al.*, 2012), as áreas cerebrais relacionadas com esta integração estão envolvidas com a neurofisiologia da regulação emocional e dos centros pontinos e bulbares de controle autonômico.

A VFC corresponde a uma medida da variação de duração entre cada batimento cardíaco ao longo do tempo, identificada pelos intervalos R-R em um eletrocardiograma (THAYER *et al.*, 2012). A variabilidade dos intervalos R-R é considerada um marcador quantitativo para avaliar a regulação cardíaca adequada pelo sistema nervoso autônomo como resposta a estímulos físicos e psicológicos, intrínsecos e extrínsecos (DONG, 2016). Ainda, a literatura científica reconhece as medidas do domínio do tempo e frequência como marcadores diagnósticos, prognósticos e, inclusive, como preditores de complicações de várias doenças sistêmicas, como a insuficiência cardíaca e doença de Chagas, comumente associada miocardiopatia (BILCHICK *et al.*, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2014). De forma geral, a VFC pode ser alterada por diversos fatores, como: respiração, alterações emocionais, modificações da postura, ritmo circadiano, capacidade funcional, idade, gênero, dentre outros (ROQUE, 2009). Portanto, mesmo que a alteração do ritmo cardíaco seja multifatorial, ela inclui tanto mudanças fisiológicas na respiração quanto fatores emocionais decorrentes de estímulos estressores (LAGOS *et al.*, 2008)

A VFC está associada à frequência respiratória como resultante do acoplamento cardiorrespiratório correspondente à arritmia sinusal respiratória (LEHRER *et al.*, 2000; LEHRER *et al.*, 2009; RECORDATI, 2003; VASCHILLO *et al.*, 2006). A amplitude da arritmia sinusal respiratória é influenciada pela inspiração e expiração e pelo ramo parassimpático do SNA (SILVIA; JACKSON; SOPKO, 2014). Quanto maior a expiração em relação à inspiração

maior a amplitude da arritmia sinusal respiratória, com aumento de atividade do nó sino atrial (PORGES, 2001, 2007). Isso porque a frequência cardíaca aumenta quando ocorre a inalação e diminui quando ocorre a exalação (LIN *et al.*, 2012). Alguns estudos buscam caracterizar as vias neurais ascendentes via vago, já que as fibras vagais apresentam ampla distribuição no sistema nervoso central, incluindo núcleos pontinos e bulbares, em especial o núcleo do trato solitário, que faz conexão com o tálamo e, a partir deste, há a redistribuição da informação neural para as áreas corticais, como o córtex pré-frontal e da ínsula, que permitem a influência do córtex no eixo neurocardiorespiratório (FURUYA, 2017).

As manobras respiratórias por *biofeedback* são caracterizadas pela interação entre os fenômenos fisiológicos periféricos e os fenômenos psicofisiológicos cerebrais, que permitiram aplicar o *biofeedback* na reabilitação cardíaca para promoção da saúde e bem-estar (CLIMOV *et al.*, 2014). Este termo se baseia no pressuposto de que um processo fisiológico do organismo, como as frequências respiratórias e cardíacas por exemplo, pode ser influenciado por meio da retroalimentação (*feedback*) simultâneos de seus sinais. Então, por exemplo, um indivíduo é capaz de perceber e influenciar a sua frequência cardíaca ao observar o simultaneamente o seu ciclo respiratório e fazer pequenos ajustes nele de acordo com a manobra proposta nos protocolos de reabilitação. Neste caso, quando o indivíduo observar o aumento da frequência respiratória ou cardíaca por meio do *feedback* (seja um *feedback* visual ou sonoro através de dispositivos eletrônicos), pode haver uma facilitação na alteração dos batimentos cardíacos através da manobra respiratória. No treinamento do *biofeedback* de longa duração, a pessoa pode aprimorar a atenção direcionada aos sinais interoceptivos no seu corpo e, progressivamente, será capaz de criar estratégias que possam ser eficazes para diminuir os batimentos cardíacos a longo prazo.

Consequentemente, a utilização do *biofeedback* respiratório a fim de melhorar a regulação autonômica pode implicar na modulação da VFC e também tem na redução dos níveis de estresse e ansiedade (Prinsloo, Laurie Rauch e Derman, 2014). A técnica que envolve a VFC e o *biofeedback* é conhecida como *biofeedback* de arritmia sinusal respiratória (ASR), que envolve o ajuste da frequência respiratória para a qual a amplitude da VFC é

otimizada. Essa frequência é chamada de frequência de ressonância ou coerência cardíaca. Isto ocorre porque a respiração na frequência de ressonância estimula o reflexo barorreceptor, produzindo assim uma alta amplitude da VFC devido a características de ressonância do sistema cardiovascular (LEHRER et al. 2000).

Alguns estudos também destacam uma correlação positiva entre doenças cardiovasculares e situações de violência. Uma revisão sistemática realizada com dados de 30 estudos onde apontaram uma correlação entre exposição à violência na infância com doenças cardiovasculares, mais especificamente doenças coronarianas, infarto do miocárdio e hipertensão (SUGLIA *et al.*, 2015). Nas comunidades socioeconomicamente mais desfavoráveis o risco à saúde é maior, portanto, iniciativas com foco em projetos sociais estão se desenvolvendo (HARTLEY, 2004; RUGER; KIM, 2006; WHO, 2009). Uma revisão sistemática que selecionou 87 artigos publicados entre 1980 e 2009 em 44 países destacou a prevalência de 60% de transtornos de ansiedade a mais em populações expostas à áreas de risco do que aquelas que não eram expostas (BAXTER *et al.*, 2013). Outro estudo realizado na cidade de São Paulo e do Rio de Janeiro com 3.500 indivíduos onde 90% já haviam relatado algum evento violento sendo que 40% dessa amostra é a prevalência para transtornos psiquiátricos na sua generalidade (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Tanto o cenário socioambiental quanto o cenário esportivo podem servir como fatores de vulnerabilidade ao estresse. O risco de ganhar ou perder, ou por disputar competições perante um público, o ambiente pode influenciar agudamente as respostas cerebrais ao estresse e, cronicamente, criar um estado da ansiedade sustentado que atua tanto no sistema nervoso central como também no sistema nervoso autônomo influenciando principalmente os sistemas cardiovascular e respiratório (SPIELBERGER, 1966). Em indivíduos atletas, há poucos estudos da variabilidade da frequência cardíaca e faltam estudos com metodologia efetivamente robusta de acordo com uma revisão sistemática recente (MORGAN; MORA, 2017).

No campo da psicologia esportiva, muitas técnicas de relaxamento são aplicadas para se evitar a perda de performance em decorrência do estresse, como: respiração profunda, relaxamento muscular progressivo, meditação e

yoga. Além disso, o treinamento cognitivo também é aplicado para aliviar efeitos psicofisiológicos do estresse, como por exemplo a imagética motora (LAGOS *et al.*, 2008). O treinamento respiratório por *biofeedback* envolve tanto o domínio cognitivo quanto efeitos emocionais relaxantes e tem sido implementado como uma estratégia fisiológica para melhorar do desempenho esportivo (BABILONI *et al.*, 2008; STRACK, 2003). Atletas estressados que treinaram a VFC através do *biofeedback* cardiorrespiratório são capazes de melhorar a modulação autonômica e seus processos psicofisiológicos, onde na tarefa de arremessos de 3 metros fizeram mais pontos (PAUL; GARG; SINGH SANDHU, 2012).Então , tanto o esporte quanto o treinamento respiratório por *biofeedback* podem contribuir para os aspectos físicos e melhora cardiovascular como também para os efeitos sobre o estresse através dessas intervenções.

## 1.2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é avaliar os efeitos agudos do treinamento por *biofeedback* cardiorrespiratório em atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social.

Especificamente:

- verificar se há diferença na VFC em repouso entre os atletas e controles não-atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social por violência urbana, antes do treinamento por '*biofeedback*'.
- verificar se há diferença na VFC entre os mesmos atletas e controles não-atletas, após o treinamento com o *biofeedback* cardiorrespiratório.

### Hipótese 1:

H<sub>0</sub>: Não há diferença na VFC entre atletas e não-atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social.

H<sub>1</sub>: Há diferença na VFC entre atletas e não-atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social.

### Hipótese 2:

H<sub>0</sub>: Não há diferença na VFC após treinamento por *biofeedback* nos atletas e não-atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social.

H<sub>1</sub>: Não há diferença na VFC após treinamento por *biofeedback* nos atletas e não-atletas residentes em áreas de vulnerabilidade social.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E SISTEMA NERVOSO CENTRAL NO CONTROLE DA FREQUENCIA CARDÍACA**

O SNA simpático e parassimpático desempenha diversas funções de controle visceral, em sua maioria de maneira antagonista. No coração, o primeiro é responsável pelo aumento da frequência cardíaca (FC), da força de contração e do fluxo sanguíneo – enquanto os efeitos do segundo provocam a redução da FC, da força de contração do músculo auricular, na velocidade de condução dos impulsos pelo nó atrioventricular e do fluxo sanguíneo (ROQUE, 2009). Essa diferença nos efeitos do SNA no nó sinusal está diretamente relacionada aos diferentes neurotransmissores envolvidos na produção do impulso nervoso de cada sistema. As fibras do sistema nervoso simpático liberam norepinefrina, sendo seus efeitos mais lentos se comparados aos do sistema parassimpático, cujo neurotransmissor é acetilcolina. Assim, a influência parassimpática é a única capaz de produzir mudanças rápidas no padrão dos batimentos cardíacos (THAYER et al., 2012).

Devido à multiplicidade de sinais efetores periféricos e centrais, há uma rede de controle autonômico central, tanto no troco encefálico quanto em diversas regiões corticais. Ela é responsável por estimular ou inibir estes sinais

efetores, modulando a frequência cardíaca de acordo com as demandas ambientais (RIBEIRO et al., 2000 *apud* ROQUE, 2009). As estruturas neuroanatômicas envolvidas no controle autonômico central incluem córtex (pré-frontal medial e insular), sistema límbico (córtex cingulado anterior, hipotálamo, núcleo central da amígdala e núcleo leito da estria terminal) e tronco cerebral (substância cinzenta periaquedutal, medula ventrolateral, núcleo parabraquial e núcleo do trato solitário) (APPELHANS; LUECKEN, 2006). Nota-se que grande parte das estruturas corticais da rede autonômica central está envolvida nos processos de regulação da função dos centros de controle pontinos e bulbares, de controle homeostático, bem como modulação das emoções.

## 2.2. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

O ciclo cardíaco é o intervalo entre uma contração cardíaca e o início da próxima, sendo representado no eletrocardiograma (ECG) a partir das ondas identificadas pelas letras P a T (Figura 1). O ciclo inicia-se com a despolarização do nó sinusal ao final da diástole e subsequente contração atrial, simbolizado no traçado eletrocardiográfico pela onda P. Então, após a contração atrial, o ECG demarca o aparecimento do complexo QRS pela produção dos potenciais elétricos gerados na despolarização ventricular, sendo o início da sístole. O final do ciclo cardíaco é marcado pela onda de repolarização ventricular – onda T– iniciando o relaxamento dos ventrículos e uma nova diástole (MANSUR et al., 2006; GUYTON, p. 123, 2006).

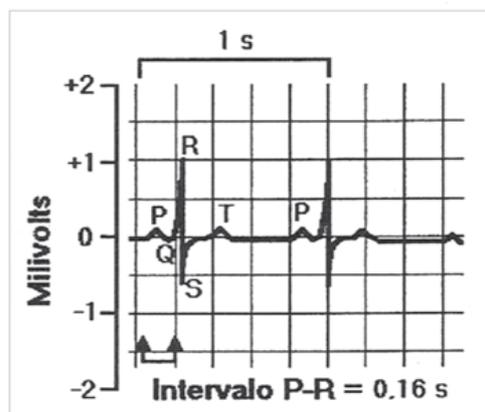


FIGURA 1: Registro de eletrocardiograma normal. Fonte: MANSUR *et al.*, 2006.

Os batimentos cardíacos dependem de mecanismos de regulação intrínseca e extrínseca. A primeira é independente do sistema nervoso, sendo a

atividade cardíaca elétrica advinda do estímulo ao nó sinoatrial - ao passo que o segundo é decorrente das influências do sistema nervoso simpático e parassimpático (ROQUE, 2009). A regulação extrínseca, devido às ações antagonistas da dupla inervação do SNA, é responsável por oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos, representados pelo intervalo R-R (Figura 2) no traçado eletrocardiográfico (COLUGNATI *et al.*, 2005; RAJENDRA ACHARYA *et al.*, 2006; VANDERLEI *et al.*, 2009). Esta variação de tempo dos intervalos R-R (iRR) pode ser aferida pelo método não invasivo denominado variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

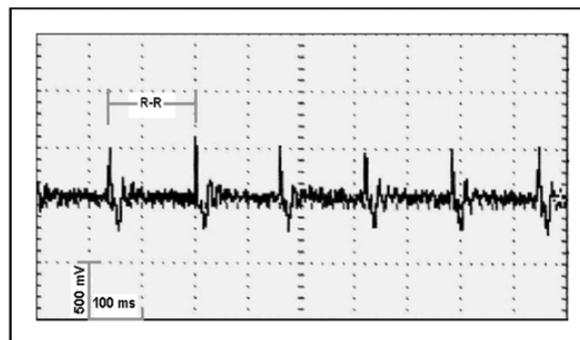


FIGURA 1: Intervalo R-R do traçado eletrocardiográfico. Fonte: COLUGNATI *et al.*, 2005.

A variabilidade da frequência cardíaca é relacionada com a adaptação do SNA aos estímulos internos e externos, sendo dependente da detecção e resposta rápida ao estímulo (APPELHANS; LUECKEN, 2006; RAJENDRA ACHARYA *et al.*, 2006; VANDERLEI *et al.*, 2009). A medida da VFC pode ser obtida a partir do eletrocardiograma ou cardiofrequencímetro, aparelho capaz de captar os impulsos elétricos gerados pelo coração através de uma cinta torácica que possui eletrodos e transmiti-los ao monitor (VANDERLEI *et al.*, 2009). O sinal captado é transferido para o software do cardiofrequencímetro. Este sinal refere-se ao valor da FC medido a cada iRR e plotado ao longo do tempo (Figura 3).

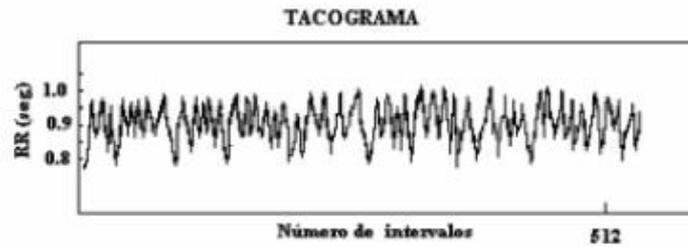


FIGURA 2: Tacograma que representa as variações do iRR consecutivos em função do número de intervalos considerados FONTE: JUGO et al., 2008.

Com a gravação do sinal, a análise deste pode ser realizada a partir de métodos lineares e não lineares. O método linear compreende dois domínios: tempo e frequência, ao passo que os métodos não-lineares referem-se à análise de flutuações depuradas de tendências, função de correlação, expoente de Hurst, dimensão fractal e o expoente de Lyapunov (GODOY; TAKAKURA; CORREA, 2005; RAJENDRA ACHARYA *et al.*, 2006; NOVAIS *et al.*, 2004 *apud* VANDERLEI *et al.*, 2009). No presente estudo, o objetivo será realizar apenas a análise através de métodos não lineares com características de ordem e previsão, mas aleatórios, descritos na Figura 4 e Figura 5, respectivamente.

### 2.2.1 Métodos não lineares

Tem como objetivo a análise dos sistemas abertos, dinâmicos, determinísticos, não-lineares com suave dependência de suas interações iniciais. O método quantitativo do Plot de Poincaré possui seus índices representados através do SD1 que expressam o comportamento dos dados, batimento a batimento, através de sua dispersão perpendicular à linha de identidade e demonstra a modulação do vago. E o SD2 que através da dispersão ao longo da linha, traduz a resultante total da VFC. As plotagens de Poincaré são eficazes na detecção de batimentos ectópicos ou outros ritmos anormais (SASSI *et al.*, 2015).

Não-linear	<b>SD1</b>	Desvio padrão da largura da parcela de Poincaré	Atividade de <b>curto</b> prazo do SNP e SNS
	<b>SD2</b>	Desvio padrão do comprimento do enredo de Poincaré	Atividade de <b>longo</b> prazo do SNP e SNS

Figura 3 – Parâmetros não lineares, sua definição e representatividade do SNA.

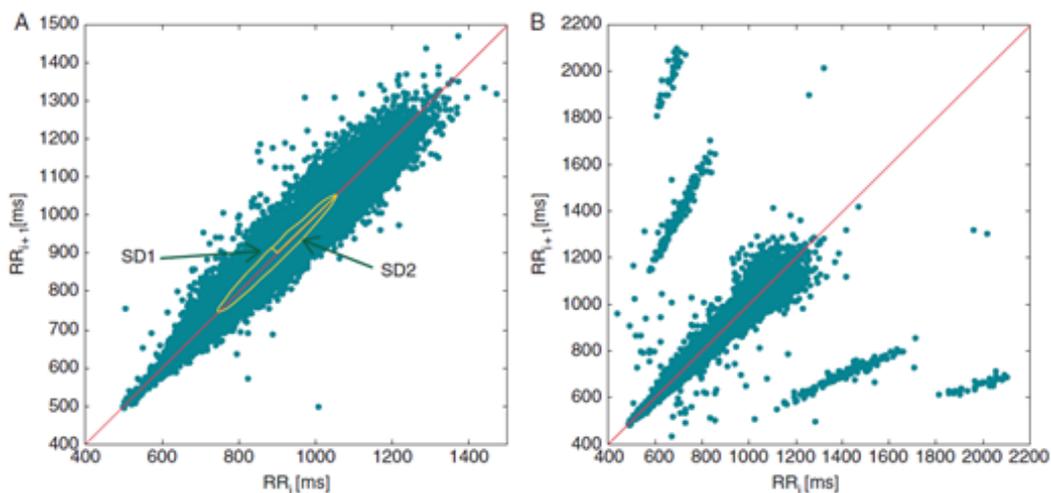


Figura 4 Método não linear, Plot de Poincaré: Parâmetros tradicionais obtidos da parcela de Poincaré (A). SD1 e SD1 são matematicamente equivalentes aos índices lineares de VFC. As plotagens de Poincaré são eficazes na detecção de batimentos ectópicos ou outros ritmos anormais como mostrado em (B):Fonte SASSI *et al.*, 2015

### 2.2.2 Fatores Fisiopatológicos

A variação do intervalo R-R é fisiológica e esperada; capaz de ser modificada por mecanismos fisiológicos, como a alteração da variabilidade durante o ciclo respiratório, denominada arritmia sinusal respiratória (ASR).

Durante a inspiração, há inibição do sistema nervoso parassimpático temporariamente, o que reflete no aumento da frequência cardíaca neste período – já na expiração, a influência do parassimpático é restabelecida e há diminuição da frequência cardíaca para o estado em repouso (BERNTSON; CACIOPPO; QUIGLEY, 1993 *apud* APELLHANS; LUECKEN, 2006).

Além da respiração, indivíduos saudáveis também apresentam mudanças na variabilidade da frequência cardíaca por outros fatores, como: gênero, idade, ritmo circadiano, emoções, a capacidade funcional e modificações da postura (ROQUE, 2009). Mecanismos periféricos, através da ativação de reflexos quimiorreceptores e barorreceptores, podem alterar as características da ASR, como: aumento do retorno venoso, variações da pressão intratorácica e a composição do sangue arterial (PaO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, pH) (COOPER; CLUTTON-BROCK; PARKES, 2004). Os indicadores fisiológicos não apresentam uma variação linear pois representam sistemas abertos, dinâmicos, determinísticos com uma suave dependência das condições iniciais do sistema. A resultante dessa interação entre os sistemas complexos traduz o estado de homeostase do organismo de forma integrativa (GOLDBERGER *et al.*, 1987).

Entretanto, alterações na dinâmica autonômica com baixa variabilidade da frequência cardíaca derivam de um fator patológico, sendo a VFC biomarcador de doenças, tanto periféricas quanto relacionadas ao cérebro, tais como: doenças cardiovasculares (SCHUSTER *et al.*, 2016), doenças respiratórias (PASCHOAL *et al.*, 2002), doenças renais (OLIVEIRA *et al.*, 2014), dor crônica (KOENIG *et al.*, 2014; MEEUS *et al.*, 2013), transtornos de ansiedade (KEMP; QUINTANA, 2013), depressão (BASSETT, 2015; HAMILTON; ALLOY, 2016) e transtornos de humor (BASSETT *et al.*, 2016), dentre outras.

Do ponto de vista histórico e evolutivo, as emoções representam um papel importante na homeostase dos organismos. Pode ser definida como um conjunto de reações químicas e neurais subjacentes a certas respostas comportamentais básicas e necessárias a sobrevivência dos animais. Segundo Antônio Damásio e Gill Carvalho, a sobrevivência do organismo depende da manutenção da fisiologia do corpo dentro de uma faixa homeostática ideal. Esse processo baseia-se na detecção rápida de mudanças potencialmente nocivas no estado corporal e nas respostas adaptativas apropriadas (DAMASIO; CARVALHO, 2013). A emoção também pode ser definida por fenômenos complexos que envolvem experiências nos domínios do comportamento e somáticas (GROSS, 2015a). Assim, os indivíduos que vivenciam contextos de violência podem experimentar emoções negativas com

sentimentos de angústia e ansiedade com maior frequência e intensidade. Este fato pode interferir no processamento emocional normal e aumentar o risco para o desenvolvimento tanto de doenças cardiovasculares quanto de transtornos mentais (como ansiedade, depressão e transtorno de estresse pós-traumático).

Nas comunidades socioeconomicamente mais desfavoráveis o risco a saúde é maior, e, portanto, iniciativas com foco em projetos sociais estão se desenvolvendo (HARTLEY, 2004; RUGER; KIM, 2006; WHO, 2009). Algumas abordagens para a promoção da saúde em comunidades sugerem o esporte como uma atividade para contribuir com a estimulação da atividade física que é um comportamento que pode tanto melhorar a condição cardiorrespiratória quanto o bem-estar e sociabilidade dos indivíduos (WHO, 2003).

Uma revisão sistemática que selecionou 87 artigos publicados entre 1980 e 2009 em 44 países destacou a prevalência de 60% de transtornos de ansiedade a mais em populações expostas á áreas de risco do que aquelas que não eram expostas (BAXTER *et al.*, 2013). Outro estudo realizado na cidade de São Paulo e do Rio de Janeiro com 3.500 indivíduos onde 90% já haviam relatado algum evento violento sendo que 40% dessa amostra é a prevalência para transtornos psiquiátricos na sua generalidade (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Alguns estudos também destacam uma correlação positiva entre doenças cardiovasculares e situações de violência. Uma revisão sistemática realizada com dados de 30 estudos apontou uma correlação entre exposição à violência na infância com doenças cardiovasculares, mais especificamente doenças coronarianas, infarto do miocárdio e hipertensão (SUGLIA *et al.*, 2015). Uma hipótese possível para a observação dessas doenças cardiovasculares em indivíduos que passam ou sofrem situações de violência é o aumento da ativação do sistema de resposta ao estresse (HPA) em decorrência de uma resposta emocional exacerbada ou "mal adaptativa" (SAPOLSKY, 1992; BARTOLOMUCCI *et al.*, 2005).

### 2.3. BIOFEEDBACK CARDIORRESPIRATÓRIO

O uso do feedback que marca o *biofeedback* cardiorrespiratório propicia o processo de relaxamento e redução dos sintomas de estresse. Esse processo de treino do aumento da frequência de ressonância pode impactar no aumento da atividade parassimpática e da amplitude máxima de ASR (LEHRER; VASCHILLO; VASCHILLO, 2000). O feedback externo durante a realização do *biofeedback* mostra a condição fisiológica do indivíduo momento a momento na intervenção. É apresentado por um *display* computadorizado de forma visual ou sonora capaz de mostrar em tempo real o estado fisiológico do organismo sendo essencial para influir na regulação do SNA (LEHRER; VASCHILLO; VASCHILLO, 2000; NISHIMURA *et al.*, 2007). Contudo, o ritmo respiratório exato para o treino se diferencia conforme cada pessoa, podendo até mesmo se modificar num mesmo indivíduo em distintos momentos. Por isso a relevância do *biofeedback*: mostrar a cada momento a resposta da frequência de ressonância, e com isso, influenciar no aumento da mesma (MCCRATY *et al.*, 2009).

Na prática, o aumento da frequência de ressonância pode ser treinado por meio da respiração abdominal sincronizada, com o tempo de exalação mais longo do que o tempo de inalação. A frequência de ressonância é definida como o ritmo harmônico do coração e da respiração, e esse ritmo harmônico é caracterizado pelo pico de alta amplitude de LF (*low frequency*) e nenhum pico em VLF (*very low frequency*) ou HF (*high frequency*) da VFC (MCCRATY *et al.*, 2009; PRINSLOO *et al.*, 2013). A figura abaixo mostra o pico em LF da VFC. Esse pico é aproximadamente em 0.1hz da VFC e nenhum pico em VLF e HF e caracteriza a frequência de ressonância.

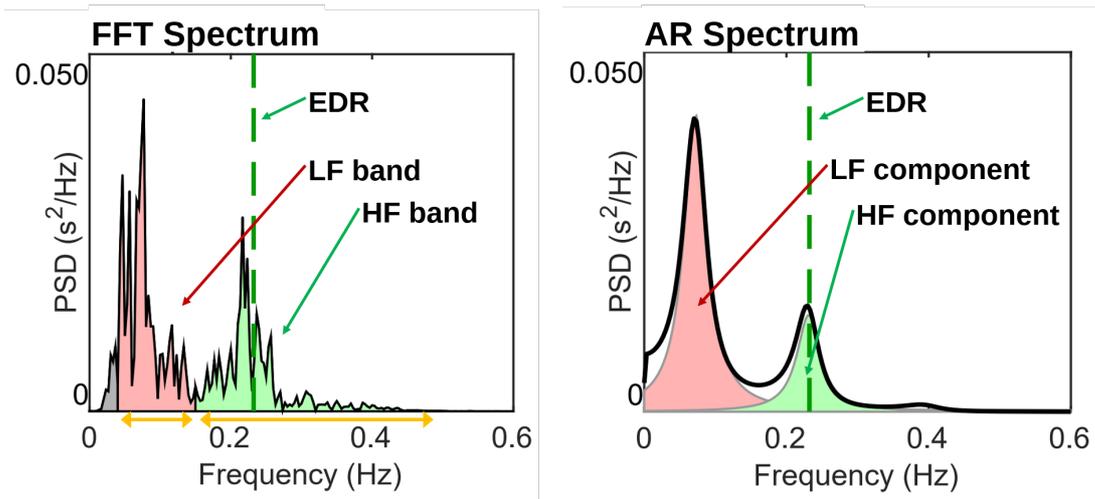


FIGURA 6: Pico de LF em 0.1Hz da VFC. Figura extraída do *Kubios HRV Analysis* a partir de um registro realizado durante treino de *biofeedback* cardiorrespiratório.

Um dos pioneiros no desenvolvimento de protocolo e padronização de treinamento com *biofeedback* cardiorrespiratório foi Paul Lehrer e sua equipe. Esses pesquisadores utilizam-se da influência da ASR para potencializar os efeitos do *biofeedback* cardiorrespiratório. A ASR é uma variação que ocorre no ritmo do coração em função da respiração, aumenta a frequência cardíaca na inspiração e a reduz na expiração. Essa variação está ligada ao processo autônomo de homeostase corpórea (LEHRER *et al.*, 2006; LEHRER, VASCHILLO; VASCHILLO, 2000).

O *biofeedback* cardiorrespiratório que objetiva aumentar a frequência de ressonância é atualmente um tipo de *biofeedback* eficiente para o aumento da ASR, diminuição de hiperatividade simpática, aumento da VFC e aumento de emoções positivas. Quanto aos efeitos do *biofeedback* cardiorrespiratório, um estudo (DEL POZO *et al.*, 2004) investigou os efeitos desta técnica em 61 pacientes com doença coronariana. Os participantes foram aleatoriamente designados para o tratamento com *biofeedback* ou grupo de controle. A intervenção com o grupo experimental durou 6 semanas sendo realizada a atividade 1 vez por semana durante 45 minutos. Adicionalmente todos os participantes foram incentivados a praticar a respiração abdominal por pelo

menos 20 minutos por dia em casa. Após 6 semanas de intervenção com *biofeedback* no grupo experimental, os autores observaram o aumento dos indicadores do domínio do tempo da VFC, como SDNN, RMSSD e SDANN, que representa matematicamente e indiretamente a atividade parassimpática do SNA. O grupo controle mostrou uma tendência de diminuir estes mesmos indicadores da VFC. Os resultados encontrados no grupo experimental foram mantidos na avaliação de acompanhamento (na semana 18 após o programa de *biofeedback*). Conforme os autores, o aumento da VFC se relacionou com o aumento da atividade parassimpática, aumento da amplitude da ASR, que se refere ao treino respiratório efetuado nas sessões. Estes resultados foram relacionados com o efeito do *biofeedback* cardiorrespiratório influir na modulação autônoma em pacientes com doença coronariana e isso pode impactar no manejo dos sintomas da doença.

O estudo de Prinsloo e colaboradores (2013) utilizou a técnica de *biofeedback* cardiorrespiratório com a duração de 10 minutos em uma única sessão. Os autores investigaram as oscilações cerebrais antes, durante e depois a sessão com *biofeedback*, e verificaram que as principais mudanças no EEG nas ondas theta e alpha durante o *biofeedback* foram relacionadas com estados de relaxamento e atenção. Segundo os autores o *biofeedback* cardiorrespiratório pode se associar com as mudanças elétricas cerebrais relacionadas ao relaxamento e ao controle cognitivo, similar a efeitos como da técnica de meditação e contemplação mesmo quando realizado somente uma vez. Entretanto, evidentemente o *biofeedback* se difere da meditação no tipo do estímulo e com a apresentação de feedback (MCCRATY *et al.*, 2009).

Para pessoas que não possuem experiência em meditação ou em práticas de respiração controlada o feedback do desempenho durante a intervenção pode ser essencial para o processo de auto percepção, atenção e de aprendizagem da técnica respiratória. O feedback externo apresentado por meio de um display é essencial para influenciar na autorregulação do SNA para diminuir a hiper ativação simpática do estresse e aumentar a atividade do ramo parassimpático do SNA, aumentando o freio da hiperexcitação psicofisiológica (MCCRATY *et al.*, 2009).

Uma revisão sistemática com sete estudos, cujos critérios de inclusão eram: artigos científicos publicados, estudos experimentais, quase

experimentais e estudos de casos, utilização do BFB cardiorrespiratório como tratamento principal, estudos publicados antes de outubro de 2016 e estudos publicados em inglês, francês, espanhol e português, concluiu que mesmo que existam poucos estudos com alta qualidade metodológica para avaliação da efetividade do BFB cardiorrespiratório em performance esportiva os resultados suportam a utilização dessa tecnologia para o desenvolvimento da regulação autonômica cardíaca e dessa forma influenciar diferentes variáveis psicofisiológicas o que pode ser determinante na performance esportiva (MORGAN; MORA, 2017).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Os procedimentos e o paradigma experimental desse estudo foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – CAAE: 08267419.1.0000.5257 Todos os voluntários assinaram e concordaram com os termos de consentimento (vide ANEXO A).

#### **3.1. AMOSTRA**

A amostra foi constituída por dois grupos: atletas de jiu-jitsu com pelo menos três (3) anos de experiência, aliado ao critério técnico da cor da faixa que pode confirmar o tempo mínimo de prática e a habilidade e controles não-atletas, ambos residentes em área de vulnerabilidade social. Os critérios de exclusão dos participantes incluem: indivíduos tabagistas; etilistas; usuários de drogas ilícitas; medicamentos com ação no sistema nervoso central e cardiovascular; transtornos psiquiátricos diagnosticados; portadores de doença cardiopulmonar, musculoesquelética, neurológica, autoimune e/ou metabólica conhecidas.

A amostra inicial consistiu de 55 voluntários de sexo masculino. Destes, 6 atletas e 13 não-atletas foram excluídos devido a utilização de bebidas com cafeína, desistência, artefatos no sinal ou movimentação durante o exame. Os atletas possuíam idade média 28,9 anos (DP= 8,1; mín=19; máx=58) e foram pareados com controles não-atletas ( $p=0,54$ ) com idade média de 28 anos (DP= 7,6; mín= 19; máx= 42).

#### **3.2. AQUISIÇÃO DOS SINAIS FISIOLÓGICOS**

A aquisição dos sinais fisiológicos (ECG e sinal respiratório) de todos os voluntários foi realizada no Instituto Reação – polo Rocinha – em uma sala reservada, ambiente silencioso e climatizado (temperatura:  $\bar{x} = 24,3$ ; DP=0,7; mín=22,4; máx=26,8 e umidade:  $\bar{x} = 49,7\%$ ; DP= 5,7%; mín=38%; máx=68%).

### 3.2.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, BIOFEEDBACK E SINAL RESPIRATÓRIO

O NeXus-10 é um sistema integrado para pesquisas em *biofeedback*, *neurofeedback* ou psicofisiológico. É adequado para medir e treinar uma ampla gama de sinais fisiológicos simultaneamente. O NeXus-10 oferece até 4 canais ExG de sinais EEG, EMG, ECG e EOG, além de até 4 canais AUX para sinais periféricos como frequência cardíaca, fluxo sanguíneo relativo, condutância da pele, respiração e temperatura. O hardware transfere os dados via Bluetooth para o software (Biotrace®) com uma taxa de amostragem de gravação de 1024 por segundo. Ele também possui uma entrada extra para gatilhos e uma entrada para sensores digitais.

Foram utilizados dois canais: do eletrocardiograma e o da respiração. São utilizados três sensores com base na configuração de Einthoven para aquisição dos intervalos R-R e o treino da coerência cardíaca mais a cinta respiratória que possui um sensor instalado internamente e foi colocada na região do processo xifoide do voluntário, com capacidade para aferir a frequência e amplitude da respiração. A base do cálculo para coerência cardíaca do software (Biotrace r) foi baseada na correlação entre dois sinais fisiológicos: frequência cardíaca e frequência respiratória no domínio da frequência. Os valores ajustados foram: “1” (correlação positiva entre a frequência cardíaca e a frequência respiratória) “-1” (correlação negativa entre a frequência cardíaca e a frequência respiratória). Dessa forma, os voluntários que aumentavam sua coerência cardíaca, o resultado era mais próximo de “1” e aqueles que apresentavam menor coerência cardíaca o resultado era mais próximo a “-1”.

O software (Biotrace r) permite a construção da tela customizada com a tarefa a ser realizada. Nesse experimento, o feedback escolhido foi a imagem de uma flor: que se abria ou fechava conforme os valores da coerência cardíaca. E antes da sessão era verificado a qualidade do sinal do ECG através de um display como a qualidade do sinal respiratório era também confirmada através de uma barra que se movimentava conforme a amplitude respiratória e ambos não eram o feedback de referência.

### 3.2.2. DESENHO EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada em uma sala, localizada no Instituto Reação, silenciosa, climatizada com temperatura que variava entre 22°C e 25°C e umidade relativa do ar entre 49% e 60% sendo que todas as coletas foram realizadas no mesmo período de 18hs as 21:30hs e eram familiarizados com o ambiente e com os pesquisadores. Sendo que as instruções eram comunicadas na véspera para que tivessem uma noite de sono tranquila, evitassem bebidas que contivessem cafeína ou outro tipo de estimulante e que não fizessem exercícios físicos ou atividades que demandassem desgaste físico ou emocional pelo menos com 24 horas antes das coletas. Sendo que essas recomendações eram avaliadas preliminarmente após a recepção do participante ou previamente na confirmação da vinda do mesmo por telefone ou aplicativo de mensagem.

Os voluntários selecionados realizaram o experimento em cinco etapas: (a) esclarecimento sobre o experimento e leitura e assinatura do TCLE; (b) preenchimento de algumas escalas psicométricas (2); (c) medidas antropométricas e aferição pressão arterial; (d) coleta de dados fisiológicos através do ECG e da cinta respiratória em três etapas;

O voluntário era convidado para ficar na posição sentada em uma cadeira estável e confortável. Os eletrodos cutâneos do ECG eram posicionados com base no triângulo de Einthoven (MALMIUVO, J.; PLONSEY, 1995). A cinta respiratória foi posicionada em volta do tórax na altura do processo xifoide e ajustada em prol do conforto do voluntário (figura 7).

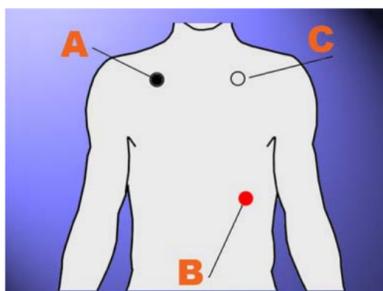


Figura 7: Posicionamento dos eletrodos de ECG com base no triângulo de Einthoven (A; B; C) (MALMIUVO, J.; PLONSEY, 1995)

O aparato experimental era formado por um laptop Samsung dotado de memória 6 gigabytes, HD com 1 Terabyte, tela 15.6 polegadas e placa de vídeo 2 Gigabytes, o *biofeedback* (hardware) Nexus-10® hardware (Mind Media BV) e o software BioTrace® e uma cinta respiratória composta por um sensor acoplado internamente. Preliminarmente à coleta dos dados fisiológicos, os sinais fisiológicos eram testados numa inspeção visual do ECG para verificação de algum erro do posicionamento ou ruído gerado por fatores extrínsecos, ou seja, posicionamento errado, pelos sob os eletrodos, suor, ou qualquer outro fator que promova ruídos. Os dados da pressão arterial sistêmica eram aferidos depois do primeiro bloco de escalas utilizando esfigmomanômetro aneroide e estetoscópio.

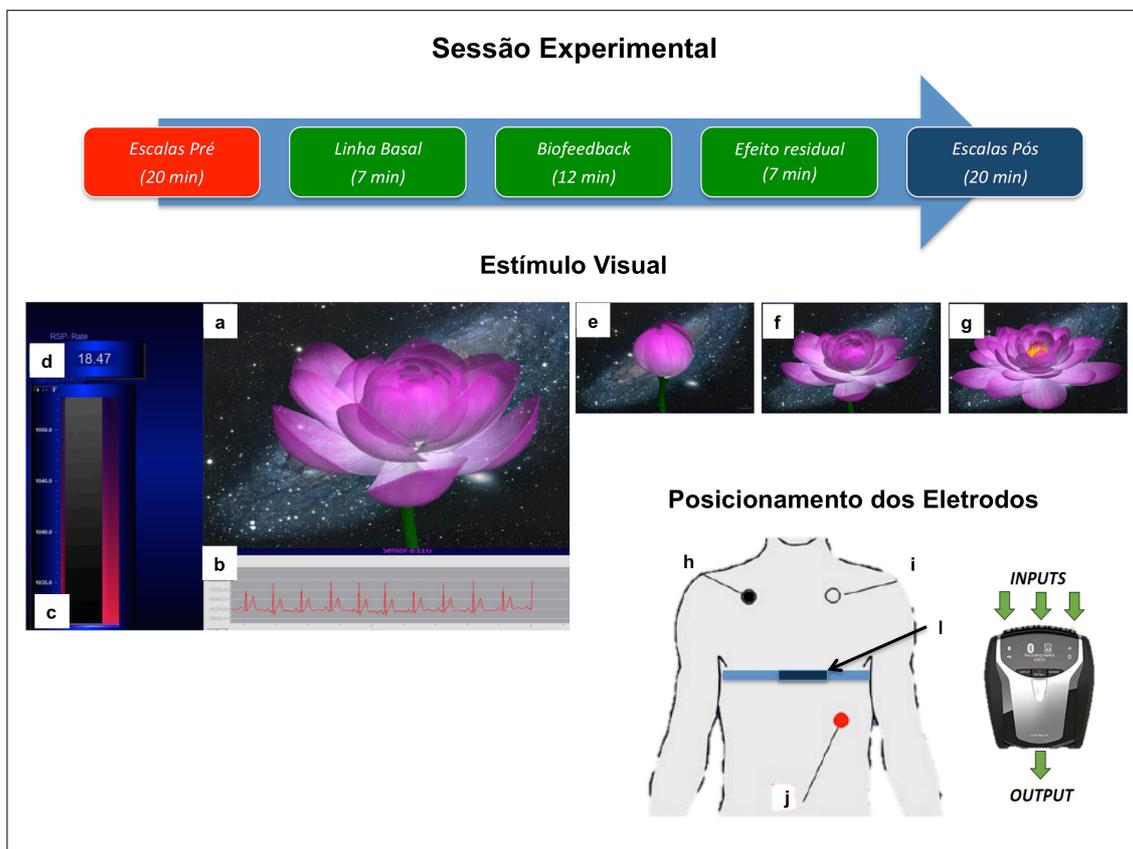


FIGURA 8: **Parte superior** - as etapas que constituem a sessão experimental. **Centro lado esquerdo** - estímulos visuais que os participantes visualizavam durante a tarefa de biofeedback, (a) imagem da flor que modificada de acordo com o desempenho na tarefa, (b) traçado do ECG, (c) barra que representa a amplitude dos movimentos respiratórios, e (d) frequência respiratória. **Centro lado direito** – variações de abertura da flor (e, f, g), do estágio mais fechado

até o mais aberto, que representam a eficiência no treinamento da tarefa de *biofeedback*, de acordo com a alteração na coerência cardiorrespiratória. **Inferior à direita** – posicionamento dos eletrodos de ECG (**h, i, j**) e da cinta respiratória (**I**), ao lado é mostrado o equipamento de coleta dos sinais fisiológicos Nexus-10® (Mind Media BV).

### 3.2.3. PROCESSAMENTO DE DADOS

Após a coleta dos dados da fase basal e pós treinamento BFB, os arquivos foram salvos e exportados em arquivo *txt* com o registro dos intervalos R-R(s). Para seu processamento, foi utilizado o software Kubios HRV Analysis para onde os dados foram exportados. E este software tem como objetivo analisar diferentes parâmetros da VFC através de indicadores lineares e métodos não-lineares. Foi utilizado filtro médio para remoção de artefato com as seguintes medidas: *smooth priors method* ( $\lambda = 500fc = 0.035\text{hz}$ ), com interpolação RR de 4Hz, janela espectral FFT de 2048(s), 25% *overlap window*, 16 *AR order model spectrum* com uso de fatoração. Foi utilizada a medida não-linear de Poincaré (SD1ms, SD2ms). O parâmetro da coerência cardíaca foi gerado pelo Biotrace®. Os parâmetros da VFC e da coerência cardíaca foram mensurados na fase basal durante 5 minutos e na fase pós treino BFB também no tempo de 5 minutos.

### 3.2.4. AVALIAÇÃO PSICOMÉTRICA

Os participantes preencheram duas escalas psicométricas auto avaliativas e uma para avaliação de atividade física com validação no Brasil:

- O traço de afeto positivo e negativo foi avaliado pela escala PANAS (*Positive And Negative Affect Scale* - Watson, Clark e Tellegen, 1988), constituída de dez adjetivos positivos e dez negativos aos quais os participantes atribuem valores (de 1 a 5) que refletem a intensidade com que vivenciam tal sentimento, em geral na sua vida.
- O THQ (*Trauma History Questionnaire*) desenvolvido por Fiszman e colaboradores (2005), esse questionário apresenta 26 perguntas sobre a ocorrência de diversos tipos de eventos

traumáticos desde crimes de violência urbana e de violência sexual até desastres naturais como enchentes e deslizamentos de terra, podendo ser adaptável e modificado para atender aos projetos nos quais vem sendo utilizado (GREEN *et al.*, 2000; HOOPER *et al.*, 2011).

O questionário utilizado para investigar o nível de atividade física foi o IPAQ (Questionário Internacional de Atividade Física), que possibilita estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade, moderada e vigorosa. Nesse estudo foi utilizada a versão curta, que apresenta sete questões (Benedetti *et al.*, 2007). Esta escala mostrou-se confiável como método para verificar o nível de atividade física em diferentes populações (Vespasiano, Dias e Correa, 2012).

### **3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Os dados de VFC e psicométricos foram organizados e tabulados em uma planilha do software *Google Sheets* (*Google Drive*). Após a tabulação e conferência do banco de dados, as variáveis do estudo foram analisadas descritivamente, por meio de medidas de tendência central e variabilidade (média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo). Para os dados de VFC ainda foi realizada a verificação da distribuição dos dados pela inspeção visual dos histogramas, e testada por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnoff. Posteriormente, as análises estatísticas foram realizadas no software *Statistica* (Statsoft versão 7.0). Os dados dos parâmetros da VFC foram analisados utilizando a análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas (2x2): o primeiro fator é referente ao grupo de participantes com dois subníveis (atletas e não-atletas); e o segundo fator é quanto ao efeito da tarefa de biofeedback (linha basal e após a tarefa). Na análise exploratória dos dados psicométricos foi utilizado teste-*t* de *Student* não pareado corrigido por múltiplas comparações através do método de Bonferroni. O nível de significância adotado no estudo foi de 95%.

## 4. RESULTADOS

As análises exploratórias deste experimento utilizaram: os dados das escalas psicométricas e dados fisiológicos da VFC. As análises da VFC foram realizadas para duas etapas: antes da intervenção via *biofeedback* e após a intervenção.

### 4.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Na variabilidade da frequência cardíaca foi utilizado os indicadores não lineares de Poincaré: SD1 e SD2. Em relação ao parâmetro SD1 a ANOVA não apresentou nenhum efeito significativo nos fatores de grupo ( $F_{(1,41)}= 0,4779$ ;  $p=0,4932$ ) e tarefa de *biofeedback* ( $F_{(1,41)}=0,0951$ ;  $p=0,7593$ ), e nenhuma interação entre os fatores foi observada ( $F_{(1,41)}= 0,097$ ;  $p=0,4932$ ).

Os resultados da ANOVA para o parâmetro SD2 apresentaram efeitos principais no fator grupo ( $F_{(1,41)}= 6,502$ ;  $p=0,0146$ ) e tarefa de *biofeedback* ( $F_{(1,41)}= 10,875$ ;  $p=0,002$ ), sem apresentar nenhuma interação entre os fatores ( $F_{(1,41)}= 0,824$ ;  $p= 0,369$ ). Os participantes do grupo de atletas apresentaram maiores valores no parâmetro de SD2, quando comparado com o grupo de não-atletas. De maneira semelhante os resultados mostraram que após o treinamento de *biofeedback* ambos os grupos apresentaram um aumento no parâmetro de SD2 - como mostra a TABELA 1. Testes de *Post Hoc de Fisher (LSD)* mostraram uma diferença significativa entre os parâmetros de SD2 no período basal entre atletas e controles ( $p=0,0465$ ), mas nenhuma diferença significativa foi encontrada no período após o treinamento de *biofeedback* entre atletas e não-atletas ( $p=0,1279$ ). Também foi observada um aumento significativo no parâmetro de SD2 entre o período basal e após o treinamento de *biofeedback* no grupo de não-atletas ( $p=0,0077$ ), contudo essa diferença não foi significativa no grupo de atletas ( $p=0,0796$ ) – como exemplifica a Figura 9

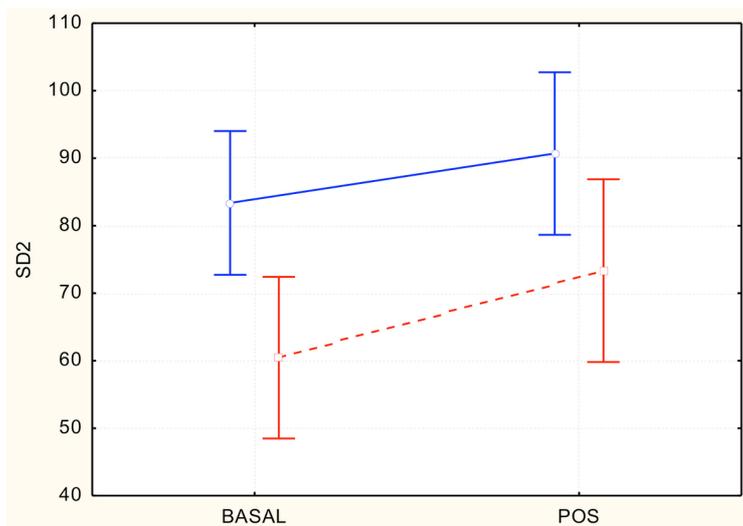


Figura 9: Gráfico do parâmetro de SD2: comparação entre atletas (linhas azuis) e não-atletas (linhas vermelhas) durante o período basal e após a tarefa de *biofeedback*. As barras verticais representam 95% dos intervalos de confiança.

		Atletas		Não-atletas		<i>valor-p</i>
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	
<b>SD1</b>	<b>Basal</b>	32,8	14,9	30,35	15,87	0,689
	<b>Pós</b>	32,8	15,5	29,32	12,61	0,568
<b>SD2</b>	<b>Basal</b>	83,37	31,68	60,45	15,48	<b>0,046*</b>
	<b>Pós</b>	90,69	31,47	73,33	26,09	0,128

TABELA 1: Estatística dos parâmetros de VFC no período basal e após a tarefa de *Biofeedback*. DP = desvio padrão.

## 4.2. ESCALAS PSICOMÉTRICAS

### 4.2.1. AVALIAÇÃO DO HISTÓRICO DE EVENTOS TRAUMÁTICOS

A tabela 2 apresenta os resultados gerais do THQ em relação a cada tipo de evento traumático e a vivência dos participantes a respeito desses eventos. É possível observar que entre os eventos traumáticos mais relatados estão: "Doença, ferimento grave ou morte inesperada de alguém próximo", vivenciado

por 83,3% dos atletas e 68,4% dos não-atletas; seguidos por "Ver alguém machucado ou morto" (79,2% e 73,7%), "Ver ou tocar cadáveres" (62,5% e 57,9%), "Possibilidade de ser morto ou gravemente ferido" (58,3% e 68,4%), e "Furto" (54,2% e 57,9%). A avaliação do número de eventos traumáticos relacionados a violência não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p=0,24$ ).

<u>Perguntas:</u>	Sim (%)	Mais estressante	Sim (%)	Mais estressante
Doença, ferimento grave ou morte inesperada de alguém próximo	83.30	3	68.40	2
Ver alguém ser machucado ou morto	79.20	1	73.70	2
Ver ou tocar cadáveres	62.50	2	57.90	0
Possibilidade de ser morto ou gravemente ferido	58.30	2	68.40	0
Furto	54.20	0	57.90	2
Acidente grave (trabalho/carro)	50.00	1	52.60	1
Assalto/Uso de Força	41.70	3	26.30	0
Desastre Natural	37.50	0	21.10	1
Familiar bateu, espancou, empurrou causando ferimento	37.50	0	21.10	0
Invasão (não presenciada)	33.30	0	26.30	3
Familiar ridicularizou, humilhou, ignorou	29.20	0	47.40	3
Desastre causado pelo homem	29.20	0	36.80	0
Familiar bateu, espancou, empurrou causando humilhação ou horror	25.00	2	31.60	2
Doença grave ou risco de morte	25.00	2	26.30	0
Outra situação traumática	25.00	5	10.50	0
Combate militar em território de guerra	20.80	1	15.80	0
Alguém atacou usando faca, revólver ou qualquer outra arma	20.80	1	10.50	0
Amigo ou familiar morto por motorista bêbado	16.70	0	36.80	0
Invasão (presenciada)	16.70	0	21.10	0
Exposição a agentes químicos	12.50	0	10.50	0
Ferimento grave	12.50	0	10.50	0
Morte de cônjuge, companheiro, namorado ou filho	8.30	1	15.80	1
Tocado ou obrigado a tocar em partes íntimas contra a vontade	4.20	0	10.50	0
Alguém atacou desarmado e feriu gravemente	4.20	0	10.50	0
Outra situação de contato sexual contra a vontade	4.20	0	5.30	0
Relações sexuais não consensuais, sexo oral ou anal	0.00	0	10.50	1

TABELA 2: Quantidade de respostas por item no THQ (*Trauma History Questionnaire*). Frequência de respostas "sim", frequência de vezes do item marcado como mais estressante (24 atletas e 19 não atletas). Número total de eventos traumáticos vivenciados por atletas 809 e por não atletas 342.

#### 4.2.2. TRAÇO DA PERSONALIDADE

A avaliação do traço de personalidade foi medida através de uma escala para afeto positivo e afeto negativo. Na tabela 3 os fatores psicométricos relacionados a escala de afeto positivo mostram que os atletas ( $\bar{x}=35,79$ ; DP=5,77) possuem um maior afeto positivo em relação aos não atletas ( $\bar{x}=30,52$ ; DP=5,71) residentes ( $p<0,01$ ) na mesma área de risco. Já para a escala de afeto negativo os atletas ( $\bar{x}=19,75$ ; DP=4,25) não possuem diferença significativa ( $p=0,79$ ) em relação aos não atletas ( $\bar{x}=20,24$ ; DP=7,18) residentes na mesma área de risco.

	Atletas		Não-atletas	
	Média	DP	Média	DP
PA	35,79	5,77	30,52	5,71
NA	19,75	4,25	20,24	7,18

Limiar estatístico corrigido  $\alpha=0,02$

Tabela 3: Estatística dos fatores psicométricos da escala PANAS, sendo “PA” afeto positivo e “NA” afeto negativo, e o teste t de Student para a comparação desses valores entres os grupos. DP = desvio padrão com valor significativo para o afeto positivo do grupo de atletas comparado com o grupo de não-atletas.

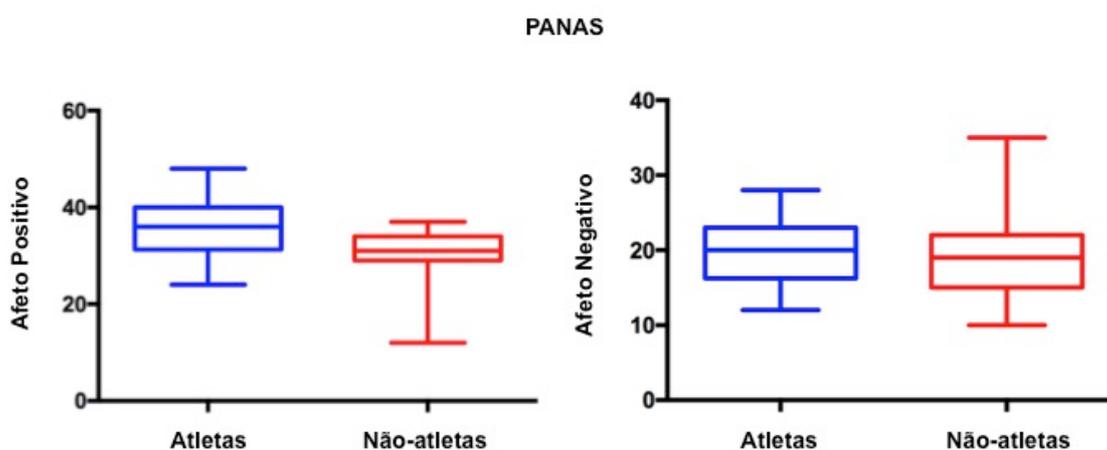


FIGURA 10: Dois *boxplot* da escala PANAS, sendo cada uma delas representando afeto positivo e afeto negativos dos grupos respectivamente.

## 5. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo mostram que os participantes do grupo de atletas apresentaram maior diferença pelo método não linear SD2 em repouso quando comparado aos participantes do grupo controle. Ambos os grupos apresentam aumento dos valores também pelo método não linear SD2 após o treino por *biofeedback*, sendo que no grupo controle foi significativo. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos na escala de histórico de trauma ( $p=0,24$ ) para eventos de estresse e violência.

Os achados na literatura sobre avaliação da VFC com atletas são semelhantes aos encontrados no presente estudo. Um estudo com 30 atletas de basquete, com diferentes níveis de escolaridade (universidade, estado e nacional) com idades entre 18 e 28 anos (masculino e feminino) aleatoriamente divididos em 3 grupos iguais - grupo experimental, grupo placebo e grupo controle. O grupo experimental recebeu o treinamento de biofeedback cardiorrespiratório por 10 dias consecutivos por 20 minutos, incluindo respirar na frequência ressonante através de um estímulo; O grupo placebo recebeu vídeos motivacionais por 10 dias consecutivos por 10 minutos, enquanto o grupo controle não recebeu nenhuma intervenção. análise de variância (ANOVA) por medidas repetidas (2x2) sentidos foi usada para comparar dentro e entre diferenças de grupo: tempo de resposta, concentração, variabilidade da frequência cardíaca, taxa de respiração e diferenças de arremessos foram estatisticamente significante em cada grupo, juntamente com a interação do grupo e do tempo ( $P < 0,001$ ). Além disso, todas as medidas apresentaram significância estatística entre os grupos diferença ( $P < 0,05$ ). Os resultados sugerem que atletas estressados que treinaram a VFC através do *biofeedback* cardiorrespiratório são capazes de melhorar a modulação autonômica e seus processos psicofisiológicos, onde na tarefa de arremessos de 3 metros fizeram mais pontos (PAUL; GARG; SINGH SANDHU, 2012).

Já em um outro estudo com atletas de corrida de longa distância, o objetivo era examinar o efeito do treinamento de *BFB VFC* sobre desempenho psicofisiológico e atlético. Foram 24 atletas de corrida divididos de forma aleatória em dois grupos iguais: experimental e controle. O grupo experimental foi submetido a um treinamento de 10 semanas de *BFB VFC* enquanto o grupo

controle continuou com a prática regular. VFC, condutância da pele, VO<sub>2</sub> máximo e desempenho esportivo foram as medidas registradas antes e após o treinamento de 10 semanas da VFC BFB. Foram registradas diferenças significativas no grupo experimental: antes e após o treinamento da VFC BFB ( $p < 0,05$ ) e em todas as variáveis testadas. No grupo controle, no entanto, não foram encontradas diferenças com significância. Os achados de estudo sugerem que o BFB VFC podem melhorar os aspectos psicofisiológicos do atleta, reduzindo os níveis de estresse e melhorando o Vo<sub>2</sub> máximo (CHOUDHARY; TRIVEDI e CHOUDHARY, 2016). As alterações fisiológicas podem ser expressada pelos diferentes valores da VFC que modificam em função das demandas do ambiente e processos internos, e dessa forma a investigação pode ser utilizada para avaliar técnicas que influenciam o estresse e a modulação autonômica (PRINSLOO *et al.*, 2014; WHEAT & LARKIN, 2010).

Uma revisão sistemática com sete estudos concluiu que mesmo que existam poucos estudos com alta qualidade metodológica para avaliação da efetividade do BFB cardiorrespiratório em performance esportiva os resultados suportam a utilização dessa tecnologia para o desenvolvimento da regulação autonômica cardíaca e dessa forma influenciar diferentes variáveis psicofisiológicas o que pode ser determinante na performance esportiva e estratégias para lidar com estresse (MORGAN; MORA, 2017).

Com relação ao traço de personalidade, os achados desse estudo demonstraram que participantes do grupo de atletas apresentaram um maior índice de afeto positivo em relação aos participantes do grupo de não atletas na avaliação da escala de traço de personalidade. Estudos evidenciam a interação entre competências emocionais, depressão e valores da VFC e sugerem que a VFC pode ser um fator protetor contra baixa competência emocional e depressão. Um estudo com 97 graduandos cujo método foi a coleta basal da VFC e o preenchimento de uma escala para avaliação das competências emocionais demonstrou a relação entre depressão e baixos valores da VFC (BATSELÉ *et al.*, 2019).

## 6. CONCLUSÕES

Embora o grupo de atletas e não atletas residam na mesma área de vulnerabilidade e apresentam um histórico de traumas similar, o afeto positivo e o índice da variabilidade cardíaca total (SD2) apresentaram-se maior para o grupo de atletas. O treinamento com *biofeedback* evidenciou resultado um aumento da variabilidade cardíaca em ambos os grupos o que influencia no equilíbrio simpato-vagal, o que está de acordo com estratégias de regulação das emoções (APPELHANS; LUECKEN, 2006; THAYER; LANE, 2009).

Os resultados desse experimento podem sugerir que os efeitos do treinamento cardiorrespiratório no equilíbrio simpato-vagal podem ser utilizados como uma estratégia para aumentar a variabilidade da frequência cardíaca. Portanto, além da importância dos efeitos da atividade física, a saúde física e mental pode ser aprimorada através do treinamento cardiorrespiratório pelo *biofeedback* onde traços de afeto positivo podem promover interações sociais regulares.

## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Para perspectivas futuras desta pesquisa, espera-se ampliar a amostragem de dados incluindo medidas em mais indivíduos, trazer novas análises da VFC com outros indicadores lineares e não-lineares, além de mais análises em escalas psicométricas bem como da avaliação de atividades físicas.

Para outras pesquisas no futuro, uma vez que nesse estudo avaliamos participantes que residem em áreas de vulnerabilidade social, pode-se propor novos estudos com grupos que não sejam expostos ao mesmo grau de violência urbana do estudo presente, assim como também um grupo controle que pratique jiu jitsu e não sejam residentes em áreas de vulnerabilidade.

## 8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B.; ARAÚJO, C. G. S. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, p. 1–769, 2003.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION et al. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. **BMC Med**, v. 17, p. 133-137, 2013.

APPELHANS, B. M.; LUECKEN, L. J. Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. **Review of General Psychology**, v. 10, n. 3, p. 229–240, 2006a.

AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v. 33, n. 12, p. 889–919, 2003.

BABILONI, C.; PERCIO, C. DEL; IACOBONI, M.; INFARINATO, F.; LIZIO, R.; MARZANO, N.; CRESPI, G.; DASSÙ, F.; PIRRITANO, M.; GALLAMINI, M.; EUSEBI, F. Golf putt outcomes are predicted by sensorimotor cerebral EEG rhythms. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 131–139, 2008.

BARTOLOMUCCI, A.; PALANZA, P.; SACERDOTE, P.; PANERAI, A. E.; SGOIFO, A.; DANTZER, R.; PARMIGIANI, S. Social factors and individual vulnerability to chronic stress exposure. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 29, n. 1 SPEC. ISS., p. 67–81, 2005.

BATSELÉ, Elise; STEFANIAK, Nicolas; FANTINI-HAUWEL, Carole. Resting heart rate variability moderates the relationship between trait emotional competencies and depression. **Personality and Individual Differences**, v. 138, p. 69-74, 2019.

BENEDETTI, T. R. B.; ANTUNES, P. DE C.; RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R.; MAZO, G. Z.; PETROSKI, É. L. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11–16, fev. 2007.

BIAGGIO, A. M. B.; NATALÍCIO, L. Manual para o Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE). **Centro Editor de Psicologia Aplicada-CEPA**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1979.

BILCHICK, K. C.; FETICS, B.; DJOUKENG, R.; FISHER, S. G.; FLETCHER, R. D.; SINGH, S. N.; NEVO, E.; BERGER, R. D. Prognostic value of heart rate variability in chronic congestive heart failure (Veterans Affairs' Survival Trial of Antiarrhythmic Therapy in Congestive Heart Failure). **The American journal of cardiology**, v. 90, n. 1, p. 24–8, 1 jul. 2002.

BLECHERT, J.; MICHAEL, T.; GROSSMAN, P.; LAJTMAN, M.; WILHELM, F. H. Autonomic and respiratory characteristics of posttraumatic stress disorder and panic disorder. **Psychosomatic Medicine**, v. 69, n. 9, p. 935–943, 2007.

CAETANO, J.; DELGADO ALVES, J. Heart rate and cardiovascular protection. **European Journal of Internal Medicine**, v. 26, n. 4, p. 217–222, 2015.

CAMPBELL-SILLS, L.; BARLOW, D. H.; BROWN, T. A.; HOFMANN, S. G. Effects of suppression and acceptance on emotional responses of individuals with anxiety and mood disorders. **Behaviour research and therapy**, v. 44, n. 9, p. 1251–63, set. 2006.

CATTELL, Raymond B.; SCHEIER, Ivan H. The meaning and measurement of neuroticism and anxiety. 1961.

CERQUEIRA, Daniel Coordenador et al. Atlas da violência 2018. 2018.

CLIMOV, Daniela et al. Biofeedback on heart rate variability in cardiac rehabilitation: practical feasibility and psycho-physiological effects. **Acta cardiologica**, v. 69, n. 3, p. 299-307, 2014.

CHOUDHARY, R.; TRIVEDI, V.; CHOUDHARY, S. Effect of Heart Rate Variability Biofeedback Training on the Performance of Track Athlete.

International **Journal of Therapies and Rehabilitation Research**, v. 5, n. 4, p. 166, 2016.

CLIMOV, D.; LYSY, C.; BERTEAU, S.; DUTRANNOIS, J.; DEREPPE, H.; BROHET, C.; MELIN, J. Biofeedback on heart rate variability in cardiac rehabilitation: practical feasibility and psycho-physiological effects. **Acta cardiologica**, v. 69, n. 3, p. 299–307, jun. 2014.

DAMÁSIO, António-Ao Encontro de Espinosa; DE ESPINOSA, Ao Encontro. as emoções sociais e a neurologia do sentir. **Lisboa: Publicações Europa América**, 2003.

DEL POZO, Jessica M. et al. Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. **American heart journal**, v. 147, n. 3, p. 545, 2004.

DOLAN, Raymond J.; VUILLEUMIER, Patrick. Amygdala automaticity in emotional processing. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 985, n. 1, p. 348-355, 2003.

DONG, J.-G. The role of heart rate variability in sports physiology. **Experimental and therapeutic medicine**, v. 11, n. 5, p. 1531–1536, maio 2016.

ENGLISH, Tammy et al. Emotion regulation strategy selection in daily life: The role of social context and goals. **Motivation and Emotion**, v. 41, n. 2, p. 230-242, 2017.

FISZMAN, A.; CABIZUCA, M.; LANFREDI, C.; FIGUEIRA, I. The cross-cultural adaptation to Portuguese of the Trauma History Questionnaire to identify traumatic experiences. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 27, n. 1, p. 63–66, 2005.

FLANAGAN, J. C. Measurement of quality of life: current state of the art. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 63, n. 2, p. 56–9, fev. 1982.

FURUYA, W. Função colinérgica do núcleo do trato solitário comissural nas respostas cardiorrespiratórias à hipóxia e hipercapnia. [s.l.] **UNESP**, 2017.

GIANNARELLI, C. et al. Impact of Mood Disorders on Atherosclerosis: An Experimental Model of Depression/Anxiety and Atherosclerosis. **Circulation**, v. 128, n. suppl 22, p. Abstract 16013, 2013.

GOLDBERGER, Ary L.; WEST, Bruce J. Fractals in physiology and medicine. **The Yale journal of biology and medicine**, v. 60, n. 5, p. 421, 1987.

GREEN, B. L.; KRUPNICK, J. L.; ROWLAND, J. H.; EPSTEIN, S. A.; STOCKTON, P.; SPERTUS, I.; STERN, N. Trauma history as a predictor of psychologic symptoms in women with breast cancer. **Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology**, v. 18, n. 5, p. 1084–93, mar. 2000

GORENSTEIN, C.; ANDRADE, L. Validation of a Portuguese version of the Beck Depression Inventory and the State-Trait Anxiety Inventory in Brazilian subjects. *Brazilian journal of medical and biological research*. **Revista brasileira de pesquisas médicas e biológicas**, v. 29, n. 4, p. 453–7, 1996.

HARTLEY, David. Rural health disparities, population health, and rural culture. **American Journal of Public Health**, v. 94, n. 10, p. 1675-1678, 2004.

KRUG, E. G. et al. (Org.). *Relatório mundial sobre violência e saúde*. Genebra: **Organização Mundial da Saúde**, 2002.

LAGOS, L.; VASCHILLO, E.; VASCHILLO, B.; LEHRER, P.; BATES, M.; PANDINA, R. Heart Rate Variability Biofeedback as a Strategy for Dealing with Competitive Anxiety: A Case Study. **Biofeedback**, v. 36, n. 3, p. 523–532, 2008.

LEHRER, P. M.; VASCHILLO, E.; VASCHILLO, B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 25, n. 3, p. 177–91, set. 2000.

LEHRER, P.; SMETANKIN, A.; POTAPOVA, T. Respiratory sinus arrhythmia biofeedback therapy for asthma: a report of 20 unmedicated pediatric cases using the Smetankin method. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 25, n. 3, p. 193–200, set. 2000.

LEHRER, P.; VASCHILLO, E.; TROST, Z.; FRANCE, C. R. Effects of rhythmical muscle tension at 0.1 Hz on cardiovascular resonance and the baroreflex. **Biological Psychology**, v. 81, n. 1, p. 24–30, 2009.

LEITÃO, Gerônimo. Transformações na estrutura socioespacial das favelas cariocas: a Rocinha como um exemplo. **Cadernos metrópole**, n. 18, p. 135-155, 2007.

LIMA, E. DE P.; VASCONCELOS, A. G.; BERGER, W.; KRISTENSEN, C. H.; NASCIMENTO, E. DO; FIGUEIRA, I.; MENDLOWICZ, M. V. Cross-cultural adaptation of the Posttraumatic Stress Disorder Checklist 5 (PCL-5) and Life Events Checklist 5 (LEC-5) for the Brazilian context. **Trends in Psychiatry and Psychotherapy**, v. 38, n. 4, p. 207–215, dez. 2016.

LIN, G.; XIANG, Q.; FU, X.; WANG, S.; WANG, S.; CHEN, S.; SHAO, L.; ZHAO, Y.; WANG, T. Heart rate variability biofeedback decreases blood pressure in prehypertensive subjects by improving autonomic function and baroreflex. **Journal of alternative and complementary medicine** (New York, N.Y.), v. 18, n. 2, p. 143–52, fev. 2012.

MALMIVUO, Plonsey; MALMIVUO, Jaakko; PLONSEY, Robert. **Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields**. Oxford University Press, USA, 1995.

MORGAN, S. J.; MORA, J. A. M. Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. **Applied Psychophysiology Biofeedback**, v. 42, n. 3, p. 235–245, 2017.

NASCIMENTO, B. R.; LIMA, M. M. O.; NUNES, M. DO C. P.; ALENCAR, M. C. N. DE; COSTA, H. S.; PINTO FILHO, M. M.; COTA, V. E. S.; ROCHA, M. O. DA C.; RIBEIRO, A. L. P. Effects of Exercise Training on Heart Rate Variability in Chagas Heart Disease. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2014.

NORRIS, H. The action of sedatives on brain stem oculomotor systems in man. **Neuropharmacology**, v. 10, n. 21, p. 181–91, mar. 1971.

PATEL, V. N.; PIERCE, B. R.; BODAPATI, R. K.; BROWN, D. L.; IVES, D. G.; STEIN, P. K. Association of Holter-Derived Heart Rate Variability Parameters With the Development of Congestive Heart Failure in the Cardiovascular Health Study. **JACC: Heart Failure**, v. 5, n. 6, p. 423–431, jun. 2017.

PAUL, M.; GARG, K.; SINGH SANDHU, J. Role of biofeedback in optimizing psychomotor performance in sports. **Asian journal of sports medicine**, v. 3, n. 1, p. 29–40, mar. 2012.

PESCE, R. P.; ASSIS, S. G.; AVANCI, J. Q.; SANTOS, N. C.; MALAQUIAS, J. V.; CARVALHAES, R. Cross-Cultural Adaptation, Reliability and Validity of the Resilience Scale. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 21, n. 2, p. 436–448, 2005.

PORGES, S. W. The polyvagal theory: Phylogenetic substrates of a social nervous system. **International Journal of Psychophysiology**, v. 42, n. 2, p. 123–146, 2001.

PORGES, S. W. **The polyvagal perspective. Biological psychology**, v. 74, n. 2, p. 116–43, fev. 2007.

PRINSLOO, G. E.; LAURIE RAUCH, H. G.; DERMAN, W. E. A brief review and clinical application of heart rate variability biofeedback in sports, exercise, and rehabilitation medicine. **Physician and Sports medicine**, v. 42, n. 2, p. 88–99, 2014.

RECORDATI, G. A thermodynamic model of the sympathetic and parasympathetic nervous systems. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, v. 103, n. 1–2, p. 1–12, 2003.

REIS, M. S.; DEUS, A. P.; SIMÕES, R. P.; ANICETO, I. A V; CATAI, A. M.; BORGHI-SILVA, A. Autonomic control of heart rate in patients with chronic cardiorespiratory disease and in healthy participants at rest and during a respiratory sinus arrhythmia maneuver. **Revista brasileira de fisioterapia** (São Carlos (São Paulo, Brazil)), v. 14, n. 2, p. 106–13, 2010.

RIBEIRO, W. S. et al. The impact of epidemic violence on the prevalence of psychiatric disorders in Sao Paulo and Rio de Janeiro, Brazil. **PloS one**, v. 8, n. 5, p. e63545, jan. 2013.

ROQUE, J. M. A. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA. [s.l.] **Universidade de Coimbra**, 2009.

RUGER, Jennifer Prah; KIM, Hak-Ju. Global health inequalities: an international comparison. **Journal of epidemiology & community health**, v. 60, n. 11, p. 928-936, 2006.

SANCHEZ, Tiago Arruda. **Regulação emocional pela atenção: um estudo de neuroimagem por ressonância magnética funcional**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SAPOLSKY, R. M. Neuroendocrinology of the stress-response. In “Behavioral Endocrinology”(JB Becker, SM Breedlove, and D. Crews, Eds.). **MIT Press, Cambridge MA. STRESS AND IMMUNE DEFENSE**, v. 153, p. 287-324, 1992.

SASSI, Roberto 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. **Ep Europace**, v. 17, n. 9, p. 1341-1353, 2015.

SILVIA, P. J.; JACKSON, B. A.; SOPKO, R. S. Does baseline heart rate variability reflect stable positive emotionality? **Personality and Individual Differences**, v. 70, n. 11, p. 183–187, nov. 2014.

SCHUSTER, A. K. et al. Decreased heart rate variability correlates to increased cardiovascular risk. **International Journal of Cardiology**, v. 203, p. 728–730, jan.2016.

SPIELBERGER, Charles D. Theory and research on anxiety. **Anxiety and behavior**, v. 1, n. 3, 1966.

STRACK, Benjamin William. **Effect of heart rate variability (hrv) biofeedback on batting performance in baseball**. 2003. Tese de Doutorado. ProQuest Information & Learning.

SUGLIA, Shakira F.; SAPRA, Katherine J.; KOENEN, Karestan C. Violence and cardiovascular health: a systematic review. **American journal of preventive medicine**, v. 48, n. 2, p. 205-212, 2015.

TASK FORCE AMERICAN HEART ASSOCIATION. Guidelines Heart rate variability. **European Society of Cardiology**, v. 17, p. 354–381, 1996.

THAYER, Julian F.; SIEGLE, Greg J. Neurovisceral integration in cardiac and emotional regulation. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, v. 21, n. 4, p. 24-29, 2002.

THAYER, J. F.; AHS, F.; FREDRIKSON, M.; SOLLERS, J. J.; WAGER, T. D. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, v. 36, n. 2, p. 747–56, fev. 2012.

THOMAS, J. R.; FRENCH, K. E.; HUMPHRIES, C. A. Knowledge Development and Sport Skill Performance: Directions for Motor Behavior Research. **Journal of Sport Psychology**, v. 8, n. 4, p. 259–272, dez. 1986.

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, jun. 2009.

VASCHILLO, E. G.; VASCHILLO, B.; LEHRER, P. M. Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback. **Applied Psychophysiology Biofeedback**, v. 31, n. 2, p. 129–142, 2006.

VESPASIANO, B. DE S.; DIAS, R.; CORREA, D. A. A utilização do Questionário Internacional de Atividade Física (Ipaq) como ferramenta diagnóstica do nível de aptidão física: uma revisão no Brasil. **Saúde em Revista**, v. 12, n. 32, p. 49–54, 2012.

WAGNILD, G. M.; YOUNG, H. M. Development and psychometric evaluation of the resilience scale. **Journal of Nursing Measurement**, v. 1, n. 2, p. 165–178, 1993.

WATSON, D.; CLARK, L. A.; TELLEGEN, A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. **Journal of personality and social psychology**, v. 54, n. 6, p. 1063–70, jun. 1988.

WHEAT, Amanda L.; LARKIN, Kevin T. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 35, n. 3, p. 229-242, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Health and development through physical activity and sport. **Geneva: World Health Organization**, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. **Geneva: World Health Organization**, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Social determinants of health: report by the Secretariat. **World Health Organization, Geneva, Switzerland**. [http://www.who.int/social\\_determinants/B\\_132\\_14-en.pdf](http://www.who.int/social_determinants/B_132_14-en.pdf), 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Depression and other common mental disorders: global health estimates. **World Health Organization**, 2017.

WATSON, D.; CLARK, L. A.; TELLEGEN, A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. **Journal of personality and social psychology**, v. 54, n. 6, p. 1063–70, jun. 1988

ZUARDI, A.; KARNIOL, I. Transcultural evaluation of a self-evaluation scale of subjective states. **J Brasileiro Psiquiatr**, n. 131, p. 403–406, 1981.

## 9. ANEXOS

### ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa: **Efeitos da manobra respiratória na variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis**

Prezado Senhor,

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa para avaliar como os batimentos do coração respondem a manobras respiratórias. Os pesquisadores, Ruy Marra da Silva Junior e Orlando Fernandes Junior, desenvolverão a pesquisa com as seguintes características:

Objetivo do estudo é: avaliar os efeitos agudos do treinamento por “biofeedback” respiratório nas medidas da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e de escalas psicométricas, em indivíduos saudáveis.

Descrição dos procedimentos do estudo: inicialmente você passará pela avaliação do pesquisador e pelos seguintes exames: avaliação física (medida da altura, peso, pressão arterial); e responderá a um questionário de atividade física e questionários que avaliam medidas psicológicas. Na sequência, você irá sentar de forma confortável e serão coletados sinais do batimento do coração (frequência cardíaca) através de sensores colocados sobre a pele localizados no tronco, e do número de respirações por minuto (frequência respiratória) através de uma cinta que se pode esticar posicionada entre as costelas inferiores e o abdômen (sob o músculo diafragma). **A sessão será dividida em três etapas:**

**1ª. Etapa (7 minutos):** será coletado o período de repouso, você deverá manter uma respiração livre. Tente não se mexer durante a coleta.

**2ª Etapa (20 minutos):** você deverá realizar uma manobra respiratória com o objetivo de manter a flor aberta (num jogo que é apresentado na tela do computador). Sugerimos que realize uma inspiração em 5 segundos e depois uma expiração em 5 segundos, ambos de forma suave. Dessa forma as pétalas da flor irão começar a abrir, assim, faça ajustes conforme sua necessidade pessoal para manter a flor aberta. Sua **meta** é manter a flor aberta durante essa etapa.

**3ª Etapa:(7 minutos):** igual a primeira etapa, você irá respirar livremente sem nenhuma tarefa. Se posicione de forma confortável e tente não se mexer durante a coleta.

**Benefícios:** A respiração profunda e lenta tem mostrado efeito sobre a qualidade de vida e também irá contribuir com o avanço da pesquisa nesta área pouco explorada.

**Riscos:** o preenchimento dos questionários relacionados à eventos traumáticos podem gerar algum desconforto ou constrangimento ao responder algumas perguntas. Para evitar isso, esses questionários serão realizados ao final do experimento, em local reservado, onde o pesquisador fica acessível para possíveis dúvidas, sua privacidade é assegurada.

**Garantia de acesso ao pesquisador responsável:** Em qualquer fase do estudo você terá pleno acesso ao pesquisador responsável pelo projeto na Coordenação do Programa de Pós-Graduação da Cardiologia (Faculdade de Medicina), situado no Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco, s/n, 12o andar na CAE, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, ou pelos telefones 3938-2223 ou 97924-8081 (Ruy Marra da Silva Junior). Havendo necessidade, será possível, ainda, entrar em contato com o Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da UFRJ, Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco, 255, 7º. Andar, ala E, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, ou pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou através do e-mail: cep@hucff.ufrj.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição (UFRJ) e tem como uma das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema.

**Garantia de liberdade:** a participação é voluntária e caso você queira desistir de participar da pesquisa, poderá fazê-lo em qualquer tempo e no momento em que desejar sem nenhum prejuízo. Lembramos, assim, que sua recusa não trará nenhum prejuízo à relação com o pesquisador ou com a instituição e sua participação não é obrigatória.

**Direito de confidencialidade e acessibilidade:** os resultados de suas avaliações, bem como suas informações pessoais preenchidas nos questionários avaliativos, serão de responsabilidade dos pesquisadores responsáveis pelo projeto e você terá direito de conhecer os resultados. As

informações obtidas durante as avaliações e sessão com manobra respiratória serão mantidas em sigilo pela equipe e não poderão ser consultadas por outras pessoas sem sua autorização por escrito. Estas informações, no entanto, poderão ser utilizadas para divulgação dos resultados deste estudo em reuniões, eventos e congressos científicos nacionais e internacionais, como também para publicação dos dados em revistas e jornais científicos. Garantimos sua privacidade, não divulgando nenhum dado pessoal que possibilite sua identificação.

Despesas e compensações: você não terá, em momento algum, despesas financeiras pessoais. Você terá a garantia de ressarcimento de despesas decorrentes da participação nesse estudo, tais como transporte, alimentação ou quaisquer outras, caso ocorram.

Garantia de assistência: você terá a garantia de acompanhamento, tratamento e orientação médica, caso sejam identificados algum fator de risco para doenças cardiovasculares e para desenvolvimento de transtornos psiquiátricos e psicológicos, será assegurado o contato com profissionais especializados em cardiologia ou psiquiatria e psicologia, respectivamente.

Você terá garantido o seu direito a buscar indenização por anos decorrentes da pesquisa (Resolução CNS nº 466 de 2012, itens IV.3 e V.7; e Código Civil, Lei 10.406 de 2002, artigos 927 e 954, Capítulos I, “Obrigação de Indenizar”, e II “Da Indenização”, Título IX, “Da Responsabilidade Civil”).

Em caso de dúvidas ou questionamentos, você pode se manifestar agora ou em qualquer momento do estudo para explicações adicionais.

### **Consentimento**

Declaro que concordo em participar da pesquisa. Eu receberei uma via desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

---

Nome do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Nome do Pesquisador Responsável

---

Assinatura do Pesquisador  
Responsável

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_