



**ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE AQUECIMENTO
DA MÃO DIREITA DE VIOLONISTAS**

IVO JOSÉ DE OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE
AQUECIMENTO DA MÃO DIREITA DE VIOLONISTAS**

IVO JOSÉ DE OLIVEIRA

**ORIENTADOR: PROF. DR. ADSON FERREIRA DA ROCHA,
ENE/UNB**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA**

**PUBLICAÇÃO PPGENE.DM - 804/23
BRASÍLIA-DF, 28 JUNHO DE 2023**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ESTUDO SOBRE O PROCESSO DE AQUECIMENTO DA
MÃO DIREITA DE VIOLONISTAS**

IVO JOSÉ DE OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA ELÉTRICA.**

APROVADA POR:

Prof. Dr. Adson Ferreira da Rocha, ENE/UnB
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Ricardo Soares Romariz, ENE/UnB
Examinador interno à UnB

Prof. Dr. Maxwell Diógenes Bandeira de Melo, UFT
Examinador externo

BRASÍLIA, 28 DE JUNHO DE 2023.

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, IVO JOSÉ DE

Estudo sobre o Processo de Aquecimento da mão direita de violonistas [Distrito Federal] 2023. x, 40p., 210x297 mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Engenharia Eletrica, 2023) Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Eletrica.

- | | |
|------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Violonistas acústicos, | 6. Cold Pressor Test – CPT, |
| 2. Termografia, | 7. Pressão Arterial – PA, |
| 3. Sistema nervoso autônomo - SNA, | 8. Dedilhado sem apoio, |
| 4. Variabilidade da frequência cardíaca - VFC, | 9. Dedilhado com apoio, |
| 5. Bioengenharia, | 10. ENE/FT/UnB. |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, I. J. (2023). Estudo sobre o Processo de Aquecimento da mão direita de violonistas. [Distrito Federal] 2023. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, PPGEE Publicação 804/23, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 40p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Ivo José de Oliveira

TÍTULO: Estudo sobre o Processo de Aquecimento da Mão Direita de Violonistas.

GRAU: Mestre

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de Mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor se reserva a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de Mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Ivo José de Oliveira
Av. Pedro Paulo de Souza, nº 953,
CEP 74.663-520, Goiânia – GO – Brasil.

Brasília – DF

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar esta dissertação de mestrado a todas as pessoas que me apoiaram e incentivaram nesta jornada acadêmica. Primeiramente, agradeço à minha esposa, Heris Deosmar Alves de Oliveira, por todo o amor, paciência e compreensão que ela sempre teve comigo durante esse processo. Sem o seu apoio incondicional, eu não teria conseguido chegar até aqui.

Agradeço também aos meus filhos, Ivo José de Oliveira Junior e Hygor Willian de Oliveira, por serem a minha fonte de inspiração e motivação diárias. Eles me ajudaram a encontrar o equilíbrio necessário para conciliar os estudos e a vida familiar, e sou muito grato por tê-los como filhos.

Aos meus pais, Benedito José de Oliveira e Maria do Socorro de Oliveira, quero expressar a minha profunda gratidão pelo suporte que eles sempre me deram em todas as fases da minha vida. Eles foram os meus primeiros professores e exemplos de dedicação e perseverança, e eu sou muito grato por tudo o que eles fizeram por mim.

Não posso deixar de mencionar o meu orientador, o Prof. Dr. Adson Ferreira da Rocha, por toda a orientação, ensinamentos e paciência durante o processo de pesquisa e escrita desta dissertação. Ele foi um guia essencial para mim e sou muito grato por ter tido a oportunidade de trabalhar com ele.

Por fim, quero agradecer à Universidade de Brasília - DF, por ter me dado a oportunidade de estudar em uma instituição de excelência e por ter proporcionado um ambiente acadêmico tão estimulante e desafiador.

E, acima de tudo, agradeço a Deus, por ter me dado a força, a sabedoria e a perseverança necessárias para concluir este trabalho e por ter me abençoado com uma família maravilhosa e amigos incríveis que sempre me apoiaram. Agradeço a Deus por tudo o que ele tem feito em minha vida e por me guiar em cada passo da minha jornada.

Resumo

Exercícios de aquecimento são comumente realizados por violonistas acústicos para preparar os músculos envolvidos na execução do instrumento. No entanto, circunstâncias estressantes podem levar a um aquecimento ineficaz ou mesmo ao resfriamento dos dedos, o que pode resultar em redução do desempenho. O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia de duas técnicas de aquecimento - uma vigorosa, empregando "com apoio" na pisada das cordas, e uma nova proposta leve, usando "sem apoio" na pisada das cordas, - em violonistas acústicos durante situações estressantes. Nove violonistas acústicos do sexo masculino (idade média: 27,2 anos, experiência média de tocar: 10,0 anos) foram submetidos a uma versão adaptada do teste do pressor frio, que induziu respostas fisiológicas ao estresse imitando o estresse do desempenho, antes de executar cada uma das duas rotinas. A eficácia das duas técnicas de aquecimento foi comparada monitorando a temperatura da mão usando uma câmera infravermelha antes e durante cada exercício por seis minutos. O estudo constatou que a técnica de aquecimento leve foi significativamente mais eficaz ($p = 0,002816$, tamanho do efeito = 1,42) em aumentar o aquecimento das mãos do que a técnica de aquecimento vigorosa ($p = 0,3417$, tamanho do efeito = 0,34). Os resultados deste estudo fornecem novas informações que podem ser usadas para melhorar o desempenho de violonistas acústicos e podem levar a pesquisas adicionais sobre técnicas para aprimorar a execução do violão acústico. As limitações do estudo incluem o pequeno tamanho da amostra e o foco apenas nos participantes do sexo masculino. Pesquisas futuras podem investigar os mecanismos subjacentes e as possíveis aplicações da técnica de aquecimento leve para o ensino e a prática de tocar violão.

Palavras chaves: violonistas acústicos, termografia, rotinas de aquecimento, sistema nervoso autônomo, variabilidade da frequência cardíaca.

Abstract

Warm-up exercises are commonly performed by acoustic guitarists to prepare the muscles involved in playing the instrument. However, stressful circumstances can lead to ineffective warming up or even cooling down of the fingers, which can result in reduced performance. The objective of this study was to compare the effectiveness of two warming-up techniques - a vigorous one, employing "support" in the string fretting, and a new light proposal, using "no support" in the string fretting - in acoustic guitarists during stressful situations. Nine male acoustic guitarists (average age: 27.2 years, average playing experience: 10.0 years) were subjected to an adapted version of the cold pressor test, which induced physiological stress responses mimicking performance stress, before performing each of the two routines. The effectiveness of the two warming-up techniques was compared by monitoring hand temperature using an infrared camera before and during each exercise for six minutes. The study found that the light warming-up technique was significantly more effective ($p = 0.002816$, effect size = 1.42) in increasing hand warming than the vigorous warming-up technique ($p = 0.3417$, effect size = 0.34). The results of this study provide new information that can be used to improve the performance of acoustic guitarists and may lead to further research on techniques to enhance acoustic guitar playing. The limitations of the study include the small sample size and the focus only on male participants. Future research could investigate the underlying mechanisms and possible applications of the light warming-up technique for teaching and practicing guitar playing.

Keywords: Acoustic guitarists, Thermography, Autonomic nervous system - ANS, Heart rate variability - HRV, Bioengineering.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
I. Introdução.....	1
1.1 Objetivos.....	7
1.2 Justificativas	7
1.3 Organização da Dissertação.....	8
CAPÍTULO 2	9
II Fundamentação Teórica	9
2.1 Termografia	10
2.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	10
2.3 Pressão sanguínea	11
2.4 Cold Pressor Test.....	11
CAPÍTULO 3	12
III. Materiais e métodos.....	12
3.1 Participantes	12
3.2 Procedimentos	12
3.2.1 Aparato experimental	12
3.2.2 Preparação do experimento	13
3.2.3 Preparação dos voluntários.....	15
3.2.4 Teste com o uso de dedilhado intenso e com toque sem apoio	16
3.2.5 Teste com dedilhado com baixa intensidade com toque com apoio.....	17
3.3 Análise de dados.....	20
3.3.1 Análise dos dados da temperatura	20
3.3.2 Análise dos dados de HRV	22
3.3.3 Análise dos dados da pressão arterial (PA).....	23
4. Resultados.....	24
4.1 Voluntários	24

4.2 Medições de temperatura.....	24
4.3 Análise dos Resultados das Medições Associadas à Variabilidade da Frequência Cardíaca (<i>Heart Rate Variability</i> – HRV)	28
4.4 Medições da Pressão Arterial	32
4.5 Discussão	33
4.6 Conclusão	36
BIBLIOGRAFIA	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Músculos da mão	4
Figura 2 - Músculos dos dedos	5
Figura 3 - Conjunto de equipamentos da pesquisa	14
Figura 4 - Voluntario preparado para coleta de dados.....	16
Figura 5 - Partitura do método de aquecimento dos músicos com apoio	18
Figura 6 - Imagem termográfica do voluntario.	19
Figura 7 - Temperatura em função do tempo	21
Figura 8 - Inclinações da reta dos dedilhados com e sem apoio.....	26
Figura 9 - Variáveis da variabilidade ligadas ao sistema autônomo parassimpático.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das inclinações das retas das temperaturas.....	25
Tabela 2 - Variabilidade da Frequência Cardíaca e da Pressão Arterial, durante e pós-teste. .	33

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

CPT	Cold Pressor Test
FT	Faculdade de Tecnologia
GEB	Laboratório de Engenharia Biomédica
HRV	Heart Rate Variability
MAPA	Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial
MEAN HR	Média da Frequência Cardíaca
MPCA	Monitorização da Pressão Arterial Contínua
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PPGEE	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
RMSSD	Raiz quadrada média de diferenças sucessivas de intervalo RR
PRMD	Distúrbios Musculoesqueléticos Relacionados à Prática Musical
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNS INDEX	Índice do Sistema Nervoso Simpático
STRESS INDEX	Índice de Estresse
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UnB	Universidade de Brasília
VFC	Variabilidade Frequência Cardíaca

CAPÍTULO 1

I. Introdução

Exercícios de aquecimento são comumente realizados por violonistas para preparar os músculos envolvidos na execução do instrumento. No entanto, circunstâncias estressantes associadas a diversos fatores podem levar a um aquecimento ineficaz ou até mesmo ao resfriamento dos dedos, o que pode resultar em diminuição do desempenho ou ao aumento de risco de ocorrência de lesões.

Embora estudos anteriores [1], [2] e [3] tenham sugerido possíveis benefícios dos exercícios preliminares de aquecimento, poucas pesquisas investigaram a dinâmica da eficácia de diferentes técnicas de aquecimento para a execução de instrumentos musicais, avaliando a taxa de aumento ou diminuição da temperatura dos músculos ao longo dessas técnicas. O presente estudo oferece perspectivas úteis sobre estratégias efetivas de aquecimento para violonistas e pode contribuir para a melhoria do desempenho dos músicos.

São amplamente reconhecidos os benefícios da realização de exercícios de aquecimento por violonistas antes de uma apresentação musical, para preparar os músculos que serão utilizados durante a performance, particularmente os músculos localizados nos dedos, mãos e antebraços.

O Professor Eustáquio Alves Grilo, observou, ao longo de sua experiência, que um problema comum enfrentado por muitos estudantes é que os exercícios de aquecimento com alta intensidade podem, em alguns casos, ser ineficazes ou, paradoxalmente, até causar o resfriamento dos dedos da mão direita, particularmente sob condições de baixa temperatura e nervosismo.

A ansiedade que antecede uma performance é uma ocorrência frequente entre músicos profissionais e estudantes de música e pode causar considerável sofrimento [4]. O Professor Grilo desenvolveu uma abordagem para mitigar este problema, que será descrita em detalhes e testada neste estudo.

O presente estudo engloba aspectos transdisciplinares, incluindo técnica de performance no violão, fisiologia da circulação e metabolismo, técnicas de medição de temperatura e outras variáveis físicas, processos de transferência de calor, processamento de sinais e técnicas estatísticas. A metodologia desenvolvida visa avaliar o aquecimento dos dedos da mão direita durante exercícios de aquecimento.

Os violonistas utilizam os dedos de ambas as mãos para tocar o instrumento. Violonistas acústicos destros tipicamente usam a mão esquerda para segurar a corda e determinar a altura da nota a ser tocada, enquanto a mão direita é usada para dedilhar a corda, produzindo som. Embora a mão esquerda desempenhe um papel essencial na qualidade da performance, permitindo um som limpo e a execução de técnicas como o vibrato e a ligadura, muitos métodos, incluindo o influente método de Abel Carlevaro [5], enfatizam a importância da mão direita na produção de tom, dinâmica e ritmo. Vale ressaltar que, na maioria das vezes, a mão direita é usada para dedilhar as cordas, mas alguns violonistas canhotos optam por usar a mão esquerda para essa finalidade, invertendo a pegada do instrumento ao mudar a ordem das cordas.

É comum que atividades físicas que exigem prática intensa e excelência sejam precedidas por uma sessão de aquecimento muscular. Profissionais envolvidos em atividades físicas, incluindo técnicos, treinadores e atletas, em geral são diligentes em realizar alguma rotina de aquecimento antes de iniciar a atividade física mais vigorosa, visando melhorar o desempenho psicológico e fisiológico e reduzir o risco de lesões articulares [6] [7]; isso é verdade também para os músicos instrumentistas, que também utilizam músculos específicos de forma intensa.

O aquecimento é uma medida importante porque a atividade física gera calor associado ao metabolismo muscular e aumenta a circulação sanguínea nos músculos, contribuindo para o aquecimento dos tecidos. O Professor Grilo, ao longo de sua experiência profissional, notou que, em situações estressantes como recitais públicos, particularmente em dias frios, algumas rotinas de aquecimento podem não funcionar de forma eficaz para alguns estudantes. Isso pode resultar em um aumento insuficiente na temperatura dos dedos, podendo até mesmo ocorrer resfriamento, em vez de aquecimento, durante a performance do exercício. Além disso, observou-se que este efeito é mais frequente antes de performances importantes e ocorre menos frequentemente em situações menos estressantes, como aulas e práticas diárias.

Um possível fator hipotético para explicar este fenômeno de aquecimento deficiente dos dedos pode estar associado ao comportamento do sistema nervoso autônomo humano, que é composto pelos ramos simpático e parassimpático. Entre outros efeitos, um aumento nos impulsos nervosos simpáticos aumenta a frequência cardíaca, enquanto um aumento nos impulsos nervosos parassimpáticos diminui a frequência cardíaca [8]. Simplificando, um ramo tende a estimular, aumentando a intensidade certos mecanismos fisiológicos enquanto o outro tende a inibi-los. Além disso, a ação do sistema nervoso simpático causa um redirecionamento da circulação, que pode também levar, em tese, a ineficiência do aquecimento. Como esse é um

fato bem conhecido, o presente estudo utilizou também algumas técnicas para estimar o comportamento dos ramos simpático e parassimpático, para adquirir possíveis novos conhecimentos sobre a ação desses mecanismos durante rotinas de aquecimento.

Outro possível fator pode estar associado aos processos de transferência de calor que ocorrem na mão direita do músico durante o seu uso; esse aspecto também é discutido no trabalho.

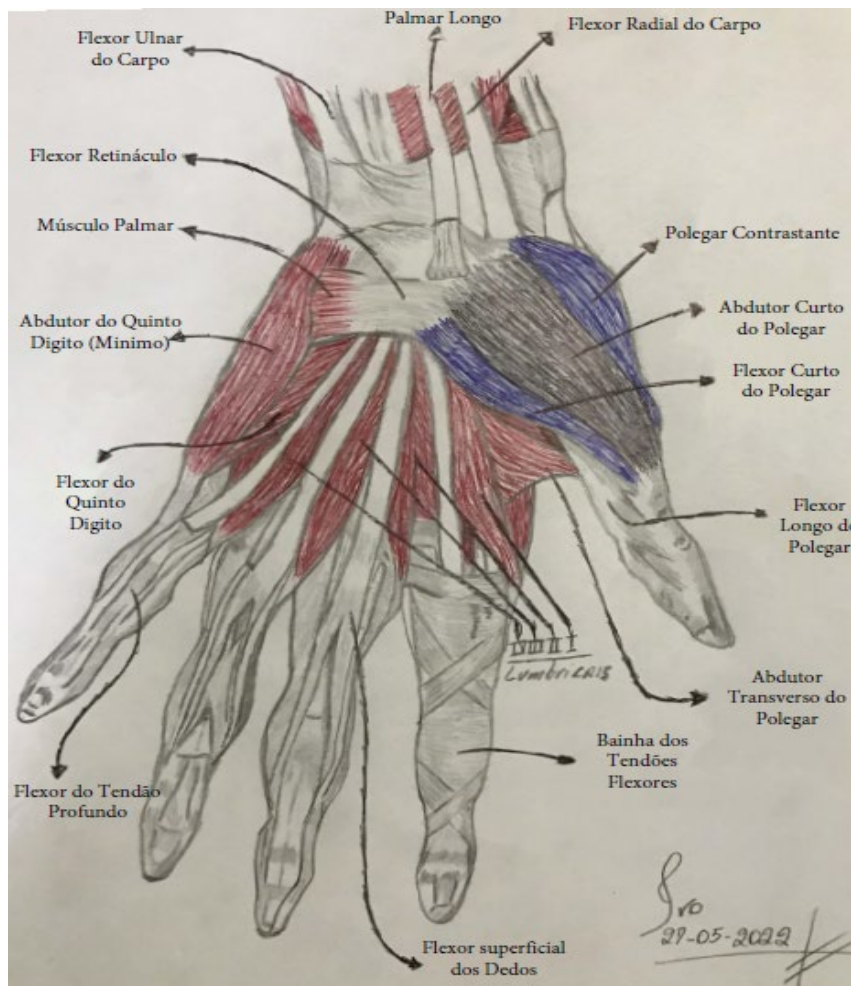
Em geral, atividades físicas que exigem prática vigorosa e excelência são precedidas de aquecimento muscular, que proporciona melhorias fisiológicas e psicológicas ao executante, além de reduzir a probabilidade de lesão articular ou muscular. No caso do violonista, o aquecimento é, muitas vezes, feito por meio de uma sequência de exercícios com grau crescente de vigor. No entanto, em situações de tensão, como recitais com público, é comum que a rotina de aquecimento não cause o aumento na temperatura da mão, podendo até mesmo ocorrer um resfriamento ao longo dos exercícios.

O sistema nervoso autônomo (SNA), como mencionado anteriormente, é composto por ramos simpático e parassimpático. Estes ramos desempenham papéis cruciais no controle da frequência cardíaca e da força de contração do coração. Em cenários de medo ou apreensão, o ramo simpático do SNA é ativado para preparar o corpo para uma resposta de "luta ou fuga" (fight or flight). Este mecanismo de defesa inicia uma série de respostas fisiológicas específicas, incluindo a liberação de várias substâncias e neurotransmissores. Estes, por sua vez, aumentam a frequência cardíaca e a força do batimento cardíaco. Além disso, o ramo simpático do SNA também induz alterações na resistência dos vasos sanguíneos. Isso resulta em uma redistribuição do fluxo sanguíneo, diminuindo-o em órgãos menos vitais em situações de perigo, como várias vísceras e os dedos das mãos. Simultaneamente, o fluxo sanguíneo é intensificado nos órgãos mais necessários para a resposta de luta ou fuga, como os grandes músculos. Essa resposta coordenada do SNA permite que o organismo se adapte rapidamente a situações de estresse, otimizando a distribuição de recursos para garantir a sobrevivência.

É importante notar que os principais músculos envolvidos no acionamento das cordas estão localizados no antebraço, e, não, na mão; e os músculos de controle fino, que se localizam na mão, embora importantes, podem não gerar calor suficiente para aquecer a mão. Dessa forma, parte significativa do calor não é gerado pelo metabolismo dos músculos da mão, mas, em sua maioria, gerado em outra região do corpo e trazido pela circulação sanguínea. Assim, a circulação adequada é crucial para aquecer os músculos envolvidos no toque das cordas, pois o calor é gerado em diversos órgãos do corpo humano, como o fígado, os grandes músculos, o

cérebro e o coração, entre outros, e é levado às mãos por meio do sangue circulante, Figura 1 ilustra os músculos da mão, que auxiliam no controle refinado de alguns movimentos.

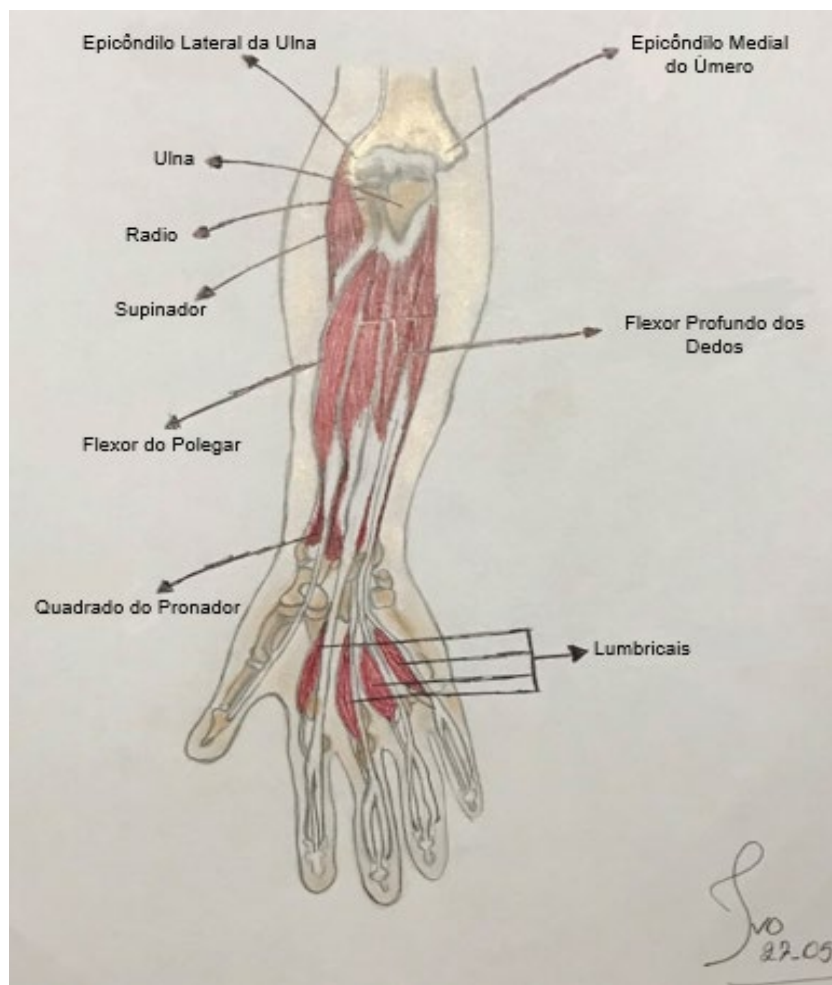
Figura 1 - Músculos da mão



Fonte: Adaptado do Livro A Mão do Homem do autor John Napier, 1983.[9]

No entanto, esses músculos são bastante pequenos e atuam principalmente como estabilizadores e elementos de controle fino, não possuindo a capacidade de gerar grande quantidade de calor. Isso torna a circulação sanguínea essencial para o aquecimento das mãos, na medida que grande parte do calor é gerada em outras partes do corpo humano, sendo transportada por meio do sangue. No entanto, alguns problemas podem ocorrer. Em situações de medo ou ansiedade, o organismo responde automaticamente, alterando o controle circulatório, e diminuindo o sangue fornecido a vários órgãos, incluindo os músculos das mãos. A maior parte da força gerada pelos dedos da mão é realizada pelos músculos do antebraço, sendo essa força transferida aos dedos por meio de tendões, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Músculos dos dedos



Fonte: Adaptado do Livro Princípios de Anatomia e Fisiologia de Tortora, et all, 2016.[8]

Por isso, é plausível que o resfriamento das mãos possa ocorrer mesmo durante atividades vigorosas de dedilhado. Outro fator que poderia, possivelmente, contribuir para o resfriamento inesperado dos dedos durante atividades intensas é a alta velocidade do movimento, que pode aumentar a troca de calor por convecção entre os dedos e o ambiente por meio do mecanismo de convecção. Além disso, os dedos, por serem finos e terem uma alta razão entre área superficial e volume, podem tender a atuar como dissipadores de calor, perdendo calor mais rapidamente do que o restante do corpo.

Diante desse efeito observado de resfriamento, o Professor E. A. Grilo, do Departamento de Música, do Instituto de Artes, da UnB, desenvolveu, por meio de observações e testes ao longo dos anos, uma forma de superar o problema da falha dos exercícios em aquecer os dedos da mão direita, empregando as seguintes ações: i) usar predominantemente uma técnica específica de dedilhado com a mão direita – a técnica "com apoio" –; ii) realizar um

toque em andamento bem mais lento, permitindo o relaxamento momentâneo de cada dedo entre cada nota.

Existem duas técnicas mais comuns de toque para os dedos Indicador, Médio e Anelar (IMA) da mão direita. O primeiro modo é o toque com apoio; nesse modo os dedos, em movimento articulado, tocam as cordas de forma que estes atuam com pouco arqueamento e repousam sobre a corda imediatamente acima (com exceção, naturalmente, da corda mais grave), apresentando menor curvatura dos dedos. Nessa modalidade os músculos mais utilizados são os extensores e os flexores superficiais dos dedos, com pouco uso dos flexores profundos dos dedos. E o segundo modo é o toque sem apoio, que, de maneira similar, exige um movimento articulado, porém sem repousar os dedos sobre outras cordas, resultando em maior curvatura dos dedos.[10]; nesse modo, os músculos dos flexores profundos dos dedos apresentam alta atividade. O professor Grilo percebeu que, ao se realizar os exercícios de aquecimento usando predominantemente o toque com apoio e um andamento menor, os dedos tendem a ser aquecidos com maior efetividade.

Nos estudos do Prof. Grilo, observou-se que, em alguns casos, especialmente em ocasiões associadas a apresentações importantes para o violonista, que podem causar estresse, e quando a performance era realizada a uma temperatura ambiente baixa, pode haver um aquecimento inefetivo dos músculos da mão direita e dos seus dedos; e, em alguns casos, pode ocorrer, inclusive, o resfriamento em vez do aquecimento. Em muitos casos observados ao longo dos anos, o aquecimento que se demonstrou inefetivo foi realizado de forma vigorosa (andamento rápido e/ou dinâmica forte ou fortíssimo). Ao longo dos anos, o Prof. Grilo desenvolveu um método que pode ser útil para contornar esse comportamento. O Professor observou que, em situações de estresse e a baixas temperaturas, há maior efetividade na realização de exercícios de aquecimento realizados de forma muito menos vigorosa (com num andamento bem mais lento), e usando toque com apoio. Um dos objetivos do presente estudo foi testar a efetividade desse aquecimento.

A razão para a ocorrência eventual de ineficácia do método com toque “sem apoio” e vigoroso, e a eficácia do método proposto não é, até onde sabemos, conhecida. Na próxima seção, são discutidas algumas hipóteses que o autor da presente dissertação considera plausíveis. E um outro objetivo do presente trabalho foi tentar lançar alguma luz sobre a razão para os comportamentos das duas formas de aquecimento utilizadas. Uma das hipóteses que é levantada, e estudada preliminarmente neste estudo é de que o método do toque lento e “com

apoio” causa maior atividade do sistema parassimpático, o que poderia, em tese, levar a uma melhor circulação do sangue na mão direita e nos dedos.

1.1 Objetivos

Os objetivos da pesquisa são três:

1. Observar, por meio de experimentos, a possibilidade de ocorrência da inefetividade do aquecimento vigoroso e “sem apoio”.
2. Comparar a eficácia dos dois métodos de aquecimento estudados – o método vigoroso e “sem apoio”, e o método lento e “com apoio”.
3. Testar a hipótese de que o toque com apoio leva a maior ativação do ramo parassimpático do sistema nervoso, o que poderia, potencialmente, ajudar a explicar a maior eficácia desse método.

Assim, a comprovação de que a técnica de dedilhado com apoio é eficaz, poderá impactar as práticas de aquecimento atuais, e ajudar no desenvolvimento de novas técnicas de aquecimento, que podem levar ao desenvolvimento de técnicas compostas de aquecimento ainda mais eficazes, que podem incluir várias etapas de intensidade e de modos de toque (com apoio e sem apoio), e visar, também, o controle mais efetivo do equilíbrio entre os ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso.

Os resultados encontrados poderão, também, levar a novos estudos que também permitam mitigar efeitos do estresse que podem, porventura, surgir ao longo da execução de uma peça, gerando efeitos que talvez possam ser mitigados por um estilo ou dinâmica especial de execução da peça.

No violão, geralmente não é necessário usar uma escolha única para as estratégias de ação das mãos direita ou esquerda. Isso abre a possibilidade de que o músico possa elaborar um dedilhado que favoreça a diminuição de possíveis efeitos negativos de descargas simpáticas durante a execução, como, por exemplo, o uso predominante ou eventual de dedilhados com apoio.

1.2 Justificativas

Neste trabalho, a proposta é comparar a eficácia de dois procedimentos de aquecimento em um ambiente frio com 17 °C sendo eles: i) um aquecimento vigoroso com toque sem apoio e ii) o procedimento proposto com toque com apoio em ritmo menor. Para emular o estresse do

músico antes dos recitais, foi usada uma adaptação do Cold Pressor Test (CPT). Esse teste é conhecido por induzir dor e desconforto em voluntários, sendo utilizado em estudos sobre a resposta do organismo ao estresse físico. A intenção dessa adaptação é emular as condições vividas pelos músicos antes das apresentações, investigando os efeitos do estresse associadas à expectativa da performance. [11]. Nesse teste, o voluntário coloca um dos pés até a altura do tornozelo em uma caixa com uma mistura de água potável e gelo, com temperatura entre 3 e 5 °C, por três minutos.

Uma justificativa para a realização do trabalho é que o melhor entendimento dos mecanismos associados à eficácia do processo de aquecimento, em instrumentos musicais, podem ser úteis no desenvolvimento de exercícios de aquecimento efetivos, ou até mesmo de estratégias de execução que podem ser usadas para evitar problemas de resfriamento ao longo da execução de peças que possam favorecer o aquecimento insuficiente dos dedos ao longo de sua execução.

1.3 Organização da Dissertação

- O capítulo 1 apresenta uma discussão inicial sobre o trabalho, discutindo as dificuldades dos violonistas em aquecer os dedos das mãos durante exercícios em situações de nervosismo, e apresenta a metodologia desenvolvida pelo Professor Grilo para solucionar o problema.
- O capítulo 2 aborda algumas técnicas e tecnologias utilizadas para avaliar a resposta do corpo humano ao estresse e à ansiedade, incluindo a termografia, a variabilidade da frequência cardíaca, a medição da pressão sanguínea e o Cold Pressor Test.
- O capítulo 3 descreve como foi realizada a pesquisa com nove violonistas com proficiência suficiente para executar os exercícios necessários. Nesse capítulo, também é descrita a metodologia utilizada para coletar e analisar os dados de temperatura, HRV e pressão arterial em voluntários durante dois exercícios de aquecimento diferentes.
- O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos.
- No capítulo 5, são discutidos os resultados obtidos.
- No capítulo 6, é apresentada a conclusão dos trabalhos, que é seguida pela bibliografia e pelas anexos.

CAPÍTULO 2

II Fundamentação Teórica

A literatura científica apresenta diversos artigos que contêm de estudos que investigam o efeito do aquecimento antes de uma performance musical, e vários artigos discutem também a relação entre a performance musical e o estresse. Esses temas serão discutidos na presente seção e em seções posteriores.

Segundo, Zaza, o aquecimento antes da execução de músicas com alto esforço é uma ação efetiva para aumentar a segurança e a qualidade do desempenho em músicos; outro aspecto reportado no mesmo artigo é a questão da ansiedade [12].

As questões relacionadas ao sistema nervoso também têm sido estudadas. Em um estudo realizado por Clark e Agras, até 77% dos músicos relataram evitar performances devido à ansiedade e a uma falha em gerenciar adequadamente a ansiedade antecipadamente [13].

Segundo Gueber, 2017 em sua Tese de Doutorado, situações externas e reais, como, por exemplo, fazer um teste ou exame de avaliação, proferir um discurso ou apresentação oral em público, participar de aulas ou encontros, disputar uma competição esportiva, cantar ou tocar um instrumento musical em público podem ser percebidas como uma ameaça pelo indivíduo, ocasionando vários tipos de ansiedade de desempenho [6]. Além disso, alguns estudos destacam a importância do aquecimento antes da execução musical para diminuir a tensão muscular, melhorar a coordenação motora e preparar o músico para a performance.

A Dra. J. Williams, 2022 pergunta, em seu estudo: “Aquecimentos: o que exatamente estamos tentando alcançar?”, comenta que é universalmente reconhecido que o aquecimento é essencial para todas as pessoas que utilizam habilidade física e destreza, sejam eles músicos, dançarinos ou atletas [2].

Segundo ADEDAYO TUNDE, 2011 em seu trabalho de doutorado, os Distúrbios Musculoesqueléticos Relacionados à Prática Musical (PRMD) são comuns entre instrumentistas, sejam profissionais, amadores ou estudantes de música, com uma prevalência que varia de 39% a 47%, afetando a execução e o desempenho [14]. Isso é equivalente à prevalência de distúrbios musculoesqueléticos em outras populações de trabalho [15]. Fatores de risco, como falta de aquecimento, postura inadequada, longas horas de prática e técnicas inadequadas, têm sido consistentemente indicados como fatores de risco que influenciam a incidência de PRMDs entre os instrumentistas [14].

Nesse sentido, o estudo apresentado no presente trabalho, em que é apresentada uma técnica efetiva de aquecimento em condições adversas tem o potencial de facilitar o

desenvolvimento de rotinas eficazes no aquecimento dos dedos dos violonistas, podendo vir a ser uma importante contribuição para a prática musical. Se essa técnica for comprovada como efetiva, poderá ser amplamente adotada pelos músicos, contribuindo para a diminuição do estresse e da ansiedade que podem prejudicar a execução musical. Portanto, a investigação da metodologia de aquecimento do Professor Grilo pode trazer importantes contribuições tanto para a prática musical quanto para a pesquisa na área da performance musical e do estresse.

2.1 Termografia

A termografia é uma técnica não invasiva que permite medir a temperatura em superfícies, inclusive da superfície do corpo humano. Ela tem sido utilizada de forma crescente na medicina para o diagnóstico de condições inflamatórias, neurológicas e vasculares. A termografia tem a vantagem de ser indolor, não invasiva, além de não emitir radiação ionizante, tornando-se uma opção segura e eficaz para pacientes de todas as idades. Ela pode ser útil em aplicações para avaliação de condições clínicas em que ocorrem alterações específicas de temperatura na superfície do corpo humano, como por exemplo, a avaliação da atividade inflamatória em pacientes com artrite reumatoide, permitindo detectar alterações na temperatura das articulações afetadas e possibilitando a identificação precoce de inflamação e o monitoramento da eficácia do tratamento [16].

No presente trabalho, a termografia será utilizada para ajudar a avaliar a eficácia comparativa de duas técnicas de aquecimento dos músculos da mão direita.

2.2 Variabilidade da Frequência Cardíaca

A variabilidade frequência cardíaca (VFC) é a variação dos intervalos de tempo entre os sucessivos batimentos cardíacos. A VFC é uma medida utilizada para avaliar a regulação autonômica do coração e pode ser influenciada por fatores como o estresse, a atividade física e a respiração. A análise da VFC pode fornecer informações importantes sobre a saúde cardiovascular, incluindo o risco de doenças cardiovasculares e a resposta ao tratamento. A análise da variabilidade cardíaca é uma ferramenta valiosa para avaliar a resposta do sistema nervoso autônomo ao estresse e para identificar pacientes com risco aumentado de doenças cardiovasculares. A tecnologia atual permite a análise da VFC de forma não invasiva e fácil, tornando-a uma opção viável para a avaliação clínica de pacientes com doenças cardiovasculares [17].

2.3 Pressão sanguínea

A pressão sanguínea é a força exercida pelo sangue contra as paredes das artérias quando o coração bombeia o sangue para o corpo. É uma medida importante da saúde cardiovascular, pois a pressão arterial elevada pode levar a complicações graves, como doenças cardíacas, acidente vascular cerebral e insuficiência renal. Existem várias técnicas para medir a pressão arterial, incluindo a auscultação com um esfigmomanômetro, a monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA) e a monitorização da pressão arterial contínua (MPCA). A medição precisa da pressão arterial é essencial para o diagnóstico e tratamento da hipertensão arterial, uma das principais causas de doenças cardiovasculares. A tecnologia atual permite a medição da pressão arterial de forma não invasiva e contínua, facilitando o controle da pressão arterial em pacientes com risco cardiovascular elevado [18]. Como a pressão sanguínea é influenciada pelos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso, ela também tem relação ser usada para estudar a proporção de ativação desses dois ramos.

2.4 Cold Pressor Test

O *Cold Pressor Test* (CPT) é uma técnica amplamente utilizada em pesquisas clínicas e experimentais para avaliar a resposta do sistema cardiovascular e autonômico ao estresse agudo [19]. Durante o teste, o indivíduo é submetido à imersão do pé direito em água gelada, geralmente a uma temperatura de 0 °C a 5 °C, por um período pré-determinado. A resposta cardiovascular e autonômica é então medida antes, durante e após a exposição ao estresse frio.

A resposta ao CPT é influenciada por fatores como a idade, o sexo, o nível de atividade física, a saúde cardiovascular e o estado emocional. A análise da resposta ao CPT pode fornecer informações importantes sobre o risco de doenças cardiovasculares, como hipertensão, insuficiência cardíaca e doença arterial coronariana. Além disso, segundo Sjaak Pouwels et al. o CPT tem sido usado para avaliar o efeito de intervenções terapêuticas, como drogas anti-hipertensivas e antidepressivos, na resposta ao estresse [20].

No presente trabalho, o CPT é utilizado para emular uma resposta do sistema autônomo que é análoga à resposta a situações de estresse do violonista.

CAPÍTULO 3

III. Materiais e métodos

3.1 Participantes

A população estudada foi um grupo de nove (9) violonistas com proficiência suficiente para a execução dos exercícios de aquecimento necessários. O convite para participar da pesquisa foi enviado por e-mail aos alunos de música do Departamento de Música - MUS/IdA – UnB e para profissionais de música. Os voluntários selecionados visitaram o local da pesquisa, e se reuniram com o pesquisador, que entregou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que, após lido e aceito, foi assinado e datado em duas vias, ficando uma via para o participante e a outra foi arquivada pelo pesquisador. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Engenharia Biomédica (GEB), localizado no Edifício SG-11, vinculado à Faculdade de Tecnologia (FT) da Universidade de Brasília (UnB) Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília-DF, CEP 70910-900, e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília sob o número CAAE 54174921.8.0000.0030.

Os critérios de inclusão dos voluntários foram os seguintes: (i) ser violonista com proficiência no instrumento; (ii) aceitar participar da pesquisa e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os critérios de exclusão foram: (i) fazer uso diário de medicamentos betabloqueadores [21], ou outros medicamentos que tenham efeito marcante sobre o Sistema Nervoso Autônomo (SNA); (ii) ter sintomas gripais no dia da pesquisa; (iii) não ter concluído o ciclo vacinal das vacinas da COVID-19 [22] e (iv) ser diabético.

3.2 Procedimentos

3.2.1 Aparato experimental

Durante 60 dias, a pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília (UnB), localizado no campus Darcy Ribeiro. Os experimentos foram realizados pela manhã, das 9h às 12h, em uma sala cuja temperatura média foi mantida em 18 °C, com variação entre 17 e 19 °C, com o uso do ar-condicionado instalado na sala de realização do experimento. A iluminação artificial da sala foi desligada para reduzir a luminosidade, que foi monitorada por meio do luxímetro (modelo ITLD 260, fabricado pela INSTRUTEMP) [23]. Para o experimento, um violão clássico foi disponibilizado para uso voluntário[24] no entanto,

os participantes tiveram a opção de trazer o seu próprio violão, e todos optaram por utilizar seu próprio instrumento. Também foi disponibilizada uma estante de música, além de uma partitura com as peças a serem executadas, caso os voluntários precisassem consultar algum trecho das peças. Para uso do violonista, uma cadeira do tipo secretária fixa do tipo pé palito, com assento reto e acolchoado fino, foi alocada. Para apoio dos pés, um apoio de pé para violonista (modelo 6384 marca Dolphin) foi utilizado. A temperatura e a umidade na sala foram medidas com um termômetro e um medidor de umidade (modelo ITWTG2000, marca INSTRUTEMP) [23]. Para medir a temperatura da água fria, um termômetro digital de alta precisão (modelo 810-925, marca Aquarium Thermometer da Supplied Electronic Temperature Instruments Ltda) [25] foi utilizado. As ondas R-R da variabilidade da frequência cardíaca (Heart Rate Variability – HRV) foram medidas com o transmissor cardíaco (modelo H10, marca Polar) [26]. A pressão arterial foi monitorada com um esfigmomanômetro automático digital de braço (modelo HEM 7122, marca OMRON) [27]. Para filmar termo graficamente a temperatura das mãos do violonista, foi utilizada uma câmera termográfica compacta FLIR C5 - Wi-Fi (modelo C5, marca Teledyne FLIR) [28], fixada em um tripé 1,30 M telescópico (modelo profissional, SI-2111, marca BENRO) [29]. O sinal de variabilidade da frequência cardíaca foi captado com o telefone móvel Smartphone (modelo Galaxy A, marca Samsung), usando o aplicativo Helite HRV [30]. Para a realização de processos de segurança e higienização ao longo do experimento, foram utilizados álcool etílico hidratado 70%, toalha descartável e máscaras descartáveis N95. A água fria usada no método Cold Pressor Test (CPT) foi colocada em uma caixa plástica com geometria de 54,4 cm de comprimento x 33,8 cm de largura x 19,1 cm de altura, com um volume para 10,5 litros de água potável. Um pacote de três quilos (3kg) de gelo potável marca (Gelo Cristal em Cubos) foi utilizado para a obtenção da temperatura do CPT entre 3 e 5 °C. Para capturar as imagens termográficas da câmera, um Laptop (modelo Ideap 320, marca Lenovo) foi utilizado e as imagens foram transferidas para o mesmo via cabo USB e tratadas no software FLIR Thermal Studio starter [31].

3.2.2 Preparação do experimento

Para realizar o experimento, algumas etapas foram seguidas cuidadosamente para garantir a precisão dos resultados. Primeiramente, os dois aparelhos de ar-condicionado da sala foram ligados e ajustados para a temperatura alvo de 18 °C, com a temperatura monitorada via termômetro digital, e as lâmpadas foram desligadas. Em seguida, a cadeira para o voluntário foi posicionada próxima à parede e em frente a uma caixa plástica, que foi preenchida com 10,5

litros de água potável. Para tornar mais dinâmica a colocação e a retirada do pé do voluntário dentro da água gelada, a caixa foi colocada à frente da cadeira.

Para medir a temperatura da água, um termômetro foi fixado na borda da caixa com uma ventosa e o sensor foi colocado dentro da água. Para atingir a temperatura desejada de 0 a 5 °C, foram colocados três quilos de gelo potável dentro da caixa e a regulação da temperatura foi feita com a colocação gradual dos cubos de gelo.

Para monitorar a temperatura da mão do voluntário, uma câmera termográfica foi ligada e fixada em um tripé, com a mira apontada para a cadeira onde o voluntário se sentaria. Um cabo de comunicação USB foi conectado entre a câmera e um notebook para que os dados fossem gravados no software nativo de câmera do Windows.

Com essas etapas cuidadosamente seguidas, foi possível realizar o experimento com precisão e obter resultados confiáveis. Figura 3 Mostra os equipamentos usados na pesquisa de capô: caixa do CPT, camera termográfica, notebook, suporte de pé, cadeira, medidor cardíaco, caixa de máscaras descartáveis, e medidor de pressão sanguínea.

Figura 3 – Conjunto de equipamentos da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

3.2.3 Preparação dos voluntários

Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foi agendada e realizada uma reunião preliminar com cada voluntário. Nessa reunião, foi entregue a partitura correspondente aos dois testes realizados. Além disso, cada candidato recebeu um texto com explicações detalhadas sobre os dois protocolos experimentais. Durante a reunião, foi realizada uma explicação oral sobre os testes, e os voluntários tiveram a oportunidade de fazer perguntas e tirar dúvidas que surgiram. Dessa forma, a entrega das partituras e do texto explicativo, juntamente com a reunião preliminar, permitiu que os voluntários compreendessem plenamente os protocolos experimentais a serem executados nos testes. Isso é fundamental para garantir que os resultados dos testes sejam precisos e confiáveis.

O participante que se dispôs a fazer o teste foi devidamente orientado antes de sua chegada ao local. Ele recebeu instruções claras para comparecer vestido com roupas confortáveis, que permitissem a exposição do joelho até os pés. Além disso, em função da pandemia da COVID-19, foi informado que era obrigatório o uso de máscara durante toda a realização do teste. Outra orientação dada ao participante foi a de desligar o aparelho celular, a fim de evitar interrupções e distrações desnecessárias durante o processo de avaliação. Durante a preparação para o teste, o voluntário teve o transmissor cardíaco Polar H10 [26] colocado em seu corpo. A tira do transmissor foi colocada em volta do peito, abaixo dos músculos peitorais, e ajustada para ficar justa, porém confortável. O gancho foi preso à outra extremidade da tira. Todas essas medidas foram tomadas para garantir um processo de avaliação seguro e eficiente para o participante. Com as orientações seguidas corretamente, o teste pôde ser realizado com precisão e sem intercorrências. Figura 4 podemos observar o voluntário pronto para a coleta de dados, utilizando o monitor de variabilidade cardíaca Polar H10. Essa etapa é crucial para a realização de análises precisas e confiáveis da atividade cardíaca do indivíduo em estudo.

Figura 4 - Voluntario preparado para coleta de dados



Fonte: Autoria própria.

3.2.4 Teste com o uso de dedilhado intenso e com toque sem apoio

Ao adentrar a sala, o voluntário sentou-se na cadeira e recebeu o violão. Sua pressão arterial foi medida e registrada, enquanto a câmara termográfica foi direcionada para as costas da mão direita. Em seguida, o participante colocou o pé direito em uma caixa com água gelada, preparada para o Cold Pressor Test, e iniciou-se a gravação do sinal de variabilidade da frequência cardíaca com o aplicativo Elite HRV e a gravação da temperatura termográfica, via aplicativo.

Após três minutos com o pé dentro da caixa com água gelada, o participante retirou o pé da água gelada e iniciou o dedilhado sem apoio durante seis (6) minutos, executando o Estudo número 1 de Heitor Villa Lobos [32]. Ao término do tempo decorrido do teste, foi solicitado que o participante encerrasse a obra musical e sua pressão arterial foi aferida novamente. Os dados foram registrados nos apps Helite HRV e enviados por e-mail.

Para finalizar o teste, o instrumentista recebeu uma toalha para secar seus pés, enquanto o pesquisador conversou com o voluntário sobre os próximos passos e agradeceu sua colaboração. Em seguida, o set experimental foi esterilizado com pulverização de álcool etílico hidratado 70% e secado com toalha descartável.

3.2.5 Teste com dedilhado com baixa intensidade com toque com apoio

No teste de dedilhado com apoio e baixa intensidade, o participante entrou na sala já preparado para a atividade. Em seguida, sentou-se na cadeira designada para a execução da tarefa, recebeu o violão e teve a sua pressão arterial aferida e registrada.

A fim de monitorar a temperatura das costas da mão direita, a câmara termográfica foi direcionada para a região. Além disso, o participante foi solicitado a colocar o pé direito em uma caixa contendo água em baixa temperatura, preparada para o Cold Pressor Test.

Com o objetivo de avaliar a resposta autonômica do participante durante a atividade, iniciou-se a gravação do sinal de variabilidade da frequência cardíaca, por meio do aplicativo Elite HRV. Além disso, a temperatura termográfica também foi registrada por meio de outro aplicativo nativo do Windows.

Após três minutos, o voluntário retirou o pé direito da caixa com água gelada e deu início ao método de aquecimento com apoio e baixa mobilidade. O dedilhado com apoio foi realizado em um ritmo de oitenta batimentos por minuto, correspondendo ao limite inferior do andamento Andante. A atividade foi executada durante seis (6) minutos, seguindo a partitura ilustrada na Figura 5 este método, ilustrado nesta figura, tem como objetivo proporcionar um aquecimento adequado para os músicos antes de iniciarem uma apresentação. É composto por uma sequência de exercícios que, quando executados corretamente, preparam os músculos e as articulações dos membros superiores e inferiores para a atividade musical

corda 6 (E). E o exercício deverá prosseguir até que o ponto em que o dedo anelar da mão direita alcance, na corda 1, a nota mais aguda da região do braço do violão que está fora da região do corpo do violão, próximo à região do tróculo. Após esse ponto, o voluntário deverá repetir o mesmo procedimento, desde o início, sucessivamente, até o final do tempo do aquecimento. O andamento da execução é de 60 batimentos por minuto, que é o limite inferior do andamento.

Em relação ao dedo da mão esquerda, o executante executará um vibrato com frequência em torno de 4 – 5 Hz e baixa intensidade. A Figura 6 Mostra a imagem termográfica do voluntario. A temperatura de 27,7 °C das costas da mão direita e a temperatura da água do CPT com 4,9 °C, todas as temperaturas captadas pela camera termográfica Flir C5. As faixas de temperaturas mostradas na lateral das imagens de 4,6 a 33,9 °C são as médias das medidas das duas miras termográficas do Temp. do CPT e Temp. das costas da mão.

Figura 6 - Imagem termográfica do voluntario.



Fonte: Autoria própria

Os vídeos termográficos são captados pela câmera termográfica C5 como uma emissividade, segundo Togawa, o que é mais adequado para se medir a pele de 0.98 ± 0.01 [33]

e enviadas para o computador via cabo USB e tratados pelo software Flir Thermal Studio, o tratamento consistem em ajustar o ponto da captura da temperatura[28] e salvar para serem acompanhadas quadro a quadro no software Clipchamp[34].

3.3 Análise de dados

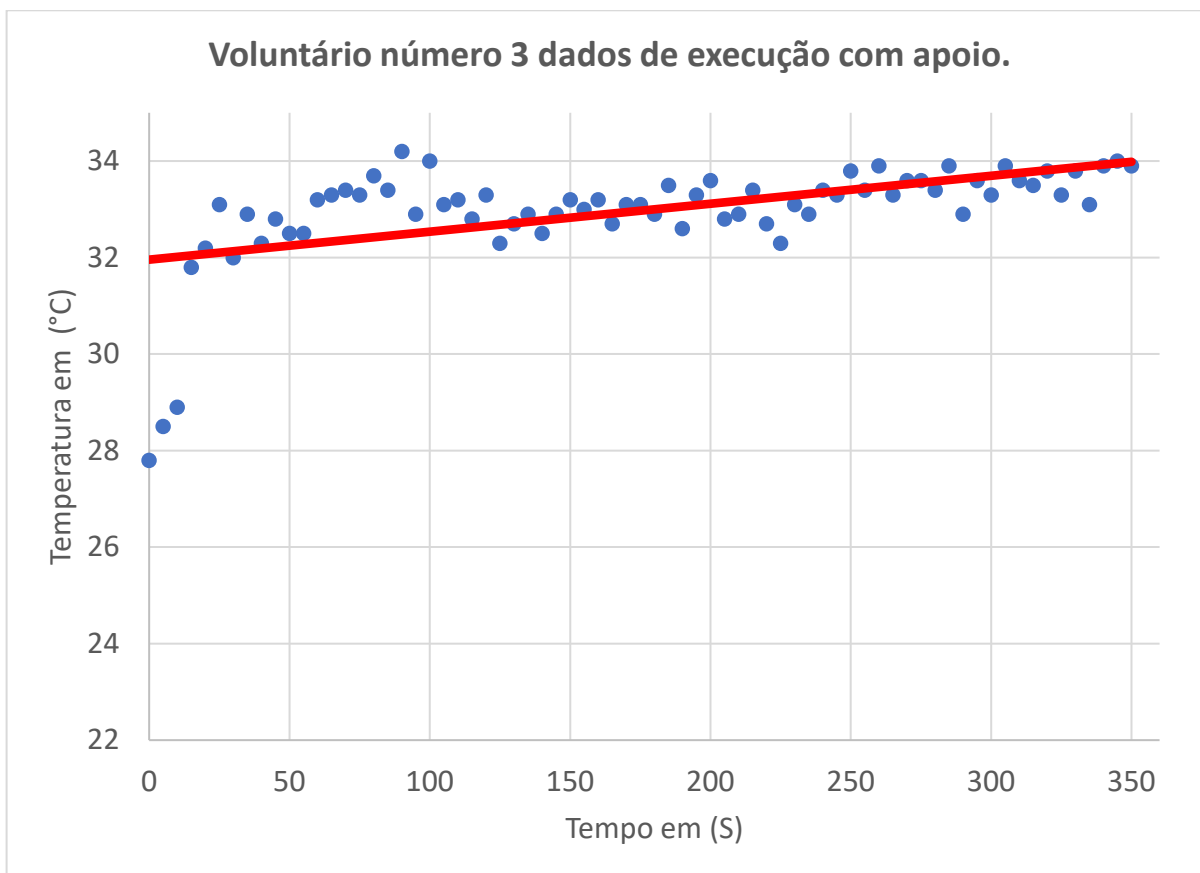
3.3.1 Análise dos dados da temperatura

Para analisar a temperatura na parte das costas da mão direita dos voluntários por meio de termografia, foram realizadas duas coletas de temperatura na mão direita dos voluntários para cada um dos dois protocolos de aquecimento testados. Foram utilizados vídeos para registrar as temperaturas, cada um com duração de seis minutos e imagens em pseudo-cor que codificam o mapa de temperatura das costas da mão. As imagens foram gravadas utilizando a câmera FLIR C5, com ajuste de emissividade de 0,98, uma distância de dois metros entre a câmera e o voluntário, e uma umidade relativa de 33%.

Cada vídeo foi analisado com o software Clipchamp, nativo do Microsoft 365, que permitiu a gravação da temperatura a cada cinco segundos, resultando em um total de 72 medições para cada execução das peças, tanto com apoio quanto sem apoio. Foram observadas variações de temperatura no campo de temperatura no centro da câmera, com medições feitas em um ponto fixo na mão do violinista, localizado aproximadamente no ponto central da região entre os músculos lumbricais II e III da mão direita, que fica aproximadamente no meio do metacarpo do dedo médio (Figuras 1 e 2).

Dessa forma, foi realizada a estimativa da temperatura no ponto descrito a cada cinco segundos por um período de aproximadamente seis minutos, totalizando cerca de 72 medições. Foi necessário descartar as primeiras amostras em alguns casos para garantir a estabilidade dos dados devido à instabilidade da medição no período inicial, resultando em um conjunto de dados mais confiável para cada voluntário, em que um exemplo de medida é mostrado na Figura 7 - das medições de temperatura realizadas ao longo de seis minutos, com medições feitas a cada 5 segundos para o voluntário número 3. Para cada voluntário, quando houve uma discrepância no comportamento do período inicial devido a alguma instabilidade na medição, as primeiras amostras foram descartadas, formando um conjunto de dados mais estável. Por fim, foi calculada a regra de regressão que melhor aproxima a variação da temperatura, juntamente com seu respectivo coeficiente de inclinação.

Figura 7 - Temperatura em função do tempo



Fonte: Autoria própria.

O próximo passo na análise da variação de temperatura entre os dois modelos de aquecimento foi identificar quaisquer diferenças em seu comportamento. O valor p para cada conjunto de medições foi calculado utilizando o teste de Shapiro-Wilk para determinar se o uso de um modelo paramétrico (teste t de Student) para teste de hipótese era apropriado. Se o valor p fosse maior que 0,05, a hipótese nula não poderia ser rejeitada, e o teste t de Student era utilizado. Se o valor p fosse menor que 0,05, o teste de Wilcoxon (não paramétrico) era utilizado.

As inclinações das linhas retas de melhor ajuste para as curvas de aquecimento dos dois exercícios foram comparadas utilizando um teste estatístico para determinar se havia diferenças significativas entre elas, se o teste de Shapiro-Wilk indicasse que um teste paramétrico era apropriado, era realizado um teste t pareado de Student. Caso contrário, era utilizado um teste de Wilcoxon pareado. A significância estatística foi determinada por um valor p menor que 0,05.

Se for encontrada uma diferença estatisticamente significativa, a diferença foi quantificada calculando os valores médios das inclinações e estimando o coeficiente de Cohen's

d para determinar o tamanho do efeito. O tamanho do efeito fornece uma medida da magnitude da diferença entre os dois grupos e é interpretado como pequeno, médio ou grande com base nos seguintes critérios: $d = 0,2$ é considerado um efeito pequeno, $d = 0,5$ é considerado um efeito médio e $d = 0,8$ é considerado um efeito grande.

3.3.2 Análise dos dados de HRV

Os dados do sinal de HRV foram, para cada voluntário, coletados e armazenados por meio de um dispositivo Polar durante os dois exercícios de aquecimento, com os instantes de ocorrência das ondas R sendo registrados. O software Elite HRV foi utilizado para capturar os dados cardíacos via conexão Bluetooth. A análise dos dados de HRV foi realizada posteriormente utilizando a aplicação padrão Kubios HRV [35].

O software Elite HRV foi utilizado para capturar os dados cardíacos via conexão Bluetooth, devido à sua capacidade de fornecer medições precisas e confiáveis. Os dados de HRV foram analisados posteriormente utilizando a aplicação padrão Kubios HRV, que é um pacote de software amplamente utilizado para analisar dados de HRV. Kubios HRV foi escolhido por sua capacidade de calcular uma ampla gama de métricas de HRV, incluindo RMSSD, média de frequência cardíaca e índice de PNS, além de sua facilidade de uso e capacidades robustas de análise estatística.

No processo de análise, os dados de HRV foram enviados para o software Kubios HRV para obter os dados dos voluntários. Quatro relatórios foram gerados: (i) monitoramento do processo de coleta de dados, incluindo a colocação do pé do voluntário em água fria para o primeiro teste, (ii) monitoramento da execução do exercício sem suporte, (iii) monitoramento da colocação do pé do voluntário em água fria para o segundo teste e (iv) monitoramento da execução do exercício com suporte. Os relatórios foram gerados após a conclusão dos exercícios de aquecimento, e a análise dos dados foi realizada posteriormente.

Quatro variáveis, todas diretamente relacionadas ao sistema nervoso autônomo parassimpático, foram objeto de nossa análise. Essas variáveis são descritas a seguir.

RMSSD (*Root Mean Square of Successive Differences*), uma métrica que reflete a variabilidade de curto prazo e é uma representação direta da atividade parassimpática.

Média da frequência cardíaca, uma medida que representa o equilíbrio geral do sistema nervoso autônomo, demonstrando a interação e a cooperação entre os ramos simpático e parassimpático.

SD1%, um valor que indica a variabilidade dos intervalos entre batimentos cardíacos adjacentes e que, assim como o RMSSD, evidencia a influência do sistema nervoso parassimpático na frequência cardíaca.

Finalmente, através do Plot de Poincaré de variabilidade de curto prazo, obtemos a estimação do índice de PNS. Este índice é um indicador preciso da atividade do sistema nervoso parassimpático.

Cada uma dessas variáveis fornece uma visão específica e informativa da função parassimpática, permitindo uma compreensão abrangente e aprofundada do sistema nervoso autônomo parassimpático em ação.

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Dependendo dos resultados, foram empregados diferentes testes estatísticos. Caso os dados seguissem uma distribuição normal, foi aplicado o teste t de Student pareado. Em contrapartida, para dados que não seguiam a normalidade, optou-se pelo teste de Wilcoxon pareado. Em ambos os casos, o nível de significância adotado foi de $p=0,05$.

Após a realização dos testes estatísticos, nos casos em que a significância foi alcançada, procedeu-se à estimativa do tamanho do efeito das diferenças por meio do coeficiente “Cohen's D”. Essa medida expressa a diferença entre duas médias em unidades padronizadas. A título de orientação, um Cohen's D de 0,2 é interpretado como um efeito pequeno, 0,5 como um efeito médio e 0,8 como um efeito grande.

Além da magnitude do efeito, também avaliamos a mudança percentual de cada índice usando a fórmula $((\text{resultado final} - \text{resultado inicial}) / \text{resultado inicial}) * 100$. Esse cálculo resulta em uma porcentagem que indica a magnitude da mudança em um determinado indicador em comparação com a medição anterior. Nessa perspectiva, um resultado positivo sugere um aumento, enquanto um resultado negativo aponta uma diminuição.

3.3.3 Análise dos dados da pressão arterial (PA).

Os dados referentes à pressão arterial foram coletados manualmente pelos pesquisadores e devidamente registrados no Excel para posterior análise. O processamento estatístico dos dados foi conduzido por meio do aplicativo online gratuito Statistics Kingdom. Inicialmente, realizamos o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados, considerando uma distribuição normal quando $p > 0,05$. Para comparar os dados entre diferentes momentos, optou-se pelo Teste T pareado, adotando como significância estatística um valor de $p < 0,05$.

Os resultados oriundos dos testes estatísticos, bem como os cálculos relativos ao tamanho do efeito e às mudanças percentuais de todos os experimentos, são apresentados na próxima seção.

4. Resultados

4.1 Voluntários

O estudo foi realizado entre os meses de outubro a dezembro de 2022. Apesar das tentativas de recrutar estudantes universitários de ambos os sexos que tocam violão acústico, o número de voluntários que concordaram em participar ficou aquém do esperado. Neste estudo, os participantes foram restritos a um grupo específico que atendeu aos nossos critérios de inclusão, resultando em uma amostra composta por nove homens. Adicionalmente, conseguimos recrutar apenas violonistas destros especializados em violão acústico, que foram capazes de realizar ambos os procedimentos de aquecimento, em particular o que envolve o Estudo para Violão Acústico nº 1 de Villa-Lobos, com um padrão de desempenho adequado. A habilidade de cada estudante na execução do Estudo foi avaliada por um professor de violão acústico da Universidade de Brasília. O tamanho da amostra foi determinado com base na disponibilidade de recrutar participantes dentro do prazo do estudo e levando em conta as limitações de recursos. Embora o tamanho reduzido da amostra possa limitar a generalização dos resultados, o estudo oferece insights valiosos sobre o impacto de diferentes exercícios de aquecimento na variabilidade da frequência cardíaca (HRV) para essa população específica.

Participaram do estudo um total de nove voluntários do sexo masculino, com idade média de $(27,2 \pm 10,5)$ anos, altura média de $(176,9 \pm 6,1)$ cm, peso médio de $(70,7 \pm 10,3)$ kg e experiência média de $(10,0 \pm 4,2)$ anos em tocar violão acústico. Para estimar o nível de habilidade dos participantes, recorreu-se a uma escala internacional de proficiência padrão para violonistas acústicos, conhecida como "RCM (*Royal Conservatory of Music*) Guitar Syllabus". Esta escala é amplamente reconhecida e utilizada para avaliar o grau de habilidade técnica e musical dos violonistas. Seguindo esta escala, três dos nove participantes foram classificados como nível 8, três como nível 7 e dois como nível 6.

4.2 Medições de temperatura

Como descrito na seção de materiais e métodos, as curvas de variação de temperatura no ponto de referência definido, nas costas da mão direita, ao longo das duas rotinas de aquecimento foram estudadas, e, quando necessário, a seção inicial foi recortada, quando

necessário. Para cada sinal, uma reta de regressão foi calculada. A inclinação da reta de regressão ($\Delta y/\Delta x$) foi utilizada para quantificar a taxa de aquecimento de cada modalidade, e essas inclinações são apresentadas na Tabela 1 apresenta as inclinações das retas de cada temperatura da mão em função do tempo. Os valores obtidos são importantes para a análise do comportamento térmico das mãos ao longo do tempo e podem fornecer informações relevantes para a compreensão de possíveis alterações térmicas em diferentes situações, e estão representados em forma gráfica no Gráfico 2.

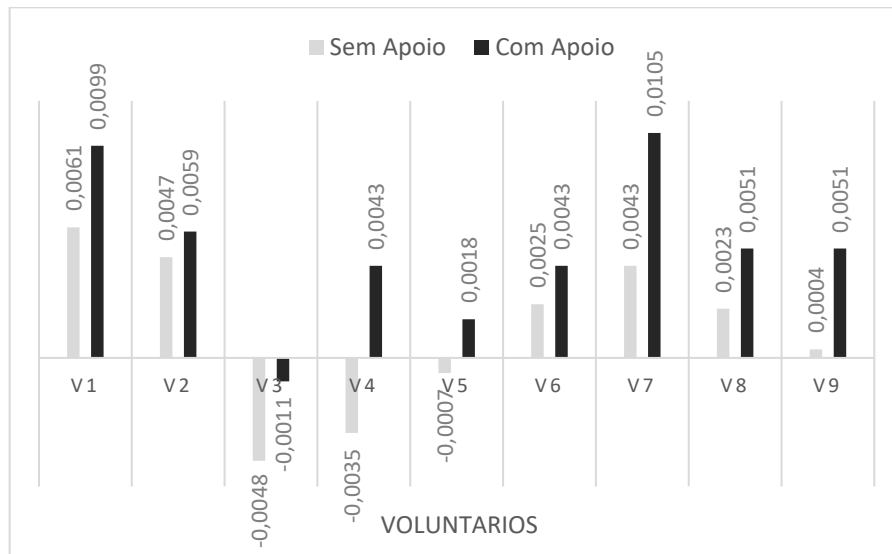
Tabela 1 - Resultado das inclinações das retas das temperaturas.

Voluntário	Inclinação (sem apoio) $\times(10^{-3})^{\circ}\text{C}$	Inclinação (com apoio) $\times(10^{-3})^{\circ}\text{C}$
1	6,1	9,9
2	4,7	5,9
3	4,8	-1,1
4	-3,5	4,3
5	-0,7	1,8
6	2,5	4,3
7	4,3	10,5
8	2,3	5,1
9	0,4	5,1

Fonte: Autoria própria.

A Figura 8 apresenta as inclinações da reta dos dedilhados com e sem apoio, demonstrando que todas as inclinações aumentam no dedilhado com apoio. Esses resultados sugerem que a utilização do apoio pode contribuir para uma execução mais eficiente da técnica instrumental, reduzindo o estresse térmico nas regiões de contato entre os dedos dos músicos e o instrumento.

Figura 8 - Inclinações da reta dos dedilhados com e sem apoio.



Fonte: Autoria própria

O estudo conduzido pelo autor teve como objetivo comparar as taxas de aquecimento de duas técnicas de aquecimento diferentes. Para isso, utilizou-se um teste t pareado para avaliar se havia uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos. Antes de realizar o teste t, foi feito um teste Shapiro-Wilk para confirmar a distribuição normal dos dados, com um valor de p resultante de 0,7296, indicando que os dados estavam normalmente distribuídos. O teste t pareado revelou uma diferença significativa entre as taxas de aquecimento das duas técnicas, com um valor de p de 0,0006311. O valor médio de inclinação para a técnica leve "sem suporte" foi encontrado como 0,0113 °C/s, enquanto para a técnica de aquecimento vigoroso foi de 0,0458 °C/s, indicando uma diferença de 0,0440 °C/s. Para determinar o tamanho do efeito da diferença, o coeficiente de Cohen d foi calculado e resultou em um valor estimado de $d=1,81$, o que indica um efeito grande. Portanto, neste grupo de nove participantes, a técnica leve de aquecimento com suporte apresentou um desempenho significativamente melhor do que a técnica de aquecimento vigoroso sem suporte.

O autor examinou a possibilidade de resultados ineficazes ou contraproducentes, como aumento lento de temperatura ou resfriamento em vez de aquecimento, ao utilizar a rotina vigorosa de aquecimento. Os dados revelaram que três dos nove participantes apresentaram uma inclinação negativa, indicando resfriamento, enquanto um apresentou um valor quase nulo. Os cinco participantes restantes mostraram uma taxa crescente positiva. No entanto, o teste t pareado ainda demonstrou que a rotina leve de aquecimento sem suporte foi mais eficaz.

Além disso, um teste t de amostra única foi realizado para avaliar ainda mais a eficácia da rotina leve. O teste Shapiro-Wilk resultou em um valor p de $p = 0,739$, enquanto o teste t resultou em um valor p de $0,3417$, indicando nenhuma diferença estatisticamente significativa na taxa de aquecimento entre os dois grupos. No entanto, a rotina leve de aquecimento com suporte mostrou um aquecimento estatisticamente significativo, com um valor p de $0,002816$ no teste t e $0,6095$ no teste Shapiro-Wilk e um alto tamanho de efeito de $d=1,42$, que é um tamanho de efeito alto. Uma discussão mais aprofundada sobre os resultados está apresentada na próxima seção (Discussão).

Os principais resultados, descritos acima, em relação às medidas de temperatura efetuadas estão sumarizadas a seguir.

- 1) Os testes de Shapiro-Wilk confirmaram que os dados para cada tipo de aquecimento e para as diferenças (teste t pareado) apresentavam distribuição normal, permitindo assim a aplicação de testes paramétricos.
- 2) O teste t pareado mostrou uma diferença estatisticamente significativa entre as taxas de aquecimento de duas técnicas diferentes, com um valor de $p=0,0006311$.
- 3) O coeficiente d de Cohen calculado foi $d=1,81$, indicando um efeito grande. Isso sugere que a diferença entre as técnicas de aquecimento não foi apenas estatisticamente significativa, mas também de grande magnitude prática.
- 4) No entanto, a rotina de aquecimento vigoroso foi ineficaz ou contraproducente para alguns participantes, resultando em resfriamento ao invés de aquecimento.
- 5) Os testes t de amostra única mostraram que, embora a rotina de aquecimento vigoroso não tenha apresentado um aumento estatisticamente significativo na taxa de aquecimento em relação ao valor nulo, a rotina de aquecimento leve resultou em um aquecimento estatisticamente significativo.
- 6) O resultado do teste t para a rotina de aquecimento leve, combinado com o tamanho de efeito alto ($d=1,42$), reforçou a conclusão de que a rotina de aquecimento leve e com suporte foi mais eficaz no aquecimento do que a rotina de aquecimento vigoroso com suporte.

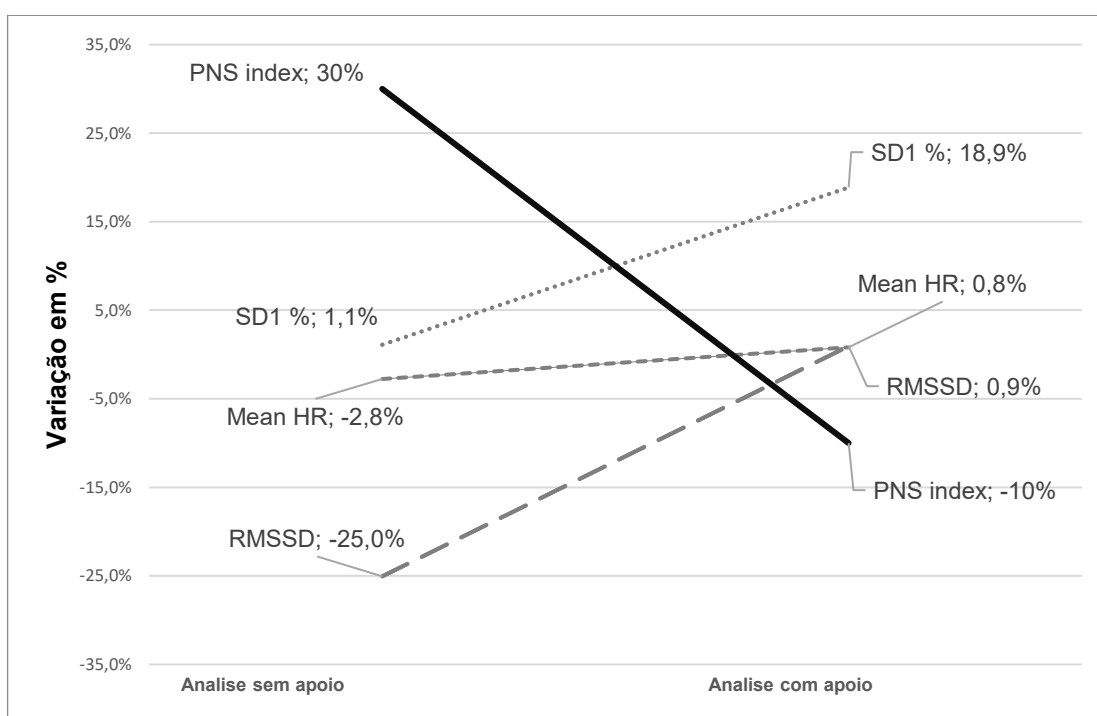
Os resultados obtidos destacam a importância de considerar diferentes técnicas de aquecimento para obter resultados ótimos, e a necessidade de investigações adicionais para entender melhor por que algumas técnicas de aquecimento podem ser contraproducentes para certos indivíduos.

Esses resultados fornecem resultados valiosos sobre o impacto de diferentes exercícios de aquecimento na HRV em guitarristas acústicos do sexo masculino. Os autores reconhecem o pequeno tamanho da amostra como uma limitação, o que pode, como já afirmado, limitar a generalização dos resultados. No entanto, o estudo ainda fornece descobertas importantes que podem informar futuras pesquisas e práticas de aquecimento nessa população. O próximo capítulo apresentará uma discussão sobre esses resultados.

4.3 Análise dos Resultados das Medições Associadas à Variabilidade da Frequência Cardíaca (*Heart Rate Variability – HRV*)

A Figura 9 apresenta os resultados das variáveis de variabilidade da frequência cardíaca (heart rate variability – HRV), que se referem ao sistema autônomo parassimpático. As variáveis SD1%, e RMSSD indicam um aumento da atividade do sistema vagal, que promove alta variabilidade do intervalo RR. A variável Mean HR teve um aumento muito pequeno. Por outro lado, a variável PNS index apresentou uma diminuição no aquecimento leve e com apoio. Esses resultados sugerem que o uso do apoio pode contribuir para a modulação da atividade autonômica cardíaca, promovendo uma resposta mais equilibrada do sistema cardiovascular.

Figura 9 - Variáveis da variabilidade ligadas ao sistema autônomo parassimpático.



Fonte: Autoria própria.

No lado esquerdo do Gráfico 3, são apresentados os dados relativos ao crescimento percentual das médias dos seguintes índices PNS Index, SD1 %, Mean HR e RMSSD. Esses índices foram calculados da seguinte forma: se M1 é o valor médio do índice (média de todos os voluntários) antes do início da rotina de aquecimento testada, e se M2 é o valor médio do índice (média de todos os voluntários) após o final da mesma rotina, então o aumento percentual. E um aumento percentual negativo, por exemplo, -15%, significa uma diminuição de 15%.

Dessa forma, os aumentos percentuais dos índices PNS Index, SD1 %, Mean HR e RMSSD foram, respectivamente, 30%, 1,1%, -2,8% e -25%. Dessa forma, o aquecimento com o uso do Estudo no. 1, de Villa-Lobos levou a um aumento alto do PNS Index, a um pequeno aumento do índice SD1 %, a uma diminuição baixa do índice Mean HR; e a uma grande diminuição do índice RMSSD.

O mesmo cálculo foi feito para resultados associados ao aquecimento proposto pelo Professor Grilo, e os resultados são mostrados na parte direita do Gráfico 3. Essa modalidade de aquecimento levou aos seguintes aumentos percentuais dos índices PNS Index, SD1 %, Mean HR e RMSSD, respectivamente, -10%, 18,9%, 0,8% e 0,9%. Dessa forma, essa modalidade levou a diminuição relativamente alta do PNS Index, a um grande aumento do índice SD1 % e a pequenos aumentos nos índices Mean HR e RMSSD.

Dessa forma, houve, entre os dois procedimentos de aquecimento, claras diferenças no comportamento dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo, que são discutidas a seguir, e no capítulo de discussão.

Para o caso do aquecimento vigoroso e sem apoio, a análise dos índices calculados pelo software Kubios nos permite fazer algumas inferências sobre a dinâmica do sistema nervoso autônomo (SNA) após o exercício de aquecimento, que foi precedido por um (CPT).

O aumento de 30% no PNS Index sugere um aumento na atividade do sistema nervoso parassimpático (SNP) durante a rotina de aquecimento. O sistema nervoso parassimpático (SNP) é responsável pelo controle das funções de "descanso e digestão", como a desaceleração da frequência cardíaca e a promoção do relaxamento muscular. Este aumento no PNS Index após o exercício de aquecimento pode indicar que o corpo está voltando a um estado de repouso e recuperação após a resposta ao estresse do CPT.

O pequeno aumento de 1,1% na SD1% é uma medida da variabilidade de curto prazo da frequência cardíaca. Um valor mais alto geralmente indica maior atividade parassimpática.

No entanto, um aumento de 1,1% é relativamente pequeno e pode não ser clinicamente significativo.

A diminuição de 2,8% na média da frequência cardíaca é um indicador de uma diminuição na taxa cardíaca geral durante o exercício de aquecimento, o que, embora a alteração tenha sido não muito forte, é consistente com um aumento na atividade do sistema parassimpático.

A diminuição de 25% no RMSSD, que é um indicador da variabilidade da frequência cardíaca de curto prazo e um reflexo da atividade parassimpática, é um pouco surpreendente dado o aumento no PNS Index. No entanto, este resultado pode ser influenciado por vários fatores, incluindo a resposta individual do participante ao CPT e ao exercício de aquecimento. Uma diminuição no RMSSD pode indicar uma redução na atividade parassimpática, ou um aumento relativo na atividade simpática.

Em resumo, os resultados sugerem que o exercício de aquecimento, após o estresse do CPT, resultou em um retorno ao equilíbrio do SNA, com um aumento aparente na atividade do sistema nervoso parassimpático. No entanto, o decréscimo no RMSSD sugere que o equilíbrio autonômico pode estar ainda em processo de ajuste após o estresse inicial do CPT. As diferenças nos resultados dos índices podem ser devidas a variações individuais na resposta ao estresse e à recuperação, ou a especificidades da dinâmica entre os componentes do SNA durante a realização do exercício de aquecimento no violão.

Agora, apresentamos uma análise dos resultados relacionados ao aquecimento com o método proposto pelo Professor Grilo.

A diminuição de 10% no PNS Index indica uma redução na atividade do sistema nervoso parassimpático (SNP) durante a rotina de aquecimento. O SNP, responsável pelo controle das funções de "descanso e digestão", como a desaceleração da frequência cardíaca e o relaxamento muscular, parece ter reduzido sua atividade. Esta diminuição pode indicar que o corpo ainda está respondendo ao estresse do CPT ou que a segunda rotina de aquecimento teve um efeito diferente no SNA do que a primeira.

O aumento de 18,9% na SD1% é uma medida da variabilidade de curto prazo da frequência cardíaca. Uma maior variação geralmente indica maior atividade parassimpática. Neste caso, o aumento significativo na SD1% pode sugerir um aumento na atividade parassimpática, o que parece estar em contradição com a diminuição observada no PNS Index. Isso poderia ser explicado pela possibilidade de que a SD1% esteja sendo influenciada por outros fatores além do SNP.

O aumento de 0,8% na média da frequência cardíaca indica um pequeno aumento na taxa cardíaca geral durante o exercício de aquecimento, o que é consistente com uma redução na atividade do sistema parassimpático.

O aumento de 0,9% no RMSSD, um indicador da variabilidade da frequência cardíaca de curto prazo e reflexo da atividade parassimpática, é modesto e pode não ser clinicamente significativo. No entanto, um aumento no RMSSD geralmente sugere um aumento na atividade parassimpática.

Em resumo, os resultados sugerem que o segundo exercício de aquecimento, após o estresse do CPT, resultou em uma dinâmica complexa do SNA. As diferenças observadas entre o PNS Index e a SD1% podem refletir uma tensão entre a resposta ao estresse e a recuperação, enquanto a média da frequência cardíaca e o RMSSD sugerem uma atividade parassimpática marginalmente aumentada ou inalterada. As variações individuais na resposta ao estresse e à recuperação, bem como as especificidades da dinâmica do SNA durante a execução do exercício de aquecimento no violão, poderiam explicar essas diferenças.

A seguir, serão tecidas considerações sobre a comparação, do ponto de vista do SNA, entre os dois métodos. As diferenças nos resultados entre os dois métodos de aquecimento podem ser discutidas considerando o comportamento das subdivisões do sistema nervoso autônomo (SNA), especificamente o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP).

Inicialmente, ambos os testes foram precedidos por um "cold pressor test" (CPT), que induz uma resposta aguda do SNS, com liberação de catecolaminas e aumento da frequência cardíaca. A reação ao CPT provavelmente persistiu durante os exercícios de aquecimento, influenciando a dinâmica do SNA e a resposta térmica dos dedos.

No primeiro método de aquecimento, o aumento do índice do SNP (PNS Index) e a diminuição dos índices Mean HR e RMSSD sugerem um aumento na atividade parassimpática, o que poderia ser interpretado como uma resposta de relaxamento após o estresse do CPT. No entanto, a temperatura dos dedos não aumentou tanto quanto se esperava, o que sugere que esse método de aquecimento pode não ter estimulado suficientemente o fluxo sanguíneo periférico para os dedos, limitando assim a eficácia do aquecimento.

No segundo método de aquecimento, apesar da diminuição do PNS Index, houve um aumento significativo na SD1% e uma ligeira elevação no RMSSD e na Mean HR, indicando uma complexa interação entre o SNS e o SNP. A maior elevação da temperatura nos dedos durante este método sugere um aumento no fluxo sanguíneo para os dedos, provavelmente

induzido por uma maior ativação do SNS, resultando em um aquecimento mais eficaz. Esse resultado poderia ser devido à natureza do segundo método de aquecimento, que pode ter exigido maior esforço ou atenção, provocando uma resposta simpática mais pronunciada.

Em resumo, embora ambos os métodos de aquecimento tenham induzido respostas distintas do SNA, o segundo método parece ter sido mais eficaz em aumentar o fluxo sanguíneo para os dedos e promover o aquecimento. Esses achados destacam a importância de levar em consideração a interação entre o SNS e o SNP durante a concepção e implementação de métodos de aquecimento para músicos, bem como a necessidade de considerar as respostas individuais ao estresse e à recuperação.

4.4 Medições da Pressão Arterial

Quanto à análise dos dados da HRV, somente a variável Stress Index, durante o momento estressor, demonstrou um afastamento significativo da normalidade ($p = 0,009$) diante do teste de Shapiro-Wilk, e nas demais variáveis não demonstraram afastamento significativo da normalidade ($p > 0,05$), dados estes demonstrados na tabela 2. Ao se comparar os momentos (estressor e pós teste) as variáveis RMSSD, Mean HR e SNS index indicaram uma diferença pequena e não significativa entre os momentos ($p = 0,856; 0,873; 0,498$; respectivamente), e as variáveis SD2, SD1, LF, Stress Index apresentaram uma grande diferença significativa entre antes e o depois ($p < 0,001; < 0,001; 0,030; 0,031$; respectivamente), Tabela 2 Abreviações: DP: desvio padrão; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo; Mean HR: média da frequência cardíaca; Stress Index: índice de estresse; SNS index: índice do Sistema Nervoso Simpático; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. *Valor de $p < 0,05$.

Tabela 2 - Variabilidade da Frequência Cardíaca e da Pressão Arterial, durante e pós-teste.

Variáveis	Média e Desvio padrão		Valor de p
	Durante o teste	Pós-teste	
RMSSD	34,2 ± 15	34,4 ± 14,9	0,856
Mean HR	83 ± 10,8	82 ± 11,9	0,873
Stress Index	11,7 ± 5,3	12,9 ± 4,3	0,031*
SNS index	1,7 ± 1,2	1,8 ± 1,1	0,498
PAS	122,2 ± 7,8	119 ± 9,5	0,246
PAD	76,8 ± 4,7	76,6 ± 6,5	0,834

Fonte: Autoria própria.

Os dados sobre a PA, não demonstraram um afastamento significativo da normalidade a partir do teste de Shapiro Wilk ($p > 0,05$). Ao se comparar os momentos, durante e após o teste, os dados apresentaram uma pequena diferença, não significativa ($p > 0,05$), contudo, apesar da análise estatística não demonstrar nível de significância, houve diferença entre os momentos analisados tabela 2. Ressalta-se que, a mínima ou nenhuma diferença entre os dados de PAD era esperada, pois a variação desta ocorre em momentos e condições específicos.

4.5 Discussão

Neste estudo, examinamos o impacto das técnicas de aquecimento leve versus vigoroso no desempenho de guitarristas acústicos. Os objetivos específicos foram (i) observar a ocorrência de ineficácia em rotinas intensas com trastes "sem suporte" e (ii) comparar a eficácia de duas rotinas específicas, uma vigorosa e "sem suporte", e outra "leve e com suporte".

Para observar a possível ineficácia de uma técnica de aquecimento, escolhemos uma técnica específica que um dos coautores observou, ao longo das décadas, pode ser ineficaz em algumas condições. Assim, escolhemos uma técnica que inclui um aquecimento intenso (Estudo nº 1 de H. Villa-Lobos) usando trastes (são responsáveis pela diminuição do comprimento efetivo da corda, fração da corda que realmente vibra) "sem suporte". Além disso, essa condição geralmente incluía a ocorrência de temperatura ambiente abaixo da temperatura ambiente padrão. Finalmente, o aquecimento ineficaz acontecia principalmente em situações associadas a alta ansiedade ou estresse. Portanto, o procedimento de aquecimento vigoroso proposto incluiu o uso do Estudo nº 1 de Villa-Lobos, tocado em uma temperatura ambiente

relativamente fria e reproduzível, e tocado em uma situação estressante. Como é difícil eliciar estresse reproduzível na prática, optamos por usar uma versão adaptada da técnica do pressor frio, que tem sido amplamente usada para eliciar uma forte resposta do ramo simpático do sistema nervoso (veja as referências).

Realizamos testes com nove voluntários e estimamos a taxa geral de aumento de temperatura para cada participante. Como apontado na seção Resultados, três dos nove participantes tiveram declives negativos e um participante teve um declive quase nulo; portanto, apenas cinco indivíduos tiveram aumento. A inclinação média desse grupo foi de $0,0113 \text{ }^\circ\text{C/s}$. Embora a média fosse positiva, verificações adicionais deveriam ser realizadas para verificar a significância estatística desse resultado. O teste de normalidade que foi realizado com este conjunto de nove inclinações sugeriu o uso de um teste paramétrico ($p = 0,739$), e o teste t de uma amostra levou a um resultado de $p = 0,3417$, indicando que os testes não puderam demonstrar a eficácia dessa modalidade de aquecimento. O tamanho do efeito estimado foi $d = 0,34$, o que é considerado um efeito pequeno. Assim, os resultados deste estudo inicial sugerem que essa modalidade específica de aquecimento pode apresentar algumas limitações. No entanto, é essencial salientar que, embora este resultado aponte para um possível fato relevante, mais estudos devem ser realizados para avaliar melhor o alcance dessa descoberta.

Os mesmos testes foram realizados ao usar o aquecimento vigoroso "com suporte" com os mesmos nove voluntários. Nos resultados, apenas um participante apresentou uma inclinação ligeiramente negativa ($-0,0011 \text{ }^\circ\text{C/s}$); no entanto, deve-se observar que, no aquecimento vigoroso, o mesmo voluntário também teve uma inclinação negativa com um módulo muito maior ($-0,0048 \text{ }^\circ\text{C/s}$). Os testes de normalidade sugeriram o uso do teste t ($p = 0,6095$). O resultado do teste t ($p = 0,002816$) sugeriu que houve uma taxa de aquecimento estatisticamente significativa no grupo. Além disso, o tamanho do efeito ($d = 1,42$) é consideravelmente alto. Assim, esses resultados sugerem fortemente que esta modalidade de aquecimento tem um bom potencial para aplicações.

Um ponto interessante para trabalhos futuros é que uma das rotinas de aquecimento combinou intensidade vigorosa com a técnica "sem suporte" de dedilhado, e uma possível questão seria estimar quanto cada uma dessas características contribui para o desempenho da rotina. A mesma consideração se aplica à outra rotina testada, que combinou intensidade leve com a técnica "com suporte" de dedilhado.

Outra abordagem possível para trabalhos futuros seria explorar diferentes combinações de intensidade e estilo de dedilhado; por exemplo, tentar combinar inicialmente um toque leve

com um aumento gradual (ou repentino) da intensidade, ou explorar combinações de diferentes estilos de dedilhado.

Outra questão que poderia ser possivelmente aberta por este estudo seria a busca pelas causas subjacentes desse comportamento aparentemente contraditório. Algumas especulações poderiam ser feitas para estudos futuros, como exemplificado a seguir.

Talvez uma causa para a ineficácia da rotina leve "com suporte" possa ser parcialmente devida a fenômenos de transferência de calor associados à atividade de dedilhado. Na reprodução vigorosa com a mão direita, o coeficiente de convecção, especialmente em temperaturas ambiente baixas, pode aumentar a ponto de resfriar mais os dedos. O fato de os dedos serem mais finos e terem, proporcionalmente, áreas maiores em comparação com outras partes do corpo pode aumentar a quantidade de transferência de calor, e os dedos podem se comportar de maneiras análogas às aletas usadas em dissipadores de calor para resfriar dispositivos eletrônicos. Modelos computacionais podem indicar se esse fator pode ser relevante para o aquecimento ineficaz, e se um dos fatores para essa ineficácia é o aumento na transferência de calor devido ao aumento da velocidade e ao consequente aumento na troca de calor por convecção.

Além disso, a resposta de "luta ou fuga" pode aumentar a sudorese, auxiliando nessas ações ao evitar o superaquecimento do corpo, entre outras coisas. No entanto, o aumento do suor nas mãos também poderia causar o resfriamento indesejado (para guitarristas) das mãos.

Assim, as respostas do sistema nervoso podem desempenhar um papel fundamental na ineficácia das rotinas de aquecimento em cenários específicos. Nesse caso, o estado psicológico dos guitarristas pode ser um fator-chave. Essa hipótese pode levar a estudos interessantes sobre as causas subjacentes dos fenômenos estudados neste artigo. Novos elementos podem ser adicionados para compor um ambiente expandido, incluindo equipamentos que permitem a medição simultânea de variáveis que podem ser usadas para estimar e analisar as respostas simpáticas e parassimpáticas. Além disso, novas melhorias para medir a temperatura de forma mais acessível e precisa seriam um bom desenvolvimento.

Outros pontos que poderão representar melhorias em futuros trabalhos em linha similar à do presente trabalho. Um dos pontos, já mencionado mais de uma vez, é o esforço de recrutamento de um número maior de voluntários. O fato de o estudo ter sido realizado em um período mais difícil, em que havia ainda efeitos de uma longa pandemia no país causou significativas dificuldades no processo de recrutamento e execução dos experimentos, e espera-se que, em futuros estudos, esforços como esse poderão ter um maior número de voluntários.

Outro ponto que poderá ser melhorado é a realização dos dois experimentos em dias separados, e a alternância em que metade dos participantes realiza primeiro uma das técnicas, e a outra metade realiza primeiro a outra. Um trabalho possível poderia ser, também a realização de testes com pessoas do sexo feminino.

Adicionalmente, observou-se que a parte dos estudos em que se tentou avaliar o comportamento do sistema nervoso autônomo ao longo dos testes mostraram que há diferenças de comportamento dos dois métodos de aquecimento, mas não permitiram identificar com total clareza o mecanismo subjacente da diferença de aquecimento. Assim, o melhoramento do protocolo, de forma a permitir a identificação ainda mais detalhada de tais mecanismos deverá gerar um trabalho interessante.

Acreditamos que uma das forças do presente trabalho seja a de chamar a atenção de pesquisadores em diferentes áreas para o efeito descrito, e talvez inspirar novos esforços de pesquisa. Também acreditamos que outra força importante seja a apresentação de uma metodologia para estudar o problema, que possa inspirar a busca por melhorias por meio da modificação ou extensão da técnica, bem como a busca por novos métodos. E, é claro, acreditamos que o trabalho possa ser útil para músicos, professores de música e estudantes de música, especialmente na área de violão acústico, mas também pode ser adaptado por músicos que tocam outros instrumentos.

4.6 Conclusão

Neste estudo, investigamos os efeitos de duas técnicas diferentes de aquecimento - leve e com suporte, e vigorosa sem suporte - no desempenho de guitarristas acústicos. Nossos resultados indicam que a rotina leve com suporte pode ter melhores efeitos do que a vigorosa com suporte. Além disso, fornecemos evidências de que, em algumas circunstâncias, a rotina vigorosa pode levar a um aquecimento ineficaz e até mesmo ao resfriamento da mão direita.

Essas descobertas têm, potencialmente, importantes implicações para os guitarristas acústicos que desejam otimizar suas rotinas de aquecimento, e os resultados podem inspirar novos estudos e métodos para o estudo de melhores rotinas de aquecimento.

Outro possível trabalho futuro na busca de causas subjacentes seria olhar para fenômenos circulatórios. É bem conhecido que os músculos geram calor. No entanto, os músculos dos dedos da mão são pequenos e sua contribuição para o aquecimento da mão é pequena, e o principal componente de calor que chega à mão vem da circulação sanguínea, que traz sangue aquecido de outras partes do corpo para a mão e os dedos. No entanto, em situações

de estresse, há uma resposta usual do ramo simpático do sistema nervoso que leva à chamada resposta "lutar ou fugir"; e uma das características dessa resposta é que grande parte da circulação é desviada de partes do corpo não essenciais, especialmente aquelas que não são cruciais nas atividades de lutar ou fugir (como as mãos, por exemplo), para os grandes músculos que são realmente essenciais. Esse efeito pode afetar a taxa de aquecimento e perda de calor na mão e nos dedos, causando o resfriamento das mãos

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Chan, T. Driscoll, and B. J. Ackermann, “Effect of a Musicians’ Exercise Intervention on Performance-Related Musculoskeletal Disorders,” *Med. Probl. Perform. Art.*, vol. 29, no. 4, pp. 181–188, Dec. 2014, doi: 10.21091/mppa.2014.4038.
- [2] J. Williams, “Warm-ups: what exactly are we trying to achieve?,” no. Dommerholt 2000, p. 10, 2017, [Online]. Available: <http://www.jenevorawilliams.com/wp-content/uploads/2012/10/Warm-ups-.pdf>.
- [3] M. C. Karow, R. R. Rogers, J. A. Pederson, T. D. Williams, M. R. Marshall, and C. G. Ballmann, “Effects of Preferred and Nonpreferred Warm-Up Music on Exercise Performance,” *Percept. Mot. Skills*, vol. 127, no. 5, pp. 912–924, 2020, doi: 10.1177/0031512520928244.
- [4] J. F. van Kemenade, M. J. van Son, and N. C. van Heesch, “Performance anxiety among professional musicians in symphonic orchestras: a self-report study.,” *Psychol. Rep.*, vol. 77, no. 2, pp. 555–562, 1995, doi: 10.2466/pr0.1995.77.2.555.
- [5] Abel Carlevaro, *Serie Didactica: No.2-right Hand Technique*, 2nd ed. Barry Buenos Aires, 1967.
- [6] G. P. Santos, “Universidade Federal Da Bahia Gueber Pessoa Santos Ansiedade Na Performance Musical : Ansiedade Na Performance Musical ;,” 2017.
- [7] B. T. Saragiotto, C. Di Pierro, and A. D. Lopes, “Risk factors and injury prevention in elite athletes: a descriptive study of the opinions of physical therapists, doctors and trainers,” *Brazilian J. Phys. Ther.*, vol. 18, no. 2, pp. 137–143, 2014, doi: 10.1590/s1413-35552012005000147.
- [8] B. D. tradução A. C. C. B. . . [et al.]. Gerard J. Tortora, *Princípios de anatomia e fisiologia*, 14th ed., vol. 1. Rio de Janeiro, 2016.
- [9] John Napier, *A Mão do Homem Anatomia, função, evolução*. Londres, 1983.
- [10] F. Afonso and F. Aguera, “Violão Suzuki: procedimentos técnicos abordados no primeiro volume e a sua relação com a escola Carlevariana,” *Rev. Vórtex*, vol. 8, no. 3, pp. 1–12, 2020, doi: 10.33871/23179937.2020.8.3.1.33.
- [11] A. Gentilin, P. Moghetti, A. Cevese, F. Schena, and C. Tarperi, “Sympathetic-mediated blunting of forearm vasodilation is similar between young men and women,” *Biol. Sex Differ.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1186/s13293-022-00444-0.
- [12] C. Zaza, “Research-Based Prevention for Musicians”, *Medical Problems of Performing Artists*, 9(1), 3-6, 1994.

- [13] F. M. Jimenez, “Music Performance Anxiety and Interventions in Conservatory and Liberal Arts Institution Music Students,” 2016.
- [14] 2011 BRASIL, “No Title p ,” *Phys. Rev. E*, no. November, 2011, [Online]. Available: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7130/1/LUZARDO-BUIATRIA-2017.pdf>.
- [15] V. Cruz, *Violão*, 1º edição. Cruz, Vandersom Violão: turma a / Vandersom Cruz. São Paulo: Associação Amigos do Projeto Guri, 2016. 112 p.: il. ;20,5 x 27,5 cm. (Livro didático do (a) Aluno (a) do Projeto Guri/ Violão)., 2016.
- [16] Emmett Grames, “A termografia é uma técnica valiosa para avaliar a atividade inflamatória em pacientes com artrite reumatoide.,” p. 14, 2020, [Online]. Available: <https://all3dp.com/2/fused-deposition-modeling-fdm-3d-printing-simply-explained/>.
- [17] J. Sztajzel, “Heart rate variability: A noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system,” *Swiss Med. Wkly.*, vol. 134, no. 35–36, pp. 514–522, 2004, doi: 10.4414/smw.2004.10321.
- [18] P. Little, J. Barnett, L. Barnsley, J. Marjoram, A. Fitzgerald-Barron, and D. Mant, “Comparison of acceptability of and preferences for different methods of measuring blood pressure in primary care,” *Br. Med. J.*, vol. 325, no. 7358, pp. 258–259, 2002, doi: 10.1136/bmj.325.7358.258.
- [19] L. Mourot, M. Bouhaddi, and J. Regnard, “Effects of the cold pressor test on cardiac autonomic control in normal subjects,” *Physiol. Res.*, vol. 58, no. 1, pp. 83–91, 2009, doi: 10.33549/physiolres.931360.
- [20] S. Pouwels *et al.*, “Utility of the cold pressor test to predict future cardiovascular events,” *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.*, vol. 17, no. 4, pp. 305–318, 2019, doi: 10.1080/14779072.2019.1598262.
- [21] L. a. Bortolotto and F. M. Consolim-Colombo, “Betabloqueadores adrenérgicos,” *Rev Bras Hipertens*, vol. 16, no. 4, pp. 215–220, 2009.
- [22] A. da R. M. e M. M. S. Marília Santini de Oliveira, “Conhecendo O Iml E a Sua História – Em Prosa,” *Dipl. DA SAÚDE E COVID-19 geral*, vol. 14, pp. 69–82, 2019.
- [23] I. Itld, “Manual de Instruções LUXÍMETRO DIGITAL PORTÁTIL INSTRUTEMP ITLD260.” Rua Fernandes Vieira, 156 - Belenzinho 03059-023 - São Paulo - SP, p. 4, 2020, [Online]. Available: <https://arquivos.instrutemp.com.br/Instrutemp/MANUAIS/ITLD260.pdf>.
- [24] C. A. Dolphin, *Instrumentos e Acessórios, Cordas_Baterias_Sopro_Teclas_Kids*,

2014th ed. Av. Piracema, 1.411 - Módulo 8 - Tamboré CEP: 06460-030 - Barueri/SP - Brasil Tel.: 55 (11) 3797-0100.

- [25] E. T. I. Ltd, *Aquarium Thermometer*, Worthing . 2015.
- [26] P. E. O. P. 5 90440 KEMPELE, “Polar H9 Polar H10,” 2020, p. 02.
- [27] I. OMRON HEALTHCARE, “Monitor de Pressão Arterial Automático de Braço,” vol. 2, p. 2, 2016.
- [28] R. L. Issue, “User ’ s manual FLIR QuickReport,” in *User’s manual FLIR Cx series*, 2020, p. 42.
- [29] P. Claudia, P. Integrado, and S. Paulo, “MANUAL DE INSTRUÇÕES TRIPÉ VERSÁTIL - BENRO,” vol. 1, p. 1, 2011, [Online]. Available: www.tecnocroma.com.br.
- [30] A. H. M. Pletsch, A. R. de Paula Júnior, N. J. F. da Silveira, W. Shimoaya-Bittencourt, and R. A. L. Osório, “Análise dos Índices Espectrais da Variabilidade da Frequência Cardíaca Durante a Mudança Postural de Idosos Hipertensos,” *J. Heal. Sci.*, vol. 20, no. 2, pp. 146–150, 2018, doi: 10.17921/2447-8938.2018v20n2p146-150.
- [31] S. Zmuda, E. Ignatowicz, M. Stolarek, M. Dabrowski, and R. Dulski, “Infrared thermographic analysis of temperature distribution on the surface of human tooth during Nd:YAG laser irradiation - In vitro study,” *Thermol. Int.*, vol. 14, no. 4, pp. 131–136, 2004.
- [32] H. V.- Lobos, “DOUZE ETUDES Pour Guitare,” Paris, 1929, p. 54.
- [33] T. Togawa, “Non-contact skin emissivity: Measurement from reflectance using step change in ambient radiation temperature,” *Clin. Phys. Physiol. Meas.*, vol. 10, no. 1, pp. 39–48, 1989, doi: 10.1088/0143-0815/10/1/004.
- [34] A. Mathematics, “For the fourth Image Video project in the course of MCEN,” no. November, pp. 1–23, 2016.
- [35] M. P. Tarvainen, J. P. Niskanen, J. A. Lipponen, P. O. Ranta-aho, and P. A. Karjalainen, “Kubios HRV - Heart rate variability analysis software,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 113, no. 1, pp. 210–220, 2014, doi: 10.1016/j.cmpb.2013.07.024.