

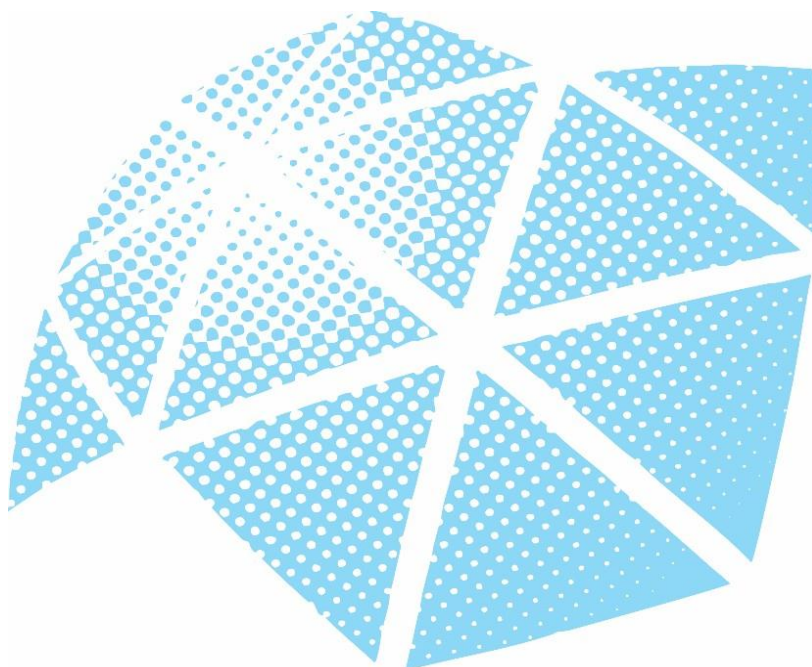


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

Campus Presidente Prudente

Silas de Oliveira Damasceno

**Respostas autonômicas, hemodinâmicas e perceptivas na recuperação pós-terapia
baseada em realidade virtual associada a restrição de fluxo sanguíneo em idosas: um
ensaio clínico randomizado cruzado**



Presidente Prudente – SP

2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Campus Presidente Prudente

Silas de Oliveira Damasceno

Respostas autonômicas, hemodinâmicas e perceptivas na recuperação pós-terapia baseada em realidade virtual associada a restrição de fluxo sanguíneo em idosas: um ensaio clínico randomizado cruzado

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP) – Presidente Prudente, para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências do Movimento.

Orientadora: Profa. Dra. Franciele Marques Vanderlei

Presidente Prudente – SP

2023

D155r

Damasceno, Silas de Oliveira

Respostas autonômicas, hemodinâmicas e perceptivas na recuperação pós-terapia baseada em realidade virtual associada a restrição de fluxo sanguíneo em idosos: um ensaio clínico randomizado cruzado / Silas de Oliveira Damasceno. -- Presidente Prudente, 2023

54 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientadora: Franciele Marques Vanderlei

1. terapia de exposição à realidade virtual. 2. oclusão vascular. 3. idoso. 4. sistema nervoso simpático. 5. variabilidade da frequência cardíaca. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE SILAS DE OLIVEIRA DAMASCENO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA.

Aos 24 dias do mês de abril do ano de 2023, às 13:30 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de SILAS DE OLIVEIRA DAMASCENO, intitulada **Respostas autonômicas, hemodinâmicas e perceptivas na recuperação pós-terapia baseada em realidade virtual associada a restrição de fluxo sanguíneo em idosas: um ensaio clínico randomizado cruzado**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - Pós-doutorado, Prof. Dr. LUIS ALBERTO GOBBO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP, Prof. Dr. HELIARD RODRIGUES DOS SANTOS CAETANO (Participação Virtual) do(a) Fisioterapia / UNOESTE, Profª Drª MARIANNE PENACHINI DA COSTA DE REZENDE BARBOSA (Participação Virtual) do(a) Fisioterapia / FEMA - Fundação Educacional do Município de Assis. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. FRANCIELE MARQUES VANDERLEI



Documento assinado digitalmente
FRANCIELE MARQUES VANDERLEI
Data: 24/04/2023 16:45:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

DEDICATÓRIA

A minha querida família, por me incentivar
e apoiar em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por ser minha âncora em momentos tempestuosos e a minha luz em momentos de escuridão. Sempre serei grato por todo apoio e amor recebido.

Agradeço aos amigos que estiveram comigo nessa jornada, que apesar das ausências, excessos, desabafos e euforia sempre estiveram ao meu lado acreditando que tudo terminaria bem.

Agradeço a minha orientadora pela paciência em transmitir, com maestria, todo conhecimento aos longos desses anos e me guiar sempre que tudo parecia estar perdido, sempre com muita sutileza e educação. Suas orientações serão ensinamentos que levarei comigo.

Agradeço aos companheiros de pós-graduação que me ajudaram na construção deste estudo e as voluntárias que foram fundamentais para materialização de uma pioneira ideia. Vocês tiveram grande contribuição nesse processo e minha eterna gratidão a vocês.

Agradeço a Deus pela vida, pelas oportunidades e por colocar pessoas iluminadas em meu caminho.

Minha eterna gratidão a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse dia chegasse. Muito Obrigado!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

“A dúvida é o princípio da sabedoria”

(Aristóteles)

Resumo

Introdução: a restrição de fluxo sanguíneo (RFS) e a terapia baseada em realidade virtual (TRV) são amplamente utilizadas, todavia, não existem estudos que combinaram estas terapias frente aos desfechos autonômicos, hemodinâmicos e perceptivos em idosas. **Objetivos:** avaliar o comportamento autonômico e hemodinâmico após a TRV-RFS em idosas, além de identificar as respostas perceptivas durante e na recuperação pós-exercício. **Métodos:** ensaio clínico randomizado cruzado com 17 idosas divididas aleatoriamente em três grupos: TRV-RFS, apenas TRV e controle. A TRV foi realizada utilizando o videogame *Nintendo Wii®* com os jogos *Hulla Hoop*, *Free Run* e *Free Step* por 21 minutos. A oclusão ocorreu nas coxas proximais e estabelecida em 40% da pressão de oclusão absoluta. O controle recebeu uma sessão educacional com a mesma duração. Para todos os grupos, inicialmente foram coletados os parâmetros hemodinâmicos (frequência cardíaca [FC], pressão arterial sistólica [PAS] e diastólica [PAD], duplo produto [DP], saturação periférica de oxigênio [SpO₂] e os intervalos RR para posterior análise dos índices lineares da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Na sequência realizou-se a intervenção previamente randomizada e para os grupos de TRV-RFS e TRV durante os jogos foram monitorados os parâmetros autonômicos e identificados os possíveis sinais e sintomas e esforço recebido por meio da escala *Borg* e *Likert*. Imediatamente após o término das intervenções iniciou-se o período de recuperação em que novamente foram coletados os desfechos hemodinâmicos, autonômicos e perceptivos durante 60 minutos. Utilizou-se estatística descritiva e para as comparações foi usado a análise de variância para medidas repetidas no esquema de dois fatores com nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** no período recuperativo, para o grupo TRV-RFS, os intervalos RR apresentaram diminuição significativa entre o momento basal até 30' da recuperação, a frequência cardíaca apresentou aumento significativo na comparação do momento basal com o 1' e 3' e o duplo produto entre o minuto basal com o 1', contudo, não houve diferença estatística entre os grupos, bem como interação grupos vs. momentos. **Conclusão:** a TRV-RFS não foi suficiente para causar desequilíbrio autonômico, hemodinâmico e perceptivo na recuperação pós-exercício.

Palavras-chave: terapia de exposição à realidade virtual, oclusão vascular, idoso, sistema nervoso simpático, variabilidade da frequência cardíaca.

Abstract

Introduction: Blood flow restriction (BFR) and virtual reality based therapy (VRT) are widely used, however, there are no studies that combined these therapies against autonomic, hemodynamic and perceptual outcomes in elderly women. **Objectives:** to evaluate the autonomic and hemodynamic behavior after TRV-RFS in elderly women, as well as to identify the perceptual responses during and during post-exercise recovery. **Methods:** randomized crossover clinical trial with 17 elderly women randomly divided into three groups: TRV-RFS, only TRV and control. The TRV was performed using the Nintendo Wii® videogame with the games Hulla Hoop, Free Run and Free Step for 21 minutes. Occlusion occurred on the proximal thighs and set at 40% of absolute occlusion pressure. The control received an educational session of the same duration. For all groups, hemodynamic parameters were initially collected (heart rate [HR], systolic [SBP] and diastolic blood pressure [DBP], dual product [DP], peripheral oxygen saturation [SpO₂], and RR intervals for further analysis of linear indices of heart rate variability (HRV). Subsequently, the previously randomized intervention was performed and for the TRV-RFS and TRV groups during the games the autonomic parameters were monitored and possible signs and symptoms and effort received were identified by means of the Borg and Likert scales. Immediately after the end of the interventions the recovery period was initiated in which again the hemodynamic, autonomic, and perceptual outcomes were collected during 60 minutes. Descriptive statistics were used and for comparisons analysis of variance was used for repeated measures in the two-factor scheme with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** in the recovery period, for the TRV-RFS group, the RR intervals showed a significant decrease between the basal moment until 30' of recovery, the heart rate showed a significant increase when comparing the basal moment with the 1' and 3' and the double product between the basal minute with the 1', however, there was no statistical difference between the groups, as well as interaction groups vs. moments. **Conclusion:** TRV-RFS was not enough to cause autonomic, hemodynamic and perceptual imbalance in post-exercise recovery.

Keywords: virtual reality exposure therapy, vascular occlusion, elderly, sympathetic nervous system, heart rate variability.

Lista de Figuras

Figura 1. Delineamento do estudo.

Figura 2. Representação dos jogos.

Figura 3. Fluxograma do *design* do estudo.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Caracterização das participantes (n=17).

Tabela 2. Valores de média, desvio padrão, mediana, intervalo de confiança e porcentagem das variáveis perceptivas após as intervenções.

Tabela 3. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança das variáveis hemodinâmicas antes e após as intervenções.

Tabela 4. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança para os índices da VFC analisados no domínio do tempo e *plot* de Poincaré em milissegundos durante o período de recuperação dos grupos estudados.

Lista de abreviaturas e siglas

bpm: batimento por minuto;

CEAFIR: Centro de Estudos e Assistência em Fisioterapia e Reabilitação;

DP: duplo produto;

FC: frequência cardíaca;

FCR: frequência cardíaca de reserva;

FCT/ UNESP: Faculdade de Ciências e Tecnologias/Universidade Estadual Paulista;

HF: componente espectral de alta frequência;

Hz: hertz;

IMC: índice de massa corporal;

kg: quilo;

LF: componente espectral de baixa frequência;

m: metro;

M: momento;

mmHg: milímetro de mercúrio;

ms: milissegundo;

nu: unidades normalizadas;

PA: pressão arterial;

PAD: pressão arterial diastólica;

PAS: pressão arterial sistólica;

PSE: percepção subjetiva do esforço;

RFS: restrição de fluxo sanguíneo;

rMSSD: corresponde à raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes em um intervalo de tempo expresso em milissegundos;

SD1: Índice instantâneo de variabilidade batimento a batimento;

SD2: O índice representa a VFC em registros de longo prazo;

SDNN: representa o desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravado em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos;

SNA: sistema nervoso autônomo;

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*;

TRV: terapia baseada em realidade virtual;

TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual mais restrição do fluxo sanguíneo;

VFC: variabilidade da frequência cardíaca.

Sumário

Introdução	15.
Métodos.....	17.
Participantes e aprovação ética	17.
Design experimental.....	18.
Procedimentos de randomização e cegamentos.....	20.
Protocolos experimentais.....	21.
Determinação da pressão de RFS	24.
Desfechos primários e secundários	25.
Parâmetros autonômicos	25.
Parâmetros hemodinâmicos	26.
Parâmetros perceptivos	27.
Análise estatística	27.
Resultados	28.
Discussão.....	41.
Conclusão	45.
Referências	44.
Apendices.....	49.

Introdução

O treinamento com restrição de fluxo sanguíneo (RFS) vem sendo proposto para indivíduos que não toleram intensidades de treinamento elevadas, dentre outros, idosos¹, pois a sua utilização na prática clínica reduz o esforço mecânico das articulações, é de fácil aplicação e apresenta baixo custo financeiro, características que fazem dessa técnica uma intervenção viável².

A aplicação da RFS gera como resultado a isquemia parcial do músculo em exercício por promover estímulos químicos e mecânicos que geram a ativação aguda do reflexo pressor do exercício e, por conseguinte o aumento da atividade simpática e a redução da atividade parassimpática que podem exacerbar as respostas cardiovasculares e hemodinâmicas durante o exercício e atrasar na recuperação após o mesmo^{3,4}.

Quando analisado a utilização da RFS na influência autonômica e hemodinâmica, ainda não se tem um consenso, pois apesar da hipótese que seu uso pode desencadear um desequilíbrio entre os sistemas simpático-parassimpático, redução do retorno venoso e aumento da frequência cardíaca, o entendimento acerca dessas alterações precisa ser mais aprofundado, especialmente em relação aos efeitos relacionados a hipotensão após o exercício e suas consequências⁵.

Um estudo que utilizou a RFS em diferentes protocolos de exercícios aeróbicos para analisar tais desfechos em idosos demonstrou que o grupo de baixa carga e que usou a RFS apresentou menor estresse cardiovascular apontada pelas respostas autonômicas e hemodinâmicas de forma aguda quando comparadas com o de alta carga⁶, dessa forma, a RFS passa a ser uma alternativa útil para os idosos.

No mesmo sentido, um estudo que utilizou da terapia baseada em realidade virtual (TRV) durante o ciclismo estacionário mostrou redução do tônus simpático, proporcionou elevação sanguínea no músculo exercitado e assim, retardando a fadiga

muscular^{7,8}, além disso, maiores gastos energéticos, melhora dos níveis de atividade física, diminuição da dor e melhora da adesão e motivação são relatados na literatura⁹.

Logo, avaliar a associação dessas técnicas, que será de baixa intensidade e inovadora¹⁰, pode trazer maior segurança para a sua aplicação e tornar um método alternativo de treinamento para idosos, já que, existem evidências que o treinamento com altas intensidades promove maior estresse metabólico e consequente atraso na recuperação vagal¹¹.

Além disso, a aplicação da TRV-RFS se torna uma forma terapêutica de manter idosos ativas fisicamente, já que a ausência da prática física pode levar a prejuízos na reativação parassimpática pós-exercício e têm sido associados a um risco aumentado de eventos cardiovasculares¹², além de poder favorecer melhores condições fisiológicas para exercícios subsequentes¹³ e entender esses mecanismos pode auxiliar o terapeuta a garantir maior segurança e eficácia aos programas de treinamentos prescritos para esta população.

Sendo assim, levantam-se alguns questionamentos: a associação da TRV-RFS implica em modificações do comportamento dos parâmetros autonômicos e hemodinâmicos durante e após a sessão de TRV-RFS? Parâmetros perceptivos se alteram durante a realização da TRV-RFS? Esse tipo de exercício proposto é acompanhado do aparecimento de sinais e sintomas durante e após a sessão?

Diante disso, levantamos como hipótese que a TRV-RFS em idosos poderá proporcionar efeitos positivos nos componentes autonômicos e hemodinâmicos ou mesmo similares entre os grupos, contudo, maior percepção de esforço, menor percepção de recuperação e maior aparecimento de sinais e sintomas do que nos grupos sem a RFS.

Portanto, o estudo tem como objetivo avaliar o comportamento agudo da

modulação autonômica cardíaca e dos parâmetros hemodinâmicos após a TRV-RFS em idosas, além de identificar as respostas perceptivas durante a sua realização e na recuperação pós-exercício.

Métodos

Participantes e aprovação ética

A amostra foi composta por idosas do sexo feminino com idade entre 60 a 80 anos, sendo que, optou-se por investigar apenas mulheres devido às alterações hormonais inerentes do sexo, as quais foram recrutadas por meio de folders de divulgação e cartazes nos centros de saúde, centros de convivência de idosos, praças, parques, igrejas, redes sociais e anúncios na mídia local. Estes procedimentos são recomendados por Treweek *et al.*¹⁴ como estratégia para melhorar o recrutamento de participantes.

O tamanho da amostra foi estimado considerando uma diferença clinicamente relevante de 17,02 ms a ser detectado para a índice SDNN, com desvio padrão de 23,94 ms, utilizando-se um teste de hipótese bicaudal com poder de teste de 80% e nível de significância de 5%, estipulou-se pelo menos 14 indivíduos por grupo. Considerando uma possível perda amostral de 10% ao longo do estudo, foi adicionado uma participante extra, totalizando 15 idosas.

Foram elegíveis ao estudo as idosas que apresentaram atestado médico liberando-as para realizarem a intervenção, que fossem deambuladoras independentes, com ausência de déficits cognitivos (definido como uma pontuação mínima de 24 pontos no *Mini Mental Status Examination*)¹⁵, que não tinham participado de programas de reabilitação física regulares nos últimos seis meses e que concordaram e assinaram ao termo de consentimento.

Além disso, não foram incluídas as idosas: (1) com história de acidente vascular cerebral, doença neurológica progressiva e demência, (2) com dificuldade na comunicação devido à presença de afasia ou perda da audição, (3) com presença de qualquer condição de saúde que contraindicasse ou impedisse o exercício físico; (4) etilista, consumir drogas e/ou tabagista; (5) com história de cirurgia no joelho ou lesão musculoesquelética de membros inferiores recente que poderia prejudicar seu desempenho durante os testes ou exercício; (6) que fizessem uso contínuo de medicamentos que influenciam a modulação autonômica cardíaca, (7) que tivessem um ou mais fatores de risco predisponentes para tromboembolismo¹⁶.

Foram excluídas do estudo as idosas que não compreenderam adequadamente a execução e a intensidade dos movimentos virtuais (não obedecer às instruções verbais para manutenção da frequência cardíaca (FC) de treinamento e realizar compensações corporais) e das avaliações propostas; que apresentaram erros de captação dos intervalos RR superior a 5%; e que desejaram sair do estudo.

O comitê de ética em pesquisa local aprovou todos os procedimentos experimentais de acordo com a Declaração de Helsinki (No: 43396821.0.0000.5402). O estudo foi registrado prospectivamente (ensaiosclinicos.gov.br/; RBR-8xgh3dd).

Design experimental

Trata-se de um estudo de três braços, randomizado cruzado, simples cego realizado no Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR), Presidente Prudente, SP, Brasil. Todos os procedimentos foram realizados em condições padronizadas (temperatura: 21-23°C; umidade relativa: 40-60%) e no período vespertino. Cada participante compareceu à clínica por quatro vezes sempre no mesmo horário, a fim de controlar as influências do ciclo circadiano. A participante foi

instruída a manter sua rotina de dieta diária e abster-se de medicamentos anti-inflamatório e analgésicos, bem como não realizar exercícios físicos vigorosos 24 horas antes dos dias de coleta de dados e realizar refeição leve por pelo menos duas horas antes dos procedimentos.

Inicialmente os participantes foram avaliados quanto às características antropométricas, utilizando uma balança (Tanita BC 554, Iron Man/Inner, Arlington Heights Illinois, EUA) e um estadiômetro (Sany - American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil) e, posteriormente, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), circunferência de cintura e quadril (cm) e parâmetros hemodinâmicos de PAS e PAD (mmHg) e FC (bpm). Após foi realizada uma sessão de familiarização, na qual o pesquisador fez a apresentação dos equipamentos utilizados e explicou os objetivos de cada jogo. Neste momento, a participante realizou todos os jogos até o completo entendimento da dinâmica de cada jogo. Posteriormente à randomização, a participante foi direcionada a um dos três grupos (TRV, aula de educação em saúde ou TRV-RFS), para este último grupo, foi necessário, antes da intervenção, a determinação da RFS. A determinação da RFS foi obtida pelo método auscultatório da artéria tibial posterior e a intervenção realizada com 40% da oclusão total.

Antes de iniciar cada sessão do protocolo experimental foram obtidos os parâmetros hemodinâmicos (FC, PAS e PAD e calculado o DP) com a participante em repouso e em sedestação. Na sequência a participante permaneceu nesta posição, em respiração espontânea, por 20 minutos para a captura dos intervalos RR e, posteriormente, iniciou-se o protocolo experimental.

Durante o protocolo experimental os intervalos RR foram continuamente capturados, além disso, entre um jogo e outro foi coletada a percepção de esforço subjetivo por meio da escala de Borg de 10 pontos (CR-10), de recuperação pela escala

Likert e o questionário de sinais e/ou sintomas. Imediatamente após o término do protocolo experimental as participantes permaneceram novamente em repouso na posição sentada para a coleta dos parâmetros hemodinâmicos, autonômicos, recuperativos e sinais e/ou sintomas no período recuperativo por 60 minutos.

As participantes encaminhadas para a sessão de educação em saúde foram submetidas a uma aula educacional em saúde, contudo, com as mesmas avaliações hemodinâmicas e autonômicas antes e após o protocolo experimental. Vale destacar que essa aula teve a mesma duração do tempo de exercício. O delineamento da intervenção do estudo está esquematizado na Figura 1.

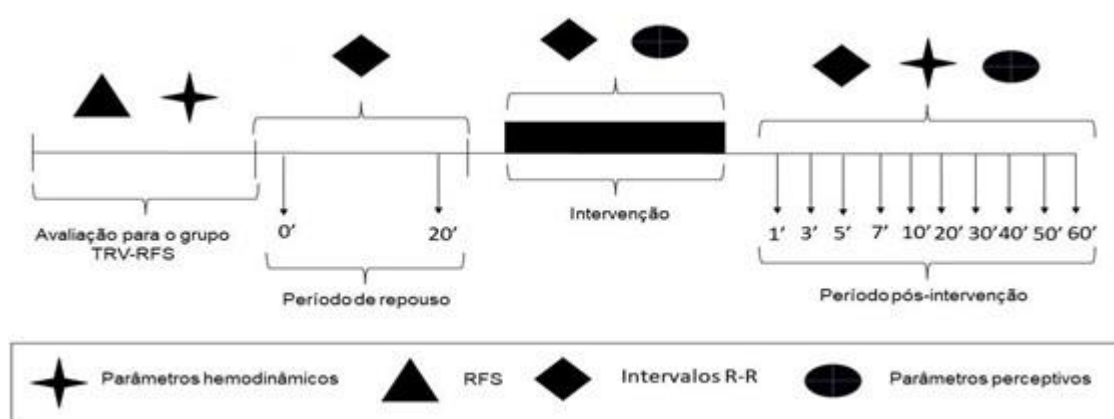


Figura 1. Delineamento do estudo.

Legenda: TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual mais restrição do fluxo sanguíneo; RFS: restrição do fluxo sanguíneo; Intervalos R-R: Intervalo entre duas ondas R sucessivas.

Procedimentos de randomização e cegamentos

O processo de randomização das intervenções foi conduzido por um pesquisador independente (www.randomization.com) e responsável por manter as sequências das intervenções em numeração sequencial em envelopes opacos e selados garantindo o sigilo de alocação. As participantes que atenderam aos critérios de inclusão receberam, em três momentos diferentes, com período de *washout* de sete dias entre as sessões e de forma aleatorizadas as seguintes intervenções: (1) uma sessão de

TRV-RFS; (2) uma sessão de TRV; (3) uma sessão de uma aula de educação em saúde (controle). Houve o cegamento dos avaliadores e, também, cegamento dos procedimentos de análise dos resultados e dados estatísticos. Devido à natureza das intervenções, participantes e terapeutas não foram cegados.

Protocolos experimentais

A determinação da frequência cardíaca de reserva (FCR) baseou-se na frequência cardíaca máxima obtida pela fórmula proposta por Karvonen $(220 - \text{idade})^{18}$ e também com base na frequência cardíaca de repouso obtida pelo cardiofrequencímetro da marca Polar®, modelo V800 (Polar Electro OY, Finlândia)^{19,20}. A FCR foi calculada por meio da fórmula: $[(\text{frequência cardíaca máxima} - \text{frequência cardíaca em repouso}) \times \text{porcentagem de treinamento}] + \text{frequência cardíaca em repouso}^{18}$.

Para a intensidade de treinamento foi prescrita a porcentagem mínima de 40% e máxima de 60% da FCR¹⁸. A FC, durante o treinamento, foi observada por meio de um cardiofrequencímetro Polar, modelo V800 (Polar Electro OY, Finlândia). A fim de manter a zona de treinamento, estímulos verbais foram utilizados.

As participantes foram submetidas a uma sessão de exercício baseado em TRV-RFS e outra somente com TRV, tendo intervalo de setes dias entre as intervenções. Antes da sessão, o avaliador executou uma breve verificação de segurança médica. Caso observado alterações no estado de saúde que fossem preocupantes, como sinais vitais anormais (PAS acima de 170 mmHg e diastólica acima de 100 mmHg) ou alteração de dosagens de medicamentos não foi permitido a continuidade do exercício até que o médico responsável avaliasse e liberasse a participante para executar a atividade, contudo, não teve nenhum caso.

O exercício foi realizado utilizando o videogame *Nintendo Wii*® que é um

sistema que analisa os dados de movimento do usuário e os utiliza para executar uma ação específica no jogo, que, por sua vez, envia *feedback* visual e auditivo utilizando um ambiente sensorial enriquecido²³. Associado ao videogame foi utilizado o acessório *Wii Balance Board*, uma plataforma posicionada no chão que possui quatro sensores de pressão que analisam a distribuição de força e deslocamentos do centro de pressão²⁴.

A prática foi realizada em uma sala com dimensões de 3x3 m², sob a penumbra para melhor visualização dos jogos na televisão, sem ruídos externos e com restrita circulação de pessoas. O console do videogame foi conectado a uma televisão de 32 polegadas que projetou a imagem dos jogos a dois metros de distância à frente da participante.

Inicialmente foi realizado um aquecimento com o jogo denominado *Hulla Hoop* e na sequência realizado os jogos denominados de *Free Run* e *Free Step* da série *Wii Fit* para o *Nintendo Wii Kinect Sensor*. Os jogos foram aplicados por um profissional com experiência clínica em TRV e teve a duração de aproximadamente 21 minutos e 30 segundos.

Cada jogo começou quando o paciente confirmou sua prontidão para jogar, levantando uma mão sobre a cabeça. Essas informações foram mostradas na tela do jogo e reforçadas verbalmente pelo avaliador. Ninguém foi autorizado a passar entre o sensor de movimento e o jogador durante o jogo, pois isso interrompe a partida e exige que ela seja reiniciada. Durante os jogos as participantes receberam incentivo verbal sobre a melhor e mais correta forma de se movimentar para atingir os objetivos dos jogos e para atingir a intensidade da sessão.

Foram selecionados os jogos *Hulla Hoop*, *Free Run* e *Free Step* em função de suas demandas motora e aeróbia (Figura 2). No jogo *Hulla Hoop*, as idosas permaneceram sobre a plataforma *Wii Balance Board* e realizaram movimentos

circulares com os quadris na tentativa de manter o bambolê ao redor da cintura, além disso, simultaneamente foram lançados novos bambolês que deveriam ser alcançados pela jogadora por meio de inclinações laterais do tronco. O jogo *Free Run* simula uma caminhada estacionária. Para jogar a participante deveria estar posicionada na demarcação do *Wii Balance Board* e realizar marcha estacionária de acordo com o ritmo visual e auditivo fornecido pelo jogo, enquanto realizaria flexo-extensão dos cotovelos em diferentes ritmos de marcha, desenvolvendo coordenação motora e equilíbrio dinâmico, além de atenção sustentada, raciocínio rápido e capacidade cardiorrespiratória. E por fim, o *Free Step* simula a atividade de subir e descer degraus. Para esse jogo foi construído um degrau de madeira de 7,5 centímetros de altura, para simular a altura de um degrau convencional. O jogo exige que a participante alterne os passos no obstáculo a sua frente de acordo com o ritmo determinado pelo jogo.

Vale destacar que durante a troca dos jogos, que durou aproximadamente 20 segundos, a participante foi incentivada a realizar movimentos ativos para não perder a intensidade, além disso, a RFS foi mantida durante o período das trocas dos jogos.

O grupo controle recebeu uma sessão de educação em saúde que aconteceu em uma sala climatizada. A participante ficou em sedestação e o mais confortável possível durante a aula. A aula teve duração de 20 minutos e constou com um conteúdo voltado para saúde do idoso, como: envelhecimento saudável, promoção em saúde e reabilitação direcionada a população idosa. Para deixar a aula mais didática, foi utilizado *slides* com elementos que exemplificassem o tema abordado.

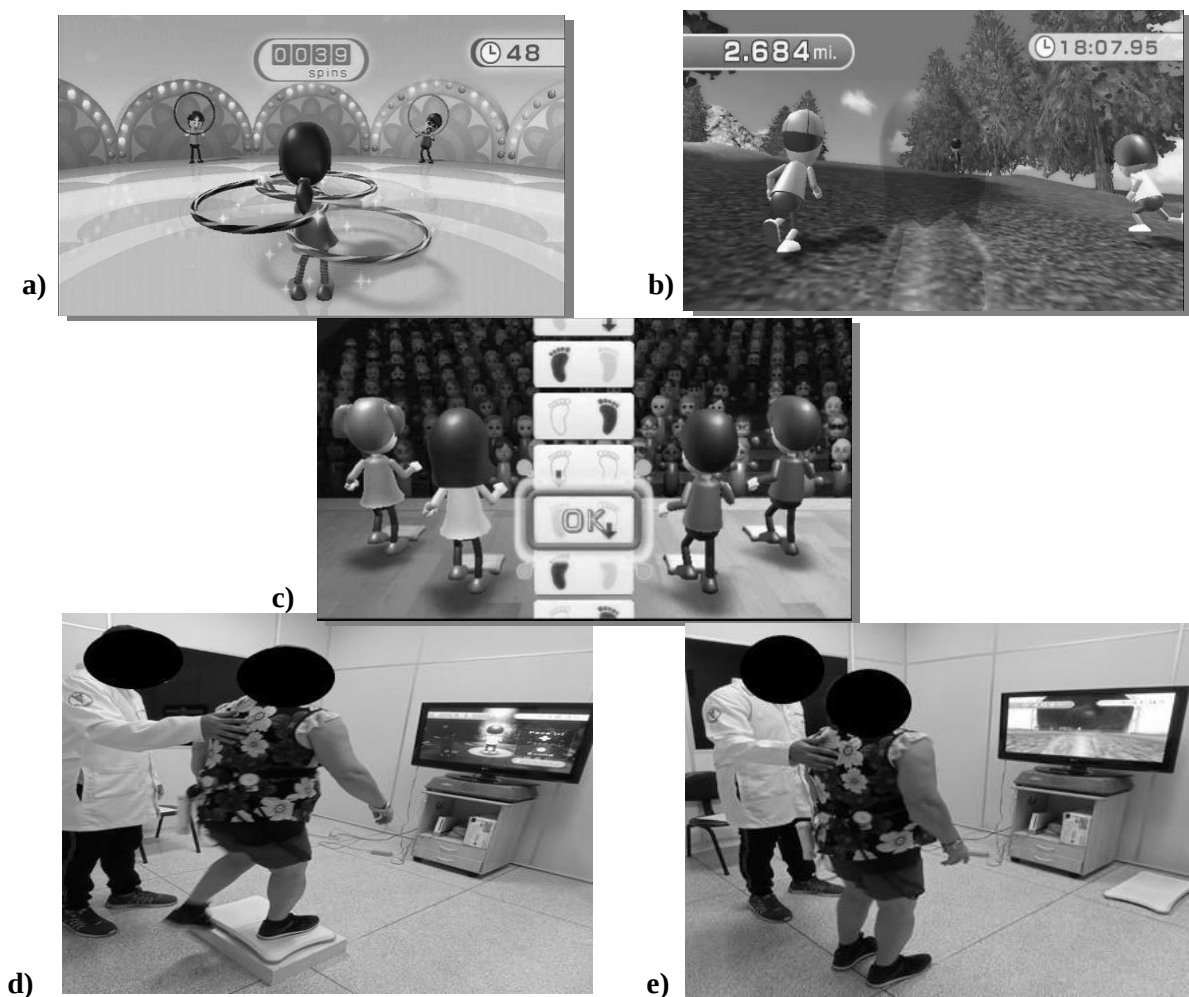


Figura 2. Representação dos jogos. **a)** Jogo *Hulla Hoop*, **b)** Jogo *Free Run*, **c)** Jogo *Free Step*, **d)** participante realizando o jogo *Free Step* e **e)** participante realizando o jogo *Free Run*.

Fonte: Google Imagens e acervo pessoal.

Determinação da pressão de RFS

Inicialmente as participantes foram solicitadas a permanecerem em repouso por 10 minutos²¹. Após, o transdutor do equipamento *Doppler* (DV-2001; Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) foi posicionado sobre a artéria tibial posterior para capturar o pulso auscultatório com a participante em posição ortostática. Para a determinação da pressão (mmHg) necessária para uma restrição vascular completa (pressão de eliminação de pulso), um manguito (*Premium*, nylon, velcro, JPJ – Indústria de Materiais Hospitalares, São Paulo, Brasil – dimensões de 180 mm de largura e 800 mm

de comprimento) foi fixado na coxa da participante (região da prega inguinal)²² e então insuflado até o ponto em que o pulso auscultatório da artéria tibial posterior fosse interrompido. A pressão do manguito utilizada durante o protocolo de intervenção foi determinada como 40% da pressão necessária para a restrição completa do fluxo sanguíneo em uma condição de repouso²².

Desfechos primários e secundários

Os desfechos primários foram a modulação autonômica cardíaca por meio de índices lineares da VFC avaliada antes, durante e após os protocolos experimentais e os parâmetros hemodinâmicos por meio da avaliação da FC, PAS, PAD e calculado o DP, realizados no momento basal e imediatamente após o término dos protocolos experimentais, no 1', 3', 5', 7', 10', 20', 30', 40', 50' e 60 minutos da recuperação. Além disso, avaliaram-se medidas de desfechos secundários: parâmetros recuperativos pela escala de recuperação de Likert, parâmetros perceptivos por meio da escala de esforço de Borg e autorrelato de sinais e sintomas que foram avaliados durante e após os protocolos experimentais.

Parâmetros autonômicos

A VFC foi realizada a partir da captação dos intervalos RR utilizado o cardiofrequencímetro (Polar Electro Oy, Kempele, Finland – modelo V800), equipamento validado para captação da FC batimento a batimento e posterior análise da VFC²⁵. Para análise da VFC, índices obtidos por meio de métodos lineares, no domínio do tempo (SDNN e rMSSD), da frequência (LF e HF) e do *plot* de Poincaré (SD1 e SD2) foram utilizados para análise^{25,26}. Todos os índices de VFC foram obtidos por

meio do *software* Kubios HRV – versão 3.2 (The Biomedical Signal Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland).

Para esta análise, a série temporal de intervalos RR foi inicialmente submetida a uma filtragem digital moderada pelo *software* Kubios HRV – versão 3.2²⁵ complementada por uma filtragem manual, para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos, e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo²⁵. Por meio da análise visual das séries temporais foi observada a ausência de artefatos ou batimentos ectópicos que pudessem interferir na análise da VFC.

A série de intervalos RR foi analisada nos seguintes momentos (M) para todos os grupos: M1 (5 minutos finais do repouso), M2 (0 ao 5º minuto da recuperação), M3 (5º ao 10º minuto de recuperação), M4 (10º ao 15º minuto de recuperação), M5 (15º ao 20º minuto de recuperação), M6 (20º ao 25º minuto de recuperação), M7 (25º ao 30º minuto de recuperação), M8 (35º ao 40º minuto de recuperação), M9 (45º ao 50º minuto de recuperação) e M10 (55º ao 60º minuto de recuperação)²⁶ sendo obtidos nesses trechos 256 intervalos RR consecutivos^{27,28}. Além disso, para os grupos que realizaram a TRV associada ou não a RFS, também foram analisados os seguintes momentos dos jogos: durante o tempo de execução do jogo *Hulla Hoop*, durante o tempo de execução do jogo *Free Run* e durante o tempo de execução do jogo *Free Step*.

Parâmetros hemodinâmicos

As medidas de PAS e PAD foram realizadas de forma indireta utilizando-se um estetoscópio (Littmann, Saint Paul, USA) e esfigmomanômetro aneróide (Welch Allyn - Tycos, New York, USA) no braço esquerdo dos participantes, de acordo com os critérios estabelecidos pelas Diretrizes de Hipertensão Arterial²⁹. A análise da FC foi

realizada por meio do cardiofrequencímetro (Polar Electro Oy, Kempele, Finland – modelo V800)³⁰. E o DP foi a medição do esforço cardíaco e do consumo de oxigênio pelo coração foi obtida pelo cálculo da fórmula: frequência cardíaca (bpm) x PAS (mmHg)³¹.

Parâmetros perceptivos

A percepção subjetiva de esforço foi avaliada pela escala de Borg que consiste em uma escala de 0 a 10 pontos (CR-10) onde os participantes escolhem o descritor e o número que melhor traduzem seu estressepsicofisiológico acerca do exercício³², onde 0 significa “nenhum esforço” e 10 significa “esforço máximo”. A percepção subjetiva de recuperação foi avaliada por meio de uma Escala Likert de 10 pontos, onde 1 indica “não recuperado” e 10 “totalmente recuperado”^{32,33}.

A identificação de sinais e sintomas foram descritos em estudo publicado por Vanderlei *et al.*³⁴ em que os mais prevalentes são: a) Sintomas: fadiga, dor muscular, angina, tontura, náusea e câimbra; b) Sinais: alterações na frequência de pulso, pressão sistólica aumentada durante o exercício, pressão diastólica aumentada durante exercício, taquipneia e palidez³⁴. Os sinais foram observados e identificados por um profissional previamente treinado e os sintomas, referidos e/ou confirmados pela idosa. Essa análise foi feita durante e após o protocolo experimental e a sintomatologia contabilizada, independentemente do número de vezes em que o mesmo sinal/sintoma surgiu durante o protocolo.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*, as variáveis de caracterização da amostra foram apresentadas em média e desvio-padrão, e/ou em mediana e intervalo interquartil.

As comparações dos desfechos entre os grupos e os momentos foram realizadas por meio da técnica de análise de variância para modelo de medidas repetidas no esquema de dois fatores, o qual forneceu informações sobre os efeitos de tempo, grupo e interação. Os dados da mensuração repetida foram checados para violação de esfericidade usando o teste de *Mauchly's* e a correção de *Greenhouse-Geisser* utilizada quando a esfericidade for violada ($p < 0,05$). A significância estatística adotada foi fixada em 5%. O programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) (versão 24.0) (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) foi utilizado para as análises.

Resultados

As participantes foram recrutadas entre junho de 2021 a novembro de 2022, sendo que as características das participantes estão apresentadas na Tabela 1. As variáveis demográficas eram semelhantes no início do estudo. Foram avaliados para elegibilidade 22 idosas, porém 17 idosas apresentaram os critérios de inclusão e finalizaram o estudo. O fluxograma detalhado é mostrado na Figura 3.

Tabela 1. Caracterização das participantes (n=17).

Variáveis	Média ± DP	Intervalo de Confiança de 95%
<i>Idade (anos)</i>	66,82 ± 4,11	64 – 68
<i>Peso (Kg)</i>	69,00 ± 9,62	64 – 73
<i>Estatura (m)</i>	1,57 ± 0,09	1,53 – 1,62
<i>IMC (Kg.m²)</i>	27,85 ± 4,40	25 – 30
<i>Circunferência Cintura (cm)</i>	87,82 ± 13,09	81 – 94
<i>Circunferência Quadril (cm)</i>	102 ± 7,09	98 – 106
<i>PAS (mmHg)</i>	116,47 ± 7,85	112 – 120
<i>PAD (mmHg)</i>	75 ± 6,24	72 – 78
<i>FC (bpm)</i>	73,94 ± 10,70	68 – 79

Legenda: Valores apresentados como média ± DP e intervalo de confiança de 95%. Kg: quilogramas; m: metros; Kg.m²: quilogramas por metros quadrado; cm: centímetros; mmHg: milímetros de mercúrio; bpm: batimentos por minuto; %: porcentagem; IMC: índice de massa corporal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: Frequência cardíaca; DP: desvio padrão.

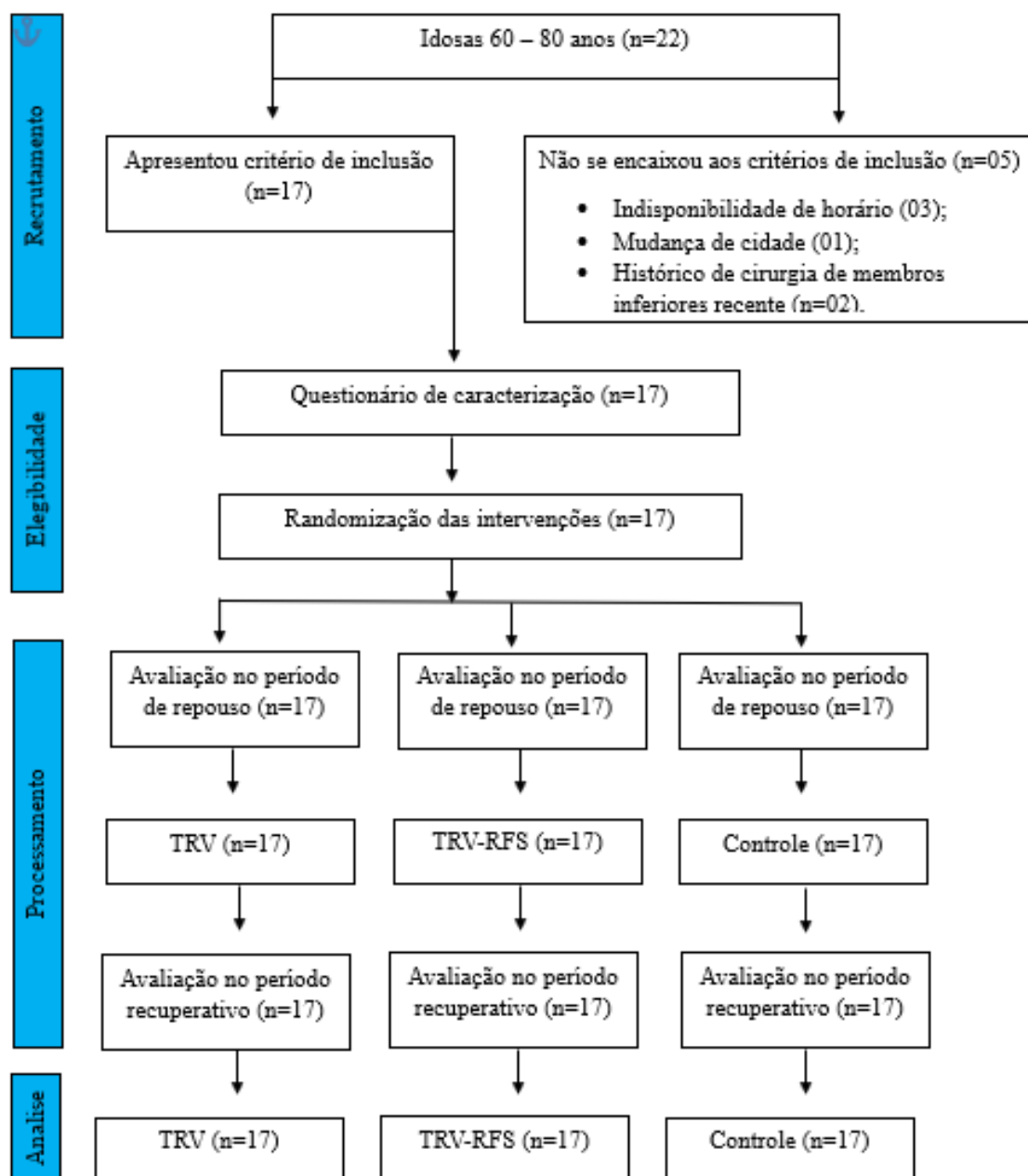


Figura 3. Fluxograma do *design* do estudo.

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição de fluxo sanguíneo.

Em relação aos jogos pôde-se observar uma pontuação para o grupo TRV no jogo *Hulla Hoop* de 98 ± 70 [IC95% 61-134] giros, *Free Run* 1670 ± 432 [IC95% 1447-1892] milhas e *Free Step* 752 ± 189 [IC95% 654-849] degraus e para o grupo TRV+RFS no jogo *Hulla Hoop* 109 ± 87 [IC95% 64-154] giros, *Free Run* 1808 ± 567 [IC95% 1516-2100] milhas e *Free Step* 698 ± 177 [IC95% 606-789]. Ao comparar as pontuações dos

jogos, nota-se um aumento na pontuação em dois jogos para o grupo TRV-RFS, contudo, apesar desse aumento, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Além disso, na análise dos índices da VFC durante os jogos, pode-se notar que houve diferença estatisticamente significativa em pelo menos um dos jogos quando analisado os índices comparando o grupo TRV-RFS com controle, diferentemente quando comparado o grupo TRV-RFS com o grupo TRV (Apêndice 1).

Descritivamente, para os sinais e sintomas, apresentado por pelo menos uma vez, no grupo TRV durante o jogo *Hulla Hoop* foi observado em 11%, no *Free Run* em 11% e no *Free Step* em 41% das idosas e no grupo TVR-RFS, no jogo *Hulla Hoop* 17%, no *Free Run* 29% e no *Free Step* 58% das idosas relataram algum sinal e/ou sintoma durante os jogos.

Os resultados de percepção de esforço, de recuperação e sinais e sintomas no período recuperativo encontram-se na Tabela 2, contudo, não houve diferença entre os grupos, momentos e interação grupos vs. momentos para os parâmetros perceptivos analisados.

Tabela 2. Valores de média, desvio padrão, mediana, intervalo de confiança e porcentagem das variáveis perceptivas após as intervenções.

Variáveis	Grupos	1'	3'	5'	7'	10'	20'	30'	40'	50'	60'
Borg	Controle	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
		[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-]	[0-0]	[0-0]	[0-0]
	TRV	3,52±2,32	2,05±1,47	1,35±1,41	1,05±1,29	0,64±0,99	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
		(3,00)	(2,00)	(1,00)	(0,00)	(0,00)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
		[2,33-4,70]	[1,29-2,81]	[0,62-2,07]	[0,39-1,72]	[0,13-1,15]	[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-0]	[0-0]
	TRV-RFS	3,23±1,82	2,00±1,54	1,41±1,37	1,17±1,23	0,70±0,98	0,23±0,66	0,17±0,52	0±0	0±0	0±0
		(3,00)	(2,00)	(2,00)	(1,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0)	(0)	(0)
		[2,29-4,17]	[1,20-2,79]	[0,70-2,11]	[0,54-1,81]	[0,19-1,21]	[0,10-0,57]	[0,09-0,44]	[0-0]	[0-0]	[0-0]
Likert	Controle	9,88±0,48	9,94±0,05	10±0,00	10±10	10±10	10±10	10±10	10±10	10±10	10±10
		(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
		[9,63-10,13]	[9,81-10,06]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]
	TRV	6,41±2,18	7,11±2,44	8,05±2,24	8,88±1,72	9,17±1,55	10±10	10±10	10±10	10±10	10±10
		(6,00)	(8,00)	(9,00)	(10,00)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)
		[5,29-7,53]	[5,85-8,37]	[6,90-9,21]	[7,99-9,77]	[8,37-9,97]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]	[10-10]

Sinais e Sintomas	TRV-RFS	5,52±2,32 (5,00) [4,33-6,7]	6,58±2,64 (7,00) [5,22-7,94]	7,52±2,29 (8,00) [6,34-8,70]	8,00±2,39 (9,00) [6,76-9,23]	8,88±1,72 (10,00) [7,99-9,77]	9,52±1,12) (10,00) [8,95-10,10]	9,64±0,78 (10,00) [9,24-10,05]	9,63±0,48 (10,00) [9,63-10,13]	9,88±0,23 (10,00) [9,63-10,13]	10±00,00 (10,00) [10,00-10,00]
	Controle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	TRV	52,94%	35,29%	5,88%	5,88%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	TRV-RFS	35%	17,64%	17,64%	17,64%	5,88%	5,88%	0%	0%	0%	0%

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição do fluxo sanguíneo; %: porcentagem; 1': primeiro minuto da recuperação; 3': terceiro minuto da recuperação; 5': quinto minuto da recuperação; 7': sétimo minuto da recuperação; 10': décimo minuto de recuperação; 20': vigésimo minuto da recuperação; 30': trigésimo minuto da recuperação; 40': quadragésimo minuto da recuperação; 50': quinquagésimo minuto da recuperação; 60': sexagésimo minuto de recuperação.

A Tabela 3 mostra os resultados das variáveis hemodinâmicas durante o período recuperativo, entretanto, não houve diferença entre os grupos, bem como não houve interação grupos vs. momentos. Quando comparado com o momento basal o grupo TRV-RFS apresentou significância com diminuição dos valores para a PAS no minuto 40' (IC95% 1,963-15,684) e minuto 60' (IC95% 3,939-14,884). A FC apresentou significância estatística com aumento dos valores quando comparado o momento basal com o 1' (IC95% -37,112- -6,535) e 3' (IC95% -24,542- -4,988). O DP apresentou diferença significativa com aumento dos valores entre o momento basal com o primeiro minuto (IC95% -6249,947- -1264,171).

Tabela 3. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança das variáveis hemodinâmicas antes e após as intervenções.

Variáveis	Grupos	Basal	1'	3'	5'	7'	10'	20'	30'	40'	50'	60'
PAS (mmHg)	Controle	120±8,66	120±7,47	118±9,51	115±19,03	115±10,67	114±11,24	114±11,24	112±10,46	113±10,57	111±8,82*	111±7,81*
		(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(120)	(110)	(110)	(110)	(110)
		[115-124]	[116-124]	[113-123]	[110-121]	[109-120]	[108-120]	[108-120]	[107-118]	[108-118]	[107-116]	[107-115]
	TRV	118±6,00	132±17,59	121±9,27	116±8,61	113±8,61	112±8,31	110±8,29	110±7,90*	108±6,96*	109±7,47*	110±8,26*
		(120)	(130)	(120)	(120)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)
		[115-121]	[123-141]	[116-125]	[112-120]	[109-117]	[108-116]	[106-114]	[105-114]	[105-112]	[105-113]	[106-114]
	TRV-RFS	118±8,82	132±16,01	125±12,27	117±10,46	116±9,31	112±9,19	111±7,81	110±7,47	109±5,55*	109±6,58	108±6,00*
		(120)	(130)	(120)	(120)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)	(110)
		[113-122]	[124-140]	[119-132]	[111-122]	[111-121]	[108-117]	[107-115]	[106-114]	[106-112]	[106-112]	[105-111]
PAD (mmHg)	Controle	75±5,07	76±6,06	71±7,27	70±6,12	70±6,58	71±8,08	72±6,64	70±8,66	70±7,90	68±6,96	70±7,47
		(80)	(80)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)
		[73-78,49]	[73-79]	[68-75]	[66-73]	[67-73]	[67-75]	[68-75]	[65-74]	[65-74]	[65-72]	[66-74]
	TRV	72±5,62	79±12,48	75±7,99	72±6,85	71±8,08	72±6,64	72±8,31	71±7,27	71±6,96	71±7,81	70±7,47
		(70)	(80)	(80)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)
		[69-75]	[72-85]	[71-79]	[69-76]	[67-75]	[68-75]	[68-76]	[68-75]	[67-74]	[67-75]	[66-74]
	TRV-RFS	74±9,43	81±9,27	74±8,74	72±6,85	69±8,26	69±6,58	71±6,00	70±6,58	70±7,07	71±6,96	70±8,66
		(80)	(80)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)	(70)
		[69-79]	[76-85]	[70-79]	[69-76]	[65-73]	[66-72]	[68-74]	[67-73]	[66-73]	[67-74]	[65-74]
FC (bpm)	Controle	78±8,76	75±10,89	73±8,47	75±9,00	75±10,62	74±10,03	78±14,53	74±10,72	72±9,87	73±10,74	72±9,68
		(78)	(74)	(74)	(74)	(73)	(74)	(73)	(74)	(69)	(71)	(72)
		[73-82]	[69-80]	[69-78]	[70-79]	[69-80]	[69-79]	[70-85]	[69-80]	[67-77]	[67-78]	[67-77]
	TRV	77±12,54	103±19,96*	92±15,68*	91±14,61*	91±16,92*	88±14,54	86±12,56*	82±11,62	81±11,39	79±13,02	77±12,22
		(74)	(105)	(93)	(92)	(93)	(90)	(87)	(81)	(78)	(75)	(75)
		[71-84]	[93-113]	[84-100]	[84-99]	[83-100]	[80-95]	[80-93]	[76-88]	[75-86]	[73-86]	[71-84]

DP (PASxFC)	TRV-RFS	83±11,77 (78) [77-89]	105±19,83* (102) [94-115]	98±15,81* (94) [89-106]	94±16,17 (90) [86-103]	93±15,64 (89) [85-101]	91±15,47 (92) [83-99]	87±15,46 (84) [79-95]	84±15,50 (79) [76-92]	84±15,15 (81) [76-91]	80±16,01 (76) [72-88]	80±15,77 (75) [72-89]
		8816±2269 (8880) [7649-9983]	9071±1514 (9360) [8293-9850]	8680±1552 (8360) [7881-9478]	8692±1470 (8160) [7937-9448]	8707±1580 (8280) [7894-9519]	8646±1766 (8400) [7738-9554]	9014±2224 (8030) [7870-10158]	8487±1714 (7920) [7605-9369]	8355±1715 (8040) [7473-9237]	8250±1558 (8040) [7448-9051]	8072±1366 (7700) [7370-8775]
		9255±1498 (8880) [8485-10025]	13819±3496* (14520) [12021-15617]	10681±3389 (11310) [8938-12423]	10751±1964 (11050) [9740-11761]	10398±2055 (10320) [9341-11455]	9981±1735 (9900) [9089-10874]	9661±1749 (9460) [8761-10560]	9111±1632 (8880) [8272-9951]	8833±1613 (8580) [8003-9663]	8737±1550 (8520) [7939-9534]	8663±1533 (8280) [7874-9452]
	TRV-RFS	10182±2779 (9120) [8753-11612]	13940±3304* (13440) [12240-15639]	12266±13443 (12480) [11089-13443]	11175±2400 (10800) [9941-12409]	10835±2030 (10560) [9791-11879]	10392±2065 (10120) [9330-11455]	9807±1969 (9570) [8794-10819]	9412±2104 (8760) [8330-10494]	8186±2059 (9130) [8186-10304]	8997±2084 (8250) [7925-10069]	8824±2135 (8140) [7726-9922]
	Controle											

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição do fluxo sanguíneo; PAS: pressão arterial sistólica dada em milímetros de mercúrio (mmHg); PAD: pressão arterial diastólica dada em milímetro de mercúrio (mmHg); FC: frequência cardíaca dada por batimentos por minuto (bpm); e DP: duplo produto dado pela multiplicação da PAS com a FC. Basal: momento anterior à intervenção; 1': primeiro minuto da recuperação; 3': terceiro minuto da recuperação; 5': quinto minuto da recuperação; 7': sétimo minuto da recuperação; 10': décimo minuto de recuperação; 20': vigésimo minuto da recuperação; 30': trigésimo minuto da recuperação; 40': quadragésimo minuto da recuperação; 50': quinquagésimo minuto da recuperação; 60': sexagésimo minuto de recuperação.

* Diferença estatisticamente significante em relação ao momento basal.

Na Tabela 4 apresentam-se os índices de VFC analisados no domínio do tempo e *plot* de Poincaré durante o período recuperativo, sendo que não houve efeito entre os grupos e interação grupos vs. momentos para todos os índices analisados. Quando comparado o momento basal, o grupo TRV-RFS apresentou diferença significativa com diminuição dos valores no intervalo RR com o M2 (IC95% 69,387-222,429), M3 (IC95% 7,168-100,723), M4 (IC95% 33,105-85,525), M5 (IC95% 21,633-72,656), M6 (IC95% 12,633-72,656) e M7 (IC95% 0,802-52,639). Para o *plot* de Poincaré o grupo TRV-RFS apresentou diminuição significativa no índice SD2 quando comparado o momento basal com o M2 (IC 95% 1,648- 15,300), M3 (IC 95% 2,587-15,366), M4 (IC 95% 0,715-14,368) e M5 (IC 95% 1,132-10,805) e para o índice rMSSD no M3 (IC 95% 1,886-15,420) e M4 (IC 95% 1,347-14,520).

Tabela 4. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança para os índices da VFC analisados no domínio do tempo e *plot* de Poincaré em milissegundos durante o período de recuperação dos grupos estudados.

Índices	Grupos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
RR (ms)	Controle	763±102	798±104	797±103	807±104	804±109	804±103	811±108*	815±107*	823±848*	834±110*
		(743)	(846)	(838)	(841)	(837)	(844)	(847)	(841)	(848)	(845)
		[710-816]	[744-852]	[743-850]	[753-861]	[748-860]	[751-857]	[755-867]	[760-871]	[772-874]	[777-891]
	TRV	763±110	641±130*	687±114*	702±111*	713±117*	718±109*	731±109*	748±111	780±108	771±109
		(722)	(333)	(665)	(693)	(720)	(755)	(747)	(742)	(831)	(759)
		[706-819]	[574-708]	[628-745]	[645-759]	[652-773]	[661-774]	[674-787]	[690-805]	[724-831]	[714-827]
	TRV-RFS	716±96	570±168*	662±123*	656±96*	669±98*	678±96*	689±100*	701±104	728±110	722±108
		(721)	(624)	(664)	(678)	(668)	(690)	(702)	(704)	(735)	(749)
		[666-765]	[483-656]	[599-725]	[607-706]	[618-719]	[628-727]	[637-741]	[648-755]	[671-785]	[667-778]
SDNN (ms)	Controle	17,82±13,62	20,22±5,59	18,69±7,22	17,48±6,99	20,37±5,73	20,68±7,86	19,79±5,74	21,71±6,38	21,92±7,75	22,16±6,42
		(17,30)	(19,44)	(1847)	(17,52)	(21,87)	(23,21)	(19,47)	(24,69)	(21,04)	(22,32)
		[10,81-24,82]	[17,35-23,10]	[14,98-22,41]	[13,89-21,08]	[17,42-23,32]	[16,64-24,72]	[16,84-22,74]	[18,42-24,99]	[17,93-25,91]	[18,85-25,46]
	TRV	17,97±8,87	14,27±8,11	14,62±9,45	15,37±8,05	13,77±7,99	18,51±8,17	16,28±7,47	17,70±9,80	21,59±8,42	20,23±8,37
		(18,54)	(12,01)	(12,31)	(14,80)	(13,36)	(18,24)	(16,25)	(20,15)	(19,43)	(20,34)
		[13,41-22,53]	[10,10-18,44]	[9,76-19,49]	[11,23-19,51]	[9,66-17,88]	[14,31-22,71]	[12,44-20,12]	[12,66-22,74]	[17,26-25,93]	[15,92-24,53]
	TRV-RFS	19,98±10,92	13,12±7,34	12,28±7,94	13,39±7,10	14,75±7,01	16,82±7,15	18,16±8,00	18,48±8,20	18,97±6,81	19,97±8,18
		(18,88)	(11,80)	(10,84)	(11,41)	(15,52)	(18,01)	(20,87)	(16,61)	(18,59)	(19,83)
		[14,36-25,59]	[9,34-16,90]	[8,19-16,36]	[9,74-17,04]	[11,14-18,35]	[13,14-20,50]	[14,05-22,28]	[14,26-22,69]	[15,47-22,47]	[15,77-24,18]
rMSSD (ms)	Controle	17,83±19,93	15,93±5,33	14,55±6,68	15,87±8,33	15,79±6,6	15,98±6,37	16,02±5,99	19,17±8,16	17,84±7,82	17,41±6,91
		(11,13)	(16,61)	(11,94)	(14,02)	(14,37)	(15,49)	(15,27)	(15,79)	(15,03)	(15,87)
		[7,59-28,08]	[13,19-18,68]	[11,12-17,99]	[11,59-20,16]	[12,38-19,20]	[12,70-19,26]	[12,94-19,10]	[14,98-23,37]	[13,82-21,86]	[13,86-20,97]

	TRV	13,99±6,70	15,75±20,26	10,25±6,97*	11,20±8,09	10,97±7,88*	13,77±7,99	12,70±7,06	14,78±7,91	16,50±6,39	16,83±8,69
		(14,59)	(7,65)	(7,52)	(8,06)	(8,48)	(13,36)	(12,31)	(15,46)	(17,39)	(15,63)
		[10,55-17,44]	[5,32-26,17]	[6,67-13,84]	[7,03-15,36]	[6,91-15,02]	[9,66-17,88]	[9,07-16,34]	[10,72-18,85]	[13,21-19,79]	[12,36-21,30]
	TRV-RFS	16,89±12,75	10,71±6,23	8,24±5,30*	8,96±5,30*	10,76±5,98	12,77±7,25	13,23±6,85	14,04±7,51	14,39±6,40	14,49±7,56
		(14,42)	(7,85)	(6,37)	(7,95)	(11,39)	(13,37)	(14,15)	(13,46)	(12,97)	(12,89)
		[10,33-23,45]	[7,51-13,92]	[5,51-10,97]	[6,23-11,69]	[7,69-13,84]	[9,04-16,50]	[9,71-16,76]	[10,18-17,91]	[11,10-17,68]	[10,60-18,38]
SD1 (ms)	Controle	12,20±14,44	11,29±3,77	10,72±4,17	11,36±6,03	11,76±5,04	11,32±4,51	11,35±4,24	13,54±5,80	12,64±5,54	12,34±14,86
		(7,88)	(11,76)	(8,46)	(9,93)	(10,83)	(10,98)	(10,82)	(10,81)	(10,65)	(11,24)
		[4,77-19,69]	[9,34-13,23]	[8,57-12,86]	[8,26-14,47]	[9,16-14,35]	[9,00-13,64]	[9,17-13,53]	[10,55-16,52]	[9,79-15,49]	[9,82-14,86]
	TRV	9,49±5,01	11,97±9,03	7,26±9,94	7,93±5,73	8,31±5,36	9,75±5,66	9,00±5,00	10,47±5,60	12,64±4,22	12,87±5,73
		(8,14)	(10,93)	(5,33)	(5,71)	(6,19)	(9,46)	(8,72)	(10,95)	(13,33)	(13,86)
		[6,91-12,07]	[7,32-16,61]	[4,72-9,80]	[4,98-10,88]	[5,56-11,07]	[6,84-12,67]	[6,43-11,58]	[7,59-13,36]	[10,47-14,81]	[9,92-15,82]
	TRV-RFS	11,97±9,03	7,59±4,41	5,84±3,76	6,34±3,76	7,62±4,23	9,05±5,14	9,37±4,86	9,95±5,32	10,20±4,53	10,26±5,35
		(10,93)	(5,56)	(4,51)	(5,63)	(8,07)	(9,47)	(10,02)	(9,53)	(9,19)	(9,13)
		[7,32-16,61]	[5,32-9,86]	[3,90-7,77]	[4,41-8,28]	[5,45-9,80]	[6,40-11,69]	[6,87-11,87]	[7,21-12,69]	[7,87-12,53]	[7,51-13,02]
SD2 (ms)	Controle	20,56±14,75	25,90±8,12	22,63±8,39	22,18±8,69	26,50±7,49	26,90±10,42	25,32±7,83	27,03±8,55	28,15±10,01	28,64±8,30
		(22,13)	(24,42)	(22,27)	(21,37)	(29,47)	(31,32)	(25,49)	(28,48)	(28,07)	(29,55)
		[12,98-28,15]	[21,72-30,08]	[18,32-26,95]	[17,71-26,65]	[22,64-30,35]	[21,54-32,26]	[21,29-29,35]	[22,63-31,43]	[23,00-33,30]	[24,37-32,91]
	TRV	23,09±12,17	18,35±10,48	19,27±12,60	19,95±10,38	20,84±10,51	24,13±11,52	20,98±9,66	22,65±12,96	27,62±11,63	28,17±10,49
		(24,12)	(16,34)	(16,63)	(19,89)	(21,57)	(24,28)	(21,65)	(24,94)	(23,94)	(26,51)
		[16,83-29,35]	[12,96-23,74]	[12,79-25,75]	[14,61-25,29]	[15,44-26,25]	[18,74-29,51]	[16,01-25,95]	[15,98-29,31]	[21,64-33,60]	[22,78-33,57]

	25,25±13,28	16,77±9,765*	16,27±10,70*	17,70±9,53*	19,28±9,22*	21,83±9,13	23,67±10,57	23,95±10,84	24,67±8,86	26,63±10,67
TRV-	(24,77)	(15,44)	(13,82)	(14,53)	(20,31)	(23,03)	(26,60)	(22,31)	(24,64)	(24,80)
RFS	[18,42-32,07]	[11,75-21,79]	[10,77-21,77]	[12,80-22,61]	[14,53-24,02]	[17,13-26,53]	[18,24-29,11]	[18,37-29,53]	[20,11-29,23]	[21,14-32,12]

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição do fluxo sanguíneo; RR: intervalo de um batimento cardíaco a outro; ms: milissegundos; rMSSD: raiz quadrada da diferença quadrática média dos intervalos RR sucessivos; SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo; SD1: desvio padrão da variabilidade instantânea; SD2: dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade; M1: 5 minutos finais do repouso; M2: 0 ao 5º minuto da recuperação; M3: 5º ao 10º minuto de recuperação; M4: 10º ao 15º minuto de recuperação; M5: 15º ao 20º minuto de recuperação; M6: 20º ao 25º minuto de recuperação; M7: 25º ao 30º minuto de recuperação; M8: 35º ao 40º minuto de recuperação; M9: 45º ao 50º minuto de recuperação; M10: 55º ao 60º minuto de recuperação.

* Diferença estatisticamente significativa em relação a M1.

No Apêndice 2 encontram-se os índices da VFC no domínio da frequência, contudo, nenhum índice apresentou diferença significativa entre grupos, momentos e interação grupos vs. momentos.

Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento agudo da modulação autonômica cardíaca e dos parâmetros hemodinâmicos após a TRV-RFS em idosas, além de identificar as respostas perceptivas durante a sua realização e na recuperação pós-exercício, na qual evidenciou que a TRV-RFS gerou efeito na modulação autonômica cardíaca, com redução estatisticamente significativa na modulação parassimpática em pelo menos um dos índices vagais analisados durante os jogos, porém com rápida recuperação no período recuperativo. Além de leve aumento da FC e DP durante os primeiros minutos do período recuperativo e valores perceptivos maiores, entretanto, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

O sistema nervoso autônomo é um componente que pode fornecer importantes informações sobre a modulação autonômica cardíaca antes, durante e após qualquer prática de exercício físico, contudo tal condição pode sofrer influências de algumas condições³⁵. No envelhecimento, naturalmente, ocorre o declínio desse componente devido à redução da atividade parassimpática e predomínio simpático, e que associado ao nível de atividade física, composição corporal, hábitos saudáveis e outros, predispõe um risco aumentado de mortalidade³⁶.

Assim, inicialmente, é importante pontuar, que o público desse estudo, conforme a literatura se encontra entre o grupo com maior susceptibilidade para a redução autonômica, seja por serem idosas, mulheres, condições hormonais e baixo

nível de exercício físico³⁷. Além disso, embora o IMC não permita diferenciar os tecidos magros dos adiposos, pois considera a massa corporal total, ele foi capaz de apontar sobrepeso nessa população assim como a relação cintura/quadril foi classificada em ruim ($0,86 \pm 0,138$ – IC95% 0,7902-0,8615) e que estes fatores podem ter influenciado os resultados encontrados^{38,39}.

Além das influências na modulação autonômica, durante a prática de exercício físico ocorre naturalmente uma redução do componente parassimpático no praticante⁴⁰, no entanto, uma redução significativa pode ser um indicador de uma inadequada adaptação fisiológica do organismo, por isso é fundamental ofertar métodos não farmacológicos, como exercícios, para melhorar condições gerais de saúde⁴¹.

Neste sentido, a TRV foi escolhida como exercício físico, pois é uma terapia amplamente difundida e caracterizada como baixa intensidade, o que poderia ao mesmo tempo promover um modelo terapêutico funcional de exercícios e uma condição que não prejudicasse a modulação autonômica e hemodinâmica⁴². Adicionalmente, a RFS configura-se como uma ferramenta adicional promovendo aumento da intensidade do exercício⁴³. Logo, a junção dessas terapias conseguiu promover uma esperada redução na modulação autonômica cardíaca durante os jogos, mas uma cardiodesaceleração rápida para quase todos os índices, tendo o intervalo RR, com tempo de 30 minutos, o maior tempo de retorno às condições basais.

Esse tempo mais prolongado nesse índice pode ser justificado pela capacidade da RFS, que é mais evidente durante a prática de exercício físico (TRV-RFS), de promover um leve retardo na recuperação barorreflexa⁴⁴, contudo, ao compararmos com a TRV, o tempo de recuperação foi exatamente o mesmo, o que remete a qualidade da utilização da RFS, uma vez que, mesmo gerando maior sobrecarga de intensidade no exercício com idosas conseguiu retornar a níveis basais no mesmo momento do que a

terapia sem a restrição.

Para a variável hemodinâmica nota-se uma recuperação quase imediata para todas as variáveis no grupo TRV-RFS quando comparada com o momento basal, tendo destaque para o DP que aumentou no primeiro minuto da recuperação (principalmente pelo aumento da PAS em 14 mmHg e de 22 batimentos cardíacos para a FC) e a FC apresentando diferença significativa até o terceiro minuto da recuperação. Embora, se hipotetizava um evento cardiovascular mais exacerbado em comparação com os outros grupos, isso não aconteceu.

Essa hipótese foi levantada, pois se sabe que a utilização da RFS leva a uma hipóxia local e acúmulo gradativo de metabólitos, o que ativaria o reflexo pressor do músculo gerando maior estresse cardiovascular e por tempo mais prolongado no período recuperativo^{5,45}. Outro ponto que deve ser apontado, é que mesmo em consonância com a literatura, na qual afirma que a utilização constante dos manguitos durante a intervenção geraria maiores estresses cardiovasculares, a utilização no atual estudo não gerou grandes repercussões hemodinâmicas⁴⁶.

Por sua vez, os parâmetros perceptivos no período recuperativo, embora não tenha dado diferença significativa, os resultados são instigantes, uma vez que contrariando a hipótese inicial, o grupo TRV apresentou um valor numericamente de percepção subjetiva de esforço mais elevado no primeiro minuto comparado a TRV-RFS, apesar de ambos estarem classificados em intensidade moderada. Quando analisada a percepção subjetiva de recuperação, o grupo TRV comparado ao grupo TRV-RFS no primeiro minuto, estava um ponto à frente, sendo classificados, em muito boa recuperação e boa recuperação, respectivamente.

Esses resultados semelhantes sugerem que as percepções subjetivas não sofrem influências diretamente só do uso da RFS, mas também do volume, intensidade e

estresse geral do treinamento⁴⁷, sendo no atual estudo de intensidade moderada. Outro fator que pode ter influenciado esse aspecto e sugerido por Neto *et al.*⁴⁸ é de que exercícios unilaterais, em alguns casos, podem apresentar maiores valores perceptivos do que os realizados bilateralmente como do presente estudo.

Outro resultado inesperado foram os valores encontrados para os sinais e sintomas, pois diferente da hipótese inicial, o grupo TRV apresentou maior porcentagem no primeiro momento de aparecimento de algum sinal e sintoma, o que aludem uma diferença importante de 17% em comparação com o grupo TRV-RFS. Por outro lado, o grupo TRV não relatou ou foi observado qualquer sinal ou sintoma no minuto 10 e o TRV-RFS no minuto 30. Neste sentido, é importante destacar a importância de se avaliar os sinais e sintomas, pois podem ser preditivos de riscos cardiovasculares em idosas durante e após uma intervenção física.

Em resumo, conforme exposto acima, para população analisada os parâmetros perceptivos não apresentaram redução importante nas pontuações avaliadas pelas escalas, porém, deve-se levar em consideração que se trata de escalas subjetivas e também, que os resultados encontrados podem ter sido mascarados pela escolha dos jogos.

O jogo *Hulla Hoop* é uma simulação de uma brincadeira amplamente conhecida no mundo infantil e que essas idosas em algum momento da vida poderiam ter realizado e os jogos *Free Run* e *Free Step* mimetizam as atividades do cotidiano, o primeiro simula caminhada com momentos de aceleração e desaceleração e o segundo necessita subir e descer um degrau, assim elas já teriam familiarização com essas atividades. E também, pelo protocolo proposto ser considerado de intensidade moderada, o nível de percepção de esforço, recuperação e presença de sinais e sintomas poderia estar reduzido.

Apesar da contribuição deste estudo, é importante levantar como limitação a não realização do teste cardiopulmonar para identificar a zona de treinamento e a classificação das idosas com sobrepeso segundo o IMC, diante disso, recomenda-se em pesquisas futuras à adequação desses componentes, além de extrapolar a avaliação das variáveis autonômicas e hemodinâmicas e que influenciam as respostas perceptivas em estudo de longo prazo, haja vista que este modelo pode gerar um efeito cardiovascular protetor em idosas, assim como verificar a adesão e motivação frente a utilização da TRV-RFS.

Os resultados deste estudo poderão trazer a luz científica uma nova estratégia de intervenção terapêutica e tecnológica advindo da modernização do século XXI, principalmente para idosas, um grupo, muita das vezes, que não tolera altas intensidades de treinamento, já que a RFS reduz essa intensidade e em soma, a TRV, tendo os jogos selecionados, pode promover a melhora cardiorrespiratória. Além disso, a TRV-RFS pode contribuir para a redução do sedentarismo, imobilidade precoce e efeitos deletérios advindos do envelhecimento, pois proporciona exercício físico com a ludicidade dos jogos e que pode facilitar a motivação e aderência em programas de exercício físicos.

Conclusão

Conclui-se que não houve diferença entre os grupos frente aos desfechos autonômicos, hemodinâmicos e perceptivos. Apesar disso, a TRV-RFS gerou efeito na modulação autonômica cardíaca em pelo menos um dos índices vagais analisados durante os jogos, mas com rápida recuperação no período recuperativo, provocou leve aumento nos parâmetros hemodinâmicos (FC e DP) e os parâmetros perceptivos apresentaram-se ligeiramente mais elevados durante os jogos quando comparado com os

outros grupos.

Referências

1. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, *et al.* Resistance training for older adults: Position Statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2019;33(8):2019-2052.
2. Bennett H, Slattery F. Effects of blood flow restriction training on aerobic capacity and performance: a systematic review. *J Strength Cond Res.* 2019;33(2):572-83.
3. Loenneke JP, Abe T, Wilson JM, *et al.* Blood flow restriction: how does it work? *Front Physiol.* 2012;3:392.
4. Sousa LL, Nascimento DC, Rolnick N, *et al.* Resposta da pressão arterial ao exercício resistido com diferentes tempos sob restrição do fluxo sanguíneo em indivíduos normotensos: um estudo randomizado cruzado. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2022;21(4):217-231.
5. Spranger MD, Krishnan AC, Levy PD, *et al.* Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2015;309(9):H1440-H1452.
6. Ferreira, MLV, Sardeli AV, De Souza GV, *et al.* Cardiac autonomic and haemodynamic recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. *J Sports Sci.* 2017;35(24):2412-2420.
7. Costa MTS, Vieira LP, Barbosa EO, *et al.* Virtual reality-based exercise with exergames as medicine in different contexts: a short review. *Clin Pract Epidemiol Ment Health.* 2019;15:15-20.
8. Huang SF, Tsai PY, Sung WH, *et al.* The comparisons of heart rate variability and perceived exertion during simulated cycling with various viewing devices. *Presence.* 2008;17(6):575-583.
9. Bravo SG, Gómez AC, Ruiz RC, *et al.* Virtual reality and video games in cardiac

- rehabilitation programs. A systematic review. *Disabil Rehabil.* 2021;43(3):448-457.
10. Damasceno SO, Junior EP, Lemos LK, *et al.* Virtual reality-based therapy associated with blood flow restriction in older adults: A proposal for integration of techniques. *Front Physiol.* 2022;13:958823.
 11. Cabral-Santos C, Giacon TR, Campos EZ, *et al.* Impact of high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous exercise on autonomic modulation in young men. *International Journal of Sports Medicine.* 2016;37(6):431-435.
 12. Billman GE. Cardiac autonomic neural remodeling and susceptibility to sudden cardiac death: Effect of endurance exercise training, *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2009;297(4):H1171-H1193.
 13. Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, *et al.* Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101(6):743-751.
 14. Treweek S, Lockhart P, Pitkethly M, *et al.* Methods to improve recruitment to randomised controlled trials: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2013;3:e002360.
 15. Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, *et al.* Suggestions for utilization of the mini-mental state examination in Brazil. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2003;61(3B):777-81.
 16. Dankel SJ, Buckner SL, Counts BR, *et al.* The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. *Physiol Int.* 2017;104(1):64-76.
 17. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica Diretrizes brasileiras de obesidade 2016 / ABESO - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. 4.ed. São Paulo, SP.
 18. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exper Fenn.* 1957;35(3):307-15.

19. Giles, D, Draper, N, Neil W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RRintervals at rest. *European Journal of Applied Physiology*. 2016;116(3), 563-571.
20. Huang CJ, Chan HL, Chang YJ, *et al*. Validity of the Polar V800 monitor for assessing heart rate variability in elderly adults under mental stress and dual task conditions. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):869.
21. Hughes L, Jeffries O, Waldron M, *et al*. Influence and reliability of lower-limb arterial occlusion pressure at different body positions. *PeerJ*. 2018;6:e4697.
22. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, *et al*. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(3):406-412.
23. Sumec R, Filip P, Sherdová K, Bares M. Psychological benefits of nonpharmacological methods aimed for improving balance in Parkinson-s disease: a systematic review. *Behav Neurol*. 2015;2015:620674.
24. Godinho C, Domingos J, Cunha G, *et al*. A systematic review of the characteristics and validity of monitoring technologies to assess Parkinson´s disease. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;13:24.
25. Catai AM, Pastre CM, Godoy MF, de Silva E da, Takahashi ACde M, Vanderlei LCM. Heart rate variability: are you using it properly? Standardization checklist of procedures. *Braz J Phys Ther*. 2020;24(2):91-102.
26. Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, *et al*. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2009;24(2):205-217.
27. Vanderlei FM, Moreno IL, Vanderlei LCM, Pastre CM, Abreu LC, Ferreira C. Comparison of the effects of hydration with water or isotonic solution on the

- recovery of cardiac autonomic. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(2):145-153.
28. Lemos LK, Teixeira Filho CAT, Santos FS, et al. Autonomic and cardiovascular responses on post-eccentric exercise recovery with blood flow restriction at different loads: randomized controlled trial. *Eur J Integr Med.* 2022;53:102148.
29. Barroso, Weimar Kunz Sebba, *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* [online]. 2021;116(3):516-658.
30. Chhetri P, Shrestha L, Mahotra NB. Validity of Elite-HRV Smartphone Application for Measuring Heart Rate Variability Compared to Polar V800 Heart Rate Monitor. *J Nepal Health Res Counc.* 2022;19(4):809-813.
31. Tsunoda ATD, de Assis MR. Duplo-produto e variação da frequência cardíaca após esforço isocinético em adultos e idosos. *Rev Bras Med Esporte.* 2017;23(5):394-398.
32. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
33. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics; 1998.
34. Vanderlei LCM, Lopes PP, Tarumoto MH, *et al.* Análise de sinais e sintomas em programas ambulatoriais de exercícios físicos para pacientes cardíacos. *Arq Ciênc Saúde.* 2006;13(2):69-74.
35. Bernardi L, Spallone V, Stevens M, *et al.* Métodos de investigação para disfunção autonômica cardíaca em estudos de pesquisa em humanos. *Diabetes Metab Res Rev.* 2011;27(7):654-664.
36. Cazelato L, Rodrigues PH, Quitério RJ. Heart rate responses to resistance exercise and its relation to the heart rate variability in individuals with risk factors for cardiovascular diseases. *Rev Aten Saúde.* 2018; 16(55):21-28.
37. Weissman A, Lowenstein L, TAL J. Modulation of heart rate variability by estrogen

- in young women undergoing induction of ovulation. *Eur J Appl Physiol.* 2009(105):381-386.
38. World Health Organization. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. Geneva: World Health Organization; 1990.
39. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, *et al.* Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988. p. 39-54.
40. Bhati P, Moiz JA, Menon GR, *et al.* Does resistance training modulate cardiac autonomic control? A systematic review and meta analysis. *Clin Auton Res.* 2019;29(1):75-103.
41. Martinmäki K, Rusko H. Análise de tempo-frequência da variabilidade da frequência cardíaca durante a recuperação imediata de exercícios de baixa e alta intensidade. *Eur J Appl Physiol.* 2008;102(3):353-360.
42. Lopes KG, Farinatti P, Bottino DA, *et al.* Does resistance training with blood flow restriction affect blood pressure and cardiac autonomic modulation in older adults? *Int J Exerc Sci.* 2021;14(3):410-422.
43. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, *et al.* Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51(13):1003-1011.
44. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol.* 2000;88(1):61-65.
45. Lemos LK, Teixeira Filho CAT, Biral TM, *et al.* Acute effects of resistance exercise with blood flow restriction on cardiovascular response: a meta-analysis. *J Comp Eff Res.* 2022;11(11):829-842.

46. May AK, Brandner CR, Warmington SA. Hemodynamic responses are reduced with aerobic compared with resistance blood flow restriction exercise. *Physiol Rep*. 2017;5(3):e13142.
47. Vieira AG, ABF Junior, JB Vieira, CA, *et al*. Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015;35(5):323-327.
48. Neto GR, Sousa MSC, Costa e Silva GV, *et al*. Acuteresistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;36(1):53-59.

Apêndice 1. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança dos índices daVFC durante as intervenções (controle e jogos) entre os grupos estudados.

Índices	CONTROLE	HULLA HOOP – TRV	FREE RUN – TRV	FREE STEP – TRV	HULLA HOOP – TRV-RFS	FREE RUN – TRV-RFS	FREE STEP – TRV-RFS
RR (ms)	751±110 (715) [694-808]	570±107,48* (556) [515-626]	571±112* (575) [514-629]	544±100* (543) [492-595]	550±63* (548) [517-583]	552±57* (558) [523-582]	511±58* (511) [481-542]
SDNN (ms)	17,16±10,66 (19,10) [11,68-22,65]	17,91±21,76 (9,97) [6,72-29,10]	14,34±14,42 (10,36) [6,93-21,76]	9,65±7,52 (8,32) [5,78-13,52]	13,53±10,36 (10,36) [8,20-18,86]	10,73±5,32 (8,88) [8,02-13,50]	6,91±3,42* (5,73) [5,15-8,67]
RMSSD (ms)	14,30±8,99 (12,82) [9,67-18,92]	15,15±19,13 (8,80) [5,31-24,99]	12,71±9,81 (11,36) [7,66-17,75]	10,06±9,56 (8,45) [5,14-14,98]	12,46±10,83 (8,62) [6,89-18,03]	10,98±7,34 (8,88) [7,21-14,76]	7,01±3,06* (7,38) [5,43-8,59]
LF (ms²)	174±223 (95) [59-289]	37±56* (17) [7-66]	45±51 (31) [18-72]	50±81 (11) [8-91]	89±198 (14) [-12-190]	26±26* (20) [12-40]	17±16* (9) [8-25]
HF (ms²)	62±61 (39) [30-93]	29±45 (9) [6-52]	32±34 (25) [14-49]	45±129 (5) [-20-111]	72±219 (9) [-40-185]	25±28* (18) [10-39]	11±13* (5) [4-18]
LF (nu)	66±19 (71) [56-76]	59±22 (64) [48-71]	53±22 (43) [42-65]	63±18 (70) [53-72]	66±19 (68) [56-76]	51±21* (48) [40-62]	59±20 (64) [49-70]
HF (nu)	33±19 (28) [23-43]	34±18 (34) [25-44]	46±22 (56) [34-57]	36±18 (29) [27-45]	33±18 (31) [24-43]	47±21* (50) [36-58]	39±20 (34) [29-50]
SD1 (ms)	10,13±6,37 (9,08) [6,85-13,41]	10,85±13,74 (6,24) [3,79-17,92]	10,52±8,23 (8,13) [6,29-14,76]	7,13±6,78 (5,99) [3,64-10,61]	8,68±7,81 (6,12) [4,66-12,70]	7,78±5,20 (6,28) [5,10-10,46]	4,97±2,17* (5,23) [3,85-6,08]
SD2 (ms)	21,70±13,52 (24,07) [14,75-28,66]	22,37±36,72 (13,11) [8,03-36,72]	6,18±0,02* (6,18) [6,16-6,20]	10,67±8,72*+ (9,62) [6,18-15,15]	16,39±13,15 (12,61) [9,63-23,15]	12,16±5,50*+ (11,05) [9,33-14,99]	7,99±4,17* (6,45) [5,84-10,13]
SD1/SD2 (ms)	2,31±0,72 (1,99) [1,93-2,68]	2,23±109 (1,84) [1,67-2,79]	1,81±0,64* (1,62) [1,48-2,14]	1,67±0,70* (1,48) [1,31-2,03]	2,15±1,29 (1,64) [1,48-2,81]	1,80±0,69* (1,84) [1,45-2,16]	1,63±0,46* (1,59) [1,39-1,88]

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição do fluxo sanguíneo; rMSSD: raiz quadrada da diferença quadrática média dos intervalos RR sucessivos; SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo; RR: intervalo entre um batimento à outro; SD1: desvio padrão da variabilidade instantânea; SD2: dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade; SD1/SD2: razão entre as variações curta e longa dos intervalos RR. LF: baixa frequência; HF: alta frequência; nu: unidades normalizadas; ms: milissegundos.

* Diferença estatisticamente significativa comparada ao grupo aula;

+ Diferença estatisticamente significativa em comparação entre os jogos Free Run (TRV-RFS) com o jogo Free Step (TRV).

Apêndice 2. Valores de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança para os índices da VFC analisados no domínio da frequência durante o período de recuperação dos grupos estudados.

Índice	Grupos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
LF (ms ²)	Controle	193±216	212±241	242±281	215±215	265±159	272±164	273±186	302±230	234±146	296±166
		(137)	(146)	(131)	(117)	(240)	(267)	(249)	(213)	(197)	(246)
		[82-395]	[88-336]	[98-387]	[104-326]	[183-347]	[187-356]	[177-370]	[183-420]	[159-309]	[210-382]
	TRV	252±225	162±209	230±322	195±231	187±178	247±227	174±174	205±193	239±199	236±150
		(193)	(94)	(92)	(122)	(132)	(202)	(131)	(84)	(199)	(203)
		[136-367]	[54-270]	[64-395]	[76-314]	[95-278]	[130-364]	[84-264]	[106-395]	[136-342]	[159-313]
	TRV-RFS	241±226	150±209	155±256	139±175	162±154	162±117	242±231	213±179	206±169	216±173
		(167)	(73)	(52)	(86)	(134)	(157)	(206)	(174)	(194)	(178)
		[125-357]	[42-258]	[24-287]	[48-229]	[83-242]	[102-222]	[123-361]	[121-305]	[119-293]	[127-395]
HF (ms ²)	Controle	151±300	78±50	86±56	91±76	76±54	76±54	95±71	122±74	110±94	111±95
		(37)	(67)	(86)	(80)	(50)	(50)	(67)	(117)	(88)	(101)
		[3-306]	[52-104]	[57-115]	[51-130]	[48-104]	[48-104]	[58-132]	[84-160]	[61-158]	[62-161]
	TRV	80±78	89±97	61±83	69±85	69±90	109±187	80±71	112±108	133±108	113±90
		(47)	(34)	(20)	(29)	(36)	(49)	(55)	(70)	(102)	(91)
		[40-121]	[39-139]	[18-104]	[25-114]	[23-116]	[13-205]	[44-117]	[56-168]	[77-188]	[66-160]
	TRV-RFS	168±230	65±87	39±60	46±53	61±85	96±185	72±67	86±100	97±85	74±99
		(113)	(27)	(8)	(29)	(29)	(37)	(75)	(56)	(88)	(43)
		[49-287]	[20-110]	[8-71]	[18-73]	[17-105]	[1-191]	[38-106]	[34-137]	[53-141]	[23-126]

LF (nu)	Controle	64±18	64±19	66±17	65±16	75±16	75±11	71±18	65±17	69±13	70±15
		(66)	(62)	(61)	(59)	(78)	(77)	(71)	(63)	(73)	(72)
		[54-73]	[54-74]	[57-74]	[56-73]	[66-83]	[69-81]	[61-80]	[56-74]	[62-75]	[62-78]
	TRV	73±12	63±16	61±19	73±19	72±16	72±20	67±15	61±24	64±15	70±13
		(74)	(63)	(81)	(83)	(75)	(79)	(74)	(65)	(65)	(74)
		[67-79]	[55-72]	[61-82]	[63-83]	[63-80]	[61-83]	[59-75]	[48-73]	[56-73]	[63-78]
	TRV-RFS	64±21	66±18	74±16	72±19	72±15	71±20	71±19	72±19	66±18	77±14
		(70)	(71)	(81)	(82)	(75)	(79)	(80)	(77)	(69)	(76)
		[53-75]	[57-76]	[66-83]	[62-82]	[64-80]	[61-82]	[61-81]	[62-82]	[56-75]	[69-84]
HF (nu)	Controle	35±18	35±19	88±219	34±16	24±16	24±18	28±18	34±17	30±13	29±15
		(33)	(37)	(39)	(40)	(21)	(22)	(28)	(36)	(26)	(27)
		[26-45]	[25-45]	[-24-201]	[26-43]	[16-33]	[18-31]	[19-37]	[25-43]	[24-37]	[21-37]
	TRV	26±12	36±16	27±19	29±22	27±16	27±20	32±15	38±24	35±15	29±13
		(25)	(34)	(18)	(16)	(25)	(20)	(25)	(34)	(33)	(25)
		[20-32]	[27-44]	[17-37]	[18-41]	[19-36]	[16-38]	[24-40]	[26-51]	[26-43]	[21-36]
	TRV-RFS	35±21	33±18	25±16	27±19	26±15	28±20	28±19	27±19	33±18	22±14
		(29)	(28)	(18)	(17)	(24)	(20)	(19)	(22)	(30)	(23)
		[24-46]	[23-42]	[16-33]	[17-37]	[18-34]	[17-35]	[18-38]	[17-37]	[24-43]	[15-30]

Legenda: TRV: terapia baseada em realidade virtual; TRV-RFS: terapia baseada em realidade virtual associada a restrição do fluxo sanguíneo; LF: baixa frequência; HF: alta frequência; Hz: hertz; nu: unidades normalizadas; M1: 5 minutos finais do repouso; M2: 0 ao 5º minuto da recuperação; M3: 5º ao 10º minuto de recuperação; M4: 10º ao 15º minuto de recuperação; M5: 15º ao 20º minuto de recuperação; M6: 20º ao 25º minuto de recuperação; M7: 25º ao 30º minuto de recuperação; M8: 35º ao 40º minuto de recuperação; M9: 45º ao 50º minuto de recuperação; M10: 55º ao 60º minuto de recuperação.